

APLICAÇÃO SIG NA ELABORAÇÃO DE CARTOGRAFIA TEMÁTICA DO COBERTO VEGETAL DA ILHA DE PORTO SANTO

Por GINA BRITO ¹, LEENA BRITO ², EURICO COSTA ³, MARIA SALGUEIRO ³,
ROSA PINHO ¹, FERNANDO LEÃO ⁴ & CONCEIÇÃO SANTOS ¹

Com 5 figuras, 2 tabelas e 4 mapas

ABSTRACT. This work is based on the identification of the flora of Porto Santo Island developed within the scope of REI Project. The observation, inventory and herborization of local flora and, in addition, its spatial localization, were made thanks to the use of Geographic Information Systems (GIS). GIS are computational systems conceived to acquire, to manage and to process spatial information. Therefore, GIS appear as an analysing tool that allows the interaction of knowledge among different areas of science through a multidisciplinary approach.

This paper is divided into two parts: 1) inventory and herborization of local flora and 2) elaboration of thematic maps using GIS. In the first part, researchers of the University of Aveiro Herbarium herborized, in 2002, 127 numbers at Porto Santo that represent approximately 635 specimens of vascular plants. In the second part, spatial data processing is explained and described. The data obtained in the first part of the work was used. Therefore it was possible to build a computerised database using GIS and elaborate four thematic maps: The Collection Sites of Plant Specimens Map and Vegetation Important Zones Map. Another Map of the Soil Use was adapted from Porto Santo City Council Plano Director Municipal (PDM) and an overlay of this map was made with the Vegetation Important Zones Map, and finally a Summary Map was obtained.

¹ Laboratório de Biotecnologia e Citómica, CESAM & Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal. E-mail: ginabrito@ua.pt

² Município do Porto Santo, Rua Dr. Nuno Silvestre Teixeira, 9400-909 Porto Santo, Madeira, Portugal.

³ Associação para a Formação Profissional e Investigação da Universidade de Aveiro – UNAVE, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

⁴ Instituto de Ambiente e Desenvolvimento – IDAD, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago, 3810-193 Aveiro, Portugal.

This paper intends to present concepts and methodologies that involve an approach to the use of GIS as a powerful tool applied to the inventory and spatial localization of plant species of Porto Santo Island and the definition of important zones to preserve.

RESUMO. O presente estudo surge no âmbito do Projecto REI e incidiu sobre um dos seus objectivos: a identificação do coberto vegetal da Ilha de Porto Santo. Deste modo, foi feita a observação, inventariação e herborização da flora local e ainda a sua localização espacial através da utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Os SIG são sistemas computacionais concebidos para adquirir, gerir e processar informação espacial. Neste sentido, os SIG aparecem como uma ferramenta de análise que permite a interacção de conhecimentos de diferentes áreas através de uma abordagem multidisciplinar.

Este trabalho divide-se em duas partes: 1) inventariação e herborização da flora local e 2) elaboração de cartas temáticas através da utilização de SIG.

Na primeira parte, durante o ano de 2002, investigadores do Herbário da Universidade de Aveiro (Departamento de Biologia), colheram em Porto Santo, 127 números de plantas para herbário, representando aproximadamente 635 espécimes de plantas vasculares.

Na segunda parte do trabalho, descrevem-se as principais etapas envolvidas no processamento da informação espacial. Para o efeito, foram utilizados os resultados obtidos na primeira parte do trabalho, para proceder à constituição de uma base de dados computadorizada e, através da utilização de SIG, resultaram as seguintes cartas temáticas: Carta dos Locais de Inventariação e Colheita e Carta de Zonas por Importância Vegetal. Foi ainda elaborada uma Carta de Uso do Solo, adaptada do Plano Director Municipal (PDM) do município de Porto Santo, e feita a sua sobreposição com a Carta de Zonas por Importância Vegetal e, a partir destas duas, a elaboração de uma Carta de Síntese.

Este artigo pretende apresentar conceitos e metodologias que envolvem uma abordagem à utilização de uma ferramenta poderosa – SIG – aplicada à inventariação e localização espacial do coberto vegetal da Ilha de Porto Santo, bem como a definição de zonas importantes a preservar.

INTRODUÇÃO

A Ilha de Porto Santo pertence ao Arquipélago da Madeira, que fica situado no Atlântico Norte entre as latitudes aproximadas 30-33° N e as longitudes aproximadas 16-17° W, e localiza-se cerca de 60 Km a NE da Ilha da Madeira. A sua superfície é de 42,26 Km² representando cerca de 8,5% da área total do arquipélago.

No início do séc. XIV, a Ilha era essencialmente coberta por vegetação nativa, sendo o estrato arbóreo constituído principalmente por *Dracaena draco* (L.) L., *Juniperus phoenicea* L., *Apollonias barbujana* (Cav.) Bornm. ssp. *barbujana*, *Sideroxylon marmulano* Banks ex Lowe var. *marmulano*, *Olea maderensis* (Lowe) Rivas Mart. & Del Arco e *Erica scoparia* L. ssp. *maderinicola* McClintock (FRUTUOSO, 1995 & PEREIRA, 1989, in JARDIM *et al.*, 1998a).

Como resultado da colonização da Ilha, e do subsequente desenvolvimento da agricultura e ainda a introdução de espécies exóticas que datam do séc. XVIII, a vegetação da Ilha é hoje muito diferente. Estes aspectos levaram a que hoje o grau de erosão do solo seja muito elevado, o que conseqüentemente limita o restabelecimento da flora nativa. Contudo, existem ainda importantes áreas de coberto vegetal onde restam espécies vegetais prioritárias e raras, dado algumas corresponderem a importantes endemismos e/ou fazerem parte do coberto vegetal nativo como é o caso do Pico Branco. Assim sendo, deverão ser feitos esforços para a conservação destas áreas (JARDIM *et al.*, 1998a).

O presente estudo surge no âmbito do Projecto REI – “Reflorestação da Ilha de Porto Santo usando plantas autóctones regeneradas *in vitro* e adaptadas a stress hídrico” (PNAT/1999/AGR/15011/99) (para revisão, ver BRITO *et al.*, 2007, neste volume, e SANTOS, 2005), e incidiu sobre um dos objectivos definidos no referido projecto, a identificação do coberto vegetal da Ilha de Porto Santo (um estudo das plantas vasculares). Deste modo, foi feita a observação, inventariação e herborização da flora local e ainda a sua localização espacial através da utilização de uma nova tecnologia, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Nas duas últimas décadas, a tecnologia computacional mudou muito rapidamente permitindo o desenvolvimento de novas ferramentas como os SIG (McKENDRY *et al.*, 1992).

Estas novas tecnologias têm-se revelado muito importantes para a) aperfeiçoar o conhecimento do meio ambiente, b) melhorar a comunicação entre diferentes especialistas e c) influenciar as decisões dos actores locais (keyactors) (LEHMAN & LACHAVANNE, 1997).

Os SIG são ferramentas computacionais que permitem realizar análises complexas, integrando dados de diversas fontes e indexando-os espacialmente (SMITH *et al.*, 1987 in TELES, 2001). Os dados são referenciados geograficamente e associados a imagens ou mapas para compor planos de informação. Cada plano individualmente

pode registar espacialmente informações sobre uma variável, por exemplo: o número de habitantes das cidades, curvas de altitude, índices de produção agrícola, mapas de vegetação, etc. A própria imagem ou mapa passa a ser um plano de informação (TELES, 2001). Mais precisamente os SIG são constituídos por uma série de programas e processos de análise cuja característica principal é focar o relacionamento de determinado fenómeno da realidade com a sua localização espacial. Para este efeito, utilizam uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual actuam uma série de operadores espaciais. Baseia-se numa tecnologia de armazenamento, análise e tratamento de dados espaciais, não espaciais e temporais e na geração de informação correlacionada (TEIXEIRA *et al.*, 1992 *in* CARDOSO, 2004).

Devido à sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar os SIG: a) como ferramenta para produção de mapas; b) como suporte para análise espacial de fenómenos; c) como uma base de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial (CÂMARA *et al.*, 2004).

Actualmente existem numerosas e excelentes definições de SIG na bibliografia (BURROUGH, 1986; ARONOFF, 1989; BONHAM-CARTER, 1994). As diversas definições de SIG reflectem, cada uma à sua maneira, a multiplicidade de usos e visões possíveis desta tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar da sua utilização (CALOZ & COLLET, 1997). Contudo, neste artigo não se pretende fazer um estudo exaustivo sobre a utilização desta ferramenta, mas sim focar apenas pontos fundamentais que permitam aos investigadores das ciências naturais compreender as potencialidades e, claro, também os limites desta nova técnica.

Assim, pretende-se mostrar essencialmente as potencialidades da utilização desta técnica na modernização da informação geográfica e ambiental do Arquipélago da Madeira. Os SIG surgem, assim, como uma nova ferramenta na elaboração de cartografia temática a partir de uma base de dados da vegetação da Ilha de Porto Santo (neste artigo são referenciados unicamente os espécimes de plantas vasculares inventariados no âmbito deste estudo), permitindo assim gerir, organizar e visualizar este tipo de informação espacialmente.

A execução deste trabalho torna-se particularmente importante, uma vez que a Ilha de Porto Santo apresenta um ambiente natural muito próprio, com situações relacionadas com uma certa desertificação, pelo que a conservação de determinadas áreas onde restam ainda espécies da flora nativa e endémica é por demais pertinente.

Não há conhecimento, até ao momento, de qualquer estudo sobre a aplicação dos SIG na construção de cartas de vegetação da Ilha de Porto Santo. Neste sentido, os mapas obtidos possuem informação que correlaciona as zonas de recolha das espécies vegetais com o grau de importância de cada uma dessas zonas, isto é, consoante o tipo de espécies vegetais existentes (endémicas, autóctones, introduzidas, dunares, etc.),

foi atribuído um valor, sendo possível assim definir o grau de importância de cada zona. Esta tarefa permitiu fazer a classificação das zonas prioritárias de conservação, como é o caso do Pico Branco. Neste estudo foi feita ainda, a confrontação destas zonas com as áreas, definidas no Plano Director Municipal (PDM) do município de Porto Santo, relativamente ao uso do solo (ANON., 1999).

De salientar ainda que para a consecução de um trabalho deste tipo é necessário a existência de interdisciplinaridade e cruzamento de muita informação, e consequentemente o trabalho de uma equipa alargada de modo a ser possível atingir os objectivos propostos.

O presente trabalho é, portanto, um exemplo da aplicação destas novas ferramentas, SIG, bem como da modernização de informação ambiental, podendo no entanto ser alargado a outros temas, nomeadamente os desenvolvidos no âmbito do Projecto REI: 1) caracterização físico-química e microbiana dos solos e águas de alguns pontos de Ilha, 2) identificação dos macroinvertebrados do solo, 3) identificação das algas de água doce, e 4) identificação de aves presentes na Ilha.

MATERIAL E MÉTODOS

1ª Parte – Inventariação e herborização da flora local

Em 2002 foi realizada uma expedição botânica à Ilha de Porto Santo de Investigadores do Herbário da Universidade de Aveiro (Departamento de Biologia), durante o período de uma semana, para observação, inventariação e colheita de exemplares de espécimes de plantas vasculares. Foi efectuada: a) a definição dos locais de inventariação e colheita, b) a inventariação dos espécimes e elaboração do herbário e c) o estudo taxonómico dos espécimes colhidos, com apoio em bibliografia diversa (PRESS & SHORT, 1994; FRANQUINHO & COSTA, 1999; JARDIM & FRANCISCO, 2000).

2ª Parte – Elaboração de cartas temáticas através da utilização de SIG

Os SIG são compostos por vários componentes, essenciais à sua realização: pessoas, procedimentos, hardware (os elementos físicos que constituem o computador e seus periféricos), software (programas de computador) e informação (espacial e alfanumérica).

Na aplicação de SIG a este caso de estudo, a equipa utilizou hardware do qual se salienta a utilização de mesa digitalizadora, scanner e impressora (plotter). Para o processamento e construção de SIG utilizaram-se os softwares ArcGis 9.0 e ArcInfo Workstation (executados sobre o sistema operativo Windows 2000). Como apoio à criação da base de dados, foi usado o Microsoft Access.

Relativamente à informação utilizada, esta foi reunida de diversas fontes: a) cartas do PDM de Porto Santo (formato analógico); b) cartografia (em formato digital – fornecida pela UNAVE – Associação para a Formação Profissional e Investigação da

Universidade de Aveiro) e c) listagem das espécies por local de amostragem, resultante da inventariação executada na primeira parte deste trabalho.

No que respeita aos procedimentos, o trabalho foi iniciado com a pesquisa e reunião de toda a informação (espacial e alfanumérica) necessária à execução desta parte do trabalho.

Deste modo, os dados em suporte analógico tiveram de ser convertidos para suporte digital: a) elaborou-se uma base de dados com a informação da listagem das espécies por local de recolha; b) utilizando uma mesa digitalizadora associada ao ArcInfo Workstation, extraiu-se a informação relativa ao uso do solo, das cartas do PDM (ANON., 1999), para formato digital (com um erro de digitalização de 0,637 metros). Estes dados foram digitalizados sobre a informação da linha de costa da Ilha cujo sistema de coordenadas atribuído foi o UTM – zona 28, datum Porto Santo 1936.

No ArcGis 9.0 foi criada a base de dados geográfica (Geodatabase) usando o sistema de coordenadas referido. Foi então necessário exportar a informação obtida para a Geodatabase, organizando-a por temas: altimetria, hidrografia, uso do solo e limite de costa (Fig. 1).

Com o tema uso do solo, foi elaborada uma tabela de atributos que pretendeu caracterizar cada área de acordo com a sua utilização, permitindo assim a construção da Carta de Uso do Solo (Mapa 1).

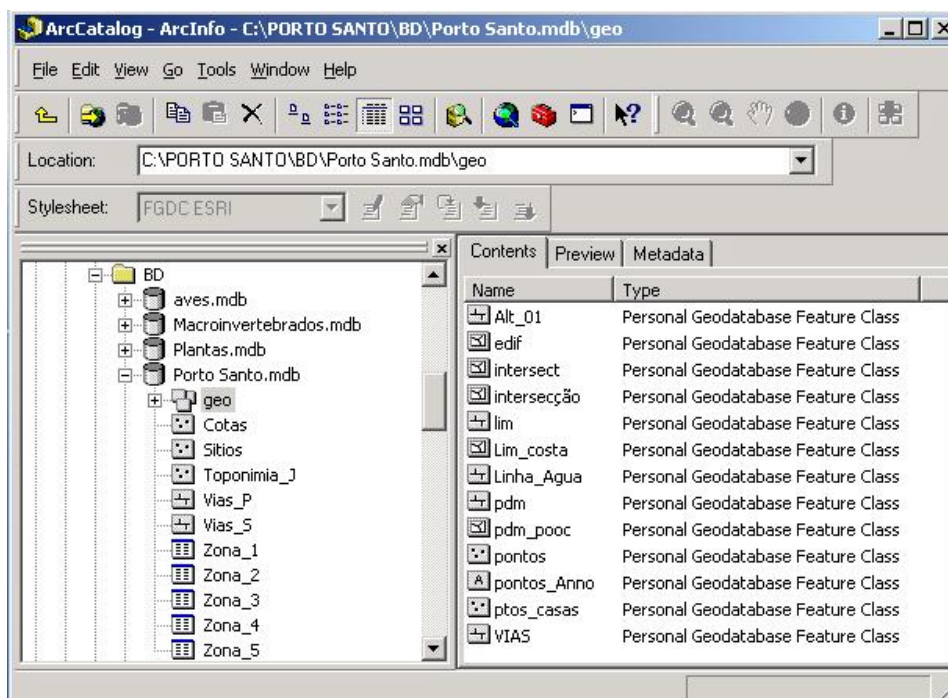


Fig. 1 - Exemplo do conteúdo da Geodatabase Porto Santo.mdb, numa das etapas iniciais do procedimento.

Recorrendo à informação da localização dos pontos de recolha das espécies vegetais (ver BRITO *et al.*, 2007, neste volume), construiu-se a Carta dos Locais de Inventariação e Colheita, tendo sido atribuída a cada local a respectiva toponímia (Mapa 2).

Para a construção da Carta de Zonas por Importância Vegetal, procedeu-se à classificação dos espécimes das plantas tendo-lhes sido atribuído um valor consoante o grau de importância, caso se tratasse de um endemismo (de Porto Santo, da Madeira, do Arquipélago da Madeira ou da Macaronésia), autóctone ou introduzida e naturalizada, planta do ecossistema dunar (não endémica), ou restantes (Tabela 1). Posteriormente foi calculado um valor para cada zona, através do somatório dos graus de importância atribuídos às espécies inventariadas para cada um dos locais (Fig. 2). Pelo Método IDW (Inverse Distance Weighted) (PHILIP & WATSON, 1982), fez-se uma interpolação dos dados (número de espécies vegetais existentes em cada local e o somatório do grau de importância atribuído às mesmas), e os valores obtidos foram agrupados em 5 classes de valores, de modo a permitir uma melhor visualização das áreas de distribuição vegetal pela sua importância. Assim, foram atribuídas designações de forma a fazer uma classificação por ordem crescente, nomeadamente: “sem classificação” (áreas correspondentes aos ilhéus, e onde não foi feita a colheita e inventariação de espécimes de plantas), seguida de “zona 1” até “zona 5”. Deste modo, obteve-se a carta que traduz os locais de maior importância consoante o grau de valor atribuído às espécies (Mapa 3).

TABELA 1 - Classificação dos espécimes de plantas colhidos e atribuição de um valor a cada categoria consoante o grau de importância.

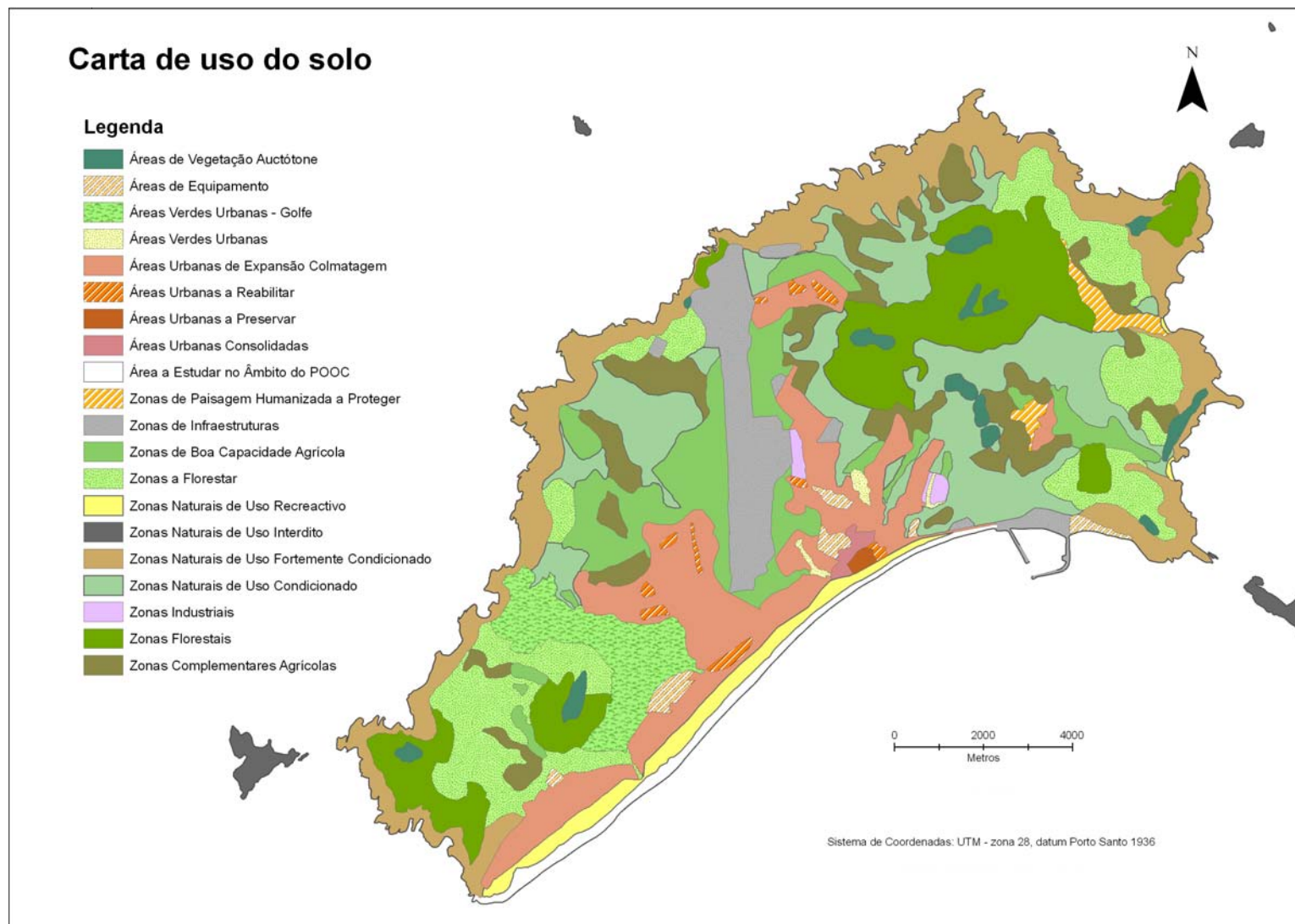
| Classificação | Valor atribuído |
|--|------------------------|
| Endemismo do Porto Santo | 10 |
| Endemismo do Porto Santo e Madeira | 9 |
| Endemismo do Arquipélago da Madeira | 8 |
| Endemismo da Macaronésia | 7 |
| Autóctone ou introduzida e naturalizada | 6 |
| Planta do ecossistema dunar (não endémica) | 3 |
| Restantes | 1 |

| Local | Valor |
|---|-------|
| Pico Branco | 165 |
| Alto do Pico do Facho, próximo do complexo | 100 |
| Encosta Sul do Pico do Castelo, junto ao Pin | 74 |
| Encosta Norte do Pico do Castelo | 61 |
| Monte Espigão | 52 |
| Encosta Oeste do Pico do Castelo | 49 |
| Dunas da Praia da Calheta | 48 |
| Proximidades da Capela da Nossa Srª da Gr | 39 |
| Fonte da Areia | 30 |
| Miradouro das Flores, Cabeço do Zimbralinh | 21 |
| Cabeço de Barbara Gomes | 17 |
| Pedregal de Dentro (encosta voltada para o | 16 |
| Guincho (escarpas próximas da Fonte de Ar | 13 |
| Caminho para os Morenos | 10 |
| Encosta do Pico do Castelo | 10 |
| Sopé do Pico Ana Ferreira, próximo da Barr | 10 |
| Entre Cabeço de Barbara Gomes e Linhares | 4 |
| Serra de Dentro, junto à Albufeira | 4 |
| Ribeira do Centro da Cidade-Ribeira do Tanq | 3 |
| Pico da Cabrita, junto à estrada de alcatrão. | 1 |

Fig. 2 - Somatório dos graus de importância atribuídos às espécies inventariadas para cada um dos locais.

A Carta de Síntese foi obtida através de uma intersecção entre a Carta de Zonas por Importância Vegetal e a Carta do Uso do Solo, tendo o cuidado da obtenção de uma leitura eficiente dessa intersecção (Mapa 4).

Com o objectivo de correlacionar o uso do solo com as zonas e importância vegetal, foi ainda feito um cálculo da percentagem de uso do solo para cada zona de importância definida no Mapa 3 (Fig. 3).



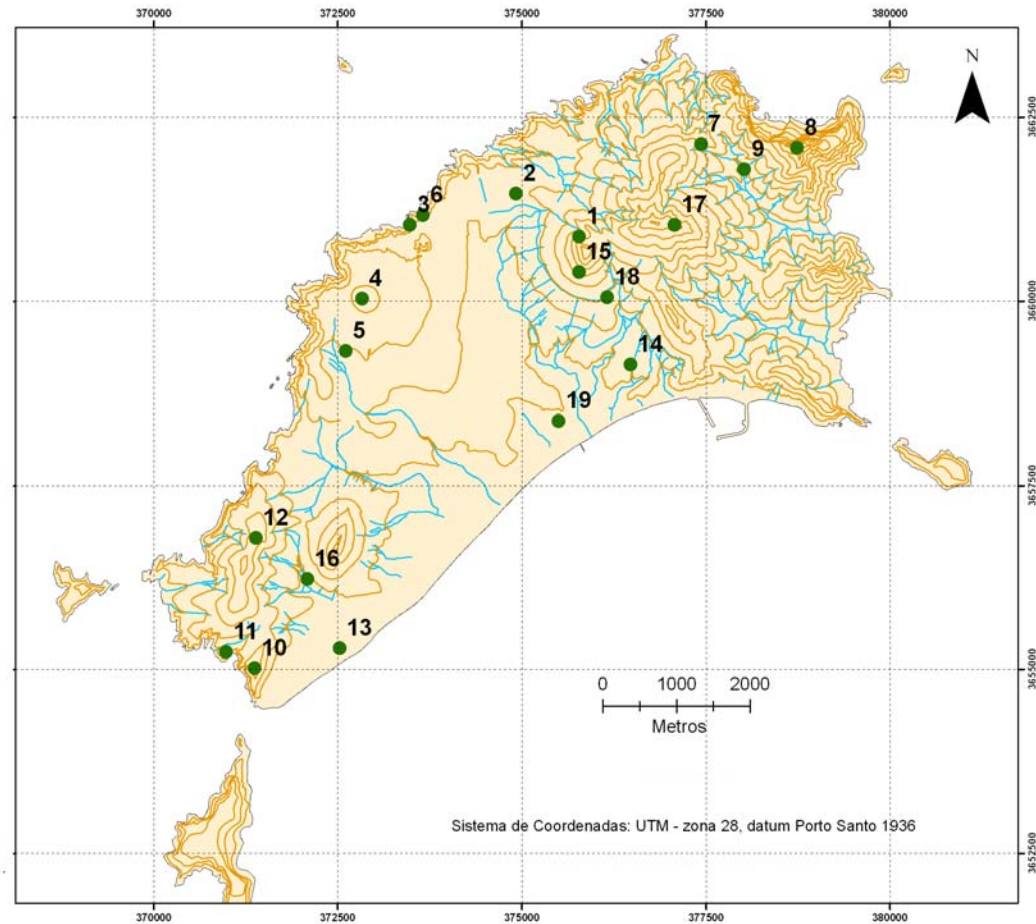
Mapa 1 - Carta de uso do solo – adaptada do Plano Director Municipal (PDM) da Ilha de Porto Santo.

Carta dos locais de inventariação e colheita

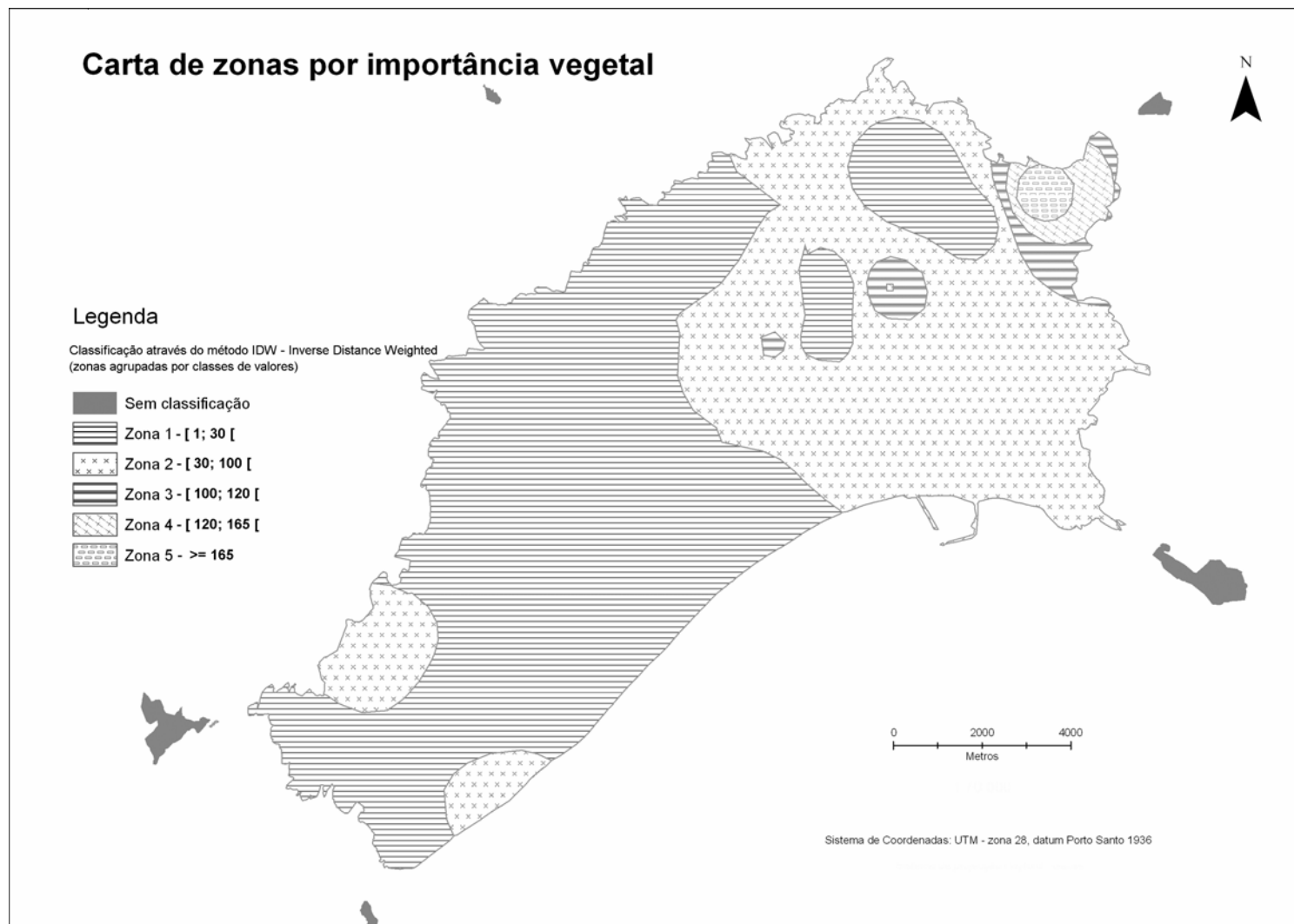
Legenda

- 1 Encosta Norte do Pico do Castelo
- 2 Pedregal de Dentro
- 3 Guincho
- 4 Cabeço de Barbara Gomes
- 5 Entre Cabeço de Barbara Gomes e Linhares
- 6 Fonte da Areia
- 7 Pico da Cabrita
- 8 Pico Branco
- 9 Serra de Dentro
- 10 Miradouro das Flores
- 11 Caminho para os Morenos
- 12 Monte Espigão
- 13 Dunas da Praia da Calheta
- 14 Rocha da Nossa Senhora
- 15 Encosta Sul do Pico do Castelo
- 16 Sopé do Pico Ana Ferreira
- 17 Alto do Pico do Facho
- 18 Encosta Oeste do Pico do Castelo
- 19 Ribeira do Tanque

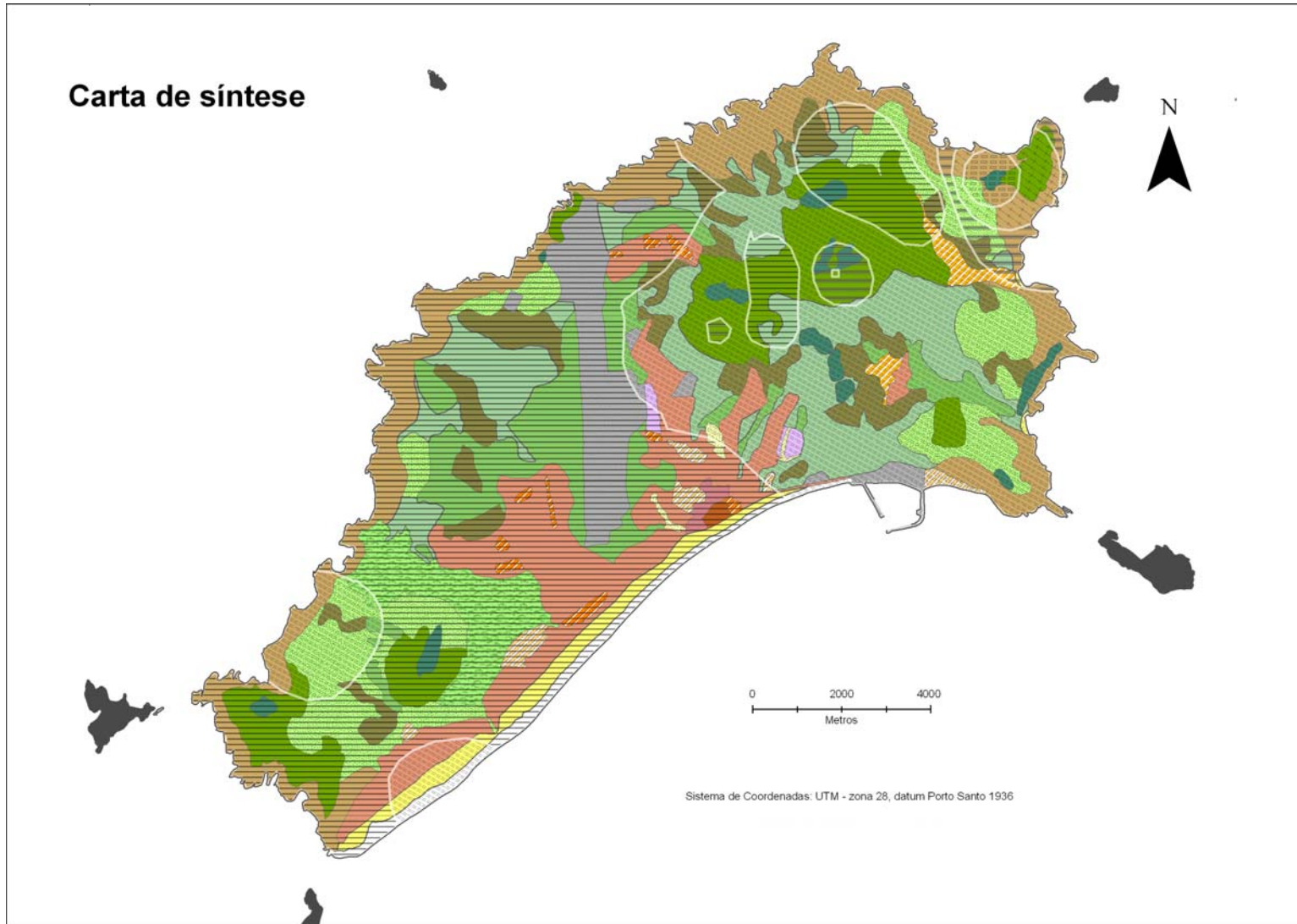
- Hidrologia
— Altimetria



Mapa 2 - Carta dos locais de inventariação e colheita. Localização dos pontos de recolha das espécies vegetais inventariadas e respectiva toponímia.



Mapa 3 - Carta de zonas por importância vegetal. Classificação através do Método IDW (Inverse Distance Weighted) para o agrupamento das zonas de importância vegetal (classes de valores obtidas por interpolação dos dados, nomeadamente, o número de espécies vegetais existentes em cada local e o somatório do grau de importância atribuído às mesmas).



Mapa 4 - Carta de síntese. Sobreposição da carta de uso do solo com a carta de zonas por importância vegetal, representando as diversas áreas do PDM que intersectam com as cinco zonas classificadas.

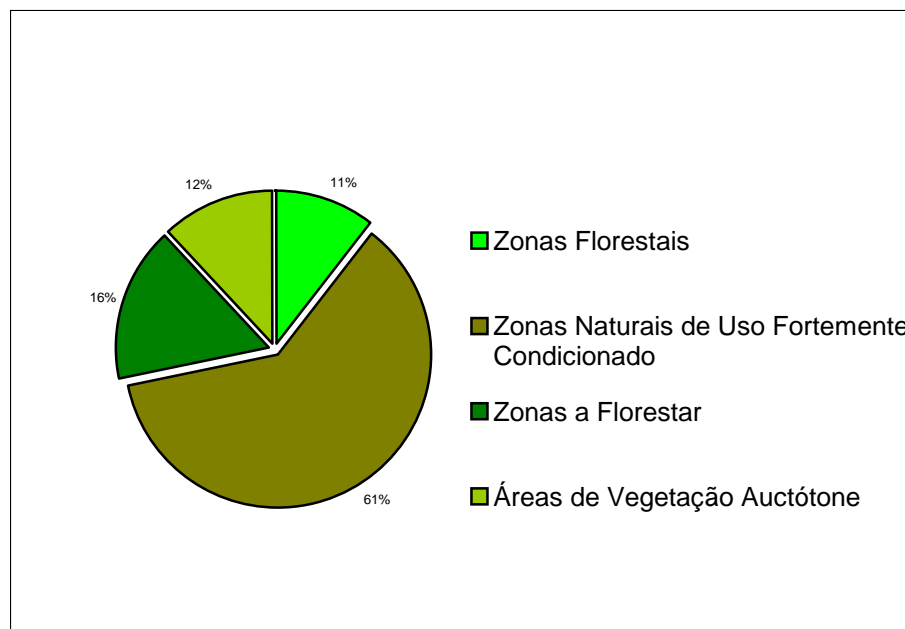


Fig. 3 - Percentagem da ocupação do solo na zona de importância 5.

RESULTADOS

1ª Parte – Inventariação e herborização da flora local

Na expedição botânica à Ilha de Porto Santo, foram inventariados 19 locais de colheita dos espécimes de plantas vasculares (Mapa 2). Deste modo, foram herborizados 127 números representando aproximadamente 635 espécimes de plantas vasculares.

Do estudo taxonómico dos espécimes colhidos, foram inventariados 58 famílias, estando as famílias mais representativas descritas na Figura 4, 109 géneros, 114 espécies, 10 subespécies e 5 variedades (Tabela 2). Todos os espécimes colhidos estão depositados no Herbário da Universidade de Aveiro (situado no Departamento de Biologia).

Foram ainda inventariados 8 endemismos do Arquipélago da Madeira e 8 espécies exclusivas da Ilha de Porto Santo, como por exemplo os endemismos, *Limonium ovalifolium* (Poir.) O. Kuntze ssp. *pyramidatum* (Lowe) A. Hans. & Sund. e *Saxifraga portosanctana* Boiss (Fig. 5). Constatou-se que, efectivamente, existe uma grande pobreza no estrato arbóreo, confirmando-se que a vegetação ali existente é sobretudo herbácea, onde encontramos a maior riqueza em biodiversidade e endemismos. As espécies inventariadas neste trabalho, vêm assim confirmar os estudos mais recentes sobre inventariação da flora na Ilha de Porto Santo (JARDIM *et al.*, 1998a, b; JARDIM & FRANCISCO, 2000).

(Cont. TABELA 2).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|--------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|--|
| | <i>Lavandula</i> sp * | | | | | | X | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Sideritis candicans</i> Aiton var. <i>multiflora</i> (Bornm.) | P | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| Liliaceae | <i>Asparagus scoparius</i> Lowe | M C CV | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| | <i>Asphodelus fistulosus</i> L. | | X | X | | X | | | | | | | X | | X | | | | |
| Malvaceae | <i>Lavatera cretica</i> L. | | | | | X | X | | X | | | | X | | X | | X | | |
| Mimosaceae | <i>Acacia melanoxylon</i> R. Br. | | X | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| | <i>Albizia distachya</i> (Vent.) Macbr. | | X | | | | X | | | | | | | | X | | | | |
| Moraceae | <i>Ficus carica</i> L. | | | | | X | | | | | | | | | X | | | | |
| | <i>Morus nigra</i> L. | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| Myrtaceae | <i>Eucalyptus robusta</i> Sm. | | X | | | | X | | X | | | | | | | | | | |
| Myoporaceae | <i>Myoporum tenuifolium</i> G. Forst. | | | | | | | | X | | | | X | | X | | | | |
| Oleaceae | <i>Olea europaea</i> L. | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| Orchidaceae | <i>Gennaria diphylla</i> (Link) Parl. | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| Orobanchaceae | <i>Orobanche minor</i> J.E. Sm. | | | X | | | | | | | | | X | | X | | | | |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis pes-caprae</i> L. | | X | | | X | X | X | X | | | | | | X | | | | |
| Papaveraceae | <i>Papaver rhoas</i> L. | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| | <i>Papaver somniferum</i> L. | | X | | | | | | | | | X | X | | X | X | | | |
| Plantaginaceae | <i>Plantago coronopus</i> L. | | | | | | | | X | | | | X | X | X | | | | |
| | <i>Plantago leiopetala</i> Lowe | M | | | | | | | | | | | X | | | | | | |
| Plumbaginaceae | <i>Limonium ovalifolium</i> (Poir.) O. Kuntze ssp. <i>pyramidatum</i> (Lowe) A. Hans. & Sund. | P | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| Poaceae | <i>Arundo donax</i> L. | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Avena barbata</i> Pott ex Link | | | | | X | | | | | | | | | X | | X | | |
| | <i>Briza maxima</i> L. | | | | | | X | | | | | | | | X | | | | |
| | <i>Briza minor</i> L. | | X | | | | X | | | | | | | | X | | | | |
| | <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cynosurus echinatus</i> L. | | X | | | | | | | | | | | | X | | X | | |
| | <i>Hordeum murinum</i> L. ssp. <i>leporinum</i> (Link) Asch. & Graebn. | | | | | | | | X | | | | | | | | | X | |
| | <i>Hyparrhenia hirta</i> (L.) Stapf | | | | | X | | | X | | | | X | | X | | | | |
| | <i>Lagurus ovatus</i> L. | | | | | | X | | X | | | | | | X | | | | |
| | <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | | X | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. | | | | | X | | | X | | | | | | | | | | |

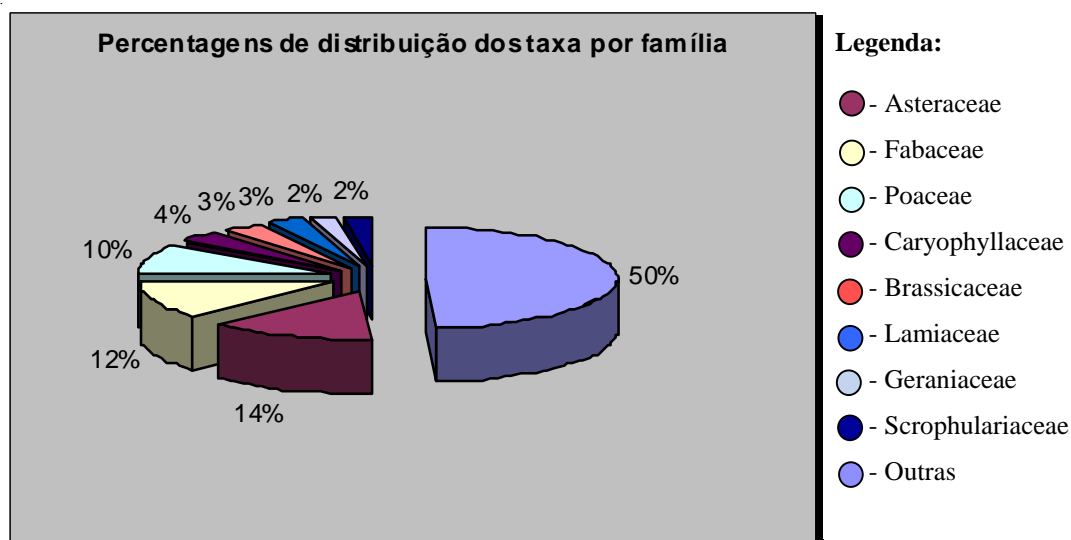


Fig. 4 - Percentagem de distribuição dos taxa por família (adaptado de PINHO *et al.*, 2003).

2ª Parte – Elaboração de cartas temáticas através da utilização de SIG

Da aplicação de SIG, descrita na secção anterior, resultaram quatro cartas temáticas que possibilitaram a organização e visualização espacial da informação existente.

A Carta de Uso do Solo (adaptada do PDM – ANON., 1999) (Mapa 1) apresenta os diversos usos do solo actualmente existentes na Ilha e definidos pela Câmara Municipal de Porto Santo. É de salientar que nesta carta se pode observar as áreas de floresta autóctone, florestadas e a florestar que se tornaram relevantes para a análise do estudo em causa.

Na Carta de Locais de Inventariação e Colheita (Mapa 2) apresentam-se os locais onde foram colhidos os exemplares dos espécimes de plantas vasculares em diversos pontos da Ilha e a respectiva toponímia.

Por uma interpolação dos dados dos locais de amostragem obteve-se a Carta de Zonas por Importância Vegetal (Mapa 3). Nesta carta observam-se cinco zonas classificadas consoante a sua importância vegetal que evidenciam, na Ilha, os locais de maior riqueza florística. Pode assim verificar-se, que as zonas que apresentam os valores mais altos, correspondem a áreas onde o número de endemismos é superior, relativamente às zonas com valores mais baixos. Por exemplo, a zona com maior grau de importância é a zona 5, que corresponde sobretudo ao Pico Branco e a área circundante, podendo esta ser classificada como zona prioritária a conservar, como já anteriormente sugerido por JARDIM *et al.* (1998a). Ainda, como explicado na secção anterior, foi calculada a percentagem de uso do solo para cada uma das zonas de

importância definidas no Mapa 3. Como exemplo, apresenta-se o gráfico obtido para a zona 5 (a de maior importância) que indica a percentagem do tipo de ocupação do solo para aquela zona (Fig. 3).

A Carta de Síntese (Mapa 4), resultante da sobreposição da Carta de Uso do Solo com a Carta de Zonas por Importância Vegetal, representa as diversas áreas do PDM que se intersectam com as cinco zonas classificadas.



Fig. 5 - Exemplo de dois endemismos exclusivos de Porto Santo: A) *Limonium ovalifolium* (Poir.) O. Kuntze subsp. *pyramidatum* (Lowe) A. Hans. & Sund e B) *Saxifraga portosanctana* Boiss. (Fotografias de R. Pinho, 2002).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Este trabalho pretendeu ser um exemplo da aplicação de novas tecnologias através da utilização de SIG na Ilha de Porto Santo. Embora utilizando a informação recolhida apenas durante uma semana no campo (recomendando-se num trabalho desta natureza a cobertura de um ciclo anual), a utilização de SIG mostrou ser uma ferramenta poderosa na definição e confirmação de zonas a preservar (ver JARDIM *et al.*, 1998a) e contribuir no futuro para o desenvolvimento de programas de reflorestação na Ilha. Saliente-se que, dada a biodiversidade e a existência de um grande número de endemismos na Ilha, estes programas deverão contemplar propósitos que visem fundamentalmente a diversidade biológica e a recuperação e conservação de habitats e espécies. Assim, no âmbito de um desenvolvimento sustentável para a Ilha de Porto Santo, será importante atingir um equilíbrio entre a reflorestação (fundamental para travar o processo de erosão) e a manutenção da biodiversidade (PINHO *et al.*, 2003), aspectos de fulcral importância para, por exemplo, a promoção do turismo da natureza.

No que respeita à segunda parte do trabalho verificou-se que, mesmo com a utilização de uma baixa densidade da rede de pontos (locais de inventariação e colheita), foi possível elaborar cartas espaciais através da utilização de SIG e proceder a uma interpolação que, embora informativa, não é ainda suficientemente conclusiva em termos da definição de estratégias para a gestão do espaço. Num trabalho futuro de continuação desta abordagem de uso de SIG recomenda-se assim a utilização de um número de pontos bem distribuídos ao longo de toda a Ilha, o que permitirá uma amostragem mais pormenorizada dos vários tipos de espécies vegetais e consequentemente a obtenção de um resultado mais preciso aquando da interpolação. Para alcançar este objectivo, a selecção dos referidos pontos deve ser efectuada tendo por base diversas variáveis, nomeadamente altitude, o próprio uso do solo que se reflecte nos biótopos existentes ou a exposição solar, entre outros.

O resultado da sobreposição das cartas de uso do solo e de zonas por importância vegetal, poderá tornar-se relevante no desenvolvimento de um estudo que permita reorganizar novos usos do solo nessas zonas, sempre com o intuito de proteger a fauna e a flora características da Ilha assim como a sua paisagem natural.

O estudo aqui apresentado, abre assim novos horizontes para a aplicação destas novas ferramentas a outras áreas, podendo ser alargada, por exemplo, à análise da avifauna e macroinvertebrados (áreas abordadas no âmbito do Projecto REI).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNAVE – Associação para a Formação Profissional e Investigação da Universidade de Aveiro pela cedência de cartografia digital e de material informático. Ao Eng.º Armando Costa, pelo apoio na colheita dos espécimes de plantas vasculares. À Câmara Municipal de Porto Santo e à Direcção Regional de Florestas da RAM pela informação disponibilizada, nomeadamente, o Plano Director Municipal de Porto Santo. Este projecto foi financiado pela FCT – PNAT/1999/AGR/15011/99.

REFERÊNCIAS

ANON.:

1999. Plano Director Municipal do Porto Santo. Câmara Municipal do Porto Santo, Secretaria Regional do Equipamento Social e Ambiente, Região Autónoma da Madeira.

ARONOFF, S.:

1989. Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL Publications, Ottawa, pp. 294.

BONHAM-CARTER, G. F.:

1994. Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS. In: *Computer Methods in the Geosciences*. Pergamon, Ottawa, pp. 398.

BRITO, G., F. GONÇALVES & C. SANTOS:

2007. Contributo do Projecto REI na avaliação dos ecossistemas de Porto Santo. *Boletim do Museu Municipal do Funchal (História Natural)*, supl. n.º 12: 5-26.

BURROUGH, P. A.:

1986. Principles of geographical information systems for land resources assessment. In: *Monographs on Soil and Resources Survey 12*. Clarendon Press, Oxford, pp. 194.

CALOZ, R. & C. COLLET:

1997. Geographic information systems (GIS) and remote sensing in aquatic botany: methodological aspects. *Aquatic Botany*, 58: 209-228.

CÂMARA, G. & A. M. MONTEIRO:

2004. Introdução à Ciência da Geoinformação. José Simeao de Medeiros (ed.). São José dos Campos, INPE.

CARDOSO, L.:

2004. Curso de Especialização em Geoinformação III – Sistemas de Informação Geográfica (Módulo 2). UNAVE, Associação para a Formação Profissional e Investigação da Universidade de Aveiro, Aveiro.

FRANQUINHO, L. O. & A. COSTA:

1999. Madeira Plantas e Flores. Publisher, Madeira, Portugal.

JARDIM, R., S. FONTINHA & F. FERNANDES:

- 1998a. Pico Branco: A Peculiar Floristic Site on Porto Santo Island. *Boletim do Museu Municipal do Funchal (História Natural)*, 50 (285): 43-57.

JARDIM, R., F. FERNANDES & S. FONTINHA:

- 1998b. Vascular Flora on some peaks of Porto Santo Island. III Simpósio Fauna e Flora das Ilhas Atlânticas, p.224. Ponta Delgada.

JARDIM, R. & D. FRANCISCO:

2000. Flora Endémica da Madeira. Múchia Publicações, Lda. Setúbal, Portugal.

McKENDRY, J. E., J. R. EASTMAN, K. MARTIN & M. A. FULK:

1992. Explorations in Geographic Information Systems Technology – Applications in Forestry (Volume 2). UNITAR European Office, Palais des Nations, CH-1211 Geneva 10, Switzerland.

LEHMANN, A. & J. B. LACHAVANNE:

1997. Geographic information systems and remote sensing in aquatic botany. *Aquatic Botany*, **58**: 195-207.

PHILIP, G. M. & D. F. WATSON:

1982. A Precise Method for Determining Contoured Surfaces. *Australian Petroleum Exploration Association Journal*, **22**: 205-212.

PINHO, R., F. LEÃO, A. COSTA & L. LOPES:

2003. Biodiversidade Vegetal da Ilha do Porto Santo, um estudo das plantas vasculares. I Simpósio de Biodiversidade em Ecossistemas Insulares: o exemplo de Porto Santo. Porto Santo, Setembro (abstract).

PRESS, J. R. & M. J. SHORT:

1994. Flora of Madeira. The Natural History Museum. HMSO, London.

SANTOS, C.:

2005. Relatório Final de Actividades: Reflorestação da Ilha de Porto Santo usando plantas autóctones regeneradas *in vitro* e adaptadas a stress hídrico (Março de 2001 a Março de 2005). Relatório de Actividades do Projecto REI – PNAT/1999/AGR/15011/99. Universidade de Aveiro.

TELES, M.:

2001. Análise Espacial em Sistemas de Informação Geográfica. Relatório Final do Projecto de Pesquisa. Centro de Ciências Exactas e da Natureza, Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba.