1. INTRODUÇÃO

INTRODUCTION

CAPÍTULO 1
CHAPTER 1

INTRODUÇÃO - INTRODUCTION

Paulo. A. V. Borges[1]

Abstract: In this chapter we present an overview of the several chapters of the book. The information presented in this work reflects the dual goal of listing most of the Azorean terrestrial biodiversity (Chapter 4) and also of presenting a synthesis of the patterns of the diversity in the different taxonomic groups (Chapter 2). The importance of using GIS environmental information to predict the spatial distribution and the habitat suitability of species (Chapter 3) is also developed. The software ATLANTIS Tierra 2.0 is described as a promising tool to be used in the conservation management of the Macaronesian islands. This book presents the first exhaustive compilation of the terrestrial organisms of the Azores which will help many people working in the areas of taxonomy, ecology, agriculture, forestry and nature conservation management.

The volume presented here is the result of many years of pioneering research in the different fields of both taxonomy and ecology compiled by a large group of biologists interested in the Azores and its biodiversity. The fauna and flora of isolated oceanic islands are singularly different from those in other terrestrial ecosystems on our planet which is why naturalists and biologists need to pay special attention to them. Unfortunately, human activities have had an adverse impact on island ecosystems, extinguishing many species and driving many others to the brink of extinction.

Resumo: Neste capítulo apresentamos uma descrição sumária dos vários capítulos desta obra. A informação presente nesta obra reflecte por um lado o objectivo de listar toda a biodiversidade terrestre dos Açores (Capítulo 4), mas igualmente apresentar uma síntese da diversidade específica nos diferentes grupos taxonómicos (Capítulo 2). Desenvolvem-se igualmente alguns importantes aspectos sobre a utilização de modelos para predizer a distribuição espacial das espécies (Capítulo 3). Todos os dados obtidos são carregados no Programa ATLANTIS Tierra 2.0, que se espera constitua uma ferramenta muito útil na gestão da conservação da natureza nas ilhas da Macaronésia. Este livro apresenta a primeira lista exaustiva dos organismos vivos dos habitats terrestres dos Açores, o que constitui uma fonte de informação muito importante para diferentes áreas do conhecimento, tais como a taxonomia, ecologia, agricultura, silvicultura e gestão da conservação da natureza.

Esta obra é o resultado de muitos anos de trabalho pioneiro nos campos da taxonomia e ecologia de vários especialistas interessados na biodiversidade dos Açores. A fauna e flora das ilhas oceânicas possui particularidades sem paralelo noutros ecossistemas terrestres, sendo assim de grande relevância para os naturalistas e outros estudiosos da biodiversidade. No entanto, as actividades humanas criaram grandes danos na biodiversidade das ilhas, extinguindo muitas espécies e colocando muitas

[1]Universidade dos Açores, Dep. de Ciências Agrárias – CITA-A, Terra-Chã, 9700-851 Angra do Heroísmo, Terceira, Açores, Portugal; e-mail: pborges@mail.angra.uac.pt.

outras em perigo. Essas alterações na diversidade de espécies dos ecossistemas nativos das ilhas poderão interferir com muitos processos ecológicos vitais. De facto, existe uma preocupação geral na conservação dos ecossistemas insulares de forma a não tornar irreversível as alterações provocadas nestes importantes ecossistemas. Muitas das espécies insulares são únicas e são de grande importância em termos de conservação. Especialmente vulneráveis são as espécies endémicas raras que ocupam actualmente pequenos fragmentos de floresta nativa, estando muitas sob pressão de espécies invasoras (ver Borges *et al.* 2005a). Deste modo, a diminuição da fragmentação dos habitats nativos dos Açores deve ser considerada como uma estratégia prioritária na gestão da conservação das espécies de plantas e invertebrados considerados em perigo.

A conservação da biodiversidade é uma tarefa difícil e que envolve custos elevados e meios sempre escassos. Só o conhecimento científico em várias áreas multidisciplinares como a taxonomia, ecologia das comunidades, genética e biologia da conservação pode levar a uma optimização da gestão e conservação da biodiversidade. Nas sociedades modernas os valores naturais estão cada vez mais enraizados, mas é na interface entre a modelação científica e a implementação prática de medidas de gestão que poderemos dar um passo em frente na conservação da biodiversidade.

Desde 1998 que o Governo das Canárias através da sua "Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente" desenvolve o Projecto BIOTA (ver Izquierdo *et al.* 2001) com o objectivo principal de implementar uma base de dados sobre os organismos vivos das Canárias. Todos os dados obtidos são carregados numa ferramenta informática (Programa ATLANTIS Tierra 2.0) (Fig. 1) que organiza e analisa toda a informação existente sobre a distribuição espacial das espécies (ver Fig. 2) em diferentes escalas, detecta as carências existentes, estimula a elaboração de estudos nessas áreas, e permite a revisão contínua de nova informação. Vai ser possível por exemplo obter mapas de riqueza de espécies a uma escala de 500x500 m (Fig. 3).

These alterations of the diversity of native island ecosystems can disrupt the ecological functions. In fact, there is widespread concern about the conservation of living resources on isolated islands due to the irreversible consequences of many land-use changes which are still under way. Many of the extant indigenous species are unique and are of particular importance from a conservation standpoint. Especially vulnerable are the rare endemic species which are occupying small fragments of native habitats, many of whom are now under the pressure of invasive species (see Borges *et al*. 2005a). Therefore, avoiding the fragmentation of native habitats in the Azores should be considered a key factor in the future conservation management of critically endangered species of plants and invertebrates.

The conservation of biodiversity is a difficult enterprise that requires extensive funding which, alas, never seems to be sufficient. Only when we invest in the interdisciplinary research relating to the fields of taxonomy, community ecology, genetics and conservation biology will we see the improvement and optimization of the management and conservation of the biodiversity. In modern societies the respect for nature is already well ingrained, but the pivotal point upon which the future of the conservation of biodiversity hinges lies at the threshold between theoretical science and its practical implementation.

Since 1998 the Government of the Canary Islands has been conducing an important project on biodiversity, Project BIOTA (see Izquierdo *et al.* 2001). A Visual Basic software, called ATLANTIS Tierra 2.0, was developed for biodiversity data storage (Fig. 1). With this database it will be possible to gather detailed information about all species on the surveyed geographical areas of interest (see Fig. 2). This software has several important tools, namely a taxonomic tool and a conservation management analysis tool that allows the calculation of species richness, their rarity or complementarity in all 500x500 m cells of a particular island or, in any special area in one island (Fig. 3).

Figura 1. Janela de entrada do ATLANTIS Tierra 2.0 em que se podem observar oito campos possíveis de entrada, de que se destacam as ferramentas associadas à taxonomia, introdução de espécies e análise de dados.
Figure 1. Entrance window of ATLANTIS Tierra 2.0, in which it is possible to observe eight possible entrance gateways, the most relevant being the taxonomy (”Taxonomía”), species management (”Consulta de espécies”) and data analysis (”Consulta de análisis”).

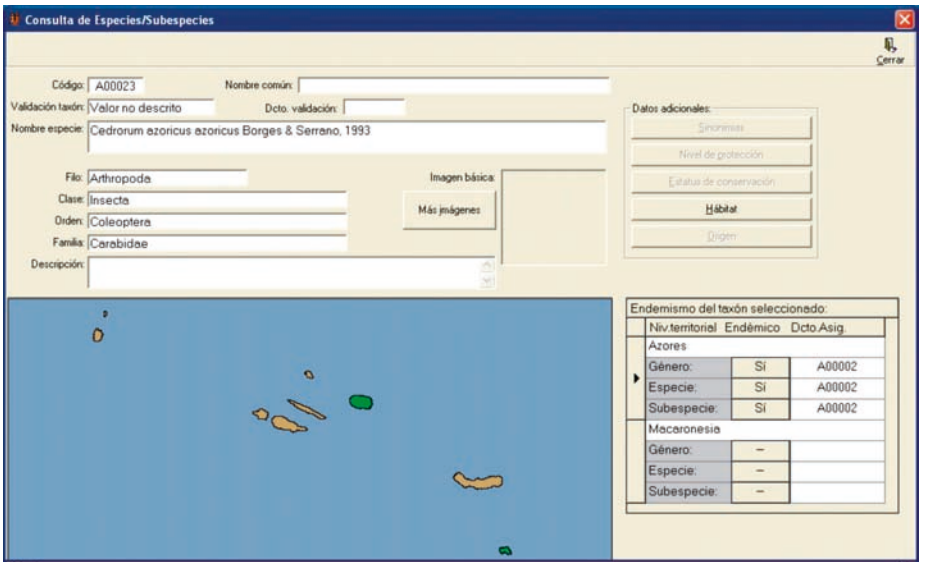

Figura 2. Janela do ATLANTIS Tierra 2.0 em que se podem observar todas as informações disponíveis para uma determinada espécie, neste caso uma subespécie endémica das ilhas Terceira e S. Maria (a verde).
Figure 2. Window of ATLANTIS Tierra 2.0, in which it is possible to observe all the informations available for one species, in this case one endemic subspecies living in Terceira and S. Maria (in green).

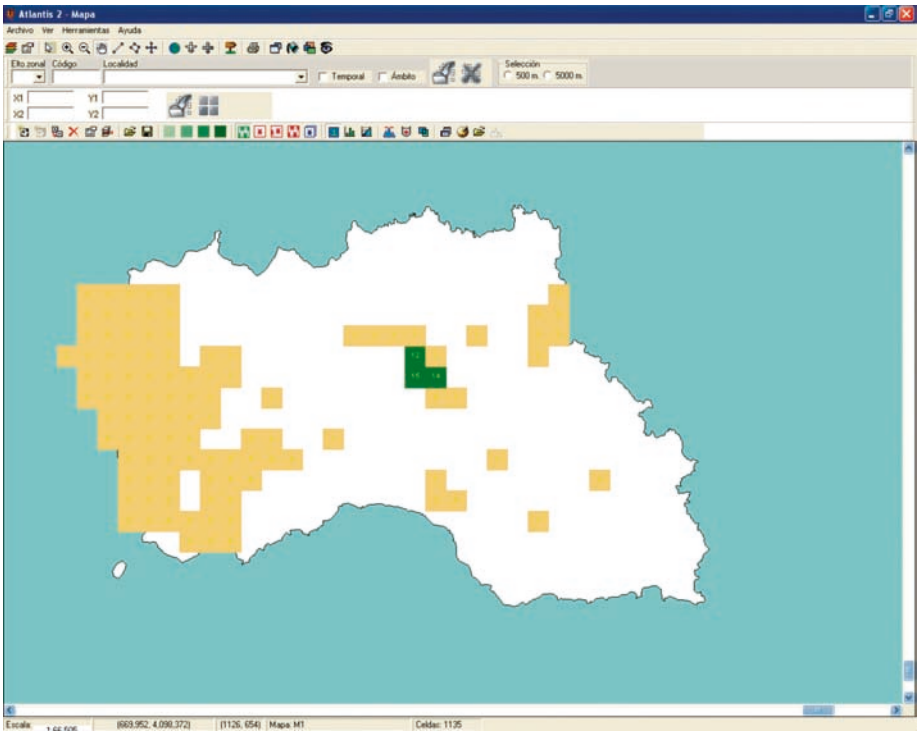

Figura 3. Janela do ATLANTIS Tierra 2.0 em que se pode observar a riqueza de espécies endémicas de escaravelhos (Insecta, Coleoptera) na ilha de S. Maria, que se concentram na zona mais alta da ilha, Pico Alto (células a verde).
Figure 3. Window of ATLANTIS Tierra 2.0, in which one can see the "hotspot" cells in species richness of endemic beetles (Insecta, Coleoptera) in S. Maria (green cells).

Pretende-se assim desenvolver uma plataforma que permita a realização de estudos de gestão e conservação de espaços e espécies na Macaronésia. As vantagens deste programa são:

1) Toda a informação actualmente dispersa em centenas de publicações será concentrada numa única base de dados em SQL, que tornará os dados facilmente acessíveis através de um programa informático de fácil utilização (ATLANTIS);
2) Está organizado de forma que toda a informação introduzida está associada a documentos (todos os tipos de publicações taxonómicas, mas também bases de dados não publicadas validadas por um taxonomista);
3) Vários tipos de informação relacionada com a conservação das espécies pode ser introduzida e filtrada no processo de análise dos dados; temos como exemplo o estatuto de colonização das espécies (endemismo dos Açores ou da Macaro-

This spatial information could be exported to GIS software (e.g. ArcView and IDRISI). The advantages of this software are:

1) All the information now dispersed in hundreds of publications will be concentrated in a SQL database that will be easily accessible through a user-friendly software (ATLANTIS);
2) It is organized in a way that all information (taxonomic and spatial) is linked to a document (all types of taxonomic works, but also unpublished reports validated by a taxonomist coordinator);
3) Various areas of information related to conservation management could be introduced and filtered in the analysis process, namely: colonization status of a species (endemic from the archipelago or from Macaronesia, native, introduced); habitat of occurrence; conservation status (endangered, vulnerable, etc.);

4) Data by-products will allow diverse follow-up studies beyond the inventory process (see Chapter 3).

After a huge effort by the Canarian Conservation Bureau, that resulted in the publication of a detailed list of terrestrial and marine biodiversity of the Canary islands (Izquierdo *et al.* 2001, 2005; Moro *et al.* 2003), the idea was expanded to the other Macaronesian archipelagos (the Cape Verde Islands, Madeira and the Azores) through an INTERREG IIIB project called ATLÂNTICO. This project started in 2003 and this book is one of its final outcomes.

Without the baseline fundamentally important information presented in this book and that which is currently being stored in SQL through ATLANTIS software, it will be impossible to foresee any local or regional estimate of biodiversity. We hope that in the future we will be able to answer the following questions:

1) How many species are there?
2) Where are the current "hotspots" of biodiversity?
3) How many new sites need to be selected as specially protected areas in order to conserve the rarest endemic taxa?
4) What are the patterns of invasion of exotic species?
5) Is there some congruence between the patterns of richness and distribution of invertebrates and vertebrates or plants?
6) Are environmental variables good surrogates of species distributions?
7) What is the importance of habitat change with respect to species occurrence?

These questions show how little we actually know about our biodiversity and the spatial distribution of species. This project also recognizes the value of taxonomy, systematics and natural history in the science of conservation biology. This is cri-

nésia; nativa; introduzida); habitats de que a espécie é conhecida; estatuto de conservação (em perigo, vulnerável, etc.);
4) Os dados podem ser exportados para qualquer ambiente SIG e depois analisados das formas mais diversas (*e.g.* Capítulo 3).

Depois de um esforço enorme de colheita de dados sobre a biodiversidade das Canárias (ver Izquierdo *et al.* 2001, 2005; Moro *et al.* 2003), foi criado o "Projecto ATLÂNTICO (Desarrollo de un Banco de Datos de Biodiversidad Macaronésico)", Projecto aprovado no âmbito do programa da Comunidade Europeia INTERREG III B (Açores – Madeira – Canárias), e que visa a implementação de uma base de dados sobre a Biodiversidade da Macaronésia. Esta iniciativa consiste na obtenção da informação publicada sobre este tema e do estudo rigoroso sobre a flora e fauna dos arquipélagos dos Açores, Madeira, Canárias e Cabo Verde. Este projecto iniciou-se em 2003 e o presente livro constitui um dos produtos finais.

Sem a informação aqui disponibilizada neste livro e aquela que está a ser armazenada no SQL através do ATLANTIS, seria impossível a obtenção de estimativas locais e regionais da biodiversidade dos Açores. Esperamos que com a presente contribuição possamos num futuro próximo responder às seguintes questões:

1) Quantas espécies realmente temos?
2) Onde se encontram as zonas de elevada biodiversidade ("hotspots") nos Açores?
3) Quantos novos locais são necessários eleger para conservar as espécies endémicas raras?
4) Quais são os padrões de invasão por espécies exóticas?
5) Haverá alguma congruência entre os padrões de distribuição e riqueza das plantas vasculares ou vertebrados e dos vários grupos de invertebrados?
6) Serão as variáveis ambientais boas indicadoras da distribuição das espécies?
7) Qual é a importância da alteração dos habitats na ocorrência das espécies?

Estas questões mostram o pouco que nós sabemos sobre a nossa biodiversidade e os padrões espaciais de distribuição das espécies. Este projecto, tem ainda o dom de reconhecer o valor da taxonomia, sistemática e da história natural na ciência da Conservação. Tal reconhecimento está subjacente no facto de ser necessário e urgente a descrição e a cartografia dos organismos do nosso planeta. De facto, uma sistemática e taxonomia de qualidade são fundamentais para que as ciências da ecologia e conservação possam ter qualidade. Com o projecto BIOTA o número de espécies de animais e plantas das Canárias é agora conhecido e estima-se em 12661 espécies, das quais 28% são endémicas desse arquipélago (Izquierdo *et al*. 2001). No que concerne aos Açores, Madeira e Cabo Verde essas cifras são ainda desconhecidas!

Nos Açores, a conservação da biodiversidade é tão complexa como no resto do planeta. A maior parte das áreas actualmente preservadas foram seleccionadas de uma forma *ad hoc* e não incluem necessariamente a fracção mais importante da biodiversidade. Embora a selecção de muitas áreas de vegetação nativa para a protecção da biodiversidade seja considerada uma prioridade, o facto é que grande parte da área das ilhas dos Açores é ocupada por habitats alterados pelo Homem. Será de esperar que essa matriz de habitats não nativos possa ter igualmente um papel importante na conservação da biodiversidade dos Açores. O Software ATLANTIS possui ferramentas metodológicas para melhorar a selecção de novas áreas para a conservação e gestão da Biodiversidade usando a técnica da complementaridade (ver Williams 2001; Borges *et al.* 2005b). O Software ATLANTIS usa um algorítmo sub-óptimo do tipo heurístico que funciona da seguinte forma: primeiro, é seleccionada a célula de 500x500 m com mais espécies; de seguida, as espécies já representadas na célula mais rica em espécies são ignoradas e é seleccionada a célula mais complementar (*i.e.* com mais espécies não previamente representadas), e assim sucessivamente, até todas as espécies estarem representadas pelo menos uma vez.

No entanto, o objectivo principal desta obra é a listagem, tão detalhada quanto possível, da maior

tical since it is very important to describe and map the variety and extent of the biodiversity on ours planet. In fact, high quality systematics and taxonomy are fundamental to achieve a better research in ecology and conservation biology. Because of the BIOTA project, the number of terrestrial fungi, plant and animal species in the Canaries is now known: there are about 12661 species and subspecies (28% endemic) (Izquierdo *et al.* 2001). In the Azores, Madeira and the Cape Verde Islands these numbers are not known yet, but with the help of project ATLÂNTICO, they will be available soon.

In the case of the Azores, the conservation of biodiversity is as complex as in other parts of our planet. Most of the currently protected areas were selected *ad hoc* usually based on a fragmented knowledge of the reality, and consequently, they do not necessarily reflect the more relevant aspects of biodiversity. Moreover, although the preservation of many areas of continuous native vegetation is considered crucial, human-dominated landscapes make up the majority of land area in most the Azorean islands. It is expected that this matrix of non-native habitats will also play an important role in the conservation of the Azorean biodiversity. The ATLANTIS software has the ability to improve the selection of new areas for the preservation of the biodiversity using the complementarity methodology (see Williams 2001; Borges *et al.* 2005b). ATLANTIS software uses a heuristic suboptimal simple-greedy reserve-selection algorithm that works as follows: first, the 500x500 cell with the highest species richness is selected; then, the species already represented are ignored and the 500x500 cell with the highest complement of species (that is, the most species not represented in the previous selected cell), and so on, until all species are represented at least once.

The main goal of this book is to list, as detailed possible, all the known terrestrial fauna and flora of the Azores and the indication of their known distribution in the nine islands (see Chapter 4; Appendix 1, 2, 3). This has been a huge enter-prise that has implied the collaborative

work of about 35 taxonomists and another 40 specialists, and students, from the University of the Azores and from different Portuguese and foreign institutions.

Normative standards are needed to conduct proper science and there is a pressing need to have well organized information concerning the distribution of biodiversity. A good recent example is the list of terrestrial European fauna (see http://www.faunaeur.org). The current list provides the first exhaustive compilation of the terrestrial organisms in the Azores, which will help many people working in these islands in the areas of taxonomy, ecology, agriculture, forestry, nature conservation management, etc.

In summary, the information presented in this book reflects the dual goal of listing most of the Azorean terrestrial biodiversity (Chapter 4) and also of presenting a synthesis of the patterns of the diversity in the different taxonomic groups (Chapter 2). We have also developed some ideas about the importance of using GIS environmental information in order to predict the spatial distribution and the habitat suitability of species (Chapter 3).

parte da flora e faunas terrestres do arquipélago dos Açores, indicando-se a distribuição conhecida das cerca de 4 000 espécies de plantas e animais catalogadas, pelas nove ilhas (ver Cap. 4; Apêndices 1, 2, 3). Este foi um empreendimento colossal que envolveu cerca de 35 taxonomistas e mais de 40 outros especialistas e estudantes da Universidade dos Açores e de outras instituições portuguesas e estrangeiras.

Para a realização de ciência de qualidade é cada vez mais necessário o acesso fácil a informação bem organizada sobre a distribuição da biodiversidade. Um bom exemplo recente é a lista da fauna terrestre da Europa (ver http://www.faunaeur.org). Com a listagem de espécies agora conseguida, temos a primeira lista exaustiva dos organismos vivos dos habitats terrestres dos Açores, o que irá constituir uma fonte de informação muito importante para diferentes áreas do conhecimento, tais como a taxonomia, ecologia, agricultura, silvicultura, gestão e conservação da natureza, etc.

Em resumo, a informação presente nesta obra reflecte por um lado o objectivo de listar toda a biodiversidade terrestre dos Açores (Capítulo 4), mas igualmente apresentar uma síntese da diversidade específica nos diferentes grupos taxonómicos (Capítulo 2). Desenvolvem-se igualmente alguns importantes aspectos sobre a utilização de modelos para predizer a distribuição espacial das espécies (Capítulo 3).

Bibliografia (References)

Borges, P.A.V., Aguiar, C., Amaral, J., Amorim, I.R., André, G., Arraiol, A., Baz, A., Dinis, F., Enghoff, H., Gaspar, C., Ilharco, F., Mahnert, V., Melo, C., Pereira, F., Quartau, J.A., Ribeiro, S., Ribes, J., Serrano, A.R.M., Sousa, A.B., Strassen, R.Z., Vieira, L., Vieira, V., Vitorino, A. & Wunderlich, J. (2005b) Ranking protected areas in the Azores using standardized sampling of soil epigean arthropods. *Biodiversity and Conservation,* **14**, 2029-2060.

Borges, P.A.V., Lobo, J.M., Azevedo, E.B., Gaspar, C., Melo, C. & Nunes, V.L. (2005a) Invasibility and species richness of island endemic arthropods: a general model of endemic vs. exotic species. *Journal of Biogeography*, in press.

Izquierdo, I., Martin, J.L., Zurita, N. & Arechavaleta, M. (eds.) (2001) *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres) 2001*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 437 pp.

Izquierdo, I., Martin, J.L., Zurita, N. & Arechavaleta, M. (eds.) (2005) *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)*. 2nd edn, Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. in press.

Moro, L., Martin, J.L., Garrido, M.J. & Izquierdo, I. (eds.) (2003) *Lista de especies marinas de Canarias (algas, hongos, plantas y animales) 2003*. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente del Gobierno de Canarias. 250 pp.

Williams P. (2001) Complementarity. *Encyclopaedia of Biodiversity* Volume 5. (ed. S. Levin), pp. 813-829. Academic Press.