



Universidade de Cabo Verde

Departamento Ciências e Tecnologia

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente



TERESA FERNANDES ANDRÉ LUCAS

FLORA EXÓTICA DE CABO VERDE: AVALIAÇÃO E IMPACTOS NOS
ECOSSISTEMAS NATURAIS, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA.

PRAIA, 2016

TERESA FERNANDES ANDRÉ LUCAS

FLORA EXÓTICA DE CABO VERDE: AVALIAÇÃO E IMPACTOS NOS
ECOSSISTEMAS NATURAIS, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA

Dissertação realizada sob a orientação do Prof. Doutor
José Manuel Pereira (UNICV) e CO-
Orientação de DR. Edson Vicente da Silva
(UFC) para a obtenção do grau de mestre em
Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador:

Co-orientador:

AGRADECIMENTOS

Os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram para que este trabalho fosse possível, em especial:

Aos meus orientadores, os professores Doutores Edson Vicente da Silva e José Manuel Pereira pelo apoio e disponibilidade que sempre demonstraram no decorrer deste trabalho.

Quero ainda agradecer o apoio prestado por todos os investigadores, colaboradores, estagiários e funcionários da UNICV, bem como a disponibilidade, carinho e amizade demonstradas ao longo do trabalho.

Aos meus colegas do Mestrado, que estiveram sempre disponíveis em todos os momentos que precisei, e que sempre estiveram ao meu lado com amizade, especialmente ao Francisco Mendes da Veiga ficarei grata para sempre.

Por último, de uma forma muito especial:

Ao meu pai e a minha mãe por tudo, não há palavras que descrevam a minha gratidão e o meu amor.

Aos meus queridos manos, pelo amor, carinho e muita união em todos os nossos momentos. Não sei o que seria de mim sem vocês, tudo valeu a pena graças ao vosso apoio.

Ao Celestino Lucas, meu querido esposo pelo amor e pelo sacrificio a que vos sujeitei com esta formação.

Aos meus queridos filhos Lufania, Fander Tussamba e Weto que com o seu amor incondicional me deram forças para conseguir ultrapassar tudo.

RESUMO

O impacto das espécies vegetais exóticas e a sua acção nociva sobre a flora nativa torna-se especialmente preocupante em ecossistemas insulares degradados. Tendo em conta a preservação e conservação da biodiversidade das ilhas de Cabo Verde pretende-se com este estudo avaliar o impacto que algumas espécies exóticas exercem sobre os ecossistemas naturais, tendo como modelo de estudo a maior ilha do arquipélago, a ilha de Santiago. Faz-se inicialmente uma breve caracterização da flora exótica do arquipélago, estimada em 397 *taxa*, tendo em conta o tipo biológico, origem biogeográfica, tipo de utilização, distribuição pelas ilhas e ecologia. Com o objetivo de melhor compreender como a distribuição das espécies exóticas pode evoluir, na ilha de Santiago, procedeu-se à modelação de quatro espécies com características invasoras (*Bidens bipinnata*, *Euphorbia heterophylla*, *Furcraea foetida* e *Lantana camara*) usando metodologias de regressão logística. Os modelos utilizados permitiram a produção de mapas de probabilidade de ocorrência das espécies em estudo, utilizando para isso sistema de informação geográfica. A aplicação destes métodos permitiu por um lado conhecer algumas das variáveis que afetam a distribuição das espécies exóticas (e.g. precipitação; NDVI; exposição NE; distância às ribeiras; altitude), e por outro lado, produzir diferentes mapas da ilha de Santiago, que permitiram revelar quais as zonas com maior probabilidade de ocorrência dessas espécies. Os nossos resultados indicam que as zonas de altitude (e.g. Serra do Pico da Antónia; Monte Graciosa; Serra da Malagueta) são especialmente vulneráveis à ocorrência de espécies invasoras, o que se torna particularmente preocupante pois correspondem a zonas demarcadas como áreas protegidas, sendo locais primordiais de distribuição para a flora endémica do arquipélago. Por fim, sugerem-se algumas medidas de gestão e controlo de espécies invasoras de modo a que a sua implementação permita que num futuro, que se espera próximo, recuperar estes ecossistemas insulares que se encontram muito degradados.

Palavras-chave: Flora exótica; Conservação; Ecossistema Natural.

ABSTRACT

It is well recognized that introduced species may produce negatives effects on natural habitats, particularly on vulnerable insular ecosystems. In order to preserve the Cape Verde plant diversity, this study aims to evaluate the invasive potential of some introduced plant species in the larger island of the archipelago, the Santiago Island. To achieve this goal, we first evaluated the introduced flora in the archipelago. A total of 397 *taxa* was estimated and grouped according to their biology, biogeographic origin, human use and distribution in the archipelago. Due to their invasive behaviour in Santiago Island, four of these species (*Bidens bipinnata*, *Euphorbia heterophylla*, *Furcraea foetida* e *Lantana camara*) were then selected and their distribution modelled. Two models were refined for each species using a logistic regression procedure: one model that resumed the environmental requirements for the occurrence of each species, using mainly field data, and a second model that used cartographic data and enabled its use in the production of maps predicting the occurrence of each species. The results showed that several environmental variables seem to influence the occurrence of these species, namely precipitation, trade winds, altitude and distance to waterlines. The predictive maps produced, showed that some of the areas of higher altitude in the island

(e.g. Serra do Pico da Antónia; Monte Graciosa, Serra da Malagueta) display high probability of occurrence for all modelled introduced species and are thus highly vulnerable to their invasion. This scenario is of great concern as these areas are Natural Reserves, classified to preserve the native flora of the archipelago. Some management and control measures are suggested; their implementation is fundamental in the recovery of these impoverished insular ecosystems in a near future.

Keywords: Exotic species; Conservation; Natural Ecosystem.

Índice Geral

	Pag.
AGRADECIMENTOS	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT	5
1. INTRODUÇÃO GERAL E OBJECTIVOS.....	10
1.1. Introdução Geral.....	10
1.2. Objectivos.....	11
2. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA E FÍSICA DO ARQUIPELAGO DE CABO VERDE.....	12
2.1. Demografia	14
2.2. Clima.....	14
2.3. Hidrologia	17
2.4. Geologia e Pedologia.....	19
2.5. A biodiversidade terrestre.....	21
2.5.1. Plantas não vasculares	21
2.5.2. Plantas Vasculares	22
3. CARACTERIZAÇÃO DA FLORA EXÓTICA DE CABO VERDE.....	23
3.1. Objectivos	24
3.2. Material e Métodos	25
3.3. Resultados.....	25
3.3.1. Distribuição das taxas exóticas por famílias	25
3.3.2. Distribuição biogeográfica das taxas exóticas.....	32
3.3.3. Distribuição das taxa por tipo biológico.....	33
3.3.4. Distribuição das taxas exóticas no arquipélago.....	35
3.3.5. Distribuição das taxas por tipo de utilização	36
3.4. Ecologia das espécies exóticas.....	37
3.5. Discussão	38
4. MODELAÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS NA ILHA DE SANTIAGO	39
4.1. Área de Estudo	39
4.1.1. Espécies seleccionadas no estudo.....	44
4.2. Análise de dados	45
4.2.1. Variáveis ambientais	45
4.3. Regressão Logística	51
4.3.1. Análise preparatória.....	51

4.3.2.	Mapas de probabilidade	53
4.4.	Resultados	54
	Modelos de regressão logística.....	54
4.4.1.	<i>Euphorbia heterophylla</i>	54
4.4.1.1.	Análise Univariada.....	54
4.4.1.2.	Modelos de regressão logística	54
4.4.2.	<i>Furcraea foetida</i>	56
4.4.2.1.	Análise univariada	56
4.4.2.2.	Modelo de regressão logística.....	56
4.4.3.	<i>Lantana camara</i>	58
4.4.3.1.	Análise univariada	58
4.4.3.2.	Modelos de regressão logística	58
4.4.4.	<i>Bidens bipinnata</i>	60
4.4.4.1.	Análise univariada	60
4.5.	Discussão	62
4.5.1.1.	Modelação probabilística da distribuição das espécies	62
4.5.1.1.1.	Modelos de regressão logística.....	62
4.5.1.1.2.	Espécies do estudo	63
4.5.1.1.2.1.	<i>Euphorbia heterophylla</i>	63
4.5.1.1.2.2.	<i>Furcraea foetida</i>	64
4.5.1.1.2.3.	<i>Lantana camara</i>	64
4.5.1.1.2.4.	<i>Bidens bipinnata</i>	66
4.5.2.	As variáveis ecológicas	66
4.5.3.	Probabilidade de invasão	67
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6.	BIBLIOGRAFIA	73

Índice Figuras

	Pag.
Figura 1 – Localização do arquipélago de Cabo Verde (produzido por Eder Fernande 2016	13
Figura 2 – Carta Geológica de Santiago.	20
Figura 3 – Reinos e regiões biogeográficas do Mundo	32
Figura 4 – Localização da Ilha de Santiago	40
Figura 5 – Grandes Unidades Geomorfológicas da ilha de Santiago	41
Figura 6 – Representação das zonas com interesse para a Conservação na ilha de Santiago	43
Figura 7 – Representação dos 310 levantamentos florísticos realizados na ilha de Santiago	44
Figura 8 – Mapa de probabilidade de ocorrência de <i>E. heterophylla</i>	56
Figura 9 - Mapa de probabilidade de ocorrência de <i>F. foetida</i>	57
Figura 11 – Mapa de probabilidade de ocorrência de <i>B. bipinnata</i>	62
Figura 12 – <i>Euphorbia heterophylla</i>	63
Figura 13 – <i>Furcraea foetida</i>	64
Figura 14 – <i>Lantana camara</i>	65
Figura 15 – <i>Bidens bipinnata</i>	66

Índice de gráfico e tabelas

Gráficos

Gráfico 1 – Temperatura média mensal – Estação de São Jorge dos Órgãos.....	14
Gráfico 2 – Evolução da Pluviometria Anual 1981-2003.....	17
Gráfico 3 – Família de Monocotiledóneas com taxa exóticos em Cabo Verde:.....	30
Gráfico 4 - Famílias de Dicotiledóneas com taxa exóticos em Cabo Verde:.....	31

Tabelas

Tabela 1 – Superfície das ilhas e ilhéus.....	13
Tabela 2 – Distribuição, por famílias, das espécies exóticas naturalizadas e das nativas em Cabo Verde.	26
Tabela 3 – Distribuição das taxas exóticos naturalizados por regiões biogeográficas...	32
Tabela 4 – Distribuição da taxa exóticos por macro regiões biogeográficas.	33
Tabela 5 – Tipo biológico das espécies exóticas naturalizadas em Cabo Verde,.....	34
Tabela 6 – Distribuição das plantas exóticas por ilhas em Cabo Verde.....	35
Tabela 7 – Tipos de utilizações de algumas espécies exóticas de Cabo Verde.....	36
Tabela 8 – Principais habitats de ocorrência das 397 espécies exóticas.	37
Tabela 9 – Espécies exóticas da Ilha de Santiago utilizadas na modelação	45
Tabela 10 – Factores ecológicos considerados e respectivas classes.	46
Tabela 11– Breve descrição das variáveis cartográficas consideradas neste trabalho ...	47
Tabela 12 – Coeficientes estimados no modelo explicativo para <i>Euphorbia heterophylla</i> ,	54
Tabela 13 – Coeficientes estimados no modelo preditivo para <i>Euphorbia heterophylla</i> ,	55
Tabela 14 – Coeficientes estimados no modelo logístico para <i>Furcraea foetida</i> ,.....	57
Tabela 15 – Coeficientes estimados no modelo explicativo para <i>L. camara</i> ,.....	58
Tabela 16 – Coeficientes estimados no modelo preditivo para <i>Lantana camara</i> ,.....	59
Tabela 17– Coeficientes estimados no modelo explicativo para <i>Bidens bipinnata</i> ,.....	61
Tabela 18 – Coeficientes estimados no modelo preditivo para <i>B. bipinnata</i> ,	61

1. INTRODUÇÃO GERAL E OBJECTIVOS

1.1. Introdução Geral

Segundo Pysěk *et al.* (2004), espécies vegetais nativas são taxa cuja ocorrência num dado local ocorre de forma espontânea, ou seja não resultaram de qualquer intervenção antrópica; enquanto espécies exóticas são aquelas cuja presença numa dada área se deve à introdução intencional ou não intencional do Homem.

Algumas plantas exóticas adaptam-se às condições ecológicas da região onde foram introduzidas tornando-se subespontâneas ou naturalizadas. Apesar destas plantas terem sido introduzidas (na sua larga maioria pelo Homem) o seu sucesso não requer intervenção humana, dado que se reproduzem e dispersam naturalmente.

A introdução de espécies exóticas constitui um fator de risco para os ecossistemas naturais. A sua naturalização e expansão, quando ocorre de forma descontrolada, é atualmente uma das principais ameaças à conservação da flora e da vegetação naturais. Para além dos graves prejuízos ecológicos que acarretam, as espécies exóticas são conhecidas pelos elevados prejuízos económicos que podem provocar, sendo, por isso, alvo de numerosas iniciativas mundiais que ao alertar para esta problemática, pretendem contribuir para prevenir e mitigar os seus efeitos.

As espécies invasoras são consideradas a segunda maior causa da perda da biodiversidade no planeta (Lonsdale, 1999). Causam, ainda, impactos a diversos níveis nomeadamente alterações na estrutura dos habitats, no funcionamento dos ecossistemas, efeitos na produtividade primária, na dinâmica dos nutrientes, na constituição dos solos, etc. (WEBER, 2000).

Frequentemente, as espécies exóticas apresentam vantagens competitivas em relação a algumas das plantas nativas, como por exemplo, a ausência de pragas que as consomem, ou um crescimento mais rápido, entre outras. Assim competem com sucesso com as plantas, tendendo substituí-las. Essa substituição pode ser parcial ou total, dependendo das capacidades de propagação das plantas exóticas e do grau de isolamento em que se encontram as populações das plantas nativas; algumas plantas exóticas adquirem, assim, características de invasoras (Almeida e Freitas,

2000).

As plantas invasoras propagam-se eficientemente e de forma mais ou menos rápida; acresce que, “colabora”, habitualmente, com as plantas invasoras, criando habitats ruderais que lhe são especialmente favoráveis; a construção de estradas e de vias-férreas constitui, nomeadamente, uma preciosa ajuda na expansão das plantas invasoras.

A introdução de plantas pode ser propositada – por cultura para fins medicinais, agrícolas, industriais ou ornamentais – ou involuntária, de forma acidental, através de sementes misturadas com as culturas, juntamente com mercadorias, em viagens intercontinentais, ou por outros processos. A introdução de plantas é também devida a aves migradoras ou outros animais (zoocoria), que podem, ocasionalmente, transportar sementes ou outro tipo de propágulos agarradas às patas, pelos ou plumagem. Outras formas de dispersão e assim introdução de espécies vegetais podem ser também por meio do vento (anemocoria) ou pelas águas (hidrocoria).

Pelas particularidades das suas características biofísicas, os ecossistemas insulares são particularmente susceptíveis aos impactos devido a introdução de espécies vegetais invasoras.

Em Cabo Verde, a flora nativa é composta por um número relativamente reduzido de espécies, muitas das quais de caráter endémico. A maioria das suas populações (especialmente dos endemismos) é de pequena dimensão e encontra-se ameaçada por fatores de natureza antrópica, tornando urgente a sua conservação. Por outro lado, a flora exótica no arquipélago é extremamente diversa, constituindo uma grave e importante ameaça à sobrevivência das espécies nativas.

1.2. Objectivos

Com o presente trabalho, pretende-se conhecer e avaliar a extensão da problemática da flora exótica e invasora no arquipélago de Cabo Verde e contribuir para avaliar os seus impactos nas comunidades vegetais naturais fundamentando a tomada de decisões no âmbito da conservação da biodiversidade.

Pretende-se identificar as áreas de risco utilizando os Sistemas de Informação Geográfica como ferramenta de prevenção e monitorização. Procurar-se-á analisar a distribuição de algumas espécies, no sentido de propor estratégias de gestão, controlo e mitigação dos seus efeitos tendo por objetivo salvaguardar o património biológico existente.

Com este trabalho espera-se contribuir para a conservação dos ecossistemas locais, identificando áreas que precisa de proteção e monitorização de forma a salvaguardar os recursos vegetais indígenas dos efeitos negativos que a expansão descontrolada de espécies exóticas naturalizadas nestes ecossistemas pode acarretar. Para tal, fez-se:

- Uma base de dados das taxas exóticas naturalizadas em Cabo Verde incluindo dados relativos à distribuição das *taxa*: por famílias, regiões biogeográficas, tipo biológico, ocorrência nas ilhas do arquipélago, usos locais e ecologia.
- Avaliação da área de distribuição potencial de algumas exóticas em Santiago com recurso a Sistemas de Informação Geográfica (SIG), no sentido de prever as principais áreas de risco de invasão.

2. CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA E FÍSICA DO ARQUIPELAGO DE CABO VERDE.

O arquipélago de Cabo Verde situa-se cerca de 460 km a W do promontório do Cabo Verde, no Senegal, e a cerca de 1 400 km a SSW do arquipélago das Canárias, entre as latitudes de 14° 23' e 17° 12'N e as longitudes de 22° 40' e 25° 22'W.

É constituído por 10 ilhas e 13 ilhéus de origem vulcânica (Figura 1), com uma área de terras emersas de 4 033,37 km² e uma Zona Económica Exclusiva (ZEE) que se estende por cerca de 734 000 km².

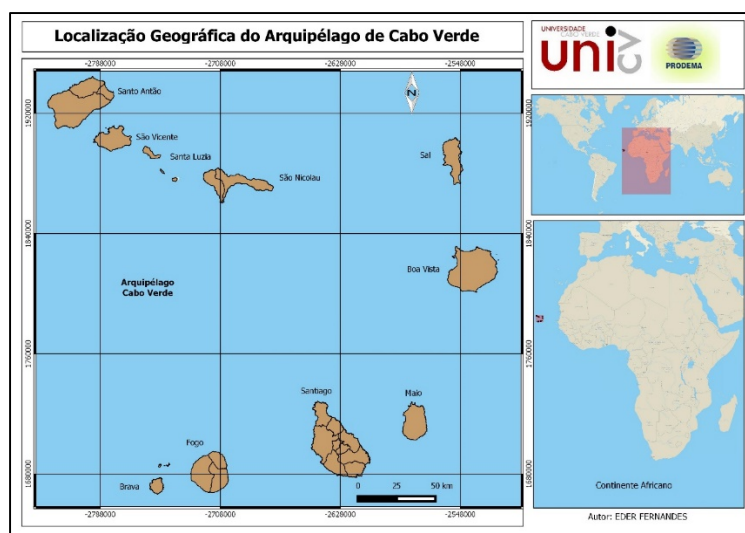


Figura 1 – Localização do arquipélago de Cabo Verde (produzido por Eder Fernandes 2016).

As ilhas apresentam-se distribuídas em dois grupos: Barlavento (Santo Antão, São Vicente, Santa Luzia, São Nicolau, Sal, Boavista e os ilhéus Branco e Raso), com cerca de 2 230 km²; e Sotavento (Maio, Santiago, Fogo, Brava e os ilhéus Grande e Luís Carneiro), com aproximadamente 1 803 km².

A maior ilha é a de Santiago, com 991 km², e a menor a de Santa Luzia, com 35 km² de superfície (Tabela 1)

Tabela 1 – Superfície das ilhas e ilhéus

Ilhas e ilhéus	Superfície (km ²)	Comp. (m)	Larg. (m)	Alt.(m)
Santo Antão	779			
São Vicente	227	24250	16250	725
Santa Luzia	35	12320	5350	395
Ilhéu Branco	3	3975	1270	327
Ilhéu Raso	7	3600	2770	164
São Nicolau	343	44500	22000	1304
Sal	216	29700	11800	406
Boavista	620	28900	30800	387
Maio	269	24100	16300	436
Santiago	991	54900	28800	1394
Fogo	476	26300	23900	2829
Brava	64	10500	9310	976
Ilhéu Grande	2	2350	1850	96
Ilhéu Luís Carneiro	22	1950	500	32
Cabo Verde	4033	42750	23970	1979

Fonte: Projecto NLTPS. Praia, 1996

2.1. Demografia

De acordo com os dados do Censo de 2000, a população de Cabo Verde ascendia a 434 812 habitantes, dos quais 236 352 habitavam em Santiago (54%).

2.2. Clima

Os traços marcantes do clima de Cabo Verde são os frequentes episódios de seca, provocados pela grande variabilidade espaço-temporal da precipitação, e a presença de microclimas condicionados pela orografia das ilhas e pela exposição aos ventos dominantes, patentes no contraste das paisagens entre ilhas. Essas características estão na base da identificação das zonas agro-ecológicas existentes em Cabo Verde, onde uma vasta região árida e semiárida predominam no conjunto das ilhas, centrando-se as zonas sub-húmidas e húmidas no interior das ilhas com relevo mais acidentado (Baptista & Correia, 1998).

O arquipélago é caracterizado por uma temperatura média anual na ordem de 24°C apresentando uma fraca amplitude térmica (Teixeira e Barbosa, 1958, Correia, 1996). Como se pode ver no gráfico 1, os meses de Agosto e Setembro são geralmente os mais quentes e os de Dezembro e Janeiro os mais frios. Nas zonas áridas do litoral, a temperatura máxima absoluta pode ultrapassar os 32 °C.

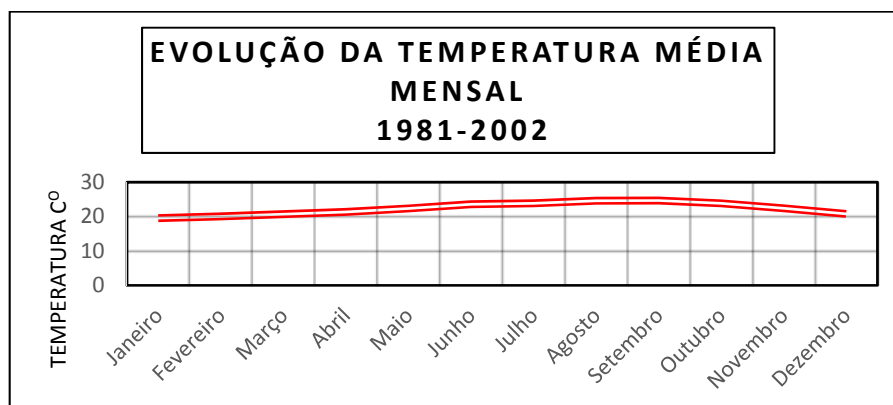


Gráfico 1 – Temperatura média mensal – Estação de São Jorge dos Órgãos ilha de Santiago – 1981-2002 (fonte: INMG - CV)

Ao contrário do regime térmico anual, o da precipitação é aquele que tem uma sazonalidade bem marcada, sendo este o elemento que determina realmente a diferenciação estacional em Cabo Verde. O arquipélago de Cabo Verde, encontra-se numa extensa zona de climas áridos e semiáridos e, tal como na África sudano-saheliana, regista duas estações contrastadas associadas ao regime anual da

precipitação decorrentes da deslocação latitudinal da convergência intertropical (CIT): a estação húmida, entre Julho e Outubro, durante a qual ocorre maior parte da precipitação; a estação seca, entre Novembro e Junho (Ferreira, 1986). Todavia, os meses de Julho e Outubro podem fazer parte de uma ou outra estação, de acordo com os anos, pelo que deverão ser considerados meses de transição.

Durante a maior parte do ano o arquipélago encontra-se sob a influência de massas de ar estável transportadas pelos ventos alíseos de nordeste. O traço marcante é a constância do vento, de N e NE, e a quase total ausência de precipitação, em particular, entre Dezembro e Junho, quando a CIT se encontra mais afastada do arquipélago. As nuvens altas e estratiformes, características deste tipo de tempo, proporcionam frequentes situações de nevoeiro intenso nas áreas mais elevadas das ilhas, expostas a norte e nordeste, sendo uma importante fonte de alimentação hídrica do coberto vegetal durante este período.

Esporadicamente, sobretudo entre Dezembro e Fevereiro, a estabilidade atmosférica pode ser interrompida por invasões de ar polar marítimo modificado que atingem o território e estão na origem de aumento significativo da nebulosidade e situações de chuva fraca nas regiões mais elevadas e a uma descida significativa da temperatura mínima, situação conhecida como “invernada”.

Entre Novembro e Maio, é relativamente frequente a ocorrência de situações de “lestada”. Episódios de curta duração de advecção de ar tropical continental, oriundo do continente africano, quente, seco e carregado de poeiras, que provoca a descida acentuada dos teores de humidade, com consequências nefastas tanto ao nível vegetativo, com efeitos de dessecação, como da saúde humana, originando problemas relacionados com as vias respiratórias.

A partir do mês de Julho, com a deslocação da CIT para norte, o arquipélago passa a ser gradualmente sujeito à influência de massas de ar tropical marítimo instável, quente e húmido, transportadas por ventos alíseos de S-SW. A nebulosidade aumenta tal como a temperatura e as amplitudes térmicas são mínimas. Aumenta o número de nuvens de tipo convectivo, isoladas ou organizadas, e as situações de ocorrência de precipitação tornam-se mais frequentes e generalizadas. Todavia, as chuvas são muito irregulares, quer no espaço como no tempo.

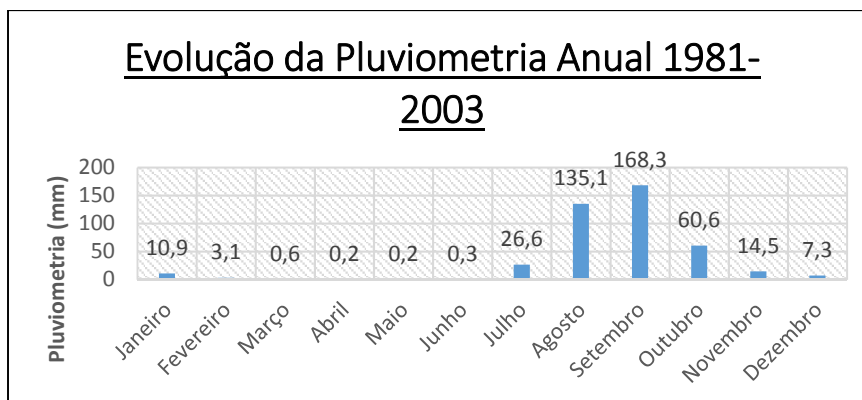
Relacionado com a altitude e orientação do relevo, verifica-se que as ilhas ocidentais são as mais húmidas, especialmente Santo Antão. A variação espacial da pluviometria, segundo o gradiente de altitude faz com que ela seja, geralmente, inferior a 100 mm até aos 200 metros e superior a 300 mm nas zonas situadas até os 600 metros e expostas aos ventos dominantes, podendo ultrapassar os 600 mm nos picos acima dos 700 metros (MAAP, 2004). Refira-se, contudo, que no interior de cada ilha existe uma grande diversidade de condições que vão desde os climas muito áridos até aos húmidos, com reflexos numa elevada diversidade de situações ecológicas e, conseqüentemente, na distribuição das espécies e tipos de comunidades vegetais em geral (Gomes, 1998).

Nas ilhas rasas do arquipélago, Sal, Boavista e Maio, devido ao carácter menos acidentado do seu relevo, a precipitação é claramente inferior à registada nas outras ilhas.

A precipitação concentra-se, sobretudo nos meses de Agosto e de Setembro, num reduzido número de dias e é, na sua maioria, do tipo aguaceiro, caracterizada por uma forte intensidade, originando um intenso escoamento superficial e transporte de materiais sólidos, contribuindo para uma elevada erosão hídrica. Em menos de 24 horas, podem-se registar precipitações superiores a 100 mm (SEPA, 1999); por vezes, nalgumas ilhas, dois dias de chuva podem resumir o total registado na estação (Correia, 1996).

A grande variabilidade interanual é outra das características da precipitação em Cabo Verde, registando-se um coeficiente de variação superior a 50 %, e distribuem-se num regime uni modal, onde o pico máximo se situa, geralmente, no mês de Setembro (MAAP, 2004).

No Gráfico 2 evidencia-se a evolução da pluviometria anual para a estação de São Jorge dos Órgãos, na ilha de Santiago, considerada como uma estação de referência, e que materializa a grande variabilidade pluviométrica em torno das duas médias interanuais para o período 1941-1970 e 1971-2000.



**Gráfico 2 – Evolução da Pluviometria Anual 1981-2003 (Estação de São Jorge,
Fonte: INMG - CV)**

De salientar aqui que o período entre 1941 e 2000 ficou marcado, especialmente nos anos 70, por uma diminuição quantitativa da pluviometria na ordem dos 30%. Este facto revela que nos últimos trinta anos houve uma diminuição considerável da precipitação no arquipélago, apesar de se ter verificado casos isolados em que a pluviometria ultrapassa a média interanual.

2.3. Hidrologia

Tomando como suporte básico o estudo da climatologia e alimentação de aquíferos e de acordo com o mapa da Rede Hidrográfica da ilha de Santiago (AMARAL,1964), no qual se ressalta a importância dos dois principais maciços, o do Pico de Antónia e o da Serra Malagueta e a Rede de Drenagem daí resultante, das Unidades Geomorfológicas de Santiago, de Manuel Monteiro Marques, da Geologia da ilha de Santiago, de António Serralheiro e o resultado das investigações hidrogeológicas, considera-se quatro (4) Bacias Hidrogeológicas, nomeadamente a do Tarrafal, com duas (2) Sub-Bacias (Trás-os-Montes e Ribeira Grande), de Santa Catarina, de Santa Cruz com três (3) Sub-Bacias (da Ribeira dos Flamengos, da Ribeira Seca e da Ribeira de Achada Baleia) e a da Praia com duas (2) Sub-Bacias (a da Ribeira Grande da Cidade Velha e a da Ribeira de Santa Clara (citado por Varela 2006).

- **Bacia Hidrogeológica do Tarrafal**

Situada na região Norte da ilha e a Norte da Serra da Malagueta, caracterizada pela rede de drenagem que parte da referida Serra em Direcção às Sub-Bacias de Trás-os-Montes

e da Ribeira Grande. Nesta Bacia estão localizados furos de grande produtividade e algumas nascentes.

- **Bacia Hidrogeológica de Santa Catarina**

Localizada na região Centro - Oeste e que se distingue por integrar o reservatório natural da Assomada que se situa entre as duas maiores elevações de Santiago, a da Serra do Pico da Antónia, com a altitude máxima de 1392 metros e a da Serra Malagueta, com a altitude máxima de 1063 metros. Nesta Bacia Hidrogeológica poderão se observar as Formações Geológicas do Pico da Antónia (PA) e a da Assomada (A), estando nestas formações implantados furos de boa produtividade.

- **Bacia Hidrogeológica de Santa Cruz**

Localizada na região Centro-Leste, devendo-se destacar que é nesta zona aonde se observam importantes afloramentos de mantos basálticos submarinos do Complexo Eruptivo Principal (PA), formação geológica que tem dado furos da mais alta produtividade.

- **Bacia Hidrogeológica da Praia**

Situada na região Sul da ilha e a Sul da Serra do Pico da Antónia influenciando assim a rede de drenagem que parte do referido Pico em direção as Sub-Bacias da Ribeira de Santa Clara e da Ribeira Grande da Cidade Velha. Nesta região estão localizados furos de boa produtividade, na formação geológica do Pico de Antónia (P A), assim como nascentes de bom caudal.

O aquífero mais importante é o Complexo eruptivo Principal (C.E.P.), também conhecido pelo Complexo do Pico de Antónia (P A), que se apresenta quer sob fácies terrestre quer submarina.

Os Trabalhos realizados no domínio da hidrogeologia levaram à conclusão da existência de três principais unidades hidrogeológicas.

- **Unidade Recente-** integra a Formação do Monte das Vacas (M V) que é constituída por cones de material de piroclástico e derrames associados com alto grau de permeabilidade e que, por isso, encaminha a água para o aquífero principal.

- **Unidade Intermédia-** Constituída pelo Complexo Eruptivo Principal (C.E.P.), formação mais espessa e mais extensa, de coeficiente de armazenamento relativamente elevado e que possui uma permeabilidade que evita o esvaziamento rápido das reservas e, ainda, possui uma elevada taxa de alimentação, constituindo por isso, o aquífero principal.
- **Unidade de Base** - Complexo Eruptivo Interno Antigo, Formação dos Flamengos e Formação Conglomerático – Brechóide integram esta unidade que é caracterizada por possuir uma alteração praticamente generalizada dos afloramentos, índice elevado de compactidade e, por conseguinte, baixo permeabilidade.

2.4. Geologia e Pedologia

Os materiais de origem vulcânica são os predominantes em Cabo Verde, embora ocorram também sedimentos terrestres e marinhos. Segundo o MAAP (2004), são de destacar os seguintes:

- Rochas de natureza basáltica, que incluem os basaltos, basanitos e basanitóides;
- Rochas de natureza basáltica muito alteradas ou de fácil alteração;
- Rochas fonolíticas e traquíticas;
- Sedimentos de fácies terrestres e marinhos;
- Materiais de fácies tufoso, tufo-brechóide ou piroclástico;
- Materiais extrusivos acumulados em cones vulcânicos;
- Manchas de rochas sedimentares;
- Aluviões e coluviões

Os coroamentos de certos montes pontiagudos, correspondentes a chaminés e domas vulcânicas, são constituídos essencialmente por afloramentos de fonólitos e traquitos. Os materiais tufosos, tufo-brechóides ou piroclásticos ocupam geralmente pequenas extensões, nomeadamente nas superfícies dos topos montanhosos.

Os materiais piroclásticos e escórias têm representação assinalável nos cones vulcânicos e respectivas orlas de sopé. As zonas de encostas de vales

profundamente entalhados e outras áreas de relevo movimentado estão normalmente em correspondência com as rochas basálticas profundamente alteradas do tipo “pillow lavas”. As achadas, as superfícies de encostas de inclinação uniforme e mais ou menos suave relacionam-se com os mantos subaéreos de rochas basálticas, compactas ou alvéolares. Os materiais de origem sedimentar recente ocupam extensões apreciáveis nas baixas aluvionais das ribeiras. Os depósitos de enxurrada distribuem-se geralmente ao longo de numerosas ribeiras (SEPA, 1998). Em algumas ilhas, nomeadamente nas mais rasas, as mais orientais, é de se assinalar a ocorrência de dunas.

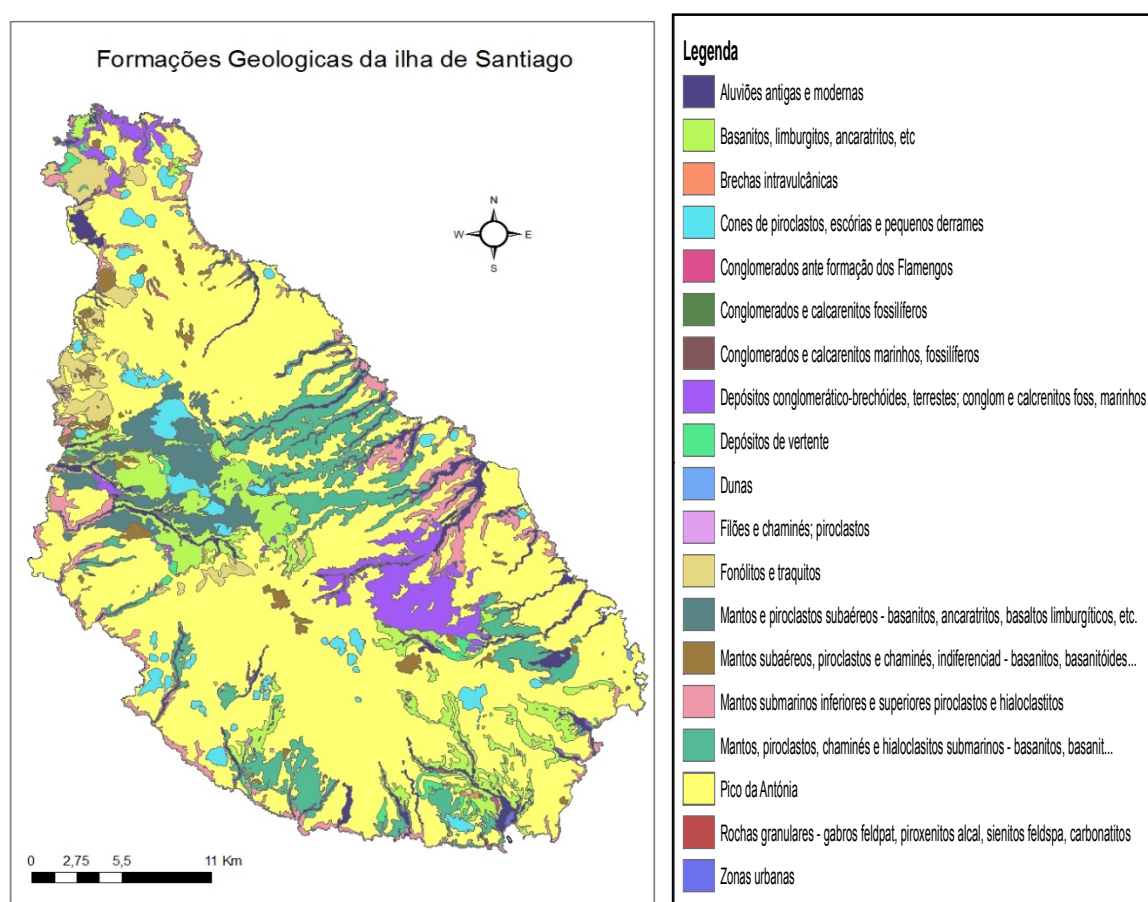


Figura 2 – Carta Geológica de Santiago (elaborado por Eder Fernandes a partir da Carta Geológica da ilha de Santiago (Escala 1/100000) de: Serralheiro (1977).

Os solos de Cabo Verde formaram-se a partir de rochas vulcânicas tais como os basaltos, fonólitos, tufos, escórias, traquitos, andesitos e rochas sedimentares, principalmente calcário. São solos na realidade mal definidos porque se formaram sobretudo sobre acção dos microclimas e não apresentam em geral perfis tão francos como os solos de carácter zonal que cobrem vastas regiões (MAAP, 2004).

Apesar de exiguidade do território, Cabo Verde apresenta uma grande variedade de solos. Os solos são, também, o reflexo da vegetação dependente dos microclimas e das condições topográficas de certos pontos das ilhas.

Ainda segundo Teixeira & Barbosa (1958), os solos do arquipélago correspondem à zona de clima árido, encontrando-se os grandes grupos de solos desérticos, vermelhos desérticos e sem vegetação. Nas zonas de clima semiárido ocorrem os grandes grupos de solos castanhos, pardos e pardos avermelhados. Em zonas de menor aridez, contactam com solos castanho avermelhados e chernozémicos

Todos os grandes grupos de solos referidos apresentam uma característica comum, o horizonte de acumulação de carbonato de cálcio, a profundidades variáveis, tanto menores quanto maior a aridez. O arquipélago está pois situado, quanto a solos, no domínio dos pedocais, de feição árida e semiárida, em regra alcalinos. Dada a altitude pronunciada de algumas ilhas, o fator latitude é compensado no sentido da redução de aridez, aparecendo solos algo lavados, tendendo para acidez.

2.5. A biodiversidade terrestre

Os dados disponíveis sobre a flora de Cabo Verde são relativamente recentes, pois os estudos com verdadeiro cariz botânico só tiveram início nos finais do século XVIII (Duarte, 1998). A escassez de colheitas verificadas até metade do século XIX era consequência de os botânicos que visitavam este arquipélago aproveitarem as curtas estadias das embarcações em rota para regiões mais férteis para, fazerem algumas colheitas (Pettersson 1960, Barbosa 1961).

Segundo o MAAP (2004) a biodiversidade de Cabo Verde é pobre quando comparada com a dos outros arquipélagos da Macaronésia.

2.5.1. Plantas não vasculares

- *Líquenes e fungos*

Estima-se em 320 o número de *taxa* de líquenes e fungos, existentes nas ilhas de Cabo Verde (Mies, 1993). Sob o ponto de vista biogeográfico, a flora liquénica é dominada por *taxa* cosmopolitas, pantropicais e mediterrânicos, sendo as *taxas* endémicos de Cabo Verde e da Macaronésia pouco vulgares. Do ponto de vista

ecológico consideram-se cinco grupos de líquenes distribuídos, em função de substrato, altitude e exposição: zonas litorais expostas a NE; zonas áridas de baixa altitude expostas a SW, onde ocorrem líquenes provenientes dos desertos africanos e mediterrâneos; zonas de escarpas de maiores altitudes do interior; zonas montanhosas expostas a SW; e zonas de elevada altitude com presença de nevoeiro.

Estima-se em 29% a percentagem de líquenes extintos ou ameaçados de extinção em Cabo Verde (Gomes, 1998).

2.5.2. Plantas Vasculares

- ***Briófitos (musgos e hepáticas)***

A flora de briológica de Cabo Verde encontra-se essencialmente nas escarpas húmidas das ribeiras, sobre rochas ou sobre terra em áreas expostas, como as epifíticas, ou sobre rochas em zonas de nevoeiro. Os inventários e estudos taxonómicos apontam a existência de 36 espécies de hepáticas, das quais 21 (54%) estão ameaçadas de extinção e 110 espécies de musgos (Frahm *et al.*, 1996). Das 110 espécies de musgos, 6 são endémicas de Cabo Verde.

- ***Pteridófitos***

Os pteridófitos encontram-se em vários tipos de zonas ecológicas (zonas encharcadas, zonas húmidas e sub-húmidas, semiáridas e quentes e nas fumarolas do vulcão do Fogo). A revisão taxonómica feita por Lobin *et al.* (1998) comprova a existência de 32 *taxa* de pteridófitos no arquipélago de Cabo Verde. Duas espécies foram consideradas extintas: *Dryopteris pentheri* e *Ophioglossum reticulatum*. Dos 32 *taxa* existentes nas em Cabo Verde, 21 (65,6%) estão classificados como extintos ou em risco de extinção.

- ***Angiospérmicas***

Cerca de 240 espécies indígenas, das quais 85 são endémicas (Gomes *et al.* 1996, Brochmann *et al.*, 1997) constituem a flora de Cabo Verde. A ilha de Santo Antão é aquela que detém o maior número (150) de espécies indígenas. Seguem-se as ilhas de Santiago, S. Vicente e Fogo com 135, 118 e 110, respetivamente. A maior representação de endemismos é encontrada na ilha de Santo Antão, com 50 *taxa*, sendo S. Nicolau, Santiago e Fogo as ilhas que se seguem em maior número de espécies endémicas (46, 38 e 37, respetivamente).

De acordo com Gomes *et al.* (1996), 64 (26,7%) da taxa de plantas angiospérmicas indígenas estão ameaçadas de extinção. Merecem de igual modo atenção os *taxa* que se encontram em perigo crítico em cada ilha, sobretudo os que preferem habitats com características edafoclimáticas específicas, designadamente, *Echium vulcanorum* (língua-de-vaca-do-fogo) e *Erysimum caboverdeanum* (cravo-brabo), que preferem solos cobertos com material vulcânico. Na ilha de Santiago a espécie *Periploca laevigata* ssp. *chevalieri* (lantisco) é ainda considerada uma espécie rara, apesar das recentes descobertas de mais duas populações para além das já conhecidas, na localidade de Sedeguma em Santa Catarina. A descoberta dessas populações em 2003 fez aumentar para 64 indivíduos a população total dessa espécie na ilha de Santiago (Costa e Gomes, 2003).

As ilhas com maiores coberturas de vegetação são: Santo Antão, Fogo e S. Nicolau, detendo também essas ilhas as maiores coberturas de vegetação endémica que estão concentradas nos biótopos Moroços, Ribeira da Torre e Ribeira do Paúl (em Santo Antão), Bordeira, Chã das Caldeiras e Pico Novo (na ilha do Fogo) e Monte Gordo e Monte do Alto das Cabaças (em S. Nicolau). Esses biótopos são igualmente aqueles que detêm, em termos de endemismos, as maiores diversidades, sendo também aqueles que detêm elevado número de espécies de angiospérmicas ameaçadas de extinção (Gomes, 1995).

3. CARACTERIZAÇÃO DA FLORA EXÓTICA DE CABO VERDE

A flora vascular de Cabo Verde está representada por cerca de 740 *taxa* espontâneos e subespontâneos (Duarte *et al.*, em preparação). A ação humana teve um grande impacto na composição da flora das ilhas. Mais de 50% da flora cabo-verdiana foi, provavelmente, introduzida pelos seres humanos. Como reflexo da situação geográfica do arquipélago, a flora de Cabo Verde engloba na sua composição elementos de floras de diversas regiões, das quais as mais representadas são as dos arquipélagos atlânticos das Canárias, Madeira e Açores e dos países africanos mais próximos (Senegal, Gâmbia, Mauritânia) (MAAP, 2004).

A origem da flora exótica é muito diversificada. Segundo alguns autores (Lobin *et al.*, 1990) cerca de 32,2% das espécies, são de proveniência incerta. Esses mesmos autores elaboraram em 1987 uma lista onde apontavam 294 espécies introduzidas em Cabo Verde, excluindo as espécies utilizadas diretamente na agricultura.

A presença de um número relativamente elevado de espécies introduzidas naturalizadas na flora de Cabo Verde, não constitui uma situação de exceção relativamente a outros sistemas insulares. Com efeito, são numerosos os casos idênticos, sendo atualmente aceite que as invasões biológicas nestes sistemas são mais frequentes que nos continentes e que a gravidade destas aumenta com o grau de isolamento da ilha (D'Antonio & Dudley, 1995; Vitousek, 1997 *in* Duarte, 1998).

A importância da flora introduzida a nível nacional é reconfirmada pelos resultados de estudos sobre a flora e vegetação de algumas bacias hidrográficas nas ilhas de Santo Antão, Santiago e Fogo, que realçam o impacto negativo das espécies introduzidas na flora e vegetação autóctones. Em algumas áreas de grande importância socio-económica, ecológica e científica, nomeadamente Moroços (Santo Antão), Serra da Malagueta e Serra do Pico da Antónia (Santiago) e Monte Gordo (S. Nicolau), para além da flora introduzida deter uma maior diversidade específica (maior número de espécies), ela ocupa uma maior área de cobertura por espécie (Gomes *et al.* 1995).

Segundo os mesmos autores, outras ilhas dignas de realce são S. Vicente e Brava. Estas ilhas apresentam um elevado índice de invasão de espécies exóticas, nomeadamente carrapato (*Furcraea foetida*) e lantuna (*Lantana camara*). Na Brava, devido à extrema degradação da vegetação natural, não se identificou nenhum biótopo a ser protegido e observações de campo, enfatizaram a importância das espécies introduzidas, particularmente carrapato e lantuna, nas diversas áreas visitadas por botânicos.

3.1. Objectivos

Devido ao desconhecimento de vários aspetos relativos à componente exótica da flora de Cabo Verde, considerou-se importante efetuar estudos que permitissem dar uma imagem da situação atual das exóticas neste arquipélago. Espera-se que, deste trabalho, resulte num conhecimento acrescido da dinâmica comportamental das plantas exóticas, o que contribuirá para uma avaliação integrada do nível de degradação da flora e da vegetação de Cabo Verde e para a proposta de medidas que permitam salvaguardar os recursos naturais existentes.

Assim, neste capítulo pretende-se conhecer a flora exótica de Cabo Verde, no relativo à sua composição, distribuição por famílias, tipos biológicos, distribuição biogeográfica, distribuição no arquipélago, tipo de utilizações e ecologia das espécies.

3.2. Material e Métodos

Com base fundamentalmente no trabalho já existente (Lobin *et al.* 1987), a recente publicação de Arrechavaleta *et al.* (2005) e Duarte *et al.* (em preparação) e, ainda, em diversa bibliografia e em material de herbário existente no IICT, obteve-se uma base de dados sobre a flora exótica naturalizada de Cabo Verde e sua distribuição nas ilhas do arquipélago. Contudo é de realçar que o carácter nativo ou introduzido de algumas espécies em Cabo Verde é de difícil determinação e a bibliografia consultada não é, muitas vezes, consensual. Como tal, em situações duvidosas considerou-se a posição adoptada na obra “Lista Preliminar de Espécies Silvestres de Cabo Verde” de Arrechavaleta *et al.* (2005) por ser o mais atualizado.

Não foram incluídos as *taxas* cultivados que só ocorrem com a intervenção directa do Homem, ou seja, que não adquiriram a capacidade de se propagarem de forma autónoma. Assinale-se, no entanto, que o facto destas *taxas* não se encontrarem atualmente naturalizados, tal não exclui a hipótese de no futuro, poderem vir a adquirir carácter subespontâneo. A listagem elaborada, incluiu, diversa informação sobre aspetos biológicos, morfológicos e ecológicos dos *taxa* e ainda informação acerca da sua utilização nas ilhas de Cabo Verde. A recolha destes elementos foi feita em numerosa bibliografia, nomeadamente, na Flora de Cabo Verde, Flore du Sénégal, Flore de Mauritaine, Flora Zambesiaca, Flore du Somálie, Flore de l’Afrique Centrale, Flore du Cameroun, Flore du Gabon e Flora of West Tropical Africa. Atendendo às diversas origens geográficas da flora exótica foram ainda utilizadas Floras de outras regiões geográficas como a Flora Europaea e a Flora of Panama.

3.3. Resultados

3.3.1. Distribuição das *taxas* exóticos por famílias

Das mais de 700 *taxa* que constituem a flora vascular espontânea e subespontânea de Cabo Verde cerca de 397 são exóticas subespontâneas (Anexo 1), sete das quais são consideradas como introduzidas duvidosas. Note-se, como já referido, que estes números são preliminares (assim como as análises deles resultantes) uma vez que,

não se encontra consenso na bibliografia consultada sobre a origem de algumas espécies. Com o objectivo de analisar as famílias mais representativas em termos de taxa exóticos naturalizados (incluindo os duvidosos) no arquipélago, elaborou-se a **Tabela 2** onde apenas se incluem as famílias representadas por, pelo menos, um *taxon* de origem alóctone para esta família. Nesta é ainda referido o número de espécies nativas (incluindo as duvidosas presentes nas referidas famílias). As 397 espécies de plantas vasculares exóticas distribuem-se por 67 famílias, 59 de Dicotiledóneas e 8 de Monocotiledóneas. O grupo dos Pteridófitos não está incluído devido ao facto de apenas ser representado por espécies nativas (33) (MAHOT,2013).

Tabela 2 – Distribuição, por famílias, das espécies exóticas naturalizadas e das nativas em Cabo Verde.

Famílias	espécies exóticas*	% Total Exóticas (397)	Espécies nativas**	% Total nativa (277)	espécies total	exóticas/ n° nativas
Acanthaceae	4	1,0	1	0,4	5	4,0
Aizoaceae	3	0,8	4	1,4	7	0,8
Amaranthaceae	18	4,5	3	1,1	21	6,0
Anacardiaceae	2	0,5	***	0,0	2	***
Annonaceae	2	0,5	***	0,0	2	***
Apiaceae	6	1,5	6	2,2	12	1,0
Apocynaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Aristolochiaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Asclepiadaceae	1	0,3	2	0,7	3	0,5
Asteraceae	39	9,8	27	9,7	66	1,4
Boraginaceae	1	0,3	8	2,9	9	0,1
Brassicaceae	4	1,0	14	5,1	18	0,3
Cactaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Capparaceae	4	1,0	2	0,7	6	2,0
Caprifoliaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Caricaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Caryophyllaceae	5	1,3	4	1,4	9	1,3
Chenopodiaceae	3	0,8	8	2,9	11	0,4
Convolvulaceae	12	3,0	9	3,2	21	1,3
Crassulaceae	1	0,3	2	0,7	3	0,5
Cucurbitaceae	2	0,5	2	0,7	4	1,0
Cuscutaceae	3	0,8	***	0,0	3	***
Euphorbiaceae	20	5,0	12	4,3	32	1,7
Geraniaceae	1	0,3	1	0,4	2	1,0
Icacinaceae	1	0,3	***	0,0	1	***

Lamiaceae	14	3,5	8	2,9	22	1,8
Leguminosae -		0,0		0,0	0	***
Caesalpinaceae	11	2,8	1	0,4	12	11,0
Leguminosae -		0,0	***	0,0	0	***
Fabaceae	30	7,6	23	8,3	53	1,3
Mimosaceae	5	1,3	2	0,7	7	2,5
Loasaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Lythraceae	1	0,3	1	0,4	2	1,0
Malvaceae	16	4,0	13	4,7	29	1,2
Meliaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Molluginaceae	4	1,0	***	0,0	4	***
Myrtaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Nyctaginaceae	5	1,3	1	0,4	6	5,0
Onagraceae	5	1,3	***	0,0	5	***
Oxalidaceae	2	0,5	***	0,0	2	***
Papaveraceae	1	0,3	2	0,7	3	0,5
Pedaliaceae	1	0,3	1	0,4	2	1,0
Phytolaccaceae	2	0,5	***	0,0	2	***
Plantaginaceae	3	0,8	1	0,4	4	3,0
Plumbaginaceae	1	0,3	5	1,8	6	0,2
Polygonaceae	5	1,3	2	0,7	7	2,5
Portulacaceae	2	0,5	***	0,0	2	***
Primulaceae	2	0,5	***	0,0	2	***
Rosaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Rubiaceae	8	2,0	3	1,1	11	2,7
Rutaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Salicaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Sapindaceae	3	0,8	1	0,4	4	3,0
Scrophulariaceae	5	1,3	10	3,6	15	0,5
Solanaceae	23	5,8	2	0,7	25	11,5
Sterculiaceae	2	0,5	1	0,4	3	2,0
Tiliaceae	6	1,5	3	1,1	9	2,0
Tropaeolaceae	1	0,3	***	0,0	1	***
Urticaceae	2	0,5	3	1,1	5	0,7
Verbenaceae	3	0,8	1	0,4	4	3,0
Zygophyllaceae	4	1,0	9	3,2	13	0,4
Total parcial	310	78,1	198	71,5	508	1,6

Famílias*						
<i>Monocotiledóneas</i>	Nº espécies exóticas**	% Total Exóticas (397)	Nº Espécies nativas*	% Total nativas (277)	Nº espécies total	Razão nº exóticas/nº nativas
Agavaceae	2	0,5	0	0,0	2	***
Asphodelaceae	3	0,8	0	0,0	3	***
Cannaceae	1	0,3	0	0,0	1	***
Commelinaceae	4	1,0	1	0,4	5	4,0
Cyperaceae	17	4,3	17	6,1	34	1,0
Iridaceae	1	0,3	0	0,0	1	***
Lemnaceae	1	0,3	0	0,0	1	***
Poaceae	58	14,6	61	22,0	119	1,0
Total parcial	87	21,9	79	28,5	166	1,1
TOTAL GERAL	397	100	277	100	674	1,4

* Apenas são incluídas as famílias com pelo menos um *taxon* exótico

** Incluindo *taxa* duvidosos

*** Famílias representadas exclusivamente por *taxa* exóticos

As Dicotiledóneas constituem a larga maioria da flora exótica (78,1%), sendo que as Monocotiledóneas são menos representativas (21,9%).

De entre as famílias de Dicotiledóneas melhor representadas, refiram-se as Leguminosas (Fabáceas, Mimosáceas e Cesalpiniáceas) com 46 espécies exóticas (11,7%) e as Asteráceas (ou Compostas) com 39 espécies (9,8%). Já com menores valores de representatividade refiram-se as Solanáceas (5,8%), as Euforbiáceas (5,0%), as Amarantáceas (4,5%), as Malváceas (4,0%), as Lamiáceas (3,5%), as Convolvuláceas (3,0%) e as Rubiáceas (2,0%).

De salientar são, ainda, as contribuições das Apiáceas e Tiliáceas com 1,5% de espécies exóticas cada; das Cariofiláceas, Escrofuláriaceas, Nictagináceas, Onagranáceas e Poligonáceas com 1,3%; e das Acantáceas, Brassicáceas, Caparáceas, Comelináceas, Molugináceas e Zigofiláceas com 1%.

Nas Monocotiledóneas, as Poáceas estão particularmente bem representadas com 58 espécies, contribuindo com 14,6% do total da flora exótica do arquipélago, as Ciperáceas que, com 17 *taxa*, representam 4,3%, e as Comelináceas com 4 espécies (1,0%).

Com 3 ou menos espécies exóticas, perfazendo um total de 65 *taxa* (16,4% do total) há 41 famílias de Dicotiledóneas e Monocotiledóneas.

A merecer destaque, relativamente à razão entre o número de espécies exóticas e o número de espécies nativas por família (última coluna da Tabela 2), estão 27 famílias apenas representadas por espécies exóticas (assinaladas ***), a seguir as Solanáceas (11,5) e as Cesalpiniáceas (11), cujos valores se apresentam bem significativos quando comparados com outras famílias dos dois grupos. Já com valores inferiores refiram-se as Amarantáceas (6), Nictagináceas (5), Comelináceas e Acantáceas (4) e as Plantagináceas, Sapindáceas e Verbenáceas (3). Mencione-se que há, ainda, 29 famílias com baixos valores de representatividade.

Nos Gráficos 3 (Monocotiledóneas) e 4 (Dicotiledóneas) apresenta-se a representatividade (em %) das famílias com espécies exóticas relativamente à flora total (exótica e nativa, 740 *taxa*).

Nas Monocotiledóneas (Figura 4) as exóticas estão bem representadas nas famílias Poáceas e Ciperáceas. As Poáceas têm uma maior abundância nas nativas com 8,2% e menor nas exóticas com 7,8% e as Ciperáceas têm o mesmo valor para as exóticas e nativas (3,2%).

As famílias de Dicotiledóneas com maior representação de exóticas em comparação ao número total de nativas (Figura 5) são as Asteráceas (5,3%), Fabáceas (4,1%), Solanáceas (3,1%), Euforbiáceas (2,7%), Amarantáceas (2,4%) e Malváceas (2,2%). É, ainda, de destacar que 53 famílias apresentam valores inferiores a 2%.

Saliente-se que, das famílias representadas por espécies nativas e exóticas, as com valores superiores de nativas comparativamente às exóticas, são as Brassicáceas (1,9%), Escrofulariáceas (1,4%), Zigofiláceas (1,2%), Boragináceas e Chenopodiáceas (1,1%).

Gráfico 3 – Família de Monocotiledóneas com taxa exóticos em Cabo Verde: percentagem das espécies nativas e exóticas relativamente ao número total de taxa (674).

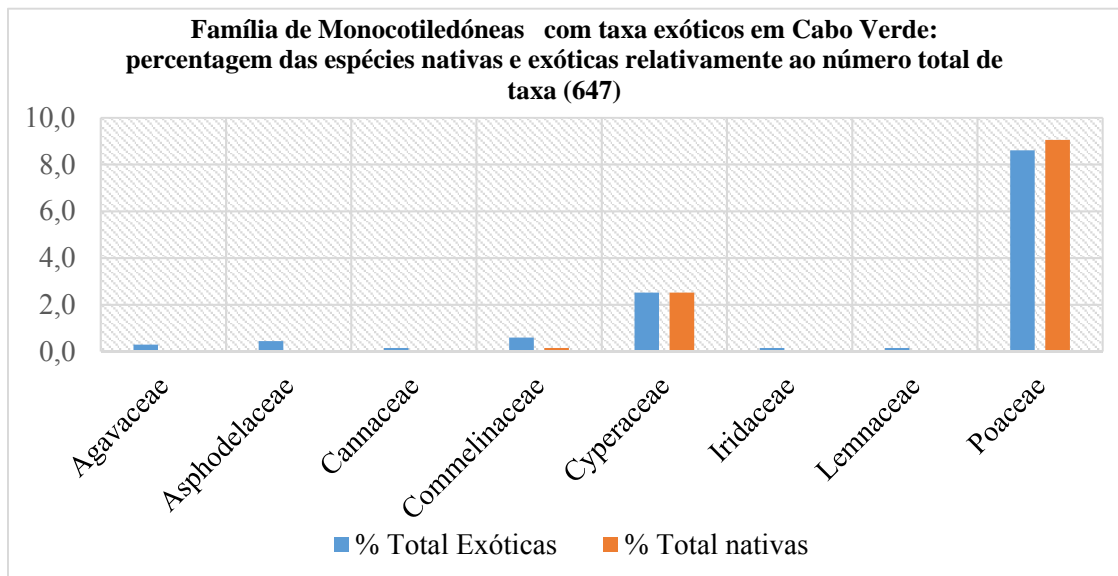
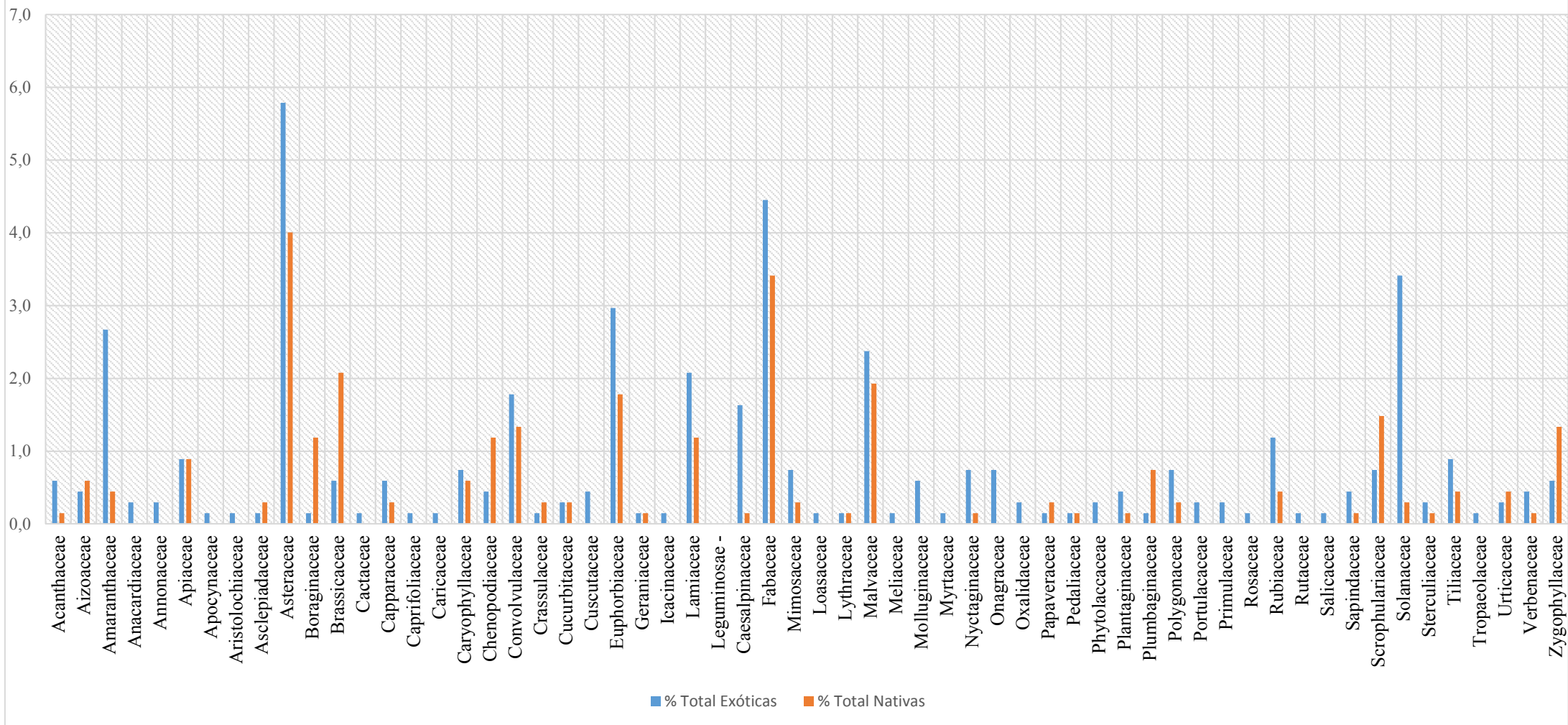


Gráfico 4 - Famílias de Dicotiledóneas com taxa exóticos em Cabo Verde: percentagem das espécies nativas e exóticas relativamente ao número total de taxa.

Família de Dicotiledóneas com taxa exóticos em Cabo Verde: percentagem das espécies nativas e exóticas relativamente ao número total de taxa (647)



3.3.2. Distribuição biogeográfica das taxas exóticas

A fim de analisar as regiões de proveniência das plantas exóticas que se naturalizaram em Cabo Verde, dando-nos informações sobre a sua importância relativa, sintetiza-se, na Tabela 3, a distribuição das 397 espécies exóticas estudadas pelas regiões biogeográficas consideradas. Como trabalho de referência para a delimitação das regiões biogeográficas utilizou-se Morrone (2002) (Figura 6).

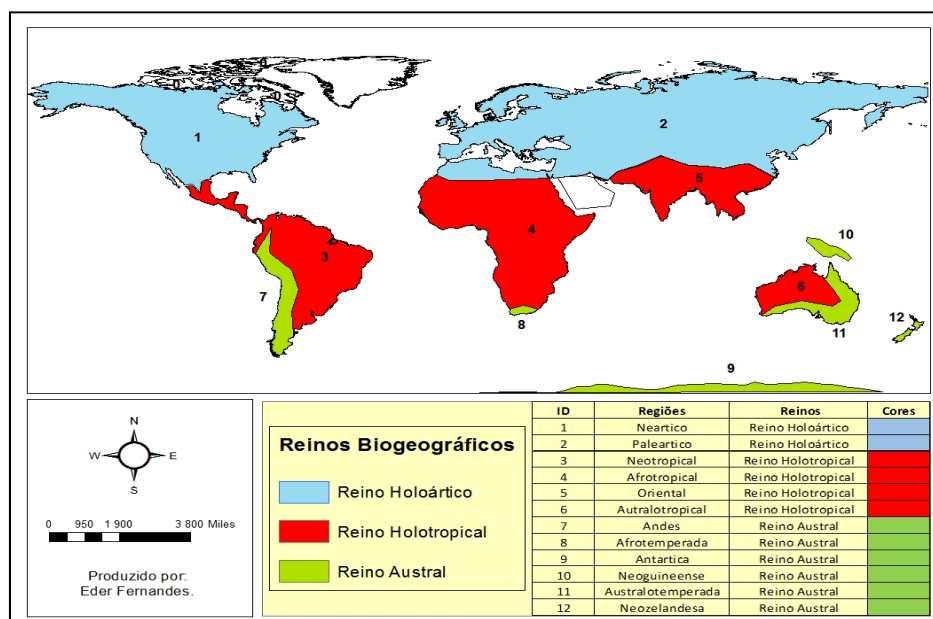


Figura 3 – Reinos e regiões biogeográficas do Mundo (Fonte: Morrone (2002))

Tabela 3 – Distribuição das taxas exóticas naturalizados por regiões biogeográficas.

Regiões Biogeográficas	Nº de taxa*	Nº de taxa de ocorrência exclusiva
Neoártica	24	3
Paleártica	145	85
Neotropical	164	77
Afrotropical	188	77
Oriental	54	9
Australotropical	47	0
Afrotemperada	6	1

* O número total de *taxa* é superior a 397, dado que alguns ocorrem em mais do que uma região biogeográfica

As regiões tropicais Afrotropical e Neotropical são as que contribuem com um maior número de plantas exóticas identificadas na flora de Cabo Verde, 188 e 164, respectivamente. A Paleártica representa a área de distribuição nativa para 145 das

espécies exóticas em Cabo Verde. A região Oriental constitui a região de origem para 54 das espécies. Da região Australotropical são oriundas 47 espécies exóticas. Menos representativo é o grupo das espécies oriundas da região Neoártica, que inclui 24 plantas, e o da região Afrotropical, englobando 6 *taxa*. No que se refere às espécies de distribuição exclusiva podemos observar uma predominância de espécies da região Paleártica (85) seguida, em simultâneo, pelas plantas das regiões Neotropical e Afrotropical ambas com 77 ocorrências. Agrupando as várias regiões biogeográficas em macro regiões (Tabela 4), verifica-se que a grande maioria das plantas exóticas naturalizadas no arquipélago são oriundas de regiões tropicais e subtropicais do Globo. Apenas para 87 a sua área de distribuição se limita às zonas temperadas.

Tabela 4 – Distribuição da taxa exóticos por macro regiões biogeográficas.

Regiões	Nº de taxa
Tropicais e subtropicais	229
Temperadas	87
Ambas (tropicais e subtropicais;	81

3.3.3. Distribuição das taxas por tipo biológico

As taxas exóticas foram classificadas por tipo biológico (Tabela 5) de acordo com a classificação de Raunkaier (1934) e Braun-Blanquet (1979):

- **Terófito** – plantas anuais, que sobrevivem à estação desfavorável sob a forma de sementes ou esporos.
- **Criptófito** – plantas herbáceas com gemas de renovo no substrato ou debaixo de água.

Diferenciam-se, ainda, segundo o substrato em que vivem, em geófitos com órgãos subterrâneos (bolbos, rizomas e tubérculos) no solo, em helófitos com gemas de renovo no solo debaixo da água ou na vasa (produzem estruturas emergentes), e em hidrófitos com gemas de renovo debaixo de água (sobrevivem na estação desfavorável através de rizomas ou gemas que permanecem no fundo).

- **Hemicriptófito** – plantas em que todas as partes aéreas morrem na estação desfavorável e as gemas de renovo se encontram ao nível do solo.

- **Caméfito** – plantas herbáceas ou sublenhosas que apresentam gemas de renovo aéreas próximas do nível do solo (até 50 cm).
- **Fanerófito** – plantas lenhosas com gemas de renovo aéreas acima de 50 cm do nível do solo. Pertencem a este grupo todas as árvores, arbustos e lianas de folhas perenes e caducas, a maioria das plantas trepadoras, etc.

Tabela 5 – Tipo biológico das espécies exóticas naturalizadas em Cabo Verde, segundo a classificação de Raunkaier (1934).

	Terófito	Criptófito	Hemicriptófito	Caméfito	Fanerófito	Casos duplos*	Total
Dicotiledóneas	130	12	21	37	66	44	310
<i>% total do TB</i>	71,8	52,	60	92,	94,	91,	
Monocotiledóneas	51	11	14	3	4	4	87
<i>% total do TB</i>	28,2	47,	40	7,5	5,7	8,3	
Flora total	181	23	35	40	70	48	397
<i>% total das exóticas (397)</i>	45,6	6	8,8	10, 1	17, 6	12, 1	100

* - Taxa com dois tipos distintos de Tipo Biológico

Os terófitos com 130 espécies de Dicotiledóneas e 51 de Monocotiledóneas representam 45,6% das espécies exóticas naturalizadas. Menor representatividade têm os fanerófitos, constituindo 17,6% do número total de exóticas (Dicotiledóneas e Monocotiledóneas). Nas Dicotiledóneas predominam largamente os terófitos, seguidos dos fanerófitos, enquanto que nas Monocotiledóneas se destacam, para além dos terófitos com 51 espécies, os hemicriptófitos com 14 espécies e os criptófitos com 11 espécies. Se se analisar as diferenças entre Dicotiledóneas e Monocotiledóneas verifica-se que as percentagens, embora sendo sempre maiores no caso das Dicotiledóneas, são particularmente acentuadas no caso dos terófitos (71,8 para 28,2%), nos caméfitos (92,5 contra 7,5%) e nos fanerófitos (94,3 contra 5,7%). Há um número elevado de casos duplos, isto é de espécies que podem apresentar dois tipos diferentes de tipos biológicos (12,1 % no total da flora exótica).

3.3.4. Distribuição das taxas exóticas no arquipélago

Com base nas fontes bibliográficas anteriormente citadas (Capítulo 3.3) foi sintetizada a distribuição das espécies exóticas pelas dez ilhas que compõem o arquipélago (Tabela 6).

Tabela 6 – Distribuição das plantas exóticas por ilhas em Cabo Verde. (FONTE: Plantas endémicas de Cabo Verde).

Ilhas	Nº espécies exóticas	Nº total de espécies da flora	Percentagem exóticas relativamente ao total de taxa (740)	Percentagem exóticas Relativamente ao total de exóticas (397)
Santo Antão	256	486	52,7	64,5
São Vicente	137	302	45,4	34,5
Santa Luzia	23	85	27,1	5,8
São Nicolau	169	351	48,1	42,6
Sal	49	148	33,1	12,3
Boavista	82	215	38,1	20,7
Maio	106	225	47,1	26,7
Santiago	275	482	57,1	68,8
Fogo	204	385	53,0	51,4
Brava	140	247	56,7	35,3

Verifica-se, claramente, um maior número de plantas exóticas nas ilhas de maior altitude (ver Tabela 1), tais como Santiago (68,8 %), Santo Antão (64,5 %), Fogo (51,4%) e São Nicolau (42,6 %). Estas ilhas apresentam densidades populacionais elevadas (Santiago com 54 % da população de Cabo Verde) que, conduzindo ao aumento das vias de comunicação, como estradas e caminhos constitui, geralmente, um factor de fomento à expansão de plantas exóticas. Também uma forte actividade agrícola e pecuária desenvolvida nesta ilha contribui, de forma significativa, para a introdução de exóticas uma vez que, muitas das espécies introduzidas em Cabo Verde devem-no ao seu valor alimentar, medicinal ou forrageiro.

Duas outras ilhas que apresentam valores importantes: Brava (35,3%) e São Vicente (34,5%). Os menores valores são apresentados por Maio (26,7%), Boavista (20,7%), Sal (12,3%) e Santa Luzia (5,8%), esta última desabitada.

Os menores valores de distribuição das plantas exóticas nestas ilhas estão relacionados com a baixa densidade populacional e o fraco desenvolvimento de

actividades propiciadoras da sua introdução. As actividades agrícolas e a pecuária são também reduzidas devido à fraca precipitação verificada nestas ilhas.

De uma forma geral a distribuição das espécies exóticas nas ilhas está relacionada com os factores já referidos (densidade populacional, infra-estruturas, actividades económicas desenvolvidas) e dependem das características físicas das ilhas. Estas estão, também, na base do maior ou menor coberto vegetal existente nas ilhas. As ilhas com menor percentagem de exóticas são aquelas que apresentam extensas zonas áridas ou semiáridas, consequentemente com escasso coberto vegetal.

3.3.5. Distribuição das taxas por tipo de utilização

Para 165 das espécies introduzidas foi obtida informação acerca da sua utilização (ornamental, medicinal, forrageira, florestal, para a fixação dos solos, alimentar, etc.) pelas populações locais. O facto de se tratarem de espécies com particular utilidade para o homem poderá ter estado na base da sua introdução.

Na Tabela 7 verifica-se que considerável parte das plantas exóticas de Cabo Verde são utilizadas para fins medicinais, representando 44,8% do total das exóticas para as quais foi possível obter elementos; significativas são também as utilizações para pastagem e forragem, com valores de 27,9%, e para a utilização alimentar, com 26,1%. A utilização ornamental representa 21,8%. Menos representativas, são as plantas usadas para a florestação e para a conservação de solos (6,1%).

Tabela 7 – Tipos de utilizações de algumas espécies exóticas de Cabo Verde

Utilizações	Nº de taxa*	Percentagem total**
Pastagem / Forragem	46	27,9
Ornamental	36	21,8
Alimentar	43	26,1
Medicinal	74	44,8
Florestação / Conservação de solos	10	6,1
Outras	19	11,5

* Apenas se obteve dados para 165 taxa.

** Algumas das espécies têm vários tipos de utilizações pelo que a percentagem total supera os 100% FONTE Planta endémica de Cabo Verde.

Em relação à categoria “Outras” (que inclui 11,5% das taxa) ela engloba as espécies utilizadas para a obtenção de fibras, como o sisal e o algodão (6), corantes (3), tintureiras (2), enquanto usos como a perfumaria, rapé, cáustico, insecticida para

animais, construção, instrumentos musicais e jogos (e.g. semente para um jogo popular – “Ouri”) estão representados com único *taxa*. Quando analisadas do ponto de vista de exclusividade de utilização, as espécies com fins medicinais continuam a liderar com 32, seguidas pelas forrageiras com 26, as alimentares com 25 e as ornamentais com 22.

3.4. Ecologia das espécies exóticas

Para cada espécie, foram identificados os seus habitats preferenciais de ocorrência (Tabela 8), o que permitiu identificar os locais mais afectados pelas espécies exóticas. Para 32 espécies não foram encontrados, na bibliografia consultada, elementos suficientes tendo sido incluídas na categoria “sem uso do solo especificado”.

A maioria das plantas exóticas (154, correspondendo a 38,8%) prefere habitats ou meios alterados pelo homem: locais habitados, jardins, estradas, caminhos, terrenos degradados ou perturbados e zonas ruderais. O segundo maior grupo inclui espécies exóticas com preferência pelas zonas agrícolas (sequeiros e regadios), sendo referidas para 149 *taxa* (117 e 32, respectivamente).

Tabela 8 – Principais habitats de ocorrência das 397 espécies exóticas.

	Vegetação natural ou seminatural							Culturas agrícolas		Uso do solo não especificado		
	Locais arenosos, salinos, dunas	Locais húmidos salinos - sapais	Locais húmidos, sombrios	Leitos e margens de ribeiras	Locais secos, áridos	Locais pedregosos e rochosos	Zonas incultas, pastagens e pousios	Zonas ruderais (próx. habitações, jardins, estradas, caminhos, terrenos degradados)	Zonas florestadas		Culturas de sequeiro e não especificadas*	Culturas de regadio
Total ocorrências	70	27	82	69	49	43	75	154	20	117	32	32
Percentagem relativamente ao	17,6	6,8	20,7	17,4	12,3	10,8	18,9	38,8	5	29,5	8,1	8,1

* Pela falta de dados alguns casos podem corresponder a culturas de regadio

Relativamente às zonas de vegetação natural ou seminatural, verifica-se que os habitats onde ocorre um maior número de espécies exóticas são os locais húmidos e sombrios (20,7%), os locais incultos, pastagens e pousios (18,9%), locais arenosos salino e dunas (17,6%) e leitos e margens das ribeiras (17,4%).

Menos representativos em termos de exóticas, são os locais secos e áridos (12,3%), locais pedregosos e rochosos (10,8%), locais húmidos salinos e sapais (6,8%) e zonas florestadas (5,0%).

3.5. Discussão

Os dados obtidos evidenciam a existência de um elevado número de plantas exóticas (397 correspondendo a cerca de 54% da flora total) nos ecossistemas de Cabo Verde.

Quando comparado com outras regiões geográficas este valor é considerado elevado. Por exemplo, para Portugal continental a percentagem de espécies exóticas é cerca de 18% (564 taxa) (Almeida et al. 2006). Mais elevados, são geralmente os valores que se verificam em sistemas insulares, como sucede nas Canárias onde a flora exótica representa 33% da flora total (Sanz-Elorza et al., 2005); este valor é contudo inferior ao apresentado por Cabo Verde.

Muitos são os factores que contribuíram para a introdução e propagação destas espécies desde os factores antrópicos, tais como a densidade populacional, desenvolvimento socio-económico, práticas agrícolas e pecuárias, já apontados por Duarte (1998) e Gomes et al. (1995, 1998). De entre os factores físicos que afectam a distribuição das exóticas no arquipélago pode-se referir a altitude e, com ela relacionada, a precipitação.

Há semelhança do que ocorre em outras partes do globo (Pysěk et al, 2002) também em Cabo Verde são os habitats ruderais e mais fortemente intervencionados pelo homem que albergam uma maior diversidade de espécies exóticas. Esta situação é frequente em sistemas insulares onde muitas das espécies consideradas como invasoras ocorrem em locais perturbados ou em habitats considerados artificiais (Dickson et al., 1987, Weber, 1997).

Distribuídos por um total de 67 famílias a maioria dos taxa pertence ao grupo das Dicotiledóneas (59 famílias) representando cerca de 78,1% da flora exótica, enquanto as Monocotiledóneas (8 famílias) constituem 21,9% do total. É de salientar que 27 famílias dos dois grupos (22 nas Dicotiledóneas e 5 nas Monocotiledóneas) são constituídas exclusivamente por espécies exóticas. Os Pteridófitos como já referido, não apresentam nenhuma espécie exótica.

De uma forma geral as espécies exóticas são provenientes das Regiões Tropicais e Subtropicais, provavelmente devido às similaridades climáticas entre estas regiões e o arquipélago. As afinidades climáticas constituem um dos factores essenciais à introdução e naturalização das espécies exóticas, como refere por exemplo Sanz-Elorza *et al.* (2006) em trabalho realizado na costa ocidental Mediterrânica.

O tipo biológico predominante na flora exótica de Cabo Verde é o terófito, provavelmente devido às características climáticas, particularmente à escassez de precipitação. Verificou-se a ocorrência de um número elevado de casos duplos de tipo biológico, facto explicado pela capacidade de adaptação das espécies a diferentes condições ecológicas. A maior parte das plantas introduzidas tem valor medicinal e muitas delas têm grande importância para a pecuária (pastagem), alimentação e como ornamentais. O facto da distribuição das plantas exóticas estar relacionada com zonas de altitude, torna imprescindível a tomada de medidas urgentes para o seu controlo e mitigação, tendo em conta que a maior parte dos endemismos (80%) ocorre em zonas húmidas e sub-húmidas ou seja, nas zonas de maior altitude (Romeiras, 2005). Torna-se pois necessário, como nas ilhas Canárias, a criação de políticas de gestão e controlo das espécies exóticas nestas áreas com grandes potencialidades de invasão (Dickson *et al.*, 1987).

4. MODELAÇÃO DE ESPÉCIES EXÓTICAS NA ILHA DE SANTIAGO

4.1. Área de Estudo

A ILHA DE SANTIAGO.

Santiago faz parte do grupo das ilhas de Sotavento. Possui uma superfície de 991 km² (Figura 7). Com uma população estimada em 236 352 habitantes (54% da população do País), distribuídas por nove concelhos.

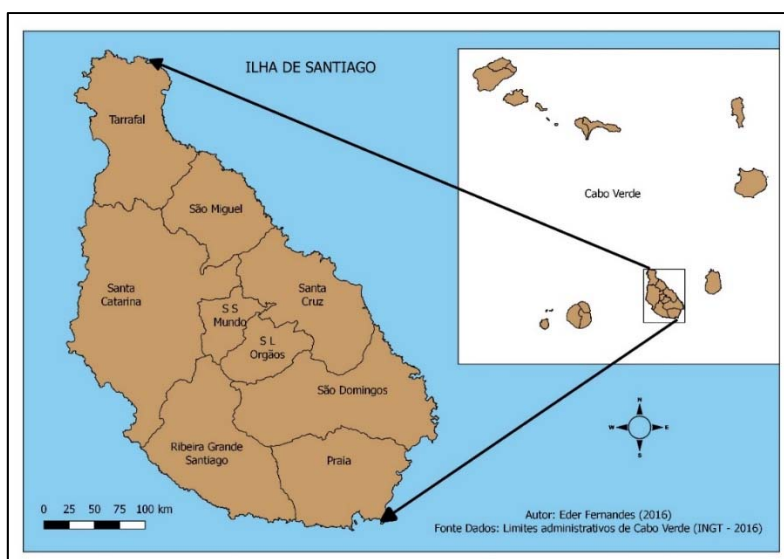


Figura 4 – Localização da Ilha de Santiago

Da sua morfologia evidenciam-se as achadas (superfícies planas), as encostas ou vertentes, os vales das ribeiras, os montes-colinas e os maciços montanhosos (Diniz & Matos, 1986). Entre estes últimos destacam-se a Serra do Pico da Antónia (1392 m) orientada no sentido SE-NW, constituída, do lado oriental, por majestosa escarpa e, do lado ocidental, por extensa superfície de encosta que se prolonga até ao litoral, e a Serra da Malagueta (1063 m) orientada no sentido E-W e desenvolvendo-se de forma compacta para norte.

Estes maciços montanhosos dividem a ilha em duas fachadas: E-NE (oriental) e W- SW (ocidental). A fachada E-NE é directamente beneficiada pelas massas de ar húmidas de NE podendo encontrar-se achadas de feição planáltica, a baixa e média altitude, frequentemente atravessadas por vales de ribeiras principais. Estas ribeiras e respectivos vales de elevado valor agrícola favorecem a fixação da população. Na fachada ocidental (W-SW) verifica-se quase uma continuidade entre a região costeira e a região do topo da Serra do Pico da Antónia. Nesta região, o desgaste erosivo é pequeno sendo frequente encontrarem-se cones vulcânicos que testemunham a última actividade vulcânica (Diniz & Matos 1986).

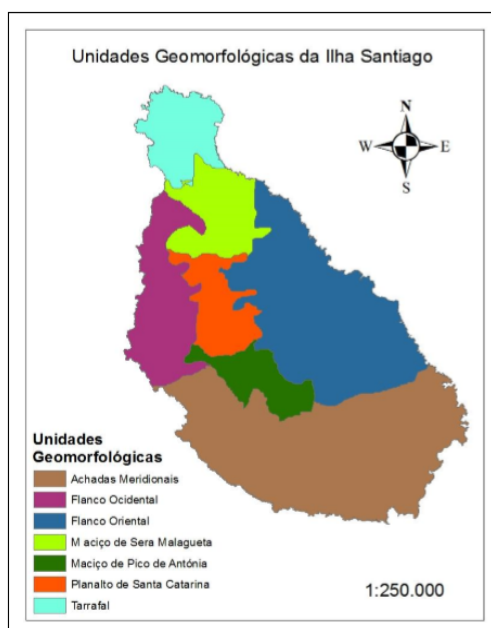


Figura 5 – Grandes Unidades Geomorfológicas da ilha de Santiago (Adaptado de Garcia da Horta, s/d)

Esta ilha apresenta uma temperatura média anual de 24,7 °C na Praia, a 22 m de altitude, e de 19,8 °C na Serra da Malagueta, a uma altitude de 850 m. As rochas que se encontram em Santiago são de natureza essencialmente vulcânica, embora também ocorram sedimentos terrestres e marinhos (Diniz & Matos, 1986).

A pressão que as actividades agrícolas exercem sobre a vegetação natural é mais evidenciada nas zonas de altitude beneficiadas pelas chuvas e humidade, como as serras da Malagueta e do Pico da Antónia. Não obstante a pressão da agricultura e da pecuária, essas zonas ainda detêm manchas (ainda que pequenas) de vegetação natural que, pelo seu enorme valor, merecem e devem ser contempladas com acções de conservação (Leyens, 2005). Por Decreto-Lei nº3/2003, foram definidas em Santiago as seguintes Áreas Protegidas: Rui Vaz e Serra do Pico da Antónia, Serra da Malagueta, Banana- Ribeira Montanha, Ribeira da Boa Entrada, Monte Graciosa e Lugar Velho. A selecção da ilha de Santiago como área de estudo baseou-se nos seguintes critérios:

- **Diversidade florística**

É uma das ilhas onde ocorre maior número de espécies de plantas, cerca de 477, das quais 38 são endémicas (Duarte *et al.*, 2007). Relativamente à fauna pode-se apontar

o caso da garça-vermelha-de-santiago (*Ardea bournei*), ave endémica de Cabo Verde (seriamente ameaçada de extinção), com população estimada em 20 casais, tem actualmente colónias localizada em apenas três exemplares de árvores pertencentes a duas espécies (poilão - *Ceiba pentandra* e mogno - *Kaya senegalensis*), localizadas nesta ilha (Hazevoet, 1993).

- **Elevado número de plantas exóticas**

Sendo Santiago uma das ilhas com maior aptidão agrícola, a introdução de plantas de interesse agrícola das mais diversas origens geográficas e, com elas, de todo um conjunto de espécies adventícias teve uma importância indiscutível na definição das actuais flora e vegetação de Santiago (Duarte & Moreira, 2002).

O elevado número de espécies introduzidas potencialmente invasoras em Santiago deve merecer alguma preocupação por parte de entidades ligadas à gestão da biodiversidade das ilhas de Cabo Verde. Nalgumas áreas de grande importância socio-económica, ecológica e científica, nomeadamente na Serra da Malagueta e na Serra do Pico da Antónia a flora introduzida, para além de deter uma maior diversidade específica (maior número de espécies), ocupa uma maior área de cobertura por espécie (Gomes *et al.*, 1998).

- **Leque importante de habitats**

Devido à sua grande superfície e acentuada orografia, Santiago detém uma grande diversidade de habitats para diversos grupos de seres vivos, tornando-se do ponto de vista ecológico muito importante para a conservação da biodiversidade.

A vegetação natural, sobretudo a endémica das zonas escarpadas de altitude beneficiadas pelos elementos climáticos (precipitação e humidade), e a geomorfologia são, geralmente, apontadas como os aspectos mais atraentes do quadro paisagístico da ilha (Gomes, 1998).

- **Impactes da actividade humana**

As práticas agrícolas e actividades afins, particularmente incisivas na ilha de Santiago, são mais intensas nas zonas de maiores altitudes onde os solos apresentam maiores potencialidades agrícolas, devido à sua espessura e constituição e, sobretudo, aos factores climáticos. Estas zonas são também aquelas onde se verifica a maior

diversidade de espécies nativas (sobretudo endemismos). A prática de agricultura nessas zonas, nomeadamente com a cultura extensiva de milho, na maioria das vezes em terrenos de declive acentuado (MAAP, 2004), tem conduzido à degradação da biodiversidade vegetal. Esta tem, também, resultado da colheita de espécies herbáceas e arbustivas, destinadas à alimentação do gado caprino, bovino e asinino. Muitas espécies vegetais endémicas, nomeadamente, coroa-de-rei (*Sonchus daltonii*), losna (*Artemisia gorgonum*), marmolano (*Sideroxylon marginata*), aipo-de-rocha (*Lavandula rotundifolia*) e língua-de-vaca (*Echium* spp.) raramente atingem o pleno desenvolvimento, devido à pressão que constantemente se exerce sobre elas (Gomes *et al.*, 1995).

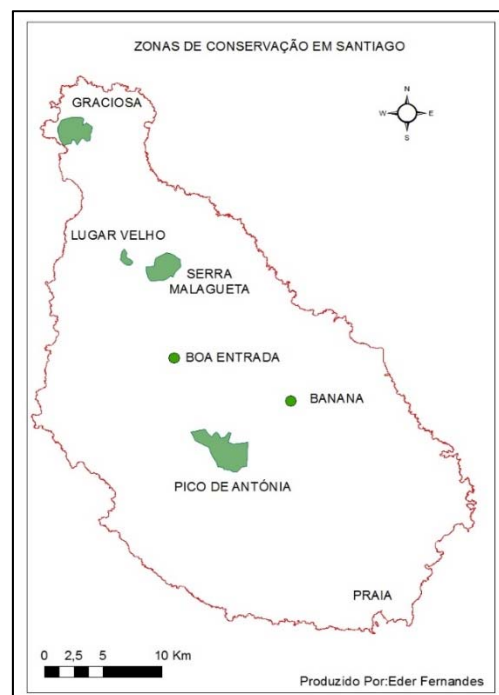


Figura 6 – Representação das zonas com interesse para a Conservação na ilha de Santiago (Decreto-Lei nº3/2003)

Os trabalhos de campo correspondentes à amostragem foram realizados pela Investigadora Maria Cristina Duarte do IICT. Decorreram em Outubro e Novembro de 1992, Julho 1993, Outubro e Novembro de 1994 e Outubro de 1995 e destinaram-se à tese de doutoramento da referida investigadora (Duarte, 1998). A realização dos 310 levantamentos florísticos foi feita com base em dois transectos com a largura de 5 km, sensivelmente perpendiculares (NW-SE e NE-SW) considerando a superfície da ilha. Esta abordagem procurou abranger o gradiente em altitude (tanto no sentido longitudinal como no transversal da ilha), e evidenciar os efeitos dos principais elementos climáticos.

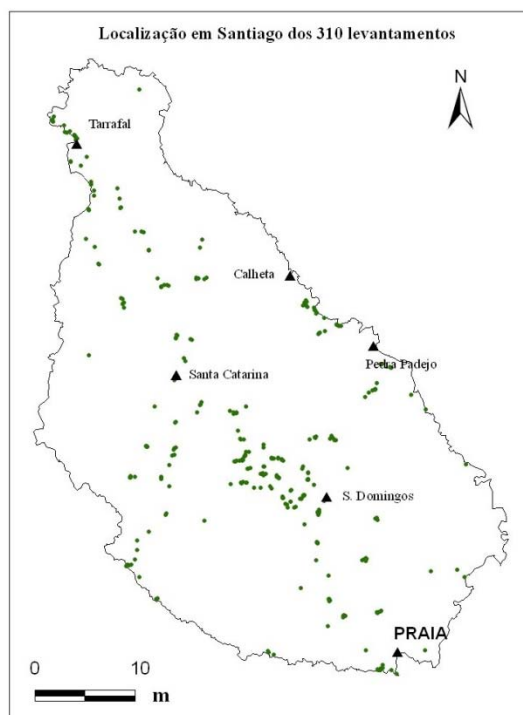


Figura 7 – Representação dos 310 levantamentos florísticos realizados na ilha de Santiago (Fonte (Duarte, 1998).)

As coordenadas da localização de cada um dos levantamentos (N=310) foram retiradas da Carta Militar de Cabo Verde, à escala de 1/25000 elaborada pelo Serviço Cartográfico do Exército (1969-1974). Os levantamentos constaram da inventariação florística das taxas presentes e da atribuição dos respectivos graus de cobertura segundo a metodologia introduzida por Braun-Blanquet (1928, 1979) e revista por Géhu & Rivas-Martínez (1981) (ver Duarte, 1998).

4.1.1. Espécies selecionadas no estudo

Para este estudo as quatro espécies exóticas seleccionadas foram *Bidens bipinnata*, *Euphorbia heterophylla*, *Furcraea foetida* e *Lantana camara* (Tabela 9).

A selecção destas plantas invasoras baseou-se em três factores:

- Serem potencialmente invasoras e infestantes com impactos negativos na flora nativa e na agricultura;
- Variarem na ecologia: umas mais restritas em termos de habitat e outras capazes de colonizar uma maior diversidade de habitats.

- Variarem no ciclo de vida (espécies anuais e perenes) permitindo avaliar a importância deste carácter na distribuição das espécies.

Tabela 9 – Espécies exóticas da Ilha de Santiago utilizadas na modelação (Fonte: MAHOT)

Espécie	Família	Nome vulgar	Ecologia
<i>Bidens bipinnata</i> L.	Asteraceae	Seta, Seta-Preta	Ocorre em terrenos de pastagens e incultos, culturas de sequeiro, regadios
<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Euphorbiaceae	Travador	Frequente nas bermas de caminhos, em culturas de sequeiro, regadios, zonas de pastagem
<i>Furcraea foetida</i> (L.) Haw.	Agavaceae	Carrapato	Comum em zonas húmidas rochosas e de altitude, também em sequeiros e terrenos baldios
<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Lantuna	Encontra-se em culturas de sequeiro, regadios, pastagens, terrenos incultos

4.2. Análise de dados

4.2.1. Variáveis ambientais

As variáveis ambientais utilizadas neste estudo foram selecionadas por serem consideradas potencialmente importantes na determinação da distribuição das espécies.

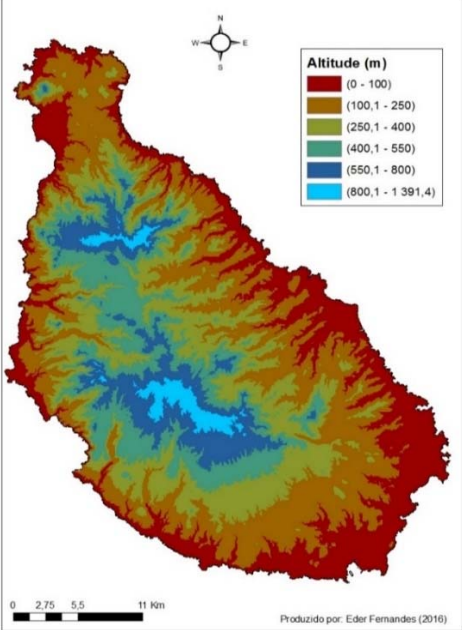
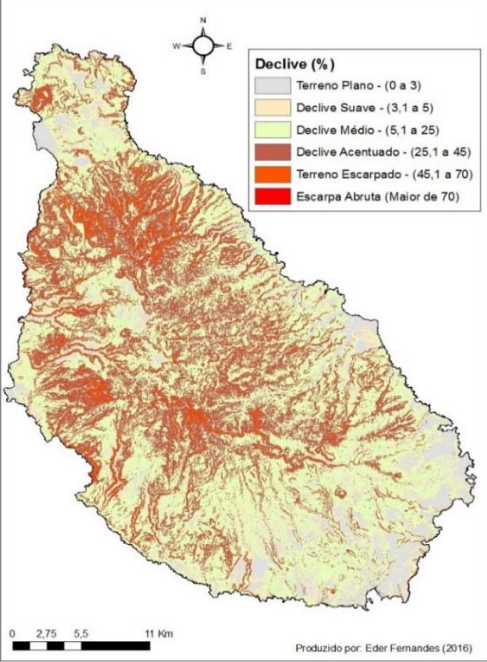
As variáveis ambientais consideradas dividem-se em: variáveis obtidas no campo durante a amostragem referida no Capítulo 4.2 (Tabela 10) e outras variáveis cuja informação é resultante dos mapas disponibilizados pelos investigadores F. Correia e J. Spencer (Tabela 11).

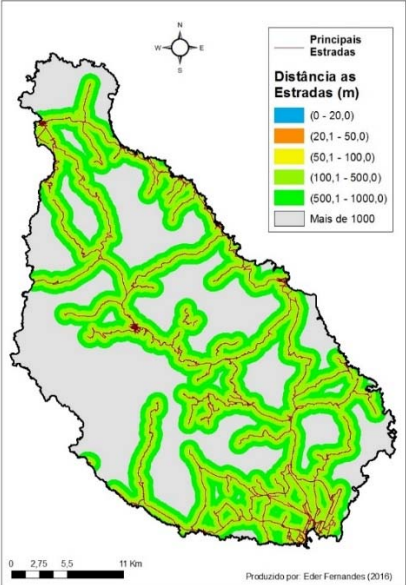
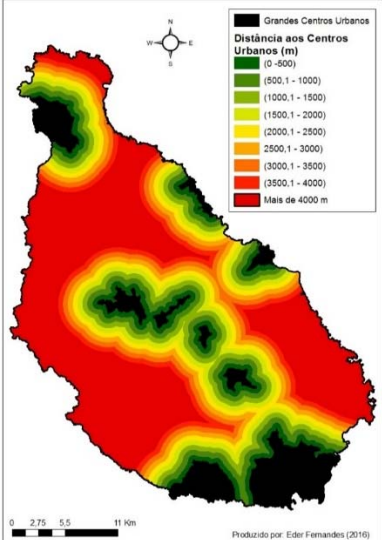
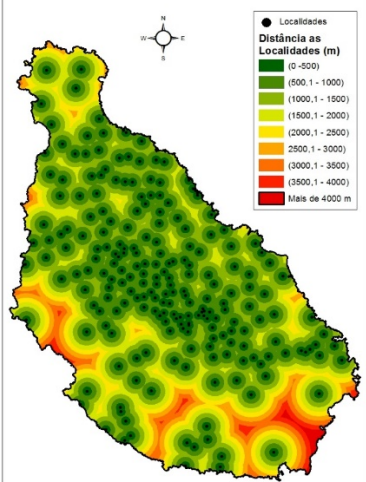
As variáveis com informação obtida a partir dos mapas digitalizados existentes para a Ilha de Santiago foram a distância à costa, a centros urbanos, a estradas, a pontos de água, a ribeiras e a localidades, grandes bacias, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) de Julho, Agosto, Setembro, Novembro e Dezembro, pluviometria e altitude (DEM - Modelo Digital de Elevação do Terreno).

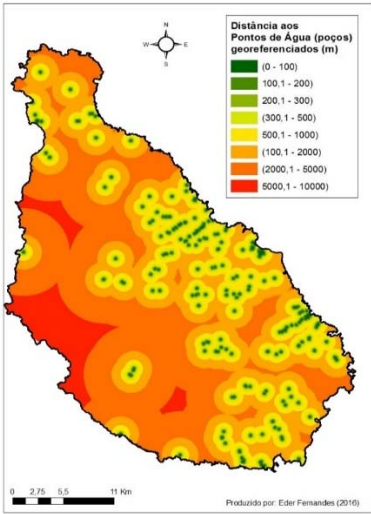
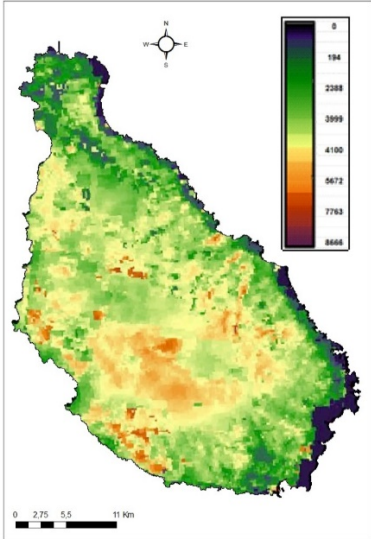
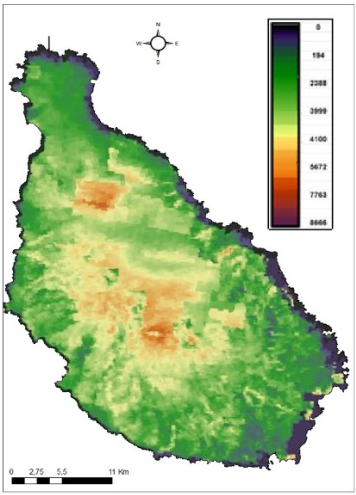
Tabela 10 – Factores ecológicos considerados e respectivas classes. (Fonte: Propria)

Factores		
Topografia	Altitude	
	Exposição	Sem exposição definida
		N
		NE
		E
		SE
		S
		SW
		W
		NW
	Declive	Terreno plano (até 3%)
		Declive suave (3 a 5%)
		Declive médio (> 5≤25°)
		Declive acentuado (> 25≤45°)
Escarpado (> 45≤70°)		
Escarpa abrupta (> 70°)		
Cume		
Depressão (zona de escorrência)		
Pluviometria	Normal pluviométrica (1951 - 1980)	100 - 200 mm
		200 - 300 mm
		300 - 400 mm
		400 - 500 mm
		500 - 600 mm
		600 - 700 mm
		700 - 800 mm
		800 - 900 mm
Tipo de solo	Afloramentos rochosos	
	Litossolos	
	Regossolo psamítico (areia de praia)	
	Regossolo de calhaus rolados	
	Aluviões modernas	
	Aluviões modernas pedregosas	
	Coluviosolos	
	Solos litólicos	
	Solos castanhos normais	
	Solos castanhos avermelhados	
	Solos pardos subáridos normais	
	Solos pardos subáridos avermelhados	
	Solos paraferalíticos	
Uso solo	Sem uso aparente (pastagem ou inculto)	
	Silvo-pastorícia	
	Agro-silvícola	
	Culturas de sequeiro	
	Culturas de regadio	

Tabela 11– Breve descrição das variáveis cartográficas consideradas neste trabalho

	<p>Altimetria da Ilha de Santiago</p> <p>Informação de base: Modelo digital de elevação do terreno.</p> <p>Formato de dados: Raster.</p> <p>Procedimento: Tin to Raster. (tingrid).</p> <p>Origem: (UCCP).</p> <p>Descrição: Altitude em metros.</p> <p>Tamanhos de células: 10m.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert.</p>
	<p>Geomorfologia da Ilha de Santiago</p> <p>Informação de base: Modelo digital de elevação do terreno.</p> <p>Formato de dados: Raster.</p> <p>Procedimento: Slop.</p> <p>Origem: (UCCP).</p> <p>Descrição: Declive da ilha (%).</p> <p>Tamanhos de células: 10m.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert.</p>
	<p>Exposição das vertentes da Ilha de Santiago</p>

	<p>Distância as principais Estradas da Ilha de Santiago</p> <p>Informação de base: Planimetria (Estradas) da ilha de Santiago.</p> <p>Formato de dados: Shapefile.</p> <p>Procedimento: Multiple Ring Buffer.</p> <p>Origem: INGT.</p> <p>Descrição: Distância em metro em relação as principais estradas.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert.</p>
	<p>Distância aos Centros Urbanos da ilha de Santiago</p> <p>Informação de base: Shapefile dos centros urbanos da ilha.</p> <p>Formato de dados: Shapefile.</p> <p>Procedimento: Multiple Ring Buffer.</p> <p>Origem: INGT.</p> <p>Descrição: Distância em metros em relação aos centros Urbanos.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert.</p>
	<p>Informação de base: Shapefile dos pontos centrais das Localidades da ilha.</p> <p>Formato de dados: Shapefile.</p> <p>Procedimento: Multiple Ring Buffer.</p> <p>Origem: INGT.</p> <p>Descrição: Distância em metros em relação aos centros Urbanos.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert.</p>

	<p>Distância aos pontos de Água (poços) da ilha de Santiago</p> <p>Informação de base: Planimetria (Poços) da ilha de Santiago.</p> <p>Formato de dados: Shapefile.</p> <p>Procedimento: Multiple Ring Buffer.</p> <p>Origem: INGT.</p> <p>Descrição: Distância em metros em relação aos centros Urbanos.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert.</p>
	<p>NDVI_Agosto de 2006</p> <p>Informação de base: vd.variável anterior.</p> <p>Origem: GLF.</p> <p>Processamento: Idrisi IMPORT e RESAMPLE.</p> <p>Descrição: indicador do desenvolvimento vegetal durante a época de seca.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert.</p>
	<p>Informação de base: vd.variável anterior.</p> <p>Origem: GLF.</p> <p>Processamento: Idrisi IMPORT e RESAMPLE.</p> <p>Descrição: indicador do desenvolvimento vegetal durante a época de seca.</p> <p>Sistema de coordenadas: Cônica Secante de Lambert</p>

4.3. Regressão Logística

Pretendeu-se modelar a presença/ausência de cada uma das espécies seleccionadas na ilha. Nestes casos, em que a variável dependente é nominal dicotómica, a regressão logística é a técnica de regressão apropriada para modelar a ocorrência em termos probabilísticos e o modelo logístico permite avaliar também a significância de cada uma das variáveis independentes no modelo (Maroco, 2007).

O objetivo deste método é construir um modelo apropriado para cada uma das espécies seleccionadas, tendo em conta as variáveis mais importantes na distribuição e ocorrência das mesmas. O procedimento estatístico proposto por Hosmer & Lemeshow (2000) foi seguido neste trabalho.

O programa utilizado foi o *SPSS versão 15.0*, licenciada pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

4.3.1. Análise preparatória:

Por forma a seleccionar os levantamentos a considerar na modelação, foi traçado um polígono (estimador *kernel* a 90%) que incluísse todos os levantamentos onde foi detectada a presença de cada espécie. Os levantamentos incluídos nesse mesmo polígono onde a espécie não foi observada foram integrados na modelação como ausências. Pretendeu-se, com este procedimento, excluir do modelo áreas ainda não colonizadas onde a espécie tem condições ambientais para subsistir e deste modo reduzir possíveis enviesamentos.

Assim, e em resultado do procedimento anterior, considerou-se na análise estatística os seguintes dados: *L. camara* 198 levantamentos (99 presenças e 99 ausências), *B. bipinnata* 236 (99 ausências e 137 presenças), *E. heterophylla* 232 (119 ausências e 113 presenças) e *F. foetida* com 78 levantamentos (46 ausências e 32 presenças). A fim de se evitar os principais problemas numéricos, analisaram-se tabelas de duas entradas para as variáveis categóricas, tais como geomorfologia, grandes bacias, ocupação de solos, exposição e tipos de solos, possibilitando a identificação e correcção de variáveis com classes de frequência nula. Por forma a evitar a correlação entre variáveis independentes, procedeu-se à construção da Matriz de Correlação ou Matriz de Spearman. Muitos autores consideram severos valores de correlação que

oscilem entre 0,8 e 0,9; outros apontam 0,7 como o valor recomendado para uma análise apropriada (Tabachnick & Fidell, 1996). Todas as variáveis independentes com valor de correlação superior ou igual a 0,7 foram excluídas da análise. Nos casos de correlação entre classes de uma mesma variável, resumiu-se a informação de algumas classes que foram depois utilizadas no modelo.

Para o caso da espécie *F. foetida* que, por apresentar apenas 78 levantamentos não podia suportar todas as variáveis independentes presentes na base de dados, foram selecionadas as variáveis mais importantes para a distribuição da espécie do ponto de vista ecológico e com base nos resultados da análise uni variada.

Numa primeira fase de seleção das variáveis independentes utilizou-se a análise uni variada, sendo aplicada a cada uma das variáveis independentes de forma isolada. Considerou-se um nível de significância de $p=0,3$, evitando assim a exclusão de variáveis independentes potencialmente importantes. Antes de serem excluídas, foi considerada a potencial importância ecológica das variáveis sem significado estatístico. Para avaliar a significância da interação das variáveis independentes sobre a variável dependente desenvolveu-se um modelo de regressão logística onde se forçou a entrada de todas as variáveis.

No método *LR Forward*, definiu-se como 0,15 a probabilidade de significância para a entrada de uma variável independente no modelo (*p to enter*) e 0,30 a probabilidade de significância para a remoção de uma variável independente no modelo (*p to remove*). Os valores usados, menos restritivos que os usados em alguns trabalhos, evitam a potencial exclusão de variáveis com significado ecológico. Para o refinamento do modelo analisou-se a linearidade das variáveis contínuas selecionadas nos modelos, transformando-as em variáveis categóricas de 4 níveis com aplicação de quartis. Todas as variáveis analisadas com este procedimento demonstraram linearidade com o *logit*. De seguida fez-se a análise dos resíduos estandardizados para cada um dos modelos. A análise de resíduos permite identificar *outliers* e casos influentes na estimação do modelo. Assim, 95% dos valores devem ser inferiores a 1,96, e qualquer observação superior a $1,96 \approx 2$ pode ser classificada como um *outlier*. Nenhum dos modelos produziu resíduos que indicassem um número significativo de *outliers*. Por esta razão, todos os levantamentos em análise foram considerados na modelação.

Finalmente, também para validar o modelo, recorreu-se à área sob a curva ROC (Receiver Operating Characteristic, Beck & Shutz, 1986). Esta curva relaciona a sensibilidade e a especificidade do modelo e a área sob a curva representa uma medida precisa da sua capacidade de discriminação. A área sob a curva varia entre 0 e 1, áreas com valores entre 0,5 e 0,7, indicam fraca capacidade de discriminação, valores entre 0,7 e 0,9 indicam uma razoável capacidade de discriminação para muitos usos e, para valores mais elevados indicam uma discriminação excelente ou seja quanto mais próximo a área for de 1, maior é a capacidade do modelo de discriminação (Pearce *et al.*, 2000). Optou-se por se considerar dois modelos de regressão logística para cada espécie, a que denominámos de modelo preditivo e o explicativo.

O modelo preditivo inclui todas as variáveis independentes para as quais temos informação cartográfica para toda a ilha; deste modo são excluídas todas as variáveis recolhidas pontualmente durante a amostragem de campo. Com este modelo podemos prever a probabilidade de ocorrência de cada espécie em áreas não amostradas de Santiago.

Com o modelo explicativo pretendemos compreender quais são os factores ecológicos que condicionam a presença de cada espécie. Na definição deste modelo foram por isso excluídas as variáveis associadas ao NDVI. Este índice, apesar de ser um excelente indicador para espécies vegetais, é de difícil interpretação, já que o desenvolvimento vegetativo que mede é já o resultado de diversos factores ambientais (p. ex. tipo de solo, pluviosidade, etc.).

4.3.2. Mapas de probabilidade

Com base nos modelos preditivos gerados, foram construídos mapas de probabilidade de ocorrência para cada uma das espécies.

Os mapas foram construídos no *Idrisi Kilimanjaro* aplicando os coeficientes e operações matemáticas do modelo criado às imagens de cada variável independente seleccionada, de modo a obter um mapa final da probabilidade de ocorrência das espécies em toda a ilha. O software *Idrisi Kilimanjaro* foi usado sob licença do Professor Jorge M. Palmeirim da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

4.4. Resultados

Modelos de regressão logística

Apresenta-se dois modelos de regressão logística para cada espécie. No modelo explicativo consideraram-se todas as variáveis que poderão ajudar a compreender a ecologia da espécie na ilha, enquanto que com o modelo preditivo se pretende cartografar a probabilidade de ocorrência da espécie em toda a ilha.

4.4.1. *Euphorbia heterophylla*

4.4.1.1. Análise Univariada

A análise uni variada revelou que as variáveis, declive e exposição não contribuem significativamente para o modelo e por isso foram excluídas da análise seguinte.

As variáveis que parecem influenciar a distribuição da espécie e com valores bastante significativos ($p < 0,01$) são distância à costa, NDVI de Novembro, NDVI de Dezembro, ocupação do solo e pluviometria. Outras variáveis como a geomorfologia, localidades, NDVI de Agosto e Setembro e altitude (DEM) apresentaram também valores significativos

4.4.1.2. Modelos de regressão logística

- **Modelo explicativo:**

O modelo apresenta uma capacidade discriminante muito boa, com $X^2=74,98$ ($p < 0,001$) e uma percentagem de classificação correcta de 75% (81% das presenças e 69% das ausências). O valor de área sob a curva ROC é de 0.82 ± 0.03 ($p < 0.001$).

Neste modelo três variáveis revelaram influenciar significativamente a ocorrência desta espécie: a distância à costa, a ocupação do solo e a geomorfologia (Tabela 12).

Tabela 12 – Coeficientes estimados no modelo explicativo para *Euphorbia heterophylla*, amostragem: 232 levantamentos (119 ausências e 113 presenças).

Variáveis	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Distância à costa	0,01	0,00	31,54	1	<0.001	1,01
Ocupação do solo			14,98	4	0,005	
Pastagens e incultos	-1,92	0,73	6,93	1	0,008	0,15
Silvo-pastorícia	-1,67	0,85	3,88	1	0,049	0,19
Agrosilvícola	-1,70	1,61	1,11	1	0,291	0,18
Culturas de	-0,43	0,78	0,30	1	0,582	0,65

Geomorfologia			12,59	7	0,083	
Terrenos planos	-2,10	0,72	8,61	1	0,003	0,12
Declive médio	-0,13	0,67	0,04	1	0,840	0,87
Declive acentuado	-0,71	0,57	1,53	1	0,216	0,49
Terrenos	-0,77	0,56	1,91	1	0,167	0,46
Escarpas	-0,99	0,77	1,67	1	0,197	0,37
Cume	0,82	1,06	0,60	1	0,440	2,26
Zonas de depressão	-0,81	1,00	0,65	1	0,419	0,44
Constante	-0,14	0,53	0,06	1	0,799	0,87

A variável distância à costa revela ser a que mais influencia a ocorrência da espécie ou seja a sua presença é mais provável em áreas mais afastadas da costa.

Para a variável Ocupação do solo a espécie tem menor probabilidade de ocorrer em locais com solos de pastagens e incultos, silvo-pastorícia, agro-silvícola em detrimento das zonas agrícolas de regadio. Esta espécie parece também preferir habitats de cume em detrimento das restantes classes da variável geomorfologia.

- **Modelo preditivo:**

A capacidade discriminante demonstrada pelo modelo é boa, apresenta $X^2=56,81$ ($p<0,001$), classificando corretamente 73% dos levantamentos (72% das presenças e 73% das ausências). O valor da área sob a curva ROC ($0,79\pm 0,03$ $p<0,001$) indica um bom ajuste do modelo relativamente aos dados.

No modelo preditivo, mais uma vez zonas com maior distância à costa revelam-se importantes para a ocorrência da espécie (Tabela 13).

Tabela 13 – Coeficientes estimados no modelo preditivo para *Euphorbia heterophylla*, amostragem: 232 levantamentos (119 ausências e 113 presenças).

Variáveis	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Distância à costa	0,01	0,00	32,4	1	<0,001	1,01
Geomorfologia			20,3	7	0,005	
Terrenos planos	-2,24	0,64	12,4	1	0,0004	0,11
Declive médio	-0,05	0,57	0,01	1	0,923	0,95
Declive acentuado	-0,78	0,48	2,61	1	0,106	0,46
Terrenos escarpados	-1,40	0,51	7,56	1	0,006	0,25
Escarpas	-1,80	0,72	6,20	1	0,013	0,17
Cume	-0,10	0,95	0,01	1	0,914	0,90
Zonas de depressão	-1,00	0,82	1,48	1	0,224	0,37
Constante	-0,89	0,41	4,62	1	0,032	0,41

Contudo, na variável geomorfologia, o leito das ribeiras (classe referência), bem como as áreas de cumeada e declives médios parecem ser mais favoráveis à ocorrência da espécie na ilha

A Figura 8 representa o mapa de probabilidade de ocorrência desenvolvido para *Euphorbia heterophylla* a partir do modelo preditivo. Este revela um bom ajuste às observações de campo, revelando uma maior probabilidade da espécie ocorrer nas regiões mais centrais da ilha.

A escala de probabilidade de ocorrência varia de mais baixa (0,0) para mais elevada (0,89). Os pontos brancos representam as presenças e pontos negros as ausências observadas nos levantamentos

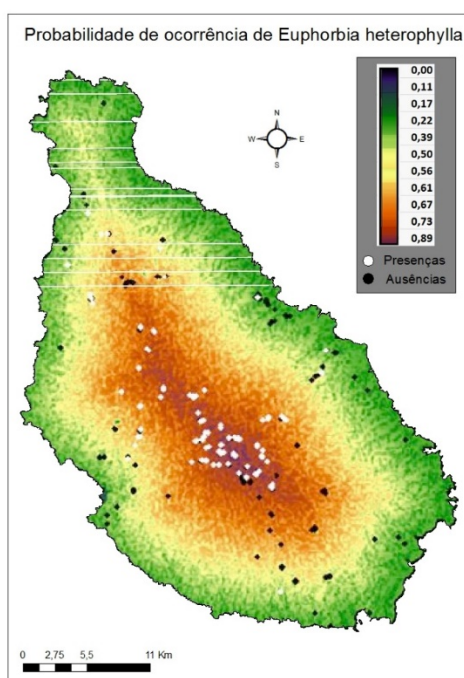


Figura 8 – Mapa de probabilidade de ocorrência de *E. heterophylla*.

4.4.2. *Furcraea foetida*

4.4.2.1. Análise univariada

Na análise uni variada foram selecionadas as variáveis, declive, NDVIs de Agosto, Novembro e Dezembro, Altitude (DEM), exposição.

4.4.2.2. Modelo de regressão logística

Para *F. foetida* todos os procedimentos com o método *stepwise* conduziram a um único modelo logístico (Tabela 14), com $X^2=14,91$ ($p=0,005$) em que a

percentagem global de classificação correcta obtida com o modelo foi de 72% (84% das ausências e 53% das presenças). O valor da área sob a curva ROC ($0,76 \pm 0,06$ $p < 0,001$) indica um bom ajuste do modelo.

Tabela 14 – Coeficientes estimados no modelo logístico para *Furcraea foetida*, amostragem: 78 levantamentos (46 ausências e 32 presenças)

Variáveis	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Declive	0,01	0,01	1,70	1	0,193	1,01
Ribeiras	0,02	0,02	2,44	1	0,118	1,02
Exposição NE	0,49	0,20	6,08	1	0,014	1,64
Altitude (DEM)	0,00	0,00	1,06	1	0,303	1,00
Constante	-4,03	1,33	9,17	1	0,002	0,02

Nas zonas com maior incidência da exposição NE é onde há maior probabilidade de ocorrência da espécie. A espécie ocorre também preferencialmente em áreas próximas às ribeiras, zonas de declive acentuado e zonas de altitude.

Na Figura 9 está representado o mapa de probabilidade de ocorrência desenvolvido através do modelo logístico. Observa-se que a espécie prefere locais de altitude A escala de probabilidade de ocorrência varia de mais baixa (0,0) para mais elevada (0,97). Os pontos brancos representam as presenças e pontos negros as ausências observadas nos levantamentos.

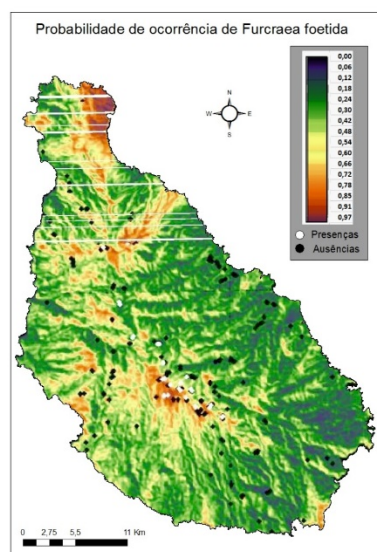


Figura 9 - Mapa de probabilidade de ocorrência de *F. foetida*.

4.4.3. Lantana camara

4.4.3.1. Análise uni variada

A análise uni variada revelou que os centros urbanos, estradas, localidades, NDVI de Setembro, pontos de água e tipo de solo são variáveis que não contribuem significativamente para a distribuição da espécie.

4.4.3.2. Modelos de regressão logística

- **Modelo explicativo:**

Este modelo apresenta uma aceitável capacidade discriminante com $\chi^2=21,91$ ($p=0,001$) e classificou corretamente aproximadamente 61% dos levantamentos (cerca de 65% das ausências e 59% das presenças).

A área sob a curva ROC ($0,70\pm 0,04$ $p<0,001$) revela um ajuste razoável do modelo explicativo. Os locais de pastagens, terrenos baldios e terrenos de silvo-pastorícia parecem ser usos do solo favoráveis a esta espécie. Pelo contrário, zonas de agrosilvicultura e cultura de sequeiro são áreas menos favoráveis a *L. camara*. Para a ocorrência desta espécie contribui de forma significativa a proximidade das ribeiras e a pluviometria relativamente elevada

Tabela 15 – Coeficientes estimados no modelo explicativo para *L. camara*, amostragem: 198 levantamentos (99 presenças e 99 ausências)

Variáveis	B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)
Ocupação do solo			9,59	4	0,048	
Pastagens e incultos	0,44	0,91	0,23	1	0,630	1,55
Silvo-pastorícia	0,06	1,00	0,00	1	0,953	1,06
Agrosilvícola	-1,35	1,59	0,73	1	0,393	0,26
culturas de regadio	-0,63	0,95	0,45	1	0,505	0,53
Pluviometria	0,003	0,00	5,52	1	0,019	1,00
Ribeiras	0,02	0,01	2,87	1	0,090	1,02
Constante	-1,54	0,93	2,71	1	0,100	0,22

- **Modelo preditivo:**

A capacidade discriminante deste modelo é boa com $X^2=41,38$ ($p>0,001$). A percentagem da classificação correcta é de 69% (aproximadamente 65% das ausências e 74% das presenças).

Novamente, o valor da área sob a curva ROC ($0,75\pm 0,03$ $p<0,001$) revela um bom ajuste do modelo e a sua adequação para aplicações ecológicas.

Áreas com maior coberto vegetal em Agosto e Novembro, início e final, respectivamente, da época chuvosa parecem ser os locais preferenciais de *L. camara*. Esta espécie parece preferir também áreas de cumeada em detrimento de zonas de terrenos planos, declive médio, declive acentuado, escarpas, terrenos escarpados

A exposição NE também tem grande contribuição na ocorrência da espécie

Tabela 16 – Coeficientes estimados no modelo preditivo para *Lantana camara*, amostragem: 198 levantamentos (99 presenças e 99 ausências)

Variáveis	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Exposição NE	0,22	0,12	3,34	1	0,067	1,24
Geomorfologia			17,15	7	0,016	
Terrenos planos	-1,25	0,65	3,69	1	0,055	0,29
Declive médio	-1,67	0,63	7,05	1	0,008	0,19
Declive acentuado	-0,70	0,53	1,74	1	0,188	0,49
Terrenos escarpados	-0,14	0,54	0,07	1	0,792	0,87
Escarpa	-0,52	0,74	0,50	1	0,480	0,59
Cume	1,53	1,18	1,66	1	0,197	4,60
zonas de depressão	-2,39	0,98	5,96	1	0,015	0,09
NDVI_Ago06	0,56	0,18	9,53	1	0,002	1,75
NDVI_Nov06	0,31	0,14	5,00	1	0,025	1,37
Constante	-4,65	1,14	16,76	1	0,000	0,01

A Figura 10 apresenta o Mapa de probabilidade de ocorrência de *Lantana camara* de acordo com o modelo preditivo. A escala de probabilidade de ocorrência varia de mais baixa (0,0) para mais elevada (0,94). Os pontos brancos representam as presenças e pontos negros as ausências observadas nos levantamentos. Observa-se que esta espécie revela uma maior amplitude ecológica, surgindo numa área alargada da ilha.

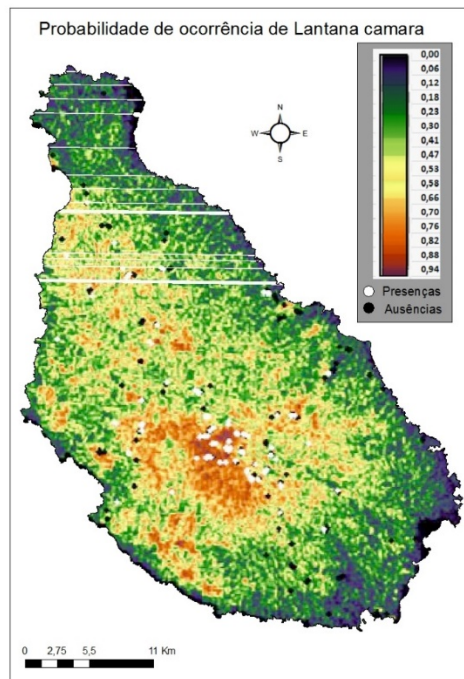


Figura 10 – Mapa de probabilidade de ocorrência de *L. camara*.

4.4.4. *Bidens bipinnata*

4.4.4.1. Análise univariada

Da análise uni variada resultou a exclusão das seguintes variáveis independentes: altitude, centros urbanos, distância à costa, grandes bacias, NDVI de Julho, Agosto e Novembro e pluviometria por não serem significativas na explicação da ocorrência da espécie.

Modelos logísticos

- **Modelo explicativo:**

O modelo classificou correctamente cerca de 67% dos levantamentos (47% das ausências e 81% das presenças), apresentando $X^2=29,29$ ($p<0,001$).

A área sob a curva ROC ($0,70\pm 0,03$ $p<0,01$) permitiu a validação do modelo situando-se entre os valores considerados adequados para o seu uso em aplicações ecológicas.

Os locais onde há maior probabilidade da espécie ser encontrada são os expostos a NE, em solos ocupados por terrenos agro-silvícola, silvo-pastorícia, culturas de sequeiro,

pastagem e incultos e também próximas das ribeiras (Tabela 17).

Tabela 17– Coeficientes estimados no modelo explicativo para *Bidens bipinnata*, amostragem: 236 levantamentos (99 ausências e 137 presenças)

	B	S.E.	Wald	df	Sig	Exp(B)
DEM (altitude)	-0,001	0,00	3,32	1	0,068	1,00
Exposição NE	0,24	0,09	6,95	1	0,008	1,27
Pastagens e incultos	1,60	0,82	3,82	1	0,051	4,94
Silvo-pastorícia	2,06	0,88	5,41	1	0,020	4
Agrosilvícola	2,83	1,42	3,95	1	0,047	7,84
Culturas de sequeiro	1,70	0,85	4,05	1	0,044	1,6
Ribeiras	0,02	0,01	4,76	1	0,029	1,02
Constante	-2,05	0,80	6,52	1	0,011	0,13

As zonas de altitude não são os locais preferidos de distribuição desta espécie na Ilha

- **Modelo preditivo:**

O modelo classificou corretamente 65% dos levantamentos (50% das ausências e 77% das presenças), apresenta um valor aceitável de $X^2 = 27,00$ ($p < 0,001$).

A área sob a curva ROC ($0,70 \pm 0,03$ $p < 0,01$) revela um modelo com poder discriminativo adequado à sua aplicação em questões ecológicas

A espécie ocorre preferencialmente em locais com grande desenvolvimento do coberto vegetal durante a época das chuvas (NDVI_Set06) (Tabela 18).

Tabela 18 – Coeficientes estimados no modelo preditivo para *B. bipinnata*, amostragem: 236 levantamentos (99 ausências e 137 presenças)

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Exposição NE	0,21	0,09	5,74	1	0,017	1,23
NDVI_Set06	0,23	0,09	6,29	1	0,012	1,26
NDVI_Dez06	-0,22	0,09	5,96	1	0,015	0,80
Ribeiras	0,02	0,01	4,43	1	0,035	1,02
Constante	-1,14	0,56	4,15	1	0,041	0,32

Têm também grande influência na distribuição da espécie as variáveis exposição NE e distância a ribeiras.

Áreas com pouca vegetação correspondentes ao mês de Dezembro (NDVI) têm menor probabilidade de ocorrência da *B. bipinnata*.

O mapa de probabilidade de ocorrência da *Bidens bipinnata* na Figura 11 desenvolvido por aplicação do modelo preditivo, revela uma ampla distribuição da espécie na ilha

A escala de probabilidade de ocorrência varia de mais baixa (0,0) para mais elevada (0,98). Os pontos brancos representam as presenças e negros as ausências observadas nos levantamentos

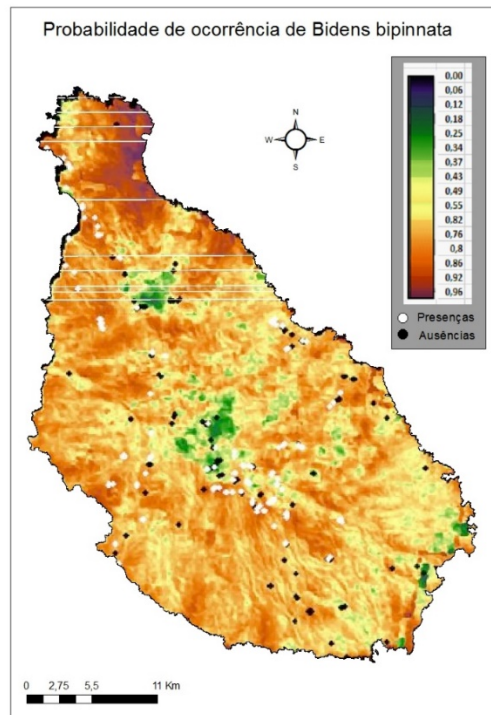


Figura 11 – Mapa de probabilidade de ocorrência de *B. bipinnata*.

4.5. Discussão

4.5.1.1. Modelação probabilística da distribuição das espécies

4.5.1.1.1. Modelos de regressão logística

Os modelos logísticos desenvolvidos neste trabalho permitiram identificar as variáveis ambientais potencialmente importantes para a distribuição e expansão das espécies na ilha.

Este procedimento permitiu a elaboração de mapas de probabilidade de ocorrência a partir das variáveis selecionadas nos modelos e consideradas importantes do ponto de vista biológico para as espécies no estudo. Os mapas de probabilidade são consideradas ferramentas muito importantes na formulação de estratégias de controlo e mitigação das espécies exóticas invasoras.

4.5.1.1.2. Espécies do estudo

4.5.1.1.2.1. *Euphorbia heterophylla*

Para esta espécie (Figura 12) a variável distância à costa influencia consideravelmente a sua distribuição. Parece assim que esta espécie prefere zonas mais afastadas da costa ou seja zonas com uma certa altitude (ver Figura 10) como demonstram os dados recolhidos no campo em que a espécie foi colhida em locais que chegam a atingir os 1005 m de altitude. Alguns levantamentos foram identificados em zonas próximas da costa, o que não é de estranhar, atendendo à sua ecologia; pode ser encontrada em habitats com uma certa vegetação mas também, em habitats considerados áridos, como demonstram alguns levantamentos feitos em altitudes de 10 m. De uma forma geral, quanto maior for a distância à costa, maior é a probabilidade de ocorrência da espécie na ilha. De referir que é uma espécie infestante das culturas de sequeiro e regadio, retirada de forma manual pelos agricultores na época do cultivo dos cereais e outras culturas. Os dados disponíveis encontrados sobre a espécie não permitiram uma análise mais detalhada do seu carácter invasor em outras regiões, porque só fazem referência ao seu estatuto de espécie invasora.



Figura 12 – *Euphorbia heterophylla* (foto de M.C. Duarte)

4.5.1.1.2.2. *Furcraea foetida*

O maior número de presenças nos levantamentos desta espécie (Figura 13) foi detectado em zonas húmidas rochosas a altitudes entre os 300 e 1005 m. Em geral, verifica-se que locais com estas características estão sob a influência dos ventos nordeste que condicionam a pluviometria e a formação de nevoeiros e atingindo valores elevados de declive (90°). Assim parece lógica a sua presença estar também associada a zonas de ribeiras, muitas das quais têm a sua origem nas zonas elevadas da ilha. É de salientar que esta espécie se encontra amplamente distribuída pelas zonas elevadas da ilha, reconhecendo-se o seu potencial invasor uma vez que se distribui por extensas áreas antes ocupadas por espécies muitas delas endémicas do arquipélago. *F. foetida* foi introduzida em muitas regiões com fins ornamentais e económicos, estes últimos devido a utilização das folhas para o fabrico de fibras (cordas). No Senegal ela é também utilizada para fins medicinais (Berhaut, 1988). Encontra-se também introduzida nas ilhas Canárias, onde é considerada invasora, ocupando ambientes ruderais e periurbanos (Sanz-Elorza *et al.*, 2005).



Figura 13 – *Furcraea foetida* (foto de M.C. Duarte)

4.5.1.1.2.3. *Lantana camara*

Esta espécie (Figura 14) mostra-se mais generalista quanto aos locais de ocorrência. Pastagens e terrenos incultos revelaram-se zonas preferenciais da espécie, o que de facto se havia verificado nos levantamentos efectuados no campo. Áreas ocupadas por silvopastorícia a proximidade de ribeiras e pluviometria revelaram-se muito importantes na sua ocorrência. Provavelmente, devido ao facto de ser uma espécie

que também prefere áreas com maior coberto vegetal como revelaram os NDVIs de Agosto e Novembro (2006) e também locais com influência da exposição NE.

Contudo, algumas classes da ocupação do solo e geomorfologia (Tabelas 16 e 17) revelaram-se zonas com menos probabilidade de ocorrência da espécie. Parece evidente, se tivermos em conta que, nestes locais, por vezes o próprio Homem se encarrega de a eliminar. Estudos feitos em outras regiões (p. ex. Weber, 1997) confirmam as características generalistas desta espécie observadas em Santiago. Trata-se de uma espécie invasora de vários habitats na Europa, podendo ser encontrada em ambientes ruderais estradas, caminhos, etc. (Sanz-Elorza *et al.*, 2005), locais húmidos e beira de barrancos (Sobrino *et al.*, 2002).

Segundo, o GISP (The Global Invasive Species Programme) a *Lantana camara* apresenta uma ampla distribuição geográfica e uma vasta tolerância ecológica, ocorre em diversos habitats e em diversos tipos de solos. Pode ser encontrada em florestas (principalmente quando perturbadas), estradas, vias ferroviárias, canais (Thaman 1974; Winder & Harley, 1983; Thakur *et al.*, 1992, Munir, 1996, in Day *et al.*, 2003), em zonas de altitude a partir do nível do mar até 2000 m (Matthew, 1971 in Day *et al.*, 2003). Ainda segundo o GISP a *L. camara* é hoje uma das principais plantas infestantes em muitas regiões tropicais, invadindo ecossistemas naturais e agrícolas (Thomas & Ellison, 1999). Em florestas nativas perturbadas pode tornar-se em espécie dominante perturbando a sucessão e diminuindo a biodiversidade (Fensham *et al.*, 1994, in Dia *et al.*, 2003).



Figura 14 – *Lantana camara* (foto de M.C. Duarte)

4.5.1.1.2.4. *Bidens bipinnata*

É uma espécie (Figura 15) infestante das culturas (Diniz *et al.*, 2002) parecendo evidente a sua preferência em termos ecológicos por áreas de uso agrosilvícola, silvopastorícia, culturas de sequeiro e pastagens ou incultos tendo em conta a existência das ribeiras. Há ainda o facto de ser uma espécie anual o que determina a sua maior probabilidade de ocorrência no mês de Agosto (NDVI de Agosto) durante a época das chuvas não se verificando o mesmo no mês de Dezembro por ser, considerada época seca.

Para esta espécie os dados disponíveis encontrados, não permitem uma análise mais aprofundada acerca da sua característica de infestante em outras regiões no globo.



Figura 15 – *Bidens bipinnata* (foto de M.C. Duarte)

4.5.2. As variáveis ecológicas

Das variáveis resultantes do trabalho de campo, a exposição NE revelou-se muito importante nos modelos da *L. camara*, *F. foetida*, *B. bipinnata*. Esta variável traduz a importância dos ventos responsáveis por parte da precipitação ocorrida na ilha (precipitação oculta).

Também as variáveis ocupação do solo, geomorfologia, pluviometria e declive são importantes, tal como o indicam os modelos explicativos e preditivos das espécies estudadas.

Quanto às variáveis obtidas por cartografia digital, a variável distância às ribeiras é que mais participou nos modelos desenvolvidos, seguindo-se os NDVIs de diferentes meses (estação húmida e seca), a altitude (DEM) e distância à costa.

De uma forma global, as características geofísicas da ilha e os fatores climáticos, são importantes na explicação da distribuição das espécies.

4.5.3. Probabilidade de invasão

É de salientar que os mapas de probabilidade de ocorrência das espécies estudadas foram construídos com base em modelos preditivos, devido a falta de informação disponível para a maior parte das variáveis utilizadas nos modelos explicativos.

A construção destes mapas justifica-se pelo estatuto de conservação dos habitats em que algumas destas espécies ocorrem, pela escassez de estudos existentes sobre o impacto das principais espécies exóticas invasoras e pela ausência de qualquer estudo com este tipo de abordagem.

Os mapas de probabilidade construídos apresentaram zonas de elevada probabilidade de ocorrência das espécies exóticas estudadas em áreas protegidas da ilha de Santiago. Todas as espécies exóticas apresentaram elevada probabilidade de distribuição na área protegida da Serra do Pico da Antónia.

Para a *Euphorbia heterophylla* e *Lantana camara* as áreas de maior probabilidade de ocorrência estendem-se às áreas protegidas do Pico da Antónia, Banana, Boa Entrada, Serra da Malagueta e Lugar Velho, as duas últimas com menor probabilidade para *L. camara*.

Bidens bipinnata apresenta uma área de invasão que engloba toda a ilha e, por isso, atinge todas as áreas protegidas, o que se justifica com o facto de ser uma espécie com grande flexibilidade ecológica.

A *Furcraea foetida* por ser uma espécie característica das zonas de altitude a sua área probabilidade de ocorrência inclui somente as áreas protegidas da Serra do Pico da Antónia, Serra da Malagueta e Monte Graciosa.

De uma forma geral, este cenário de coincidência entre a localização das áreas de maior probabilidade de ocorrência das espécies exóticas com as áreas protegidas da ilha, demonstra a necessidade de medidas urgentes para a preservação da vegetação endémica localizada nas áreas protegidas referidas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constituem aspetos fundamentais na conservação da biodiversidade de Cabo Verde o conhecimento e caracterização da flora exótica deste arquipélago.

Pela primeira vez foi efetuado um estudo (Capítulo III) que integra a distribuição por famílias, o ciclo de vida, a origem biogeográfica, o tipo de utilização, a distribuição pelas ilhas e a ecologia das espécies 397 exóticas naturalizadas conhecidas neste arquipélago.

Da análise da distribuição por famílias, o grupo das Dicotiledóneas está melhor representado (310 espécies exóticas), quando comparado com o grupo das Monocotiledóneas (87 espécies).

A distribuição biogeográfica das espécies exóticas naturalizadas em Cabo Verde permitiram concluir que as três grandes regiões de proveniência das espécies são a região Afrotropical, Neotropical e Paleártica (Figura 6). As regiões tropicais e subtropicais, constituem os principais grupos climáticos em termos de origem geográfica dos *taxa* exóticos do arquipélago.

Relativamente ao tipo biológico das espécies exóticas analisadas neste trabalho, os terófitos constituem a larga maioria das espécies com 45,6 % e os criptófitos constituem o tipo biológico menos representativo com 6%.

A determinação da distribuição das exóticas pelas ilhas do arquipélago conduziu à conclusão de que a altitude, a superfície, a presença humana e o desenvolvimento socio-económico influenciam positivamente a expansão das *taxa* exóticos. Verificou-se ainda que Santiago é a ilha com maior ocorrência de espécies exóticas.

Apesar da escassez de informação obtida para o tipo de utilização das espécies exóticas, ficou bem patente que o uso mais frequente é o medicinal, seguido da utilização como forrageiras e em pastagens.

Utilizando-se os dados ecológicos disponíveis foi possível identificar os locais habitados, jardins, estradas, caminhos, terrenos degradados ou perturbados, zonas ruderais ou seja de forma geral, meios ou habitats alterados pelo homem, como sendo aqueles em que ocorrem mais espécies exóticas. No que concerne aos habitats naturais, os locais húmidos e sombrios lideram na preferência das mesmas.

Reforce-se, no entanto, que os elementos analisados nesta primeira parte do trabalho apenas são provisórios, sendo necessários estudos mais aprofundados. Estudos anteriores (Lobin *et al.*, 1987, Arrechavaleta *et al.*, 2005) limitaram-se ao levantamento das espécies exóticas existentes no arquipélago não apresentando outras informações consideradas importantes.

A metodologia aplicada no Capítulo IV revelou ser um bom instrumento para compreender e prever a distribuição das espécies estudadas. A interação entre as diferentes variáveis provou ser fundamental para a compreensão do comportamento das diferentes espécies.

Os resultados indicam que as variáveis que estão relacionadas com a ocorrência da precipitação são as mais importantes para a ocorrência das espécies. É o caso por exemplo, do NDVI, da exposição NE, da distância às ribeiras e da altitude. Também a geomorfologia e ocupação do solo se mostraram relevantes.

Pretendeu-se com a elaboração de mapas de probabilidade de ocorrência a formulação de estratégias para o controlo e mitigação das plantas exóticas, contribuindo para a manutenção e conservação da biodiversidade.

A distância à costa parece ter uma grande influência na seleção de habitats por parte da *Euphorbia heterophylla*. Uma outra característica considerada importante na sua distribuição é zonas de cume. O mapa de probabilidade de ocorrência define muito bem a presença da espécie em áreas afastadas da costa.

A exposição Nordeste determina positivamente a presença da *Furcraea foetida*, demonstrando ainda clara preferência por zonas próximas às ribeiras, de declive e zonas de altitude. O mapa de probabilidade de ocorrência revela uma coincidência entre as presenças da espécie e as variáveis selecionadas nos modelos logísticos. A sua distribuição é específica de zonas de altitude, onde têm grande influência os alísios do Nordeste.

Para a *Lantana camara* vários fatores contribuem para a sua distribuição, o início da época das chuvas (NDVI de Agosto) e final da mesma época (NDVI de Novembro), as zonas de pastagem e terrenos de silvo-pastorícia, a exposição Nordeste, a pluviometria, as ribeiras e as zonas escarpadas. O mapa de probabilidade de ocorrência revelou uma

certa heterogeneidade em termos de distribuição das presenças, facto relacionado certamente com a grande diversidade de fatores ecológicos que influenciam a distribuição desta espécie.

Bidens bipinnata tem a sua distribuição influenciada pela relação existente entre a exposição a Nordeste e locais com coberto vegetal (correspondente ao NDVI de Setembro). A ocupação do solo é uma característica potencial na distribuição, seguida da variável distância às ribeiras. O mapa de probabilidade de ocorrência demonstrou que esta espécie poderá ocorrer em toda a ilha.

A metodologia adotada neste trabalho demonstrou ser apropriada para a definição dos modelos estatísticos estimados para prever a ocorrência das espécies. O resultado dos modelos logísticos revelou as variáveis que influenciam a distribuição das espécies permitindo desta forma o conhecimento dos fatores ambientais que afetam potencialmente a distribuição das espécies estudadas.

A integração deste procedimento com a elaboração dos mapas de probabilidade de ocorrência das espécies mostrou ser uma ferramenta importante na identificação das variáveis ecológicas mais importantes na sua distribuição e, também, na identificação das áreas com maior risco de invasão de plantas exóticas.

Os mapas de probabilidade de ocorrência permitiram identificar que em geral a área de distribuição potencial das espécies estudadas inclui Áreas Protegidas (já estabelecidas por Decreto-Lei) para a ilha de Santiago.

Este facto demonstra a necessidade de implementação de um plano de gestão das espécies invasoras. Apesar de ser um processo moroso e dispendioso, seria um plano adaptado às condições socio-económicas do arquipélago, tendo em conta que algumas das espécies (como veremos a seguir) têm utilidade para as populações locais.

A prevenção seria a primeira medida a tomar contra os efeitos das plantas exóticas invasoras e incluiria a informação e sensibilização das populações, impedir a introdução de novas espécies exóticas potencialmente invasoras e limitações na utilização de espécies invasoras já introduzidas.

Ainda, segundo Weber (2000), a prevenção de novas introduções deverá ser feita em fases rígidas (Westbrooks, 1991, Zamora *et al.*, 1989):

- Identificação das principais plantas consideradas invasoras
- Deteção atempada das infestações provocadas pelas espécies naturalizadas
- Monitorização das potenciais invasoras
- Elaboração de medidas necessárias para a erradicação e controlo de novas espécies invasoras.

Existindo já uma legislação que regula a entrada de espécies exóticas no arquipélago, estas medidas passariam também por controlar a introdução de novas exóticas e a criação de meios técnicos e humanos para a sua implementação.

No entanto as medidas de deteção precoce e erradicação devem ser aplicadas com especial atenção nas zonas de altitude, porque é nestas áreas que se encontram a maior parte dos endemismos do arquipélago e, como concluímos para a ilha de Santiago, há nelas maior probabilidade de ocorrência das espécies invasoras.

Os métodos de luta geralmente utilizados noutras regiões geográficas são o controlo mecânico, o controlo químico, o controlo biológico e por vezes o fogo controlado. A utilização combinada de diferentes métodos é frequentemente a opção mais adequada, resultando numa melhoria dos resultados obtidos (Marchante 2005).

Em algumas regiões já se faz a redução e gestão populacional das espécies exóticas invasoras (Vila *et al.*, 2007) com métodos mecânicos. Em Cabo Verde algumas espécies, como *Bidens bipinnata* e *Euphorbia heterophylla*, são removidas manualmente das culturas pelos agricultores, mas trata-se de uma medida pontual porque só é feita em locais de culturas e durante a época das chuvas.

Contudo, para a *F. foetida* e *L. camara* deverá ter-se uma abordagem diferente nas medidas de controlo tendo em conta que estas espécies são utilizadas pelas populações locais. *F. foetida* é preservada em zonas de altitude, devido ao uso das folhas para a confeção de fibras e no revestimento de coberturas dos abrigos dos animais domésticos. Relativamente à *L. camara* ela não é removida pelas populações

quando ocorre em zonas de altitude porque o seu fruto é muito consumido por *Numida meleagris* (galinha-de- guiné ou galinha-do-mato) evitando, assim, que esta ave consuma os grãos de milho semeados na época das chuvas; acresce o, ainda, “mito” de que quando o seu caule é usado como corretivo nos rapazes ajuda no crescimento e maturidade dos mesmos.

A melhor forma de gerir um habitat invadido, contempla, além do controlo, a redução das perturbações o que implica medidas que integrem todo o ecossistema e não apenas as espécies invasoras.

Os objetivos inicialmente propostos para este estudo foram na maioria atingidos apesar de algumas limitações relativamente à obtenção de dados sobre algumas variáveis importantes para as análises a efetuar o que limitou a modelação a quatro espécies.

Os resultados obtidos e a metodologia utilizada apontam para o interesse da continuação de futuras investigações que irão contribuir para a elaboração de estudos similares para outras espécies invasoras cujos efeitos são conhecidos nas ilhas do arquipélago.

Com a consciência de algumas limitações esperamos ter contribuído com os resultados deste estudo para a conservação dos ecossistemas naturais em Cabo Verde.

6. BIBLIOGRAFIA

- Almeida, J.D. & Freitas, H. (2006). Flora exótica de Portugal continental – uma revisão *Botanica Complutensis* 30: 117-130.
- Almeida, J.D. & Freitas H. (2000). A flora exótica e invasora de Portugal. *Portugaliae Acta Biológica* 19: 159-176.
- Amaral, I. (1991). Cabo Verde: Introdução geográfica. In *História Geral de Cabo Verde*. Vol. I. Instituto de Investigação Científica Tropical, Portugal e Direção Geral do Património Cultural, Praia, Cabo Verde.
- Arrechavaleta, M., Zurita, N., Marreiro, M.C. & Martín, J.L. (eds.). (2005). *Lista Preliminar de espécies silvestres de Cabo Verde (hongos, plantas y animales terrestres)*, 2005. Consejería de Médio Ambiente y Ordenacion Territorial, Gobierno de Canárias. 155 pp.
- Baptista, I., & Correia, F. (1998). *Programa nacional de luta contra a desertificação e de mitigação dos efeitos da seca*. Secretariado Executivo para o Ambiente. Praia, Cabo Verde.
- Beck, J.R. & Shutz, E. (1986). The use of receiver operation characteristic (ROC) curve in test performance evaluation. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 110: 13-20.
- Berhaut, J. (ed.) (1988). *Flore Illustrée du Sénégal, Monocotyledónes et Ptéridophytes*, Tome IX. Monocotylédones: Agavacées à Orchidacées. Gouvernement du Sénégal, Ministère de la Protection de la Nature, Dirección des Eaux et Forêts, Dakar. 622 p.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales* (tradução espanhola). H. Blume Ediciones, Madrid, 820 p.
- Brochmann, C.O., Rustan H., Lobin W., & Kilian N. (1997). The endemic vascular plants of the Cape Verde Islands. W. Africa. *Sommerfeltia* 24: 1-356.
- Correia, E. (1996). Contribuições para o conhecimento do clima de Cabo Verde, *Garcia de Orta, Série Geográfica* 15 (2): 81-107.

Costa, M.J. (1999). *Vegetação da Bacia Hidrográfica da Ribeira Principal e Serra da Malagueta*. Monografia. Instituto Superior de Educação. Praia. Cabo Verde.

Dickson, J.H., Rodriguez, J.C. & Machado, A. (1987). Invading plants at high altitudes on Tenerife, especially in the Teide National Park, *Botanical Journal of the Linnean Society* 95: 155-179.

Diniz, A.C. & Matos, G.C. (1986). Carta de Zonagem Agro-Ecológica e da Vegetação de Cabo Verde, Ilha de Santiago, *Garcia de Orta, Ser. Bot.* 12 (1-2): 69-100.

Duarte, M.C. (1998). *Vegetação de Santiago (Cabo Verde). Apontamento histórico, composição florística e comunidades vegetais*. Tese de doutoramento. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Portugal.

Duarte, M.C. & Moreira, I. (2002). A vegetação de Santiago (Cabo Verde), Apontamento Histórico. *Garcia de Orta, Ser. Bot.* 16 (1-2): 51-80.

Duarte, M.C. *et al.* (em preparação). Catálogo de Plantas Vasculares do Arquipélago de Cabo Verde.

Leyens, T. (2005). *Fauna and Flora of the Atlantic Islands*. Proceedings of the IV Symposium. Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas (MAAP), Praia, Cabo Verde.

Ferreira, D.B. (1986). *Etude sur la secheresse dans l'île de Santiago (Cap Vert)*. Linha de Acção de Geografia Física. Relatório nº 23. Centro de Estudos Geográficos. INIC. Lisboa 113 p.

Frahn, J.P., Lindlar, A. & Muhle, H. (1996). *Lista Vermelha para os Briófitos*. In Leyens

T. & Lobin W. (eds.) Primeira Lista Vermelha de Cabo Verde. *Cour. Forsch. - Senckenberg* 193: 27-36.

Gomes, I. & Vera-Cruz, M.T. (1993). *A Situação da Biodiversidade em Cabo Verde*. Inst. Nac. Invest. Des. Agr., Santiago, Cabo Verde. 30 p.

Gomes, I., Gomes, S., Kilian, N., Leyens, T., Lobin, W. & Vera-Cruz, M.T.

- (1995). Notes on the flora of Cape Verde Islands, W Africa. *Willdenowia* 25: 177-196.
- Gomes, I. & Vera-Cruz, M.T. (1993). *A Biodiversidade em Cabo Verde*. Instituto Nacional Investigação e Desenvolvimento Agrário, Santiago, Cabo Verde.
- Gomes, I., Gomes S., Kilian N., Leyens T., Lobin W. & Vera-Cruz M.T. (1996). *Lista Vermelha para as Angiospérmicas (Angiospermae)*. In Leyens T. e W. Lobin (eds.). 1996. *Primeira Lista Vermelha de Cabo Verde*. *Cour. Forsch. - Senckenberg* 193: 43- 62.
- Gomes, I., Gomes, S., Kilian, N., Leyens, T., Lobin, W. & Vera-Cruz, M.T. (1995). *Plantas endémicas e árvores indígenas de Cabo Verde*. INIDA, Santiago, Cabo Verde. 33 p.
- Gomes, I., Vera-Cruz, M.T. & Levy, J.G.V. (1998). *A Biodiversidade terrestre de Cabo Verde*. SEPA. Praia, Cabo Verde.
- Hazevoet, C.J. (1993). *Aves de Cabo Verde*. BirdLife International e Inst. Nac. Invest. Des. Agr. S. Jorge dos Órgãos, Santiago, Cabo Verde.
- Hobbs, R.J. & Humphries, S.E. (1995). An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conservation Biology* 9: 761-770.
- Hosmer, D.W. & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression*, Second Edition, USA.
- Leyens, T. & Lobin, W. (1996). Primeira Lista Vermelha de Cabo Verde. *Cour. Forsch. - Senckenberg* 193: 1-140.
- Lloret, F., Medail, F., Brundu, G. & Hulmes, P.E. (2004). Local and regional abundance of exotic plant species on Mediterranean islands: are species traits important? *Global Ecology and Biogeography* 13: 37-45.
- Lobin, W., Ficher E. & Ormonde J. (1998). *The Ferns and Ferns-allies (Pteridophyta) of the Cape Verde islands, West-Africa*. Berlin. Stuttgart.
- Lonsdale, W.M (1999). Global patterns of plant invasion and the concept de invisibility. *Ecology* 80 (5): 1522-1536.

- MAAP (2004). *Livro Branco sobre o Estado do Ambiente*. Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas (MAAP), Dezembro, Praia.
- Marchante, H., Marchante, E. & Freitas, H. (2005). *Plantas Invasoras em Portugal- fichas para identificação e controlo*. Ed. dos autores. Coimbra.
- Marchante, H. (2001). *Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acácia: uma ameaça para a biodiversidade nativa*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.
- Maroco, J. (2007). *Análise Estatística-Com utilização do SPSS*, 3ªEdição. Edições Sílabo, Lisboa.
- Mies, B. (1996). *Lista Vermelha para os Líquenes*. In Leyens T. & Lobin W. (eds.) Primeira Lista Vermelha de Cabo Verde. *Cour. Forsch. - Senckenberg* 193: 17-26.
- Miller, R.L. (1993). *A call for conservation; National Park and Protected Area Development in Cape Verde*. *Cour. Forsch. - Senckenberg*, 159: 25-32.
- Morrone, J.J. (2002). *Biogeographical regions under track and cladistic scrutiny, a comment on C. Barry Cox (2001), The biogeographical regions reconsidered*. *Journal of Biogeography* 29, 149-152.
- Pearce, J. & Ferrier, S. (2000). Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression, *Ecological Modelling* 133: 225–245.
- Pinto, E.C., Ramos, C.D. & Carvalho, D.M.F. (1996). Projecto NLTPS – *Estudo Nacional de Perspectivas a Longo Prazo. "Cabo Verde 2020"*. II fase: Construção de base de dados de estudos. Relatório. 1996. Praia, Cabo Verde.
- Pysěk, P., Richardson, M.D, Rejmánek, M., Webster, L.G., Williamson, M. & Kirschner J. (2004). Alien plants in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53 (1): 131-143.
- Romeiras, M.M. (2005). *Caracterização molecular e conservação da biodiversidade de três espécies do género Echium (E. hypertropicum, E. stenosiphon e E. vulcanorum) endémicas em Cabo Verde*. Tese de doutoramento. Faculdade Ciências da Universidade de Lisboa. Portugal.

Sanz-Elorza, M., Dana, E.D. & Sobrino, E. (2006). Invasibility of an inland area in NE Spain by alien plants. *Acta Oecologica* 29: 114-122.

Sanz-Elorza, M., Dana, E.D. & Sobrino, E. (2005). Aproximación al listado de plantas vasculares alóctonas invasoras reales y potenciales en las islas Canarias. *Lazaroa* 26: 55-66.

SEPA (1999). *Inventário das emissões de gases com efeito de Estufa em Cabo Verde*. Secretariado Executivo para o Ambiente (SEPA), Praia.

Sobrino, E., Sanz-Elorza, M., Dana, E.D. & Gonzalez, M.A. (2002). Invasibility of a coastal strip in NE Spain by alien plants. *Journal of Vegetation Science* 13: 585-594.

Teixeira, A.J.S. & Barbosa, L.A.G. (1958). A agricultura do Arquipélago de Cabo Verde. Cartas Agrícolas. Problemas Agrários. *Memórias da Junta de Investigação do Ultramar*, 2ª série, 2: 1-178.

Varela, Anabela Cabral (2006). QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO CONCELHO DE SANTA CRUZ – Trabalho científico apresentado ao ISE para obtenção do grau de licenciatura em geologia – ramo científico.

Van Lynden, G.W.J. & Mantel, S. (2001). The role of GIS and remote sensing in land degradation assessment and conservation mapping: some user experiences and expectations. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 3(1): 61-68, Eder 2016

Vila, M. & Andrew, J. (2007). Análisis de la gestión de las plantas exóticas, em los espacios naturales españoles. Asociación Española de Ecología Terrestre, *AEET*.

Weber, E. (2000). Switzerland and the invasive plant species issue. *Botanica Helvetica*, 110(1): 11-24.

Weber, E.F. (1997). The alien flora of Europe: a taxonomic and biogeographic review. *Journal of Vegetation Science* 8: 565-572.

Wolfgang, R. & Franz, E. (2006). Biological Invasions in Austria: patterns and case studies. *Biological Invasions*, 8: 295.