Universidade dos Açores

Departamento de Ciências Agrárias

Plantas Vasculares invasoras no Parque Natural da Ilha Terceira: caracterização e monitorização do controlo de *Pittosporum undulatum*

Héber Filipe da Silva Goulart

Angra do Heroísmo, Abril de 2014

Universidade dos Açores

Departamento de Ciências Agrárias

Plantas Vasculares invasoras no Parque Natural da Ilha Terceira:

caracterização e monitorização do controlo de *Pittosporum undulatum*

Dissertação apresentada na Universidade dos Açores, para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente

Héber Filipe da Silva Goulart

Orientadores:

Professora Doutora Rosalina Gabriel

Professor Doutor Rui Elias

Angra de Heroísmo, Abril de 2014

“A natureza é racional e revelará os seus segredos àqueles que aprenderem a ler e a entender sua linguagem.”

(George Louis Leclerc – Conde de Buffon)

Dedico este trabalho à minha mulher e à minha família,
que são os meus alicerces.

AGRADECIMENTOS

Para concluir esta tese tive de percorrer um longo caminho, que por vezes se tornou confuso e cheio de obstáculos. Sem a ajuda, o apoio e a orientação de algumas pessoas teria sido impossível chegar ao fim. A todas estas pessoas os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar quero agradecer à minha mulher, que sempre me apoiou, que sempre me orientou e que nos momentos mais difíceis sempre me incentivou a não desistir. Sem ela não teria conseguido. Obrigado Marisa!
Aos meus orientadores, Prof. Dra. Rosalina Gabriel e Prof. Dr. Rui Elias, quero agradecer pela sua constante disponibilidade e pelos seus ensinamentos transmitidos. Apesar de ter mudado a minha residência para o continente nunca deixaram de estar presentes. Muito obrigado.

Apesar da distância que nos separa, agradeço à minha mãe, irmãos e amigos que sempre acreditaram nas minhas capacidades e sempre me motivaram a seguir em frente.

Quero ainda agradecer à Engª. Enésima Mendonça e ao Grupo da Biodiversidade dos Açores pela cedência dos dados do programa Atlantis Tierra 3.0.

Resumo

Na atualidade as plantas vasculares invasoras são uma das mais importantes problemáticas ambientais, principalmente em ilhas oceânicas. Para controlar as espécies vegetais invasoras é necessário, entre outras coisas, (1) conhecer a seu padrão de distribuição bem como (2) o seu comportamento após o ensaio de várias técnicas de erradicação. Neste sentido, o presente trabalho apresenta o resultado de dois estudos, que utilizando metodologias distintas, vão de encontro aos objetivos definidos.

No ESTUDO 1 pretende-se descrever o padrão de distribuição das espécies naturalizadas nas Reservas Naturais (RN) do Parque Natural da Ilha Terceira: RN da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros (1, RNSB) RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto (2, RNBP) e RN da Terra Brava e Criação das Lagoas (3, RNTB) utilizando dados secundários provenientes do programa Atlantis Tierra 3.0, no caso das duas primeiras reservas e complementados com dados de campo no caso da Terceira. Comparam-se as dimensões e a forma das reservas como parâmetros facilitadores da invasão de espécies exóticas (dilema SLOSS – *Single Large or Several Small*). Para obter os dados primários foram realizadas observações em 11 das 23 quadrículas UTM pertencentes à RNTBCL. Constatou-se que as três espécies exóticas com maior cobertura média são: *Cryptomeria japonica* (31%), *Hedychium gardnerianum* (16%) e *Hydrangea macrophylla* (10%). Comparando os dados obtidos através do programa Atlantis Tierra 3.0 verificou-se que a distribuição das espécies exóticas é maior na periferia e diminui em direção ao centro das reservas. A RNSB é a única das reservas que possui manchas de vegetação natural pura correspondente a cerca de 28% da sua área total. Por sua vez a RNTB apresenta grande número de espécies naturalizadas, cerca de 48% das quadrículas possuem 12 ou mais espécies.

No ESTUDO 2 continuou a monitorizar-se a vegetação de 16 quadrados permanentes na área do Parque Natural da Ilha Terceira, após a remoção da espécie invasora *Pittosporum undulatum*, ocorrida em 2010 e a avaliar a resposta (abundância, evolução potencial) desta espécie controlada, de outras duas espécies invasoras (*Rubus ulmifolius* e *Hedychium gardnerianum*) e de duas espécies endémicas dos Açores, estruturantes da vegetação (*Juniperus brevifolia* e *Erica azorica*). Para tal realizaram-se observações nos 16 quadrados ao longo de três anos. Verificou-se que a técnica de erradicação utilizada apenas é eficaz nos locais Alta Densidade e Bosque de *Pittosporum undulatum* e verificou-se ainda que as espécies endémicas beneficiaram com a remoção do *Pittosporum undulatum* e têm vindo a aumentar a sua cobertura gradualmente. Quanto às espécies *Rubus ulmifolius* e *Hedychium gardnerianum* verificou-se no primeiro caso que esta tem um comportamento típico das espécies colonizadoras devido à sua alta taxa de germinação após o distúrbio em 2010 (cerca de 710 plântulas e 119 juvenis nos quadrados situados nas zonas de Bosque de *Pittosporum*), enquanto a segunda, apesar de ainda não ser muito representativa nesta área, prefere as zonas de Bosque e alta densidade.

Com o presente estudo pretende-se definir o padrão de distribuição das espécies naturalizadas nas Reservas Naturais do Parque Natural da Ilha Terceira e pretende-se ainda estudar o comportamento destas espécies (principalmente as espécies *Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius* e *Hedychium gardnerianum)* após a erradicação da espécie *Pittosporum undulatum*.

Abstract

Nowadays invasive vascular plants are a major problem, especially on oceanic islands. To control invasive plant species is necessary (1) to know their distribution pattern and (2) their behavior after using eradication techniques. For this purpose, this paper will have two main objetives with distinct methodologies that meet the objetives set.

In STUDY 1 we intend to describe the distribution pattern of invasive species in the Natural Reserves (NR) of Terceira Island Natural Park: NR of Serra de Santa Bárbara and Mistérios Negros (1) NR of Biscoito da Ferraria and Pico Alto (2) and NR of Terra Brava and Criação of Lagoas (3) using secondary data (program Atlantis Tierra 3.0), in the case of the first two reserves, and supplementing with field data in the case of the third. Another objetive is to compare the size and shape of the reserves as facilitator parameters for the invasion of exotic species (SLOSS - Single Large or Several Small). Observations were made in 11 of the 23 UTM squares belonging to RN of Terra Brava and Criação das Lagoas. It was found that invasive species with the highest average coverage are: *Cryptomeria japonica* (31%), *Hedychium gardnerianum* (16%), *Hydrangea macrophylla* (10%). The distribution of invasive species is greater at the periphery and decreases towards the center of the reserves. The RN of Serra de Santa Bárbara and Mistérios Negros is the only reserve that has patches of pure natural vegetation corresponding to about 28% of its total area. The RN of Terra Brava and Criação das Lagoas presents large numbers of invasive species, about 48% of the UTM squares have 12 or more species.

STUDY 2 its intended to continue monitor 16 permanent plots where *Pittosporum undulatum* was removed in 2010 and aims to assess the response (abundance, potential evolution) of the controlled species (*Pittosporum undulatum*), two other invasive species (*Rubus ulmifolius* and *Hedychium gardnerianum*) and two endemic species that are very important in structuring Azorean vegetation (*Juniperus brevifolia* and *Erica azorica*). It was found that the eradication technique used is effective only in plots with high density of *Pittosporum undulatum*.Endemic species benefited with the removal of *Pittosporum undulatum* and have been increasing gradually in percent cover. *Rubus ulmifolius* is a typical pioneer species due to its high germination rate after the disorder in 2010 (about 710 seedlings and 119 juveniles in the plots situated in the areas of Pittosporum woods). *Hedychium gardnerianum* despite not being very representative in this area, prefers areas with greater Pittosporum density.

The present study aims to define the pattern of distribution of invasive species in the Natural Reserves (NR) of Terceira Island Natural Park and still intend to study the behavior of these species (especially *Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius* and *Hedychium gardnerianum*) after eradication species Pittosporum undulatum.

Índice Geral

Introdução 1
Objetivos do estudo e questões de investigação 3

Roteiro da Dissertação 6

CAPITULO I 7
Caracterização geral da Ilha Terceira - Açores 7
1.2. Caracterização geral dos factores físicos e ecológicos da ilha Terceira - Açores 8
1.2.1. Características Gerais do Arquipélago dos Açores 8
1.2.2. Descrição do meio físico 9
1.2.2.1. Clima 9
1.2.2.2. Temperatura 10
1.2.2.3. Humidade 11
1.2.2.4. Precipitação 12
1.2.2.5. Ventos 13
1.2.3. Geomorfologia e Geologia 13

CAPITULO II 14
Breve apresentação da Flora atual dos Açores 14
2.1. Espécies indígenas e exóticas 15
2.2. Espécies Invasoras e seus efeitos na flora natural 17
2.2.1. *Pittosporum undulatum* 18
2.2.2. *Hedychium gardneranum* 19
2.2.3. *Rubus ulmifolius* 20
2.2.4. *Hydrangea macrophylla* 20
2.2.5. *Persicaria capitata* 21

CAPITULO III 22
ESTUDO 1 22
3. Padrão de distribuição das espécies invasoras nas Reservas Naturais do Parque Natural da ilha Terceira 23
3.1.Introdução 23
3.2. Metodologia 25
3.2.1. Área de estudo 25
3.2.2. Recolha de dados primários 26
3.2.3. Recolha de dados secundários 28
3.3. Resultados 30
3.4. Discussão 37
3.6. Conclusões 41

CAPITULO IV 43
ESTUDO 2 43
4. Monitorização do controlo de *Pittosporum undulatum* 44
4.1. Introdução 44
4.1.1. Sucessões Ecológicas 45
4.2. Metodologia 46
4.2.1. Área de Estudo 46

4.2.2. Recolha de dados 47
4.2.3. Análise e tratamento de dados.....51
4.3. Resultados 53
4.4. Tratamento de dados 71
4.5. Discussão.....78
4.6. Conclusões.....83

CAPITULO V.....85
Conclusões finais e Recomendações 85

BIBLIOGRAFIA 87

Anexos 99

Índice de Figuras

Figura 1. Temperaturas Máximas, Médias e Mínimas registadas no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008. 10

Figura 2. Representação dos valores de humidade média relativa do ar para a Ilha Terceira – Açores. 11

Figura 3. Precipitação registada no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008. 12

Figura 4. Espécie *Pittosporum undulatum* - Incenso ou Faia da Terra..... 18

Figura 5. Espécie *Hedychium gardnerianum* - Roca-da-velha, Roca-do-vento..... 19

Figura 6. Espécie *Rubus ulmifolius* - Silvado-bravo, Silva-brava 20

Figura 7. Espécie *Hydrangea macrophylla* - Hortênsia ou Novelão 20

Figura 8. Espécie *Persicaria capitata* 21

Figura 9. Reservas Naturais da Ilha Terceira: 1 – Serra de Santa Bárbara e Mistérios Negros; 2 – Biscoito da Ferraria e Pico Alto e 3 – Terra Brava e Criação das Lagoas 26

Figura 10. Representação das quadrículas UTM em três níveis de invasão distintos, da Reserva Natural da Serra de Santa Bárbara e Mistérios Negros, onde ocorrem espécies naturalizadas. 30

Figura 11. Representação das quadrículas UTM em três níveis de invasão distintos, da Reserva Natural do Biscoito da Ferraria e Pico Alto (esquerda) e da Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas (direita), onde ocorrem espécies naturalizadas 31

Figura 12. Ilustração da localização dos quadrados UTM observados na Reserva da Terra Brava e Criação das Lagoas (11 quadrados sombreados a laranja de 23, no total). 33

Figura 13. Percentagem do número de registos das espécies observadas pelo estatuto de colonização (END – Endémico dos Açores; MAC – Endémico da Macaronésia; n – nativas dos Açores; natu – naturalizadas; e d – estatuto desconhecido). 34

Figura 14. Percentagem da cobertura média das espécies de acordo com o seu estatuto de colonização nos 11 quadrados analisados da Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas. (Observações: novembro 2012 a maio 2013) (END – Endémico dos Açores; MAC – Endémico da Macaronésia; n – nativas dos Açores; natu – naturalizadas; e d – estatuto desconhecido). 34

Figura 15. Percentagem média da cobertura das espécies naturalizadas na RN da Terra Brava e Criação das Lagoas..... 35

Figura 16. Relação entre o número de espécies invasoras e a percentagem de solo ocupado por Vegetação Natural. 36

Figura 17. Localização da Malha grande e Áreas Protegidas para a Gestão de Habitats ou Espécies (Categoria IV - IUCN): 1. Ponta das Contendas; 2. Ilhéus das Cabras; 3. Matela; 4. Biscoito da Fontinha; 5. Costa das Quatro Ribeiras; 6. Planalto Central e Costa Noroeste, 7. Pico do Boi. 46

Figura 18. Representação no terreno dos 16 quadrados (Q1 a Q8) indicando o tratamento (T=Corte e L=Controle) e respetiva densidade de *Pittosporum undulatum* (BD – Baixa Densidade; MD – Média Densidade; AD – Alta Densidade e B – Bosque) estudados na Malha Grande – Ilha Terceira. 48

Figura 19. Instrumento SPER SCIENTIFIC 850070 51

Figura 20. Média da percentagem de cobertura das espécies indígenas (nat) e exóticas por Densidade de *Pittosporum undulatum* (Baixa, Média, Alta e Bosque) e por Ano (2010 a 2013) para os quadrados de controle 57

Figura 21. Média da percentagem de cobertura das espécies indígenas (nat) e exóticas por Densidade de *Pittosporum undulatum* (Baixa, Média, Alta e Bosque) e por Ano (2010 a 2013) para os quadrados de corte 59

Figura 22. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte para cada uma das quatro densidades *de Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Juniperus brevifolia*. 61

Figura 23. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Hedychium gardnerianum* 63

Figura 24. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Erica azorica*. 65

Figura 25. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Pittosporum undulatum*. 67

Figura 26. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Rubus ulmifolius*. 69

Figura 27. Luminosidade média recolhida no ano de 2013 nos quadrados de Baixa Densidade, Média Densidade, Alta Densidade e Bosque, relativamente ao *Pittosporum undulatum*, para cada tipo de Tratamento (Controle e Corte) 70

Figura 28. Efeito interativo entre a Densidade de *Pittosporum undulatum* (1- Baixa; 2- Média; 3- Alta; 4 – Bosque) e o Tratamento (1- Corte; 0- Controle) na Cobertura média de espécies indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton* e *Morella faya*) para o período de 2010-2013.....77

Índice de Quadros

Quadro 1. Características gerais do Arquipélago dos Açores, incluindo a densidade populacional para cada ilha (SREA, 2013) 9

Quadro 2. Temperaturas Média das Máximas, Médias e Mínimas registadas no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008..... 11

Quadro 3. Precipitação registada no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008 12

Quadro 4. Relação entre área-perímetro e o número de células (quadrículas UTM) com ou sem espécies naturalizadas para as RN do Parque Natural da Ilha Terceira (TER01- RN da Serra de Santa Bárbara e Mistérios Negros; TER02 - RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto; TER03 - RN da Terra Brava e Criação das Lagoas) 32

Quadro 5. Correlação (Teste estatístico de Pearson) entre a % da Vegetação Natural e o Nº de espécies indígenas e o Nº de espécies invasoras. 36

Quadro 6. Categorização das Densidades de *Pittosporum undulatum* 49

Quadro 7. Total de plântulas e juvenis das espécies estudadas, obtidos nas observações efetuadas entre 2010 e 2013, na Malha Grande, em todos os quadrados de estudo (8 quadrados de controle e 8 quadrados de corte). 53

Quadro 8. Média e Desvio Padrão da percentagem de cobertura das espécies estudadas no período de 2010 - 2013..... 55

Quadro 9. Análise de variância da cobertura média de plantas indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton e Morella faya*) e exóticas (*Pittosporum undulatum, Rubus ulmifoliu, Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata*) nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande (Ilha Terceira, Açores). 72

Quadro 10. Análise de variância (Univariate) da cobertura média de plantas exóticas (*Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius, Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata*) nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande (Ilha Terceira, Açores) 74

Quadro 11. Análise de variância (Univariate) da cobertura média de plantas indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton e Morella faya*) nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande (Ilha Terceira, Açores) 76

Introdução

O Arquipélago dos Açores, estendendo-se por mais de 480 km ao longo de uma linha NW-SE, compreende nove remotas ilhas Atlânticas. As ilhas dos Açores estão divididas em três grupos – Oriental, com Santa Maria e São Miguel; Central, com Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial; e Ocidental, com Flores e Corvo. Os primeiros dois grupos situam-se, maioritariamente, na Microplaca dos Açores, enquanto o último está situado sobre a Placa Americana (Morton *et al*. 1998; Forjaz, 2004).

Nos Açores, desde a sua povoação até aos dias de hoje, as alterações no solo têm sido frequentes, sobretudo provenientes das atividades agrícolas (Fernandes, 1985; Borges *et al*., 2009). No caso da Ilha Terceira, esta era considerada, desde o povoamento, como uma das ilhas dos Açores com melhores condições para a prática da agricultura, potenciando assim a alteração e uso do solo, que começou nas zonas litorais, avançando progressivamente para o interior da ilha (Costa, 1978; Campos, 1983; Silva, 2006).

Na Ilha Terceira, cerca de metade da sua área é ocupada com pastagens e apenas cerca de um décimo correspondem a áreas florestais (Dias, 1996; Borges *et al*., 2009). Nesta ilha podem considerar-se quatro grandes categorias de uso do solo, relativamente a novos ecossistemas provocados pela ação humana (Borges *et al*., 2009):

I. pastagens seminaturais de altitude (utilizadas de forma extensiva para gado leiteiro e bravo; circundam a floresta nativa);
II. pastagens intensivas permanentes ou semipermanentes de média-baixa altitude (utilizadas de forma extensiva para gado leiteiro);
III. povoamentos florestais e exóticos de *Cryptomeria japonica, Eucalyptus* spp., e matos mistos incluindo espécies como *Pittosporum undulatum* (bosques introduzidos);
IV. pomares, vinhedos ou incultos de baixa altitude.

Durante os últimos 150 anos deu-se um aumento notável do número de *taxa* que coloniza o arquipélago, em cerca de 100%, provavelmente devido à melhoria das comunicações e à extensão do território alterado pelas atividades humanas, em todas as ilhas. Esta colonização do Arquipélago por parte de um grande número de *taxa* exóticos tem influenciado a composição da vegetação natural a todas as altitudes e em vários tipos de *habitat* (Sjögren, 1973a, 1973b; Silva *et al.*, 2008).

A temática das espécies invasoras carece de uma reflexão especialmente detalhada no arquipélago dos Açores. Sendo um conjunto de ilhas especialmente isolado, jovem e alvo de devastadores acontecimentos pré-históricos (glaciações, vulcões e sismos) possui, de facto, uma baixa diversidade biológica ao nível de determinados grupos taxonómicos (Silva *et al.*, 2008), o que pode facilitar os processos invasivos por parte de espécies exóticas (Triantis *et al*., 2012).

As Invasões Biológicas são uma das maiores causas de perda de biodiversidade, bem como uma das principais componentes das alterações globais; podem ser definidas como o aumento incontrolado de uma espécie, que atinge um local, provocando repercussões na flora nativa (D'Antonio & Vitousek, 1992; Lonsdale, 1999; Marchante, 2001). Estas invasões alteram ainda a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, principalmente quando esta invasão é provocada por espécies exóticas, e são resultado das atividades humanas, causando graves consequências a nível económico, ecológico e social (Vitousek *et al*. 1996; Lonsdale, 1999).

Para colmatar estas invasões biológicas é necessário adotar estratégias de controle, como por exemplo a erradicação das espécies invasoras, de forma a preservar a biodiversidade natural e fundamentalmente manter as condições de vida adequadas à própria espécie humana (Alves *et al*., 1998; Clout & Veitch, 2002).

A conservação biológica é uma das áreas científicas atuais com maior crescimento. Este crescimento prende-se com o facto de que os conservacionistas tentam perceber quais os impactos que a atividade

humana provoca na biodiversidade e por sua vez definir soluções para minimizar estes impactos (Good & Rodriguez, 2009).

A população humana global é de aproximadamente 6,4 biliões, e a cada ano a população cresce cerca de 80 milhões. Este crescimento exponencial provoca grandes impactos na biodiversidade, como sejam a desflorestação, a agricultura, a introdução de animais em diferentes *habitats*, a poluição do ar e do solo têm sido a causa da maior parte das extinções nos últimos séculos (Good & Rodriguez, 2009).

Objetivos do estudo e questões de investigação

O presente trabalho foi realizado com o propósito de conhecer melhor o comportamento de espécies invasoras nos Açores (Ilha Terceira) e inclui dois estudos, com objetivos complementares:

No Estudo 1 descreve-se o padrão de distribuição de espécies invasoras no Parque Natural da Ilha Terceira, nas Reservas Naturais da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros (SB), do Biscoito da Ferraria e Pico Alto (BP) e da Terra Brava e Criação das Lagoas (TB) (Fig. 1):

1. Conhecer o padrão de distribuição das espécies exóticas nas Reservas Naturais (RN) da Ilha Terceira: RN da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros (1, RNSB) RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto (2, RNBP) e RN da Terra Brava e Criação das Lagoas (3, RNTB) utilizando dados secundários (programa Atlantis Tierra 3.0) no caso das duas primeiras reservas e complementando com dados de campo no caso da Terceira;

2. Contribuir para a definição dos graus de prioridade para o controlo das espécies com maior potencial invasor, em áreas do Parque Natural da Terceira;

3. Comparar as dimensões e a forma da reserva como parâmetros facilitadores da invasão de espécies exóticas (dilema SLOSS – *Single Large or Several Small*);

4. Relacionar a ocupação do solo com o número de espécies invasoras na RN da Terra Brava e Criação das Lagoas.

Questões de Investigação do Estudo 1:

1. Quais as espécies com maior potencial invasor nas áreas do Parque Natural da Terceira, no caso da RN da Terra Brava e Criação das Lagoas?

2. As espécies naturalizadas que ocorrem no Parque Natural da Terceira, necessitam de um controle urgente?

3. Quais as zonas das reservas que deverão ser primeiramente intervencionadas?

4. A forma das reservas contribui para a progressão das espécies naturalizadas?

5. As zonas mais intervencionadas pelo Homem são mais suscetíveis de invasão por parte das espécies exóticas?

No Estudo 2, acompanha-se um conjunto de 16 quadrados permanentes, estabelecidos em 2010 na área da Malha Grande (Figura 13), oito de onde foi removida a espécie invasora *Pittosporum undulatum*, e outros oito sem tratamento, que servem de controle (ver Silveira, 2011). Os objetivos deste estudo são os seguintes:

1. Continuar a monitorizar a vegetação de 16 quadrados permanentes após a remoção da espécie invasora *Pittosporum undulatum,* ocorrida em 2010;

2. Avaliar a resposta (abundância, evolução potencial) da espécie controlada (*Pittosporum undulatum*), de outras duas espécies invasoras (*Rubus ulmifolius* e *Hedychium gardnerianum*) e de duas

espécies endémicas dos Açores estruturantes da vegetação (*Juniperus brevifolia* e *Erica azorica*) ao longo do tempo;

Questões de Investigação do Estudo 2:

1. Como tem reagido a espécie *Pittosporum undulatum* após a remoção da mesma?

2. As espécies endémicas aumentaram a sua área de cobertura após a remoção da espécie invasora *Pittosporum undulatum,* ocorrida em 2010?

3. Quais as densidades de *Pittosporum undulatum* em que se verifica um maior aumento da cobertura das espécies endémicas?

4. E o número de plântulas e juvenis das espécies invasoras e indígenas aumentou?

5. As outras espécies invasoras, como o caso do *Rubus ulmifolius* e do *Hedychium gardnerianum* beneficiaram com a remoção da espécie invasora *Pittosporum undulatum,* ocorrida em 2010?

6. A técnica de erradicação utilizada pode considerar-se eficaz?

Roteiro da Dissertação

Esta dissertação inclui dois capítulos de contextualização gerais, sendo o primeiro uma caracterização geral da ilha Terceira (Açores), local onde foram efetuados os trabalhos de investigação e o segundo uma caracterização simplificada da flora do arquipélago.

Após a contextualização, a tese está dividida em dois estudos principais: O primeiro relacionado com o padrão de distribuição das espécies naturalizadas nas Reservas Naturais do Parque Natural da ilha Terceira (ESTUDO 1) e o segundo com a capacidade de regeneração do *Pittosporum undulatum* após a remoção do mesmo (ESTUDO 2).

O ESTUDO 1 inicia-se com uma pequena introdução sobre o tema da distribuição espacial das espécies, sobre a fragmentação de *habitats* e sobre o dilema SLOSS (*Single Large or Several Small*) das reservas. De seguida caracterizam-se as três Reservas Naturais do Parque Natural da Ilha Terceira e são apresentados e discutidos os resultados obtidos. Por último é apresentada uma conclusão sobre o mesmo estudo.

No ESTUDO 2 a parte inicial é composta por uma introdução que caracteriza a espécie *Pittosporum undulatum*, quanto à sua origem, introdução, distribuição e capacidade de invasão, e ainda é apresentado o tema das Sucessões Ecológicas. De seguida descreve-se de modo mais completo a área de estudo, apresentam-se os resultados relativamente às espécies exóticas e endémicas analisadas e discutem-se os mesmos. No fim deste estudo são apresentadas as conclusões.

Finalmente apresenta-se uma conclusão geral e recomendações que integram o conhecimento obtido a partir dos dois estudos.

CAPÍTULO I

Caracterização geral da Ilha Terceira - Açores

1.2. Caracterização geral dos fatores físicos e ecológicos da ilha Terceira - Açores

O Arquipélago dos Açores está situado entre a América do Norte e a Europa, entre as coordenadas 36º55' e 39º43' N e 25º00' e 31º17' W. Está ainda situado sobre a Dorsal Médio Atlântica onde se verifica a junção de três placas tectónicas (Machado *et al*., 1972; Bettencourt, 1979).

A Ilha Terceira localiza-se a 27º10' oeste de longitude e a 38º40' de latitude norte e está orientada segundo o eixo E-W; com uma dimensão de cerca de 400 km^2 e representa 17% da área total do arquipélago. Tem um comprimento máximo de 30 km e uma largura máxima de 19 km. De uma forma geral, caracteriza-se por apresentar altitudes relativamente baixas, atingindo o ponto de cota mais elevada (1021 m) no geodésico da Serra de Santa Bárbara (Pimentel, 2006).

1.2.1. Características Gerais do Arquipélago dos Açores

O Arquipélago dos Açores, de acordo com o Censos de 2011, possui cerca de 246.102 habitantes (SREA, 2013) e uma área total de 2325,68 km^2 o que se traduz numa densidade populacional de 105,8 Habitantes/ km^2. O Quadro I, com dados adaptados da SREA (SREA, 2013), inclui detalhes para todas as ilhas.

A ilha mais povoada e com maior área é a Ilha de São Miguel, contrariamente à Ilha do Corvo que é a mais pequena e com menor número de residentes. O ponto mais alto do Arquipélago situa-se na montanha da Ilha do Pico, com cerca de 2351 metros.

Quadro 1. Características gerais do Arquipélago dos Açores, incluindo a densidade populacional para cada ilha (SREA, 2013).

Grupo	Ilha dos Açores	Área	Ponto mais alto	Habitantes	Densidade Populacional
		(km²)	(m)	(Census 2011)	(habitante/km²)
Oriental	Santa Maria	97,00	590	5.547	57,0
	São Miguel	746,82	1103	137.699	184,4
Central	Terceira	402,2	1021	56.062	139,4
	Graciosa	62,00	402	4.393	70,9
	São Jorge	237,59	1053	8.998	37,9
	Pico	447,00	2351	14.144	31,6
	Faial	172,43	1043	15.038	87,2
Ocidental	Flores	143,11	914	3.791	26,5
	Corvo	17,13	718	430	25,1
Grupos	**9 Ilhas**	**2325,68**	**2351**	**246.102**	**105,8**

Apesar de ser apenas a terceira maior em área e a quinta com maior elevação, a ilha Terceira tem a segunda mais elevada taxa de densidade populacional.

1.2.2. Descrição do meio físico

O arquipélago é composto por nove ilhas, que se distribuem em três grupos: Grupo Ocidental (Flores e Corvo); Grupo Central (Faial, Pico, São Jorge; Terceira e Graciosa) e Grupo Oriental (São Miguel e Santa Maria). As idades das ilhas variam desde os 6 milhões de anos em Santa Maria até aos 40 mil anos no Pico. As dimensões das mesmas também variam bastante, desde os 759,4 km² em São Miguel aos 17,1 km² no Corvo. No que diz respeito às altitudes máximas, as ilhas em geral têm uma altitude máxima próxima de 1000 metros, sendo o ponto mais alto do arquipélago, e de Portugal, a Ilha do Pico com 2351 metros de altitude, e o ponto mais baixo na Ilha Graciosa, com 402 metros de altitude (Agostinho, 1938; Bettencourt, 1979; Azevedo, 1996).

1.2.2.1. Clima

O clima do Arquipélago dos Açores é, no seu conjunto, ditado pela localização geográfica no contexto da circulação global atmosférica e oceânica e pela influência da massa aquática da qual emerge (Azevedo, 2001).

Segundo Henriquez *et al.* (1986), os Açores possuem um macroclima que é diretamente influenciado pelo anticiclone dos Açores, umas das principais células subtropicias de altas pressões do hemisfério norte. Assim, é

caracterizado como sendo, fortemente oceânico, de fraca amplitude térmica, com elevada precipitação e humidade.

De acordo com a Classificação Climática de Koppen, o clima predominante nos Açores é temperado, sem estacão seca, com verão temperado (tipo Cfb) (I.M., 2011).

1.2.2.2. Temperatura

As diferenças da temperatura do ar numa região estão geralmente relacionadas com os fatores fisiográficos, ou seja, as temperaturas são influenciadas pela proximidade ao mar, altitude e exposição, bem como com a natureza do solo e o relevo (Bettencourt, 1979).

A Figura 1 e o Quadro 2 representam os valores de temperatura observados em 2008 nos Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira.

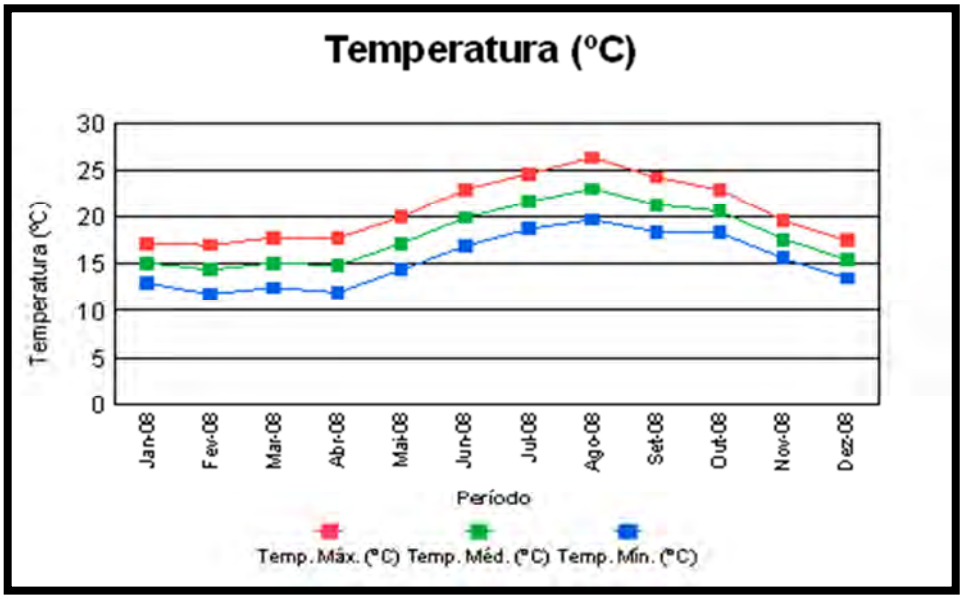

Figura 1. Temperaturas Máximas, Médias e Mínimas registadas no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008.
Fonte: http://www.climaat.angra.uac.pt/

Quadro 2. Temperaturas Média das Máximas, Médias e Mínimas registadas no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008.
Fonte: http://www.climaat.angra.uac.pt/

Periodo	Temperatura Média das Máximas (°C)	Temperatura Média das Médias (°C)	Temperatura Média das Mínimas (°C)
Jan-08	17.2	15.1	13.0
Fev-08	17.0	14.4	11.8
Mar-08	17.8	15.1	12.5
Abr-08	17.7	14.8	12.0
Mai-08	20.0	17.2	14.4
Jun-08	22.9	19.9	16.9
Jul-08	24.6	21.6	18.7
Ago-08	26.3	23.0	19.7
Set-08	24.2	21.3	18.4
Out-08	22.9	20.6	18.3
Nov-08	19.6	17.6	15.6
Dez-08	17.5	15.5	13.5

Neste ano, a temperatura média das mínimas foi observada em fevereiro e a temperatura média das máximas foi observada em agosto, o que é a ocorrência mais frequente (Azevedo, 2014).

1.2.2.3. Humidade

No Arquipélago dos Açores, os valores da humidade do ar são elevados, na maioria do ano (valores mensais médios de 80%), pois esta é influenciada pelo mar (Azevedo, 2002; Navarro, 2011). A figura 2 apresenta os valores normais de humidade relativa média para a Ilha Terceira.

Figura 2. Representação dos valores de humidade média relativa do ar para a Ilha Terceira – Açores.
Fonte: Forjaz (2004).

As áreas de Reserva Natural, integradas no Parque Natural da ilha Terceira, onde este estudo foi realizado encontram-se em regimes de humidade reativa média superiores a 90%.

1.2.2.4. Precipitação

Nos Açores a precipitação pode ser de convecção, orográfica ou frontal (Navarro, 2011). Na ilha Terceira, os meses de julho e agosto, são geralmente os meses onde menos precipitação ocorre, sendo que o período de setembro a março totaliza cerca de 75% da precipitação anual (Azevedo, 2002, 2014).

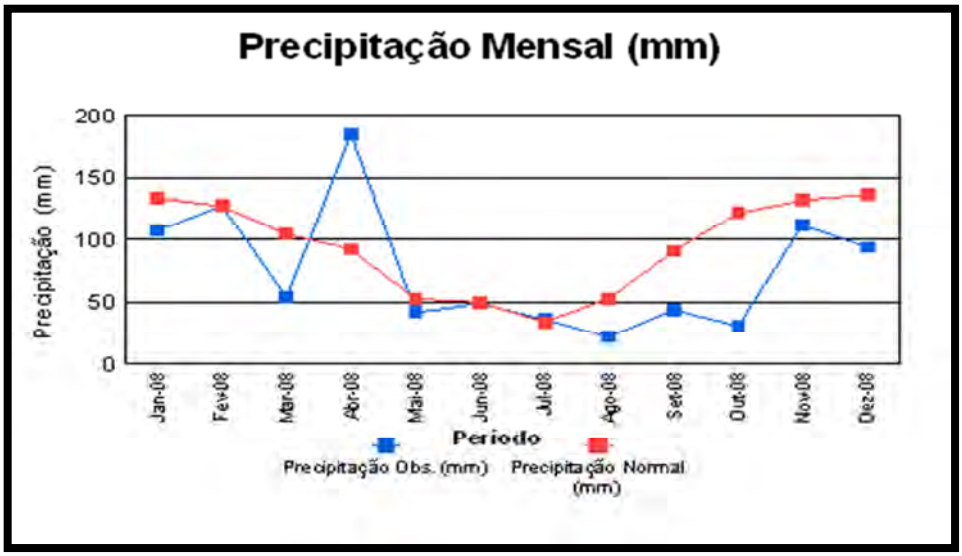

Figura 3. Precipitação registada no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008.
Fonte: http://www.climaat.angra.uac.pt/

Quadro 3. Precipitação registada no Observatório José Agostinho em Angra do Heroísmo, Ilha Terceira em 2008.
Fonte: http://www.climaat.angra.uac.pt/

Período	Precipitação Obs. (mm)	Precipitação Normal (mm)
Jan-08	107,2	133,3
Fev-08	127,1	127,1
Mar-08	53,8	104
Abr-08	184,4	92,1
Mai-08	42	52,5
Jun-08	48,8	49,8
Jul-08	36,4	34,2
Ago-08	21,5	52,9
Set-08	43,8	90,7
Out-08	31,1	121,3
Nov-08	111,4	131,9
Dez-08	93,6	135,8

Em 2008 os valores mínimos de precipitação foram registados em agosto com valores na ordem dos 21,5 mm e o máximo foi em abril com 184,4 mm registados.

1.2.2.5. Ventos

Os Açores ocupam uma posição central no Atlântico Norte, como tal a circulação de ar neste arquipélago é proveniente de vários quadrantes, sendo que o quadrante predominante é o quadrante de Oeste (Agostinho, 1940; Azevedo, 2001, 2002). O vento é influenciado pelo relevo, sendo que as vertentes mais expostas das ilhas são mais húmidas (Bettencourt, 1979).

1.2.3. Geomorfologia e Geologia

O Arquipélago dos Açores situa-se numa zona de convergência de uma série de estruturas tectónicas, cuja dinâmica é responsável pela sismicidade e vulcanismo atuantes nestas ilhas, bem como, de certa forma, pelas características petrológicas e geoquímicas das lavas emitidas. De entre essas estruturas salientam-se: a Crista Média-Atlântica (CMA), o Rifte da Terceira (RT), a Zona de Fratura Norte dos Açores (ZFNA), a Zona de Fratura Este dos Açores (ZFEA) e a Zona de Fratura Oeste dos Açores (ZFOA) (França, 2003).

A Ilha Terceira é caracterizada, a nível geomorfológico, por possuir quatro estratovulcões e por possuir numerosos cones vulcânicos monogenéticos implantados em importantes fraturas, encontrando-se de W para E os seguintes aparelhos vulcânicos: Serra de Santa Bárbara (o aparelho vulcânico mais recente); Maciço da Serra do Morião e da Caldeira de Guilherme Moniz; Maciço do Pico Alto e complexo desmantelado da Serra do Cume, da Serra da Ribeirinha e da Caldeira dos Cinco Picos, sendo que a idade cronológica destas estruturas aumenta de W para E (Fernandes, 1985; Rodrigues, 1993; França, 2003).

CAPÍTULO II

Breve apresentação da Flora atual dos Açores

2.1. Espécies indígenas e exóticas

Quando os primeiros povoadores chegaram aos Açores, as ilhas estavam completamente cobertas de vegetação indígena, isto é, espécies nativas e endémicas. Séculos de desbravamento resultaram numa grande diminuição da área de vegetação levando mesmo à extinção de algumas espécies endémicas (Gaspar, Borges & Gaston, 2008). Na atualidade é possível encontrar manchas de vegetação indígena em locais inacessíveis, em crateras, ravinas ou em zonas montanhosas (Schäfer, 2005).

De acordo com o último inventário da Biodiversidade dos Açores (Borges *et al*. 2010) no arquipélago dos Açores existem cerca de 1110 espécies e subespécies de plantas vasculares e para a Ilha Terceira foram registadas 674 *taxa*. A Divisão que possui maior número de taxa é obviamente a Magnoliophyta, com cerca de 1030 espécies e subespécies, enquanto a Divisão menos representada é a Pinophyta com apenas 4 taxa (Silva *et al*, 2010).

Neste trabalho adotámos as orientações de Silva *et al* (2010) na definição de espécies endémicas, nativas e introduzidas. Assim, designa-se por:

1. espécie endémica dos Açores, uma espécie (ou subespécie) que ocorre unicamente nos Açores, resultante de eventos de especiação (neoendémica) ou de extinção de populações continentais (paleoendémica);
2. espécie endémica da Macaronésia, uma espécie (ou subespécie) apenas conhecida nos arquipélagos dos Açores, Madeira, Canárias, e Cabo Verde;
3. espécie nativa, uma espécie que colonizou os Açores através de dispersão a longa distância e que também ocorre noutros arquipélagos e/ou continentes.
4. espécie introduzida, uma espécie que se julga ocorrer no arquipélago como resultado da atividade humana; distinguiram-se dois grupos, as naturalizadas (possuem populações autossustentáveis) e as casuais (escapadas de culturas).

No universo das plantas endémicas dos Açores, cerca de 72 taxa, as famílias mais importantes são: a Poaceae (nove espécies); a Asteraceae (sete espécies) e a Apiaceae (seis espécies). Cerca de metade das espécies endémicas podem considerar-se comuns ou bastante comuns, ocorrendo na maioria das ilhas. As espécies mais comuns são a *Erica azorica*, o *Laurus azorica*, e o *Juniperus brevifolia* (Schäfer, 2005; Silva *et al*, 2010).

A flora indígena (englobando taxa endémicos e nativos) do arquipélago dos Açores pode considerar-se bastante pobre (72 taxa endémicos e 128 nativos) (Silva *et al*, 2010) em comparação com a flora endémica e nativa dos outros arquipélagos da Macaronésia (Canárias e Madeira). O arquipélago das Canárias inclui 616 *taxa* endémicos e 862 nativos (Borges *et al*, 2008) e o arquipélago da Madeira conta com 147 *taxa* endémicos e 609 nativos (Borges *et al.*, 2008). Esta baixa riqueza específica dos Açores, em relação aos restantes arquipélagos da Macaronésia, é explicada através de vários fatores, tais como: o isolamento, o efeito da insularidade e a idade geológica (Dias, 1989; Borges, 1997; Schäfer, 2003, Triantis *et al*. 2012).

Nos Açores exitem um conjunto de áreas ambientais protegidas que espelham diferentes atitudes e filosofias perante a natureza e petante as alterações que o Homem tem provocado ao logo do tempo (Carqueijeiro, 2006). As Áreas Protegidas da Região Autónoma dos Açores adotaram as classificações da IUCN (International Union for Conservation of Nature), adaptando-as às particularidades geográficas, ambientais, culturais e político-administrativas do território do arquipélago dos Açores (SRRN, 2014).

Tendo em conta o presente trabalho destacam-se as Áreas Protegidas para a Gestão de *Habitats* ou Espécies e as Reservas Naturais. No primeiro caso as Áreas Protegidas para a Gestão de *Habitats* ou Espécies são classificadas pela IUCN como Categoria IV e é definida como "Área de terra ou mar sujeita a medidas ativas de gestão e intervenção com propósitos de gestão para preservar a manutenção de *habitats* ou para satisfazer objetivos e necessidades específicos de conservação de determinada espécie ou espécies". Quanto às Reservas Naturais, estas são classificadas pela IUCN como Categoria I sendo esta classificação definida como "Área de terra ou mar sem modificações ou com pequenas modificações pela ação humana, que

mantem o seu caráter natural e influência, sem presença ou com pouca presença humana e que é protegida e gerida de maneira a preservar a sua condição natural".

2.2. Espécies Invasoras e seus efeitos na flora natural

De acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica - CDB, espécies exóticas invasoras são organismos que, introduzidos fora da sua área de distribuição natural, ameaçam ecossistemas, *habitats* ou outras espécies. Possuem elevado potencial de dispersão, de colonização e de dominação dos ambientes invadidos, criando, em consequência desse processo, pressão sobre as espécies nativas e, por vezes, a sua própria exclusão.

Certas condições ambientais tendem a facilitar a entrada de espécies exóticas, como por exemplo um aumento súbito de recursos naturais (luz, água, temperatura, nutrientes), aliado a alterações na dinâmica natural do ambiente, como sejam a agricultura, desflorestação, etc. (Huston, 2004; Davis, 2009).

Presentemente, as plantas invasoras compreendem a maior parte da flora vascular dos Açores. Ao longo dos últimos anos tem sido elaborada uma lista das plantas vasculares dos Açores que é constituída por cerca de 1100 espécies e subespécies, onde aproximadamente 6,6% são endémicas, 72,6% são invasoras, 10,2% são nativas e 10,5 não têm estatuto definido (Silva & Smith, 2000; Silva *et al*, 2010).

Segundo Silva (2001) as plantas introduzidas encontram-se, frequentemente, em *habitats* marginais e em pastagens como sejam culturas agrícolas, sebes, muros, matos e matas e zonas de vegetação costeira. O mesmo autor refere que as plantas introduzidas ocupam já uma grande variedade de *habitats*, desde zonas costeiras, até zonas húmidas, embora em diferentes graus.

De acordo com a Resolução do Conselho do Governo n.º 110/2004, nos últimos anos, uma das importantes causas do desaparecimento de espécies e de perturbações do património natural encontra-se relacionado com a invasão de espécies exóticas introduzidas nos Açores e tornadas agressivas. Deste

modo é necessário estudar o comportamento das espécies invasoras, de modo a que possam ser combatidas e controladas.

Na Região Autónoma dos Açores está em vigor a Resolução n.º 148/98 de 25 de junho que visa limitar a possibilidade de disseminação através da evasão de espécimes de espécies não indígenas. O Governo Regional dos Açores aprovou através da Resolução 110/2004, de 29 de julho, o Plano Regional de Erradicação e Controlo de Espécies de Flora Invasora em Áreas Sensíveis (PRECEFIAS) 2004-2009, cujo objetivo era a erradicação e controlo de dezasseis espécies de flora invasora em áreas sensíveis em todas as ilhas do arquipélago dos Açores (*Pittosporum undulatum, Hedychium gardnerarum, Hydrangea macrophylla, Arundo donax, Gunnera tinctoria, Clethra arborea, Carpobrothus edulis, Lantana camara, Ailanthus altíssima, Persicaria capitata, Drosanthemum floribundum, Acacia melenoxylon, Ulex europaeus, Ipomoea indica, Rubus ulmifolius, Pteridium aquilinum*).

De seguida apresenta-se uma breve descrição de cinco espécies invasoras estudadas no presente trabalho.

2.2.1. *Pittosporum undulatum*

Figura 4. Espécie *Pittosporum undulatum* - Incenso ou Faia da Terra
Fonte: http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/

O *Pittosporum undulatum* ocorre em todas as ilhas dos Açores desde as zonas costeiras até cerca dos 600 metros de altitude, nos mais diversos *habitats*, em grande abundância (Silva & Smith, 2005; Schäfer, 2005; Silva *et al*., 2008; Barcelos, 2010). É uma das espécies com maior capacidade de invasão nos Açores, sendo ainda uma das espécies que mais impactos tem provocado na vegetação e paisagem natural açoriana (Silva & Smith, 2005; Silva *et al*. 2008; Barcelos, 2010).

O *Pittosporum undulatum*, por ser

o alvo das medidas e controle da segunda parte do presente Trabalho será apresentado de forma detalhada no CAPÍTULO IV.

2.2.2. *Hedychium gardnerianum*

A monocotiledónea *Hedychium gardnerianum* foi introduzida em São Miguel no século XIX e rapidamente se tornou numa planta dominante com grande capacidade de competir com a vegetação natural dos Açores (Cordeiro & Silva, 2003). Originária dos Himalaias, esta está naturalizada no Arquipélago dos Açores e Madeira, na Nova Zelândia, no Sul de África, nas Ilhas Reunião e no Arquipélago do Hawaii. Esta espécie é rizomatosa e possui folhas elípticas, dispersando-se por propagação vegetativa e por semente, possuindo assim uma grande versatilidade ecológica (Palhinha *et al.*, 1942; Byrne, 1992; Wagner *et al.*1999; Schäfer, 2005).

Figura 5. Espécie *Hedychium gardnerianum* - Roca-da-velha, Roca-do-vento
Fonte: http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/

O *Hedychium gardnerianum* é uma espécie invasora cujo controlo é de difícil implementação. Possui um forte poder competitivo com as espécies naturais, invadindo rapidamente logo que se abram pequenas clareiras (áreas abertas) nas comunidades constituídas por essas espécies, afetando a estrutura dessas comunidades (PRECEFIAS, 2004).

2.2.3. *Rubus ulmifolius*

Figura 6. Espécie Rubus ulmifolius - Silvado-bravo, Silva-brava
Fonte: http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/

O *Rubus ulmifolius* é originário do Sul da Europa e Norte de África. Invade todos os tipos de *habitats* desde o nível do mar até aos 800 metros de altitude, causando impactos na vegetação nativa. A presença de acúleos[1] nos seus ramos torna impenetráveis os *habitats* invadidos por esta espécie. Propaga-se por semente e por rebentamento de raiz, sendo que a sua taxa de crescimento aumenta com as perturbações que possam surgir no solo, mas em contrapartida a sua taxa de mortalidade é grande em ambientes sombrios. (PRECEFIAS, 2004; Mazzolari *et al.* 2011).

2.2.4. *Hydrangea macrophylla*

Figura 7. Espécie *Hydrangea macrophylla* - Hortênsia ou Novelão
Fonte: http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/

A *Hydrangea macrophylla* é originária da Ásia (Japão) e foi introduzida nos Açores há cerca de 170 anos e tem sido utilizada para ornamento e sebes entre as propriedades (PRECEFIAS, 2004). Conhecida como Hortênsia ou Novelão, está presente em todas as ilhas dos Açores. Caracteriza-se por se

[1] Saliência pontiaguda rija e afiada.

dispersar por crescimento vegetativo e hidrocoria[2], e por ter a capacidade de colonizar rapidamente os terrenos (PRECEFIAS, 2004; Schäfer, 2005; Silva *et al*. 2008). É uma das espécies mais facilmente reconhecidas pela população e mais associada ao arquipélago dos Açores, tendo sido usada como símbolo da Região, por exemplo na moeda comemorativa do X Aniversário da Autonomia Regional.

2.2.5. *Persicaria capitata*

Figura 8. Espécie *Persicaria capitata*
Fonte: http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt/

A espécie *Persicaria capitata*, originária dos Himalaias foi introduzida nos Açores como planta ornamental. Naturalizou-se rapidamente e está presente em todas as Ilhas exceto Graciosa e Corvo, colonizando preferencialmente *habitats* secos e fortemente expostos como campos de lava recentes e bermas de estradas. Esta espécie caracteriza-se por formar um tapete denso, impossibilitando a ocorrência de outras espécies (PRECEFIAS, 2004; Schäfer, 2005).

[2] Termo usado em botânica para definir a dispersão de sementes pela ação da água.

CAPÍTULO III

ESTUDO 1

Padrão de distribuição das espécies invasoras

3. Padrão de distribuição das espécies invasoras nas Reservas Naturais do Parque Natural da ilha Terceira

3.1.Introdução

O padrão de distribuição espacial de uma espécie é representado pela sua distribuição numa determinada área em estudo (Bastin & Thomas, 1999), num determinado momento. As espécies vegetais normalmente apresentam uma distribuição agrupada, ou seja, são formados grupos de indivíduos de acordo com as condições ambientais, presença de distúrbios ou pelo seu tipo de reprodução (Borcard *et al*., 1992; Perry & Dixon, 2002).

A fragmentação de *habitats* terrestres é atualmente um dos principais impactos humanos em populações e comunidades naturais, provocando uma redução da abundância local de espécies e um aumento do isolamento entre populações, afetando deste modo muitos processos ecológicos das populações e comunidades. A fragmentação das populações vegetais provoca grandes pressões sobre as mesmas. Assim, na margem de distribuição das populações, os efeitos bióticos e abióticos são consideráveis (Rathcke & Jules, 1993; Pardow *et al*., 2010). A fragmentação reduz a área total de cobertura da vegetação indígena, o que poderá provocar a extinção de algumas espécies. Esta expõe os organismos a um ecossistema diferente, com condições diferentes, designados de "efeitos de fronteira", o resultado da interação entre dois ecossistemas adjacentes (Murcia, 1995).

Considerando o problema da fragmentação, uma das questões básicas em conservação biológica é como selecionar uma reserva natural. A primeira forma para estabelecer o *design* das reservas naturais em fragmentos foi baseada nos princípios da Teoria das ilhas Biogeográficas (MacArthur & Wilson, 1967; Good & Rodriguez, 2009), mas outros princípios como a riqueza de espécies, diversidade genética, raridade, tamanho da área ou valores sociais têm sido usados no planeamento das reservas naturais (Margules & Useher, 1981; Primack, 2006).

A teoria e os princípios têm sido criticados pela fraca aplicabilidade, e como tal têm-se adotado os princípios "Single Large or Several Small (SLOSS)". Na globalidade tem sido mais aplicado o principio "Single Large" (Diamond, 1975; Gilbert, 1980; Quinn & Hastings, 1987). Uma das razões para

esta maior aplicabilidade prende-se com o facto de que as maiores reservas possuem um maior número de indivíduos por espécie, causando um maior equilíbrio, o que leva a uma menor taxa de extinção (Quinn & Hastings, 1987). Por exemplo, segundo Abele & Connor (1979) duas pequenas reservas possuem mais espécies do que uma grande – mas estas não são necessariamente as espécies que se pretende proteger. Na maior parte dos casos, isso deve-se ao facto de que as espécies invasoras têm maior facilidade de se estabelecer nas pequenas áreas (Higgs & Usher, 1980).

De acordo com Diamond (1975) ter grandes reservas implica menos custos de conservação do que ter várias reservas mais pequenas com a mesma área. Defende ainda que as reservas deverão estar o mais próximo possível.

No caso das três reservas da ilha Terceira, verifica-se que a RN da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros tem uma grande dimensão, com cerca de 1863,40 ha, comparada com as restantes duas reservas, a do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e a RN da Terra Brava e Criação das Lagoas com 709,20 ha e 369,20 ha, respetivamente.

Alguns autores como Game (1980), reforçados por Good & Rodriguez (2009) afirmam que é importante que existam corredores ecológicos entre as reservas para que possam existir migrações naturais, e também que a forma das reservas seja circular, e não alongadas, maximizando a área protegida e minimizando a zona de fronteira, para que a qualidade do *habitat* não seja tão facilmente perturbada.

Este estudo procura definir os padrões de distribuição das espécies naturalizadas nas Reservas Naturais da Ilha Terceira, bem como comparar as dimensões e as formas das mesmas como parâmetros facilitadores da invasão de espécies exóticas. Procura ainda relacionar a ocupação do solo com o estatuto de colonização das espécies vasculares, no caso da RN da Terra Brava e Criação das Lagoas.

3.2. Metodologia:

3.2.1. Área de estudo

O trabalho foi desenvolvido nas Reservas Naturais (RN) da Ilha Terceira: RN da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros (1) RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto (2) e RN da Terra Brava e Criação das Lagoas (3), pertencentes ao Parque Natural da Ilha Terceira e à Categoria Ia – IUCN.

Com cerca de 1863,40 ha a Reserva Natural da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros é a maior da Ilha Terceira. Contém algumas das manchas de vegetação natural mais bem conservadas e de maiores dimensões dos Açores. Na reserva natural encontram-se *habitats* e ecossistemas protegidos, como sejam os matos pioneiros de *Juniperus brevifolia* e *Calluna vulgaris*, turfeiras florestadas de cedro-do-mato e turfeiras de esfagno (*Sphagnum sp*.), prados naturais, floresta laurifólia, principalmente florestas de *Juniperus*, etc. A reserva encontra-se numa Zona Especial de Conservação (ZEC), denominada de Zona Especial de Conservação (ZEC) da Serra de Santa Bárbara e Pico Alto, no âmbito da Rede Natura 2000.

A Reserva Natural do Biscoito da Ferraria e Pico Alto, com 709,20 ha, é uma área geomorfologicamente acidentada, constituída essencialmente por domos e escoadas traquíticas do vulcão do Pico Alto, sendo possível observar grande diversidade de *habitats* e ecossistemas protegidos, nomeadamente formações húmidas - turfeiras florestadas de cedro-do-mato (*Juniperus brevifolia*) e turfeiras de esfagno (*Sphagnum* spp.) - e floresta laurifólia, principalmente florestas de *Juniperus*. Integra a Zona Especial de Conservação (ZEC) da Serra de Santa Bárbara e Pico Alto no âmbito da Rede Natura 2000.

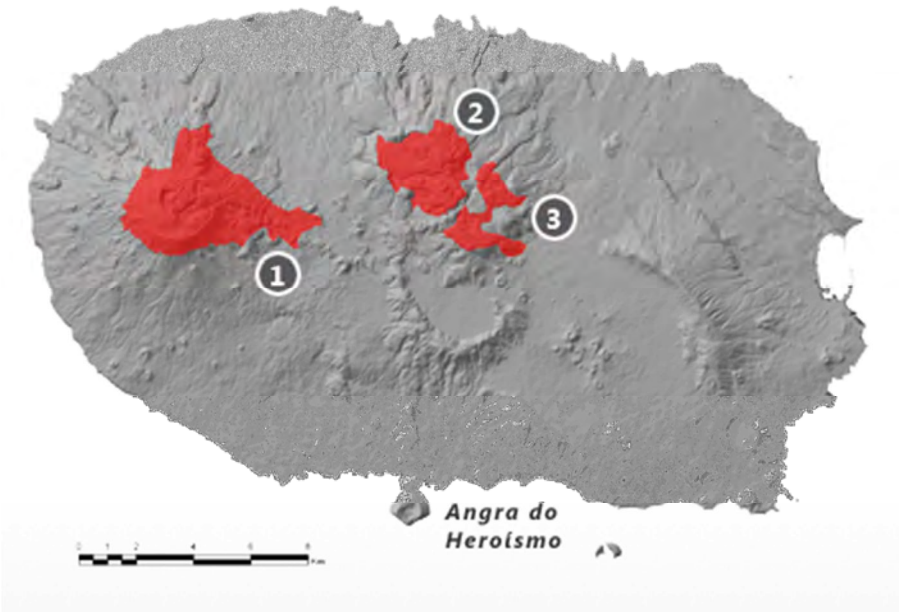

Figura 9. Reservas Naturais da Ilha Terceira: 1 – Serra de Santa Bárbara e Mistérios Negros; 2 – Biscoito da Ferraria e Pico Alto e 3 – Terra Brava e Criação das Lagoas

A Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas, com 369,20 ha, apresenta grande diversidade de *habitats* e ecossistemas protegidos, onde predominam a floresta laurifólia, principalmente florestas de *Juniperus,* e zonas húmidas associadas a pastagens naturais e seminaturais. Integra a Zona Especial de Conservação (ZEC) da Serra de Santa Bárbara e Pico Alto no âmbito da Rede Natura 2000.

3.2.2. Recolha de dados primários

Foram observadas 11 das 23 quadrículas UTM (500 m X 500 m), durante o período de novembro 2012 a maio 2013, correspondentes à Reserva Natural Terra Brava e Criação das Lagoas (Reserva 3, Figura 4).

O método de observação utilizado foi o de observação direta (censo visual, segundo Sutherland, 2006) tendo como base o número de indivíduos observados dentro de uma área definida. Neste caso os censos visuais foram efetuados ao longo de um transecto banda, de 100 m x 5 m e orientação diagonal, em cada quadrícula de 500 m x 500 m. Consideraram-se espécies vegetais invasoras, as que assim foram consideradas em Silva *et al*. (2008), Schäfer *et al*. (2011) e no Decreto Legislativo Regional nº 15/2012/A de 02

abril, e as espécies indígenas dos Açores (espécies Endémicas dos Açores e Macaronésia e nativas dos Açores).

Em cada quadrícula UTM, cada *taxon* (exótico), identificado na lista, foi classificado de acordo com a sua abundância e sociabilidade. A escala de abundância foi adaptada de Braun/Blanquet e assumiu os seguintes valores:

0 – Ausente

1 – <1%

2 – 1-5%

3 – 5-25%

4 – 25-50%

5 – 50-75%

6 – 75-100%

A escala de sociabilidade utilizada foi a de Braun/Blanquet (Kershaw & Looney, 1985), assumindo os seguintes valores:

0 – Ausente;

1 – Plantas Isoladas;

2 – Plantas Dispersas;

3 – Plantas em Grupos;

4 – Plantas em Manchas ou Tapetes;

5 – Plantas formando Manchas ou Tapetes puros.

A cada *taxon* foi ainda atribuído um estatuto de colonização, tendo como base Silva *et al*. (2010). Assim foram atribuídos cinco estatutos de colonização:

1. Endémica dos Açores (END);
2. Endémica da Macaronésia (MAC);
3. Espécie Nativa (n);
4. Espécie Naturalizada (natu);
5. Espécie duvidosa (d).

As três primeiras categorias englobam as espécies indígenas, enquanto as duas restantes se referem a espécies exóticas, podendo ou não assumir o estatuto de espécies invasoras.

Foram ainda atribuídas as classificações de Vegetação Natural e Vegetação não Natural, para cada quadrícula UTM, de acordo com a ocupação do solo (intervencionado ou não intervencionado).

Após realizadas as observações, os dados foram introduzidos num ficheiro Microsotf Office Excel 2010 de forma a criar uma base de dados.

Seguidamente foi aplicado o teste estatístico de Pearson, de modo a correlacionar os padrões observados entre a ocupação do solo (vegetação natural ou não natural) e o estatuto de colonização das espécies vegetais. Deste modo espera-se que as espécies invasoras ocorram em menor quantidade em locais onde o solo é ocupado por vegetação natural.

3.2.3. Recolha de dados secundários

Um dos recursos mais úteis para estudar a biodiversidade nos Açores é o banco de dados de espécies, Atlantis Tierra 3.0 (http://www.atlantis.angra.uac.pt/), que organiza e analisa toda a informação existente sobre a distribuição espacial das espécies (líquenes, briófitos, plantas vasculares, invertebrados marinhos, moluscos terrestres, artrópodes e vertebrados) em diferentes escalas, deteta as carências existentes, estimula a elaboração de estudos nessas áreas, e permite a revisão contínua de nova informação (Borges *et al*, 2010).

A base de Dados Atlantis resulta de uma compilação exaustiva de toda a informação disponível na literatura e nas coleções conhecidas para os Açores (para mais informação consultar Hortal *et al*., 2005).

Através do programa Atlantis Tierra 3.0 definiram-se, para cada uma das três Reservas Naturais, as quadrículas de 500 m X 500 m (UTM) que possuem espécies naturalizadas, em três níveis:

1. Quadrículas que possuem até cinco espécies naturalizadas;

2. Quadrículas que possuem entre seis e 11 espécies naturalizadas;

3. Quadrículas que possuem mais de 12 espécies naturalizadas.

Os dados obtidos, através do programa Atlantis Tierra 3.0. para as três Reservas Naturais, tiveram como base 15 obras (Anexo I). Para o presente trabalho apenas se consideraram as espécies naturalizadas, resultando assim numa lista de 58 espécies (Anexo II) tendo como base as obras anteriormente referidas.

3.3. Resultados

A figura 10 representa as quadrículas 500 m X 500 m (UTM) da RN da Serra de Santa Bárbara e dos Mistérios Negros que apresentam pelo menos uma espécie naturalizada, de acordo com a base de dados Atlantis 2.0. A periferia da Reserva encontra-se mais invadida do que o interior. Nesta reserva apenas duas quadrículas apresentam mais do que 12 espécies naturalizadas, sendo que estas estão situadas na sua periferia.

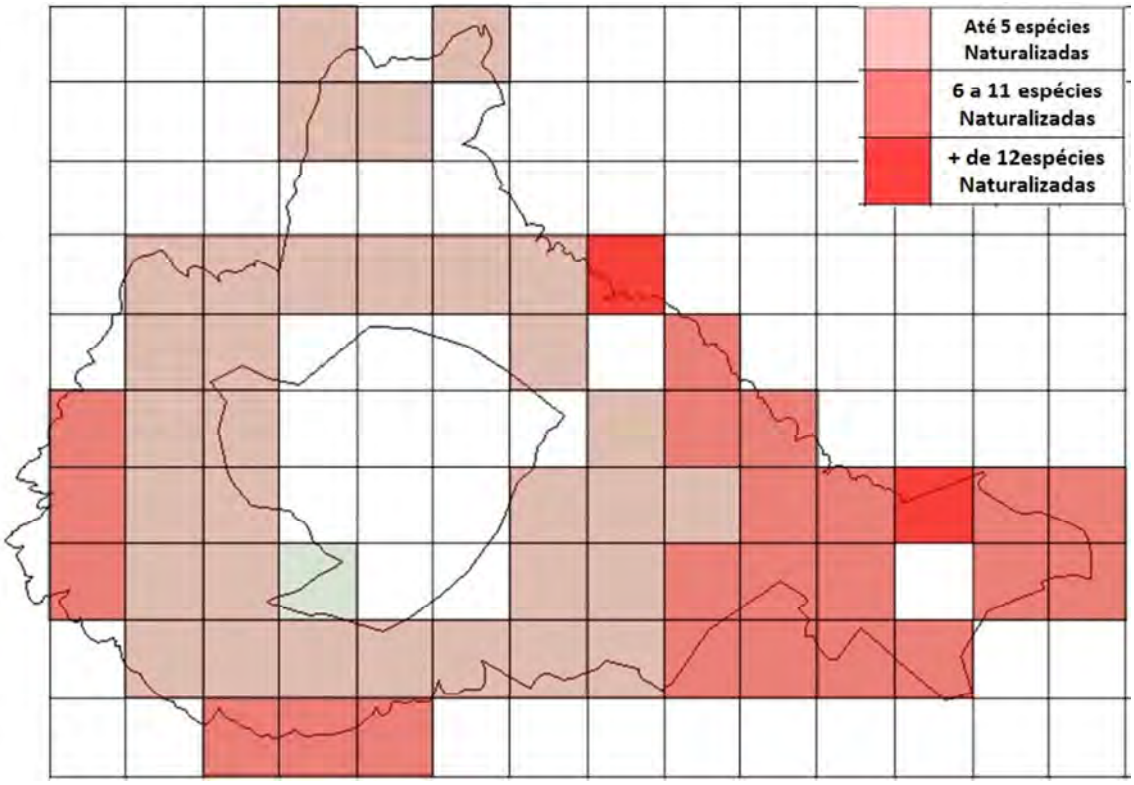

Figura 10. Representação das quadrículas UTM em três níveis de invasão distintos, da Reserva Natural da Serra de Santa Bárbara e Mistérios Negros, onde ocorrem espécies naturalizadas.

A figura 11 representa as quadrículas 500 m X 500 m (UTM) da RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e da RN da Terra Brava e Criação das Lagoas que apresentam pelo menos uma espécie naturalizada, de acordo com a base de dados Atlantis Tierra 3.0.

Todas as quadrículas destas reservas têm pelo menos uma espécie invasora, sendo que 21 quadrículas, o equivalente a 35% das quadrículas,

destas reservas possuem mais de 12 espécies naturalizadas e apenas seis quadrículas (10%) destas reservas estão classificadas com o nível que corresponde até cinco espécies naturalizadas.

Tal como acontece na Reserva anterior, o nível de invasão é maior na periferia e menor no interior das reservas, sendo que estas encontram-se mais invadidas do que na reserva anterior.

A faixa que divide a RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto da RN da Terra Brava e Criação das Lagoas é uma zona bastante infetada com cerca de seis quadrículas classificadas como tendo 12 ou mais espécies naturalizadas.

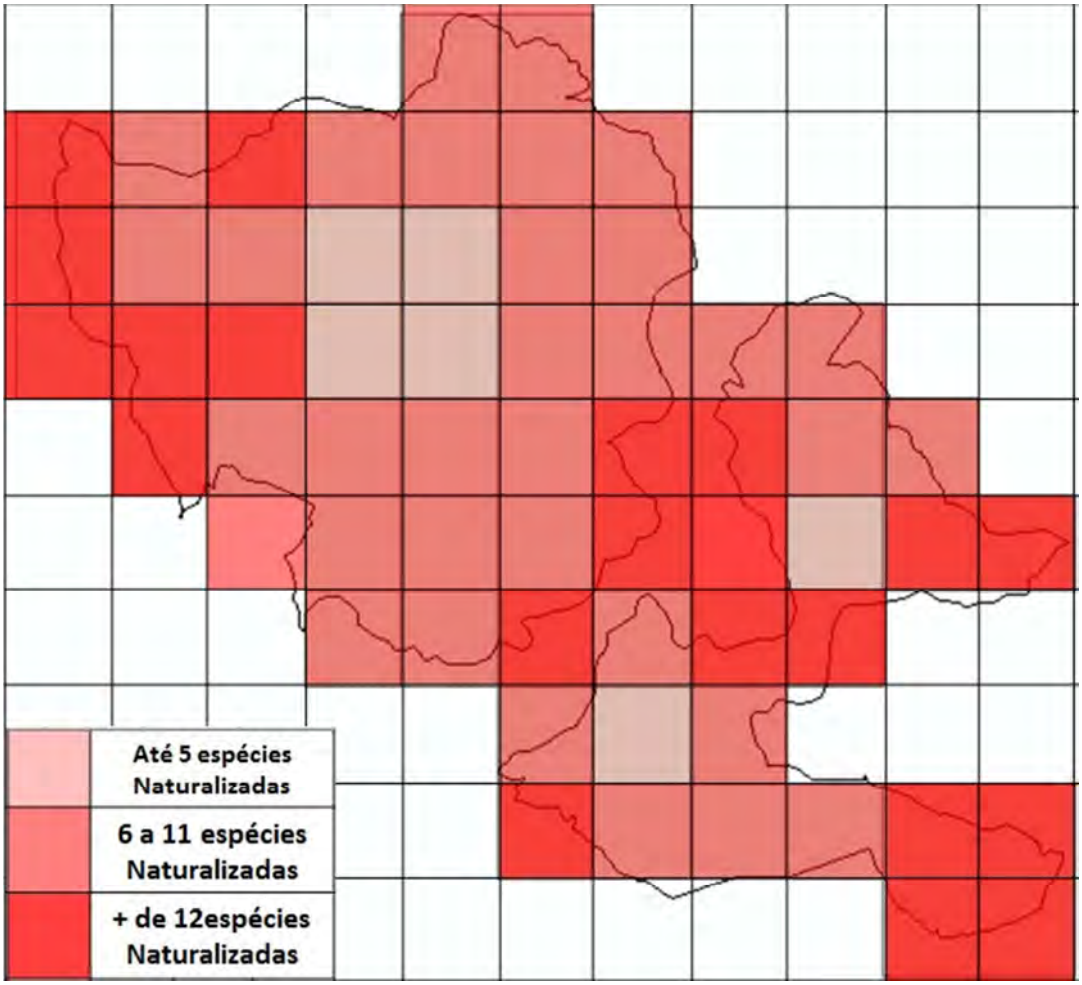

Figura 11. Representação das quadrículas UTM em três níveis de invasão distintos, da Reserva Natural do Biscoito da Ferraria e Pico Alto (esquerda) e da Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas (direita), onde ocorrem espécies naturalizadas.

O quadro 4 representa a relação entre perímetro-área e o número de células com ou sem espécies naturalizadas para as Reservas Naturais do Parque Natural da Ilha Terceira.

A reserva com maior dimensão, a RN da Serra de Santa Bárbara e Mistérios Negros, é a que apresenta a menor relação Perímetro/Área e é também a única que apresenta vegetação natural pura, ou seja, é a única que apresenta células que não estão invadidas com vegetação não natural, cerca de um quarto das células (28%).

Ao invés da anterior, a reserva que apresenta menor dimensão, a maior relação Perímetro/Área e que contém cerca de metade (48%) das células com mais de 12 espécies naturalizadas e nenhuma célula em estado puro é a RN da Terra Brava e Criação das Lagoas.

Quadro 4. Relação entre área-perímetro e o número de células (quadrículas UTM) com ou sem espécies naturalizadas para as RN do Parque Natural da Ilha Terceira (TER01- RN da Serra de Santa Bárbara e Mistérios Negros; TER02 - RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto; TER03 - RN da Terra Brava e Criação das Lagoas)

Reservas	Dimensão		m/ha	Células com espécies naturalizadas			
	Perímetro (m)	Área (ha)		0	1 - 5	6 - 11	+ 12
TER01	24010	1863,4	12,8850	28%	41%	28%	3%
TER02	13368	709,2	18,8494	0%	11%	62%	27%
TER03	14803	369,2	40,0948	0%	9%	43%	48%

Das 23 quadrículas que formam a área da Reserva Natural Pico Alto e da Terra Brava e Criação das Lagoas, foram realizadas observações em 11 quadrículas (48% das quadrículas, sombreadas a laranja na Figura 12).

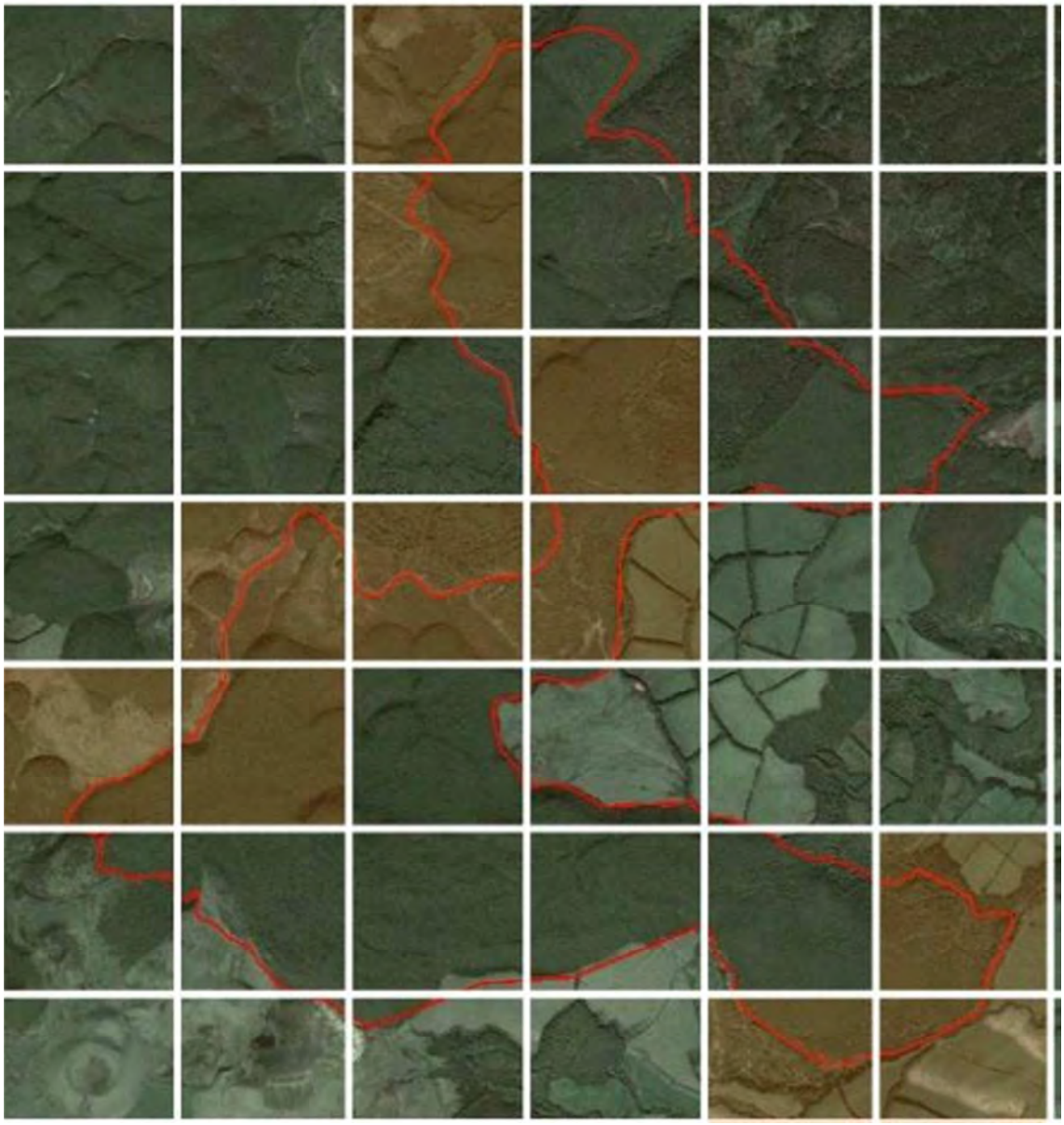

Figura 12. Ilustração da localização dos quadrados UTM observados na Reserva da Terra Brava e Criação das Lagoas (11 quadrados sombreados a laranja de 23, no total).

Nestas 11 quadrículas, foram observadas cerca de 60 espécies de plantas vasculares (Anexo V), sendo que destas 22 são endémicas dos Açores (END), duas são endémicas da Macaronésia (MAC), 19 são nativas (n), 15 são naturalizadas (natu) e duas são de origem duvidosa (d).

Foram efetuados cerca de 741 registos das 60 espécies identificadas. Na Figura 6 estão representadas as percentagens dos registos realizados, sendo que o grupo de espécies com mais registos foi o das espécies endémicas (END), com cerca de 40% dos registos efetuados. Quanto ao grupo das espécies naturalizadas (natu) estas representam 16% dos registos.

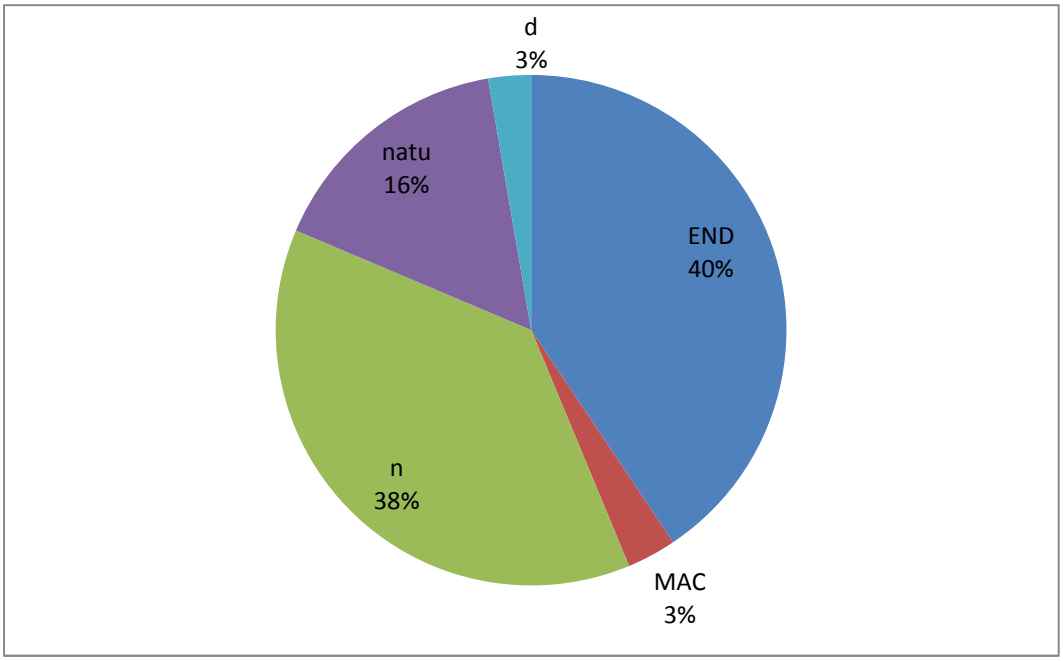

Figura 13. Percentagem do número de registos das espécies observadas pelo estatuto de colonização (END – Endémico dos Açores; MAC – Endémico da Macaronésia; n – nativas dos Açores; natu – naturalizadas; e d – estatuto desconhecido).

A Figura 14 representa a percentagem da cobertura média observada nas 11 quadrículas estudadas, na Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas, por estatuto de colonização. O maior valor de cobertura média é representado pelo grupo das plantas vasculares endémicas (END), surgindo logo com 10% o grupo de plantas vasculares naturalizadas (natu).

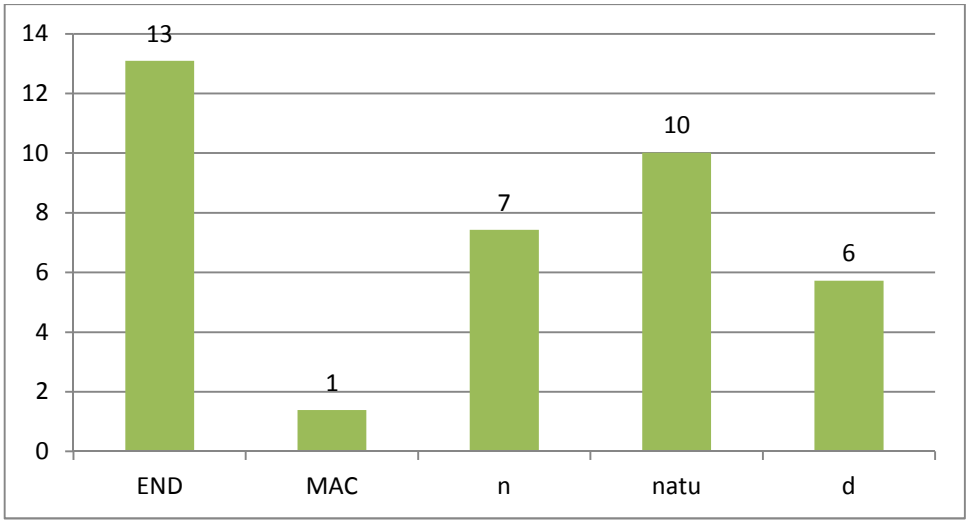

Figura 14. Percentagem da cobertura média das espécies de acordo com o seu estatuto de colonização nos 11 quadrados analisados da Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas. (Observações: Novembro 2012 a Maio 2013) (END – Endémico dos Açores; MAC – Endémico da Macaronésia; n – nativas dos Açores; natu – naturalizadas; e d – estatuto desconhecido).

A figura 15 representa a percentagem média da cobertura das espécies naturalizadas observadas na RN da Terra Brava e Criação das Lagoas. As espécies que ocorreram em maior número (riqueza) foram a espécie *Cryptomeria japonica* (31%), a espécie *Hedychium gardnerianum* (16%), a espécie *Hydrangea macrophylla* (10%) e a espécie *Rubus ulmifolius* (8%).

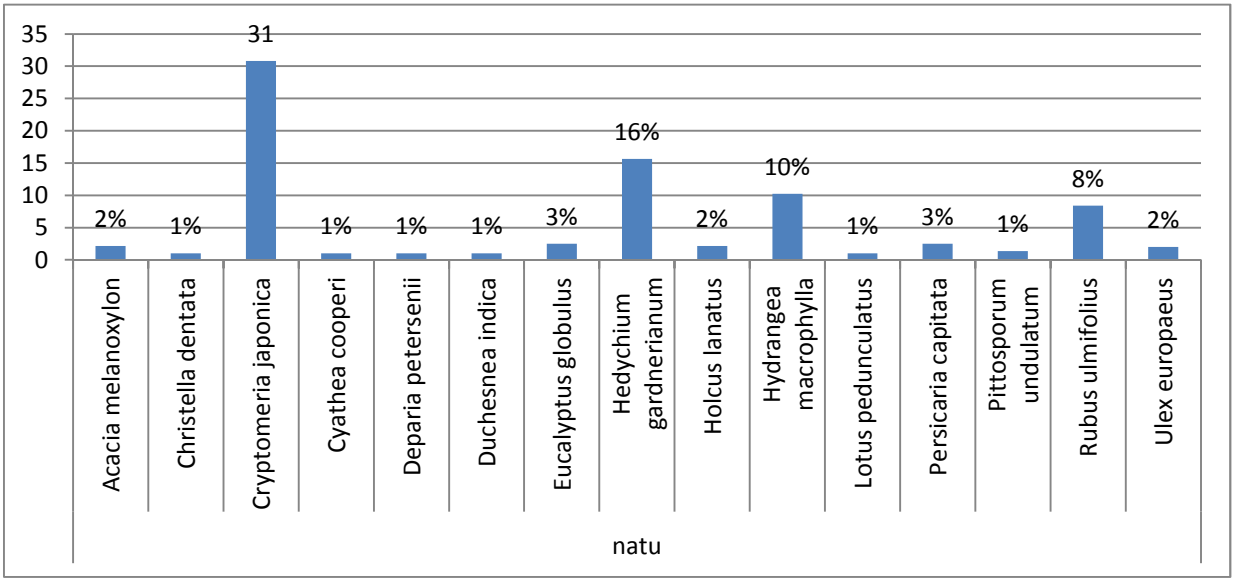

Figura 15. Percentagem média da cobertura das espécies naturalizadas na RN da Terra Brava e Criação das Lagoas

A figura 16 representa a relação entre as espécies invasoras e a percentagem de solo ocupado por Vegetação Natural. A relação entre estas duas componentes é positiva e significativa ($p<0,05$) e bastante forte, com R^2 de 0,87. ou seja, quanto maior a percentagem de solo ocupado com Vegetação Natural menor a riqueza de espécies invasoras. Em locais onde a vegetação natural ocupa 100% do solo, apenas surgem três espécies invasoras.

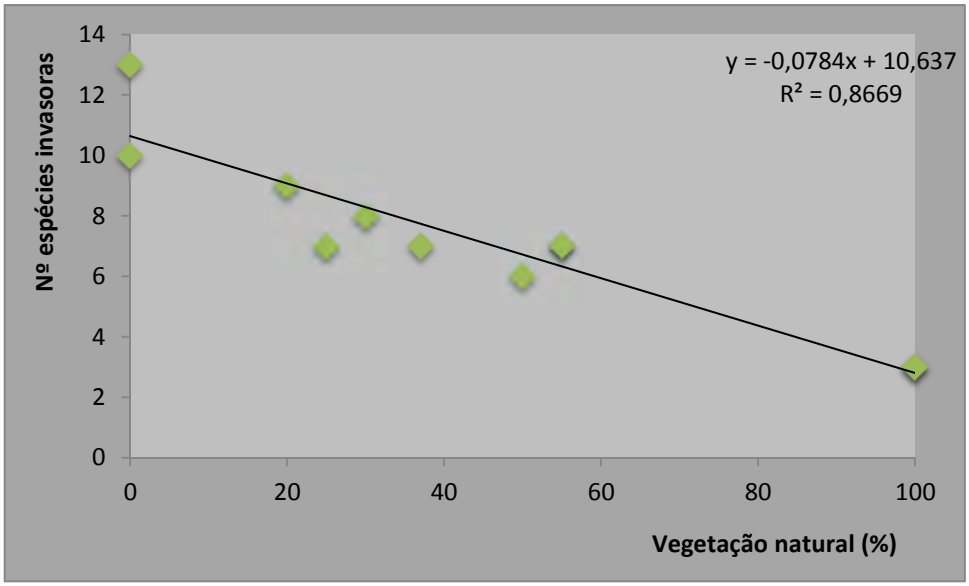

Figura 16. Relação entre o número de espécies invasoras e a percentagem de solo ocupado por Vegetação Natural.

O quadro 5 apresenta os valores da correlação, obtida através do teste estatístico de Pearson, entre a Vegetação Natural e as espécies Indígenas e Invasoras.

A correlação (negativa) entre a ocupação natural do solo e as espécies invasoras é significativa ($P < 0,01$), ou seja, quanto maior a alteração (menor % ocupação natural) maior o número de espécies invasoras.

Quadro 5. Correlação (Teste estatístico de Pearson) entre a % da Vegetação Natural e o Nº de espécies indígenas e o Nº de espécies invasoras.

% Vegetação Natural	Nº espécies Indígenas	Nº espécies Invasoras
50	26	6
25	26	7
0	29	13
37	30	7
20	36	9
0	21	10
100	31	3
100	23	3
55	30	7
55	32	7
30	32	8
Coeficiente Correlação Pearson	-0,006	-0,931

3.4. Discussão

A discussão está organizada de acordo com as perguntas de investigação previamente consideradas:

A forma e tamanho das reservas contribuem para a progressão das espécies naturalizadas? E a relação perímetro/área também contribui?

Observando os dados obtidos pelo programa Atlantis Tierra 3.0., apresentados nas figuras 9 e 10 podemos afirmar que a forma e o tamanho das reservas contribuem para a progressão das espécies naturalizadas.
Das três reservas do Parque Natural da Ilha Terceira a que apresenta um melhor estado de conservação é a RN de Santa Barbara e Mistérios Negros. Esta por apresentar uma forma relativamente circular e por ter uma grande dimensão (superior à junção das outras duas reservas) apresenta as espécies indígenas mais protegidas, pelo facto de o risco de extinção das mesmas ser menor e por as espécies exóticas terem maior dificuldade em invadir a reserva (Terborgh, 1974, 1976; Wilson & Willis, 1975; Diamond, 1975, 1976; Whitcomb *et al*., 1976; Gilbert, 1980; Fahrig & Merriam, 1985; Quinn & Hastings, 1987). O interior desta Reserva encontra-se num estado puro (Borges *et al*., 2006) mas com grande perigo de ser invadido pelas espécies exóticas, visto que estas estão a invadir a partir da periferia para o interior.

Por outro lado a RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e a RN da Terra Brava e Criação das Lagoas encontram-se num estado crítico pois estão a ser alvo de uma grande invasão por parte das espécies exóticas. Esta invasão está relacionada com a sua pequena dimensão, pois geralmente as pequenas reservas possuem maior riqueza (número de espécies) do que que as grandes reservas (Simberloff & Abele, 1976; Abele & Connor, 1979; Järvinen, 1982; Margules *et al*., 1982; Mclellan *et al*., 1986), estando assim mais sujeitas a ser invadidas por espécies exóticas (Higgs & Usher, 1980). Um maior número de espécies não implica uma maior estabilidade ou funcionamento do ecossistema (Simberloff & Abele, 1982, 1984).

A relação perímetro/área também contribui para a progressão das espécies invasoras. Confirma-se que reservas que possuam uma grande

relação entre perímetro/área possuem também uma menor área protegida contra eventuais invasões por parte das espécies exóticas (Zudeima *et al*., 1996; Primack, 2006).

As espécies naturalizadas que ocorrem no Parque Natural da Terceira, necessitam de um controlo urgente? Quais as zonas das reservas que deverão ser primeiramente intervencionadas?

As RN do Parque Natural da Ilha Terceira necessitam urgentemente de intervenção, principalmente as Reservas Naturais do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e da Terra Brava e Criação das Lagoas. Estas reservas estão fortemente invadidas por espécies exóticas, principalmente nas zonas periféricas, visto serem as zonas limite das reservas e como tal as mais propensas a ser invadidas por espécies exóticas (Rathcke & Jules, 1993;Paciência & Prado, 2004; Pardow *et al*., 2010).
Pelo facto das zonas periféricas das reservas estarem sujeitas a uma maior probabilidade de invasão; pelo facto das espécies localizadas nestas zonas possuírem uma baixa densidade e uma probabilidade relativamente baixa de persistência (Araújo & Williams, 1999; Vucetich & Waite, 2003) seria uma melhor estratégia de conservação proceder à erradicação das espécies invasoras do centro para a periferia. Outro aspeto de grande importância é que as populações abundantes e menos variadas no centro das reservas têm um papel essencial na manutenção de populações naturais (Lawton, 1993).

Quais as espécies com maior potencial invasor nas áreas do Parque Natural da Terceira, no caso da RN da Terra Brava e Criação das Lagoas?

Tendo em conta os dados obtidos nas observações efetuadas na RN da Terra Brava e Criação das Lagoas podemos afirmar que as espécies *Cryptomeria japonica, Hedychium gardnerianum* e *Hydrangea macrophylla* são as espécies exóticas com maior representatividade nestas zonas.

A espécie *Cryptomeria japonica* devido à sua grande longevidade e rápido crescimento (Silva, 2007; Borges *et al*., 2009) é uma ameaça às espécies autóctones do ponto de vista competitivo por espaço, luz e nutrientes.

Quanto à espécie *Hedychium gardnerianum,* abordada no ponto 2.3.2., esta prefere locais húmidos e sombrios, tem uma grande capacidade de dispersão (por pássaros) e regeneração (Dias, 2001; Cordeiro & Silva, 2003; Schäfer, 2005; Minden *et al*., 2010; Schäfer *et al*. 2011). Devido à sua reprodução assexuada, a partir de rebentos dos rizomas, e devido à sua reprodução sexuada (centenas de sementes por ano) esta espécie consegue atingir grandes áreas de cobertura, reduzindo assim a área de cobertura e capacidade de propagação das espécies indígenas (Cordeiro & Silva, 2003; Silva *et al*., 2008; Minden *et al*., 2010).

A espécie *Hydrangea macrophylla* possui uma grande capacidade de propagação, sendo esta efetuada praticamente por todas as partes vegetativas (reprodução assexuada), ocorrendo em ravinas, bermas de ribeiras e clareiras formadas por distúrbios (PRECEFIAS, 2004; Schäfer, 2005; Silva *et al*., 2008). Nos Açores não está descrita reprodução sexuada desta espécie. Na RN da Terra Brava e Criação das Lagoas esta espécie ocorre preferencialmente na periferia e em locais mais expostos.

As espécies *Rubus ulmifolius, Ulex europeus* e *Pittosporum undulatum*, apesar de momento possuírem uma baixa representatividade nesta reserva, não deixam de ser espécies preocupantes devido à sua grande capacidade de invasão (Silva *et al*., 2008).

As zonas mais intervencionadas pelo Homem são mais suscetíveis de invasão por parte das espécies exóticas?

A ocupação do solo está relacionada com a progressão das espécies exóticas, ou seja, quanto mais intervencionado for o solo maior a riqueza de espécies invasoras. As espécies com maior capacidade de invasão no arquipélago, como por exemplo o *Pittosporum undulatum*, *Hedychium gardnerianum*, *Rubus ulmifolius*, *Hydrangea macrophylla,* aproveitam estes tipos de distúrbios, causados pelo Homem, para colonizar novos espaços (Gleadow &

Ashton,1981; Weber, 2003; PRECEFIAS, 2004; Schäfer, 2005; Silva *et al*., 2008; Mazzolari *et al.,* 2011).

A abertura de trilhos pedestres, embora constitua um fator positivo para o desenvolvimento do Ecoturismo nos Açores, é um exemplo de que pequenas alterações do solo podem proporcionar uma maior facilidade das espécies invasoras em se infiltrarem em locais ocupados por Vegetação Natural (Silva *et al*., 2008; Borges *et al*., 2009). Outro exemplo é a monocultura da *Cryptomeria japonica*, que através do ensombramento reduz o desenvolvimento de grande parte das espécies vegetais, e ainda proporciona as condições ideais para o aumento da espécie *Hedychium gardnerianum* (Dias, 2001; Cordeiro & Silva, 2003; Silva, 2007; Borges *et al*., 2009; Minden *et al*., 2010).

3.6. Conclusões

O estado das Reservas Naturais do Parque Natural da Ilha Terceira, neste momento, é bastante crítico no que diz respeito à invasão por parte de espécies exóticas. Apenas a RN da Serra de Santa Barbara e Mistérios Negros possui manchas de vegetação natural pura, localizadas sobretudo na parte central da mesma, correspondente à caldeira da Serra de Santa Bárbara. A Reserva Natural do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e a Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas estão, na totalidade, invadidas com espécies exóticas, principalmente na periferia das mesmas.

Verificou-se que o padrão de distribuição das espécies naturalizadas é semelhante em todas as Reservas Naturais. Estas encontram-se em maior número na periferia das reservas e vão diminuindo em direção ao centro das reservas. Este efeito é mais notório na Reserva Natural da Serra de Santa Barbara e Mistérios Negros e na Reserva Natural do Biscoito da Ferraria e Pico Alto, pois estas reservas possuem uma forma relativamente circular e possuem uma dimensão razoável, sobretudo a primeira reserva referida.

No presente estudo concluímos ainda que a relação perímetro/área é importante quando se refere à implementação de Reservas Naturais, pois quanto maior a área e menor o perímetro, mais dificuldade têm as espécies exóticas em penetrar na reserva (menor a relação entre ambos). Neste contexto a reserva que apresenta uma maior relação perímetro/área é a Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas. Esta reserva é por sua vez a que está mais invadida por espécies exóticas.

As espécies invasoras têm maior capacidade de se instalar em locais que já foram intervencionados pelo Homem, sendo que estas têm menor capacidade de se desenvolver em locais onde domina a vegetação natural. O corredor que existe entre as Reservas Naturais do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e da Reserva Natural da Terra Brava e Criação das Lagoas é um local bastante intervencionado pelo Homem, o que se traduz numa maior probabilidade das plantas exóticas em invadir estas duas reservas através deste corredor.

As Reservas Naturais do Parque Natural da Ilha Terceira necessitam urgentemente de um plano de conservação, sendo que seria uma melhor

estratégia iniciar este plano do centro para a periferia, ou seja, conservar em primeiro lugar o que está em melhor estado e depois progredir em direção à periferia.

CAPÍTULO IV

ESTUDO 2

Monitorização do controlo de *Pittosporum undulatum*

4. Monitorização do controlo de *Pittosporum undulatum*

4.1. Introdução

O incenso ou faia-do-Norte, *Pittosporum undulatum* Vent., é uma planta nativa da Austrália que tem sido cultivada por todo mundo como planta ornamental (Wagner *et al*. 1999). Esta planta é considerada como invasora em diversos locais, como o Havai, Jamaica, África do Sul e Ilhas do Pacífico e Atlântico (Binggeli, 1998), como é o caso dos Açores, onde ocorre em todas as ilhas do arquipélago (Silva & Smith, 2005; Silva *et al*., 2008).

Possivelmente o incenso foi introduzido no arquipélago na época do Ciclo da Laranja tendo como finalidade ser utilizado como sebe para proteção das culturas, especialmente contra o vento (Barcelos, 2010). Está naturalizado em todas as ilhas do arquipélago, e fortemente implantado desde o nível do mar até cotas bastante elevadas, provocando distúrbios na vegetação natural, desde os 100 metros até aos 600 metros de altitude (Shäfer, 2005; Silva & Smith, 2005; Silva *et al*., 2008; Barcelos, 2010). Deste modo, tornou-se numa das maiores ameaças à vegetação natural dos Açores, eliminando ou reduzindo de forma progressiva, a vegetação natural (Silva & Smith, 2005; Silva *et al*. 2008; Barcelos, 2010). O facto de ter deixado de ser usada para fins domésticos e a sua capacidade de dispersão muito eficaz, fez com que se expandisse muito rapidamente pela vegetação natural (Gleadow & Ashton, 1981; Barcelos, 2010).

A capacidade de invasão do *Pittosporum undulatum* é tão grande que praticamente qualquer distúrbio (mecânico ou natural) favorece a sua dispersão (Gleadow & Ashton,1981). A sua alta eficiência fotossintética, grande dimensão (ensombramento), ação por alelopatia e alta produção de sementes e frutos beneficiam também a sua dispersão e competição contra a flora nativa (Gleadow & Ashton,1981; Weber, 2003; Lake *et al.* 2004; Bellingham *et al*., 2005). Nos Açores a sua dispersão é efetuada através do transporte de sementes e polinização, sobretudo pelo melro-negro (*Turdus merula* L. *azorensis* Hart.) e pela abelha (*Apis mellifera* L.) respetivamente (Cordeiro *et al*., 2006).

4.1.1. Sucessões Ecológicas

Sucessão Ecológica pode ser definida como um processo sequencial de mudanças no ecossistema, causado por distúrbios no meio físico, onde as comunidades biológicas evoluem até atingir o clímax, ou seja, um ecossistema constante (Mellinger & McNaughton, 1975).

As sucessões ecológicas podem ser primárias ou secundárias. As primárias ocorrem em zonas recém formadas como campos de lava, dunas de areia, etc (Ricklefs, 1996; Elias, 2001). As secundárias geralmente estão associadas a locais que já foram povoados mas que foram alvo de um forte distúrbio, como campos de agricultura, derrocadas, etc (Ricklefs, 1996; Elias, 2001).

Nos Açores, a maioria dos solos estão associados a estruturas vulcânicas recentes, sendo que alguns autores têm estudado estas sucessões, como sejam Elias (2001), Elias & Dias (2004a; 2004b), Elias & Dias (2007). As principais espécies com capacidade para colonizarem estes espaços geologicamente recentes, as denominadas espécies pioneiras, nos Açores são: *Juniperus brivifolia, Erica azorica, e Vaccinium cylindraceum* (Elias, 2001; Elias & Dias, 2004a, 2004b; Elias & Dias, 2007).

4.2. Metodologia

4.2.1. Área de Estudo:

A Malha Grande está inserida na Área Protegida para a Gestão de *Habitats* ou Espécies do Planalto Central e Costa Noroeste do Parque Natural da ilha Terceira (zona central da ilha Terceira entre os complexos vulcânicos do Pico Alto e Serra de Santa Bárbara) (Figura 12). Estende-se a partir da plataforma central a cerca de 530 metros de altitude em direção à encosta norte da ilha (Melo, 2000 *in* Silveira, 2011).

Figura 17. Localização da Malha grande e Áreas Protegidas para a Gestão de *Habitats* ou Espécies (Categoria IV - IUCN): 1. Ponta das Contendas; 2. Ilhéus das Cabras; 3. Matela; 4. Biscoito da Fontinha; 5. Costa das Quatro Ribeiras; 6. Planalto Central e Costa Noroeste, 7. Pico do Boi.

Presentemente a área assinalada como Malha Grande está sob a gestão dos Serviços do Parque Natural da ilha Terceira.

4.2.2. Recolha de dados:

Foram realizadas observações na área de estudo, mais propriamente nos dezasseis quadrados de 100 m^2 (10 m X 10 m) implementados por Silveira (2011). Os quadrados estão inseridos em zonas com densidades variáveis de *Pittosporum undulatum* (Ver Figura 18).

Figura 18. Representação no terreno dos 16 quadrados (Q1 a Q8) indicando o tratamento(T=Corte e L=Controle) e respectiva densidade de *Pittosporum undulatum* (BD – Baixa Densidade; MD – Média Densidade; AD – Alta Densidade e B – Bosque) estudados na Malha Grande – Ilha Terceira.

Para efeitos deste Trabalho, consideraram-se quatro níveis de densidade de acordo com a cobertura da espécie e a altura máxima da copa (Quadro 6), considerando-se Quadrados de Baixa Densidade, Média Densidade, Alta densidade e Bosque.

Quadro 6. Categorização das Densidades de *Pittosporum undulatum*.

Densidade de *P. undulatum*	Cobertura P. undulatum	Altura da copa
Baixa	0% - 50%	até 2 metros
Média	51% - 75%	até 3 metros
Alta	> 75%	até 4 metros
Bosque	> 75%	> 4 metros

Em 2010 foram removidos e cortados todos os indivíduos de *Pittosporum undulatum* em metade dos 16 quadrados (CT- corte) e aplicado um herbicida "Piton verde" (1 litro), solução concentrada com 360 g/l ou 31% (p/p) de glifosato nos indivíduos adultos de pequeno e grande porte, não se procedendo a qualquer alteração nos restantes oito quadrados (CL - controle) (Silveira, 2011). Os quadrados foram distribuídos aos pares, havendo duas réplicas para cada tratamento e densidade.

Os quadrados foram identificados da seguinte forma QxCz, em que x={1 a 8} e z={T ou L}. O x representa o número do quadrado e o z representa o quadrado de Corte (CT) ou Controle (CL).

As observações do autor foram efetuadas ao longo de três anos, mais especificamente, nos meses de junho de 2011, 2012 e 2013.

O método de observação utilizado foi o de observação direta (censo visual) discriminando o número de indivíduos (plântulas, juvenis) observados dentro dos quadrados (Sutherland, 2006). Neste estudo foram contabilizadas as plântulas e juvenis de *Pittosporum undulatum, Juniperus brevifolia, Erica azorica, Rubus ulmifolius e Hedychium gardnerianum*. Quanto à cobertura, foi utilizado o método referido por Silveira (2010) em que foi feita uma estimativa da percentagem absoluta de cobertura das espécies: *Juniperus brevifolia, Erica*

azorica, Pittosporum undulatum, Persicaria capitata, Rubus ulmifolius, Hedychium gardnerianum e Morella faya nos 16 quadrados estudados.

As espécies invasoras definidas para este estudo (*Pittosporum undulatum, Persicaria capitata, Rubus ulmifolius, Hedychium gardnerianum)* foram escolhidas de acordo com a sua grande capacidade de invasão e regeneração, tendo como base PRECEFIAS (2004) e Silveira (2010). No que diz respeito às espécies indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa e Morella faya*) estas foram definidas de acordo com a sua abundância no local e capacidade de competir com as espécies invasoras, tendo como base os resultados obtidos por Silveira (2010).

As observações foram efetuadas ao longo de três anos, mais especificamente, no início do verão de 2011, no início do verão de 2012 e no início do verão de 2013.

No ano de 2013 todos os quadrados de 100 m^2 (10 m X 10 m) foram divididos em quatro quadrados (5 m X 5 m) de forma a gerar mais dados para que estes possam ser melhor interpretados. Cada quadrado de 25 m^2 (5 m X 5 m) foi identificado como sendo QxPyCz, em que x={1 a 8}, y={1 a 4} e z={T ou L}. O x representa o número do quadrado, o y representa o número da nova parcela gerada e o z representa o quadrado de Corte (CT) ou Controle (CL).

Ainda no ano de 2013, para todos os quadrados de 25 m^2 (5 m X 5 m) foram realizadas medições da iluminância (Lux), em três pontos aleatórios de cada quadrado, com o instrumento SPER SCIENTIFIC 850070 (Figura 19). Segundo Pais (2011) entende-se por iluminância a luz emitida por uma fonte ao atingir uma superfície, esta superfície será iluminada. Assim, a iluminância é a medida de quantidade de luz incidente numa superfície, por unidade de área (S), e calcula-se da seguinte forma:

- $\mathbf{E = \Phi / S}$

  E: Iluminância

  Φ: Fluxo luminoso

  S: Área

Figura 19. Instrumento SPER SCIENTIFIC 850070

Após cada observação, e apenas nos quadrados de corte, foram novamente removidas as plântulas e juvenis por monda, e rebentos dos cortes por poda, de *Pittosporum undulatum.*

Todos os dados recolhidos foram inseridos e tratados numa base de dados criada num ficheiro Microsotf Office Excel 2010.

4.2.3. Análise e tratamento de dados

Consideramos como variáveis explicadoras a Densidade de *Pittosporum undulatum* (variável ordinal, com quatro níveis: baixa, média, alta e bosque), o tipo de Tratatamento (variável ordinal com dois níveis: Corte e Controle) e o tempo (variável contínua: 2010 a 2013).

Quanto às variáveis resposta considerámos:

- a cobertura: cobertura média de espécies invasoras, cobertura média de espécies indígenas, cobertura média de cada uma das espécies referidas

(*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Hedychium gardnerianum* e *Rubus ulmifolius*),

- o número de plântulas das cinco espécies em estudo e
- o número de juvenis das cinco espécies em estudo.

As hipóteses de investigação consideradas para o estudo foram:

- Com o corte de *Pittosporum undulatum*, a cobertura média de espécies indígenas tende a aumentar, tal como se prevê que aumente o número de plântulas e juvenis destas espécies;
- Com o corte, a cobertura média de espécies exóticas diminui.

Espera-se que com o corte e com o tempo as espécies indígenas aumentem a sua cobertura relativamente às espécies invasoras.

Os dados obtidos foram analisados no programa estatístico IBM SPSS Statistics 20. Assim sendo foram utilizadas as análises de variância One Way Anova e Univariate para relacionar as variáveis explicadoras com as variáveis resposta. Deste modo foi possível pesquisar quais as variáveis explicadoras que mais influenciaram as variáveis resposta.

4.3. Resultados:

No Quadro 7 é possível observar o número de plântulas e juvenis observados, para as espécies em estudo, desde 2010 até 2013. Observaram-se no total 8343 plântulas e juvenis. A espécie em que se observaram mais plântulas e juvenis foi o *Rubus ulmifolius* e a espécie em que se observaram menos plântulas e juvenis foi o *Hedychium gardnerianum*. O ano em que se observaram mais indivíduos foi em 2010.

Quadro 7. Total de plântulas e juvenis das espécies estudadas, obtidos nas observações efetuadas entre 2010 e 2013, na Malha Grande, em todos os quadrados de estudo (8 quadrados de controle e 8 quadrados de corte).

		2010	2011	2012	2013	Total
Erica azorica	**Nº Plântulas**	167	244	151	217	779
	Nº Juvenis	344	143	198	288	973
Hedychium gardnerianum	**Nº Plântulas**	23	141	38	50	252
	Nº Juvenis	18	31	50	84	183
Juniperus brevifolia	**Nº Plântulas**	259	82	69	112	522
	Nº Juvenis	241	65	69	90	465
Pittosporum undulatum	**Nº Plântulas**	300	105	90	74	569
	Nº Juvenis	58	40	75	81	254
Rubus ulmifolius	**Nº Plântulas**	1190	855	356	338	2739
	Nº Juvenis	415	221	484	487	1607
Total		3015	1927	1580	1821	**8343**

No Quadro 8 é apresentada a Média e o Desvio Padrão relativamente à cobertura das espécies *Erica azorica*, *Juniperus brevifolia, Morella faya, Myrsine retusa*, *Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius, Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata,* obtida ao longo de quatro anos (2010-2013).

Em todas as espécies o Desvio Padrão é elevado, por vezes maior do que a média. Estes valores elevados do Desvio Padrão podem estar associados ao reduzido número de quadrados estudados.

Quanto à abundância média as espécies mais representativas são: *Erica azorica*, *Juniperus brevifolia e Pittosporum undulatum.* Quanto ao *Pittosporum undulatum*, este não contem valores nos quadrados de corte pois todos os indivíduos desta espécie foram removidos. As espécies *Erica azorica, Myrsine retusa* e *Juniperus brevifolia* apresentam valores mais elevados nos quadrados de corte do que nos quadrados de controle.

Quadro 8. Média e Desvio Padrão da percentagem de cobertura das espécies estudadas no período de 2010 - 2013.

		Erica azorica		***Hedychium gardnerarum***		***Juniperus brevifolia***		***Morella faya***		***Myrsine retusa***		***Pittosporum undulatum***		***Persicaria capitata***		***Rubus ulmifolius***	
Densidade de *P. undulatum*	**Trat.**	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão
Baixa	Controle	39,3	11,1	0,4	0,5	52,1	20,7	7,4	11,3	13,0	8,5	14,4	5,7	47,1	17,7	2,4	2,5
	Corte	43,2	9,5	0,2	0,4	55,0	15,2	3,2	5,0	19,4	14,6			47,9	26,0	2,1	1,6
Média	Controle	13,9	6,6	0,6	0,5	43,9	17,8	2,3	4,1	12,4	12,4	49,3	17,1	34,6	36,7	2,4	2,5
	Corte	21,1	9,6	0,7	1,0	59,4	23,2	0,1	0,5	20,1	10,0			35,4	41,9	7,1	5,3
Alta	Controle	15,7	11,2	0,4	0,5	13,4	6,7	0,0	0,0	19,4	10,2	67,5	13,4	22,5	28,7	7,6	6,5
	Corte	30,9	18,9	1,4	2,4	30,7	12,4	0,0	0,0	24,8	18,3			29,6	35,4	9,3	7,7
Bosque	Controle	6,0	6,1	0,6	1,4	34,3	11,1	0,2	0,6	7,2	5,4	72,3	9,3	0,1	0,3	7,3	7,0
	Corte	17,9	13,3	0,2	0,4	47,1	17,5	10,8	11,6	9,3	7,6			0,0	0,0	11,9	9,6

A Figura 20 representa a percentagem média de cobertura das espécies indígenas e exóticas por densidade de *Pittosporum undulatum* e por ano (desde 2010 a 2013) para os quadrados de Controle, ou seja, para aqueles que não sofreram erradicação de *Pittosporum undulatum* no início do ensaio.

As espécies indígenas que contribuíram para a média de cobertura foram: *Erica azorica*, *Juniperus brevifolia, Morella faya e Myrsine retusa*; enquanto as espécies exóticas incluem: *Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius, Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata.*

As espécies indígenas estão mais representadas nos quadrados de Baixa e Média densidade de *P. undulatum.* Registaram-se em 2013 os valores médios máximos de 18,7% e 32,2% para os quadrados de Baixa e Média densidade, respetivamente. No que diz respeito às espécies exóticas, estas apresentam uma percentagem média de cobertura pouco semelhante, de acordo com as Densidades de *P. undulatum*. O maior valor médio de cobertura registado encontra-se nos quadrados de Alta densidade, em 2010 com 28,3%, enquanto o menor valor médio foi registado em 2010 nos quadrados de Baixa densidade com 10,5%.

Apenas nos quadrados de Baixa densidade as espécies indígenas têm maior percentagem de cobertura do que as espécies exóticas, sendo que nos quadrados de Alta densidade e Bosque a cobertura das espécies exóticas predomina sobre a das espécies indígenas.

Ao longo dos quatro anos de estudo a cobertura das espécies exóticas nos quadrados instalados nas zonas de Alta densidade e Bosque, nos quadrados de Controle, tem vindo a diminuir. Ao invés, nos quadrados de Baixa densidade, o aumento da cobertura destas espécies é bastante acentuado.

No que diz respeito à cobertura das espécies indígenas, estas têm vindo a aumentar em todos os quadrados, sendo que nos quadrados de Baixa densidade este crescimento é mais evidente.

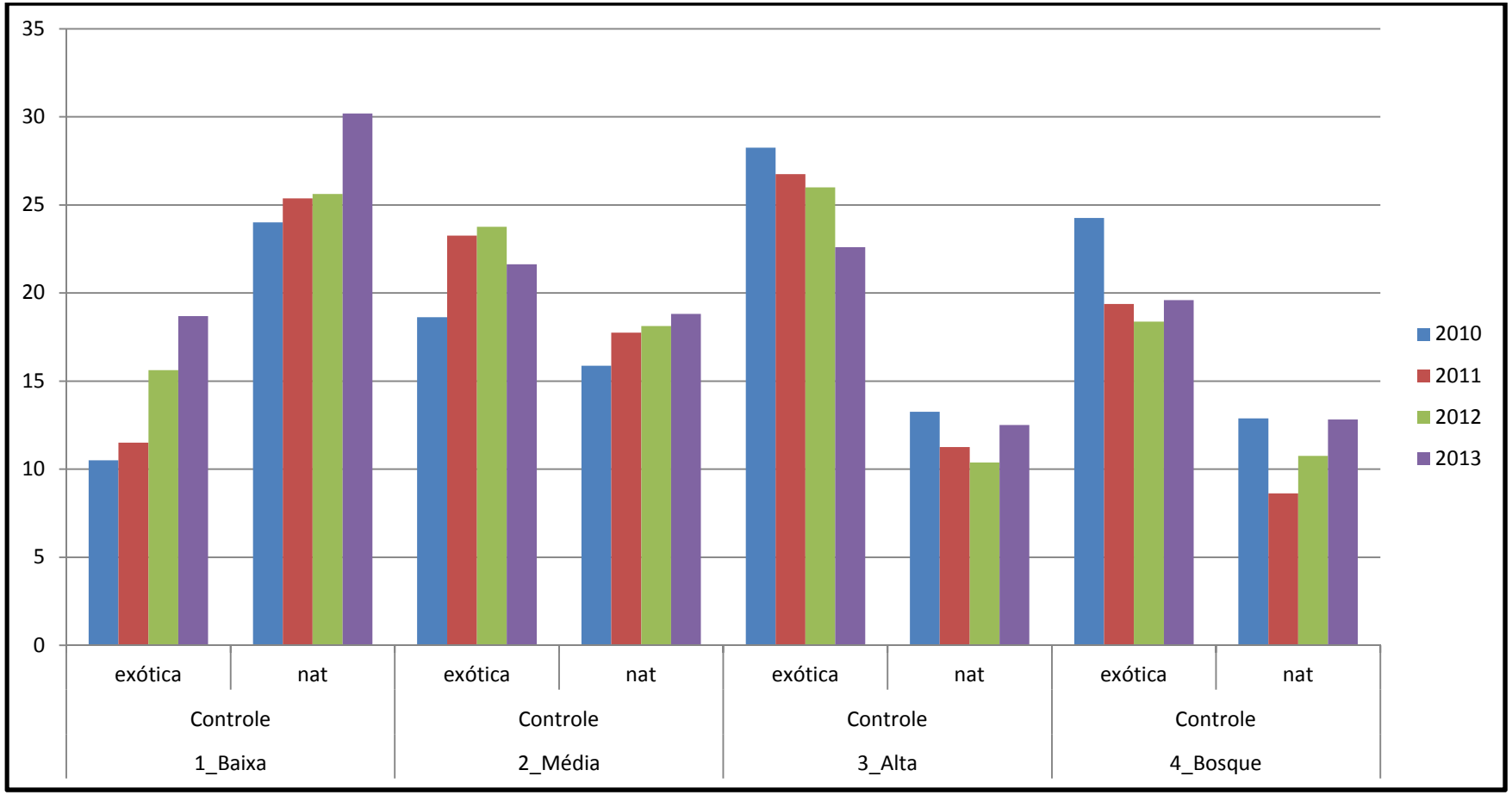

Figura 20. Média da percentagem de cobertura das espécies indígenas (nat) e exóticas por Densidade de *Pittosporum undulatum* (Baixa, Média, Alta e Bosque) e por Ano (2010 a 2013) para os quadrados de controle.

A Figura 21 representa a percentagem média de cobertura das espécies indígenas e exóticas por densidade de *Pittosporum undulatum* e por ano para os quadrados de Controle, ou seja, aqueles que sofreram a erradicação de *Pittosporum undulatum* em 2010 (ver Silveira, 2011).

Foram contabilizadas as coberturas das seguintes espécies indígenas: *Erica azorica*, *Juniperus brevifolia*, *Morella faya* e *Myrsine retusa*; enquanto as espécies exóticas representadas na figura são: *Pittosporum undulatum*, *Rubus ulmifolius*, *Hedychium gardnerianum* e *Persicaria capitata*.

Em todos os quadrados estudados a percentagem de cobertura de espécies indígenas é superior ao de espécies exóticas, visto que em todos estes quadrados a espécie *Pittosporum undulatum* foi removida.

As espécies indígenas, regra geral para todos os quadrados de Corte estudados, têm vindo a aumentar a sua área de cobertura comparativamente às espécies exóticas. Este aumento tem ocorrido de forma gradual, ao longo do tempo. Apesar de as espécies exóticas também terem aumentado a sua área de cobertura, este aumento não é comparável ao das espécies indígenas.

A percentagem de cobertura média das espécies indígenas é superior nos quadrados de Baixa e Média densidade, tendo alcançado valores máximos de 32,0% e 26,9%, respetivamente em 2013. O seu aumento tem sido mais evidente nos quadrados de Alta densidade e Bosque, sobretudo no ano de 2013, com coberturas médias máximas de 25% e 26,9%, respetivamente.

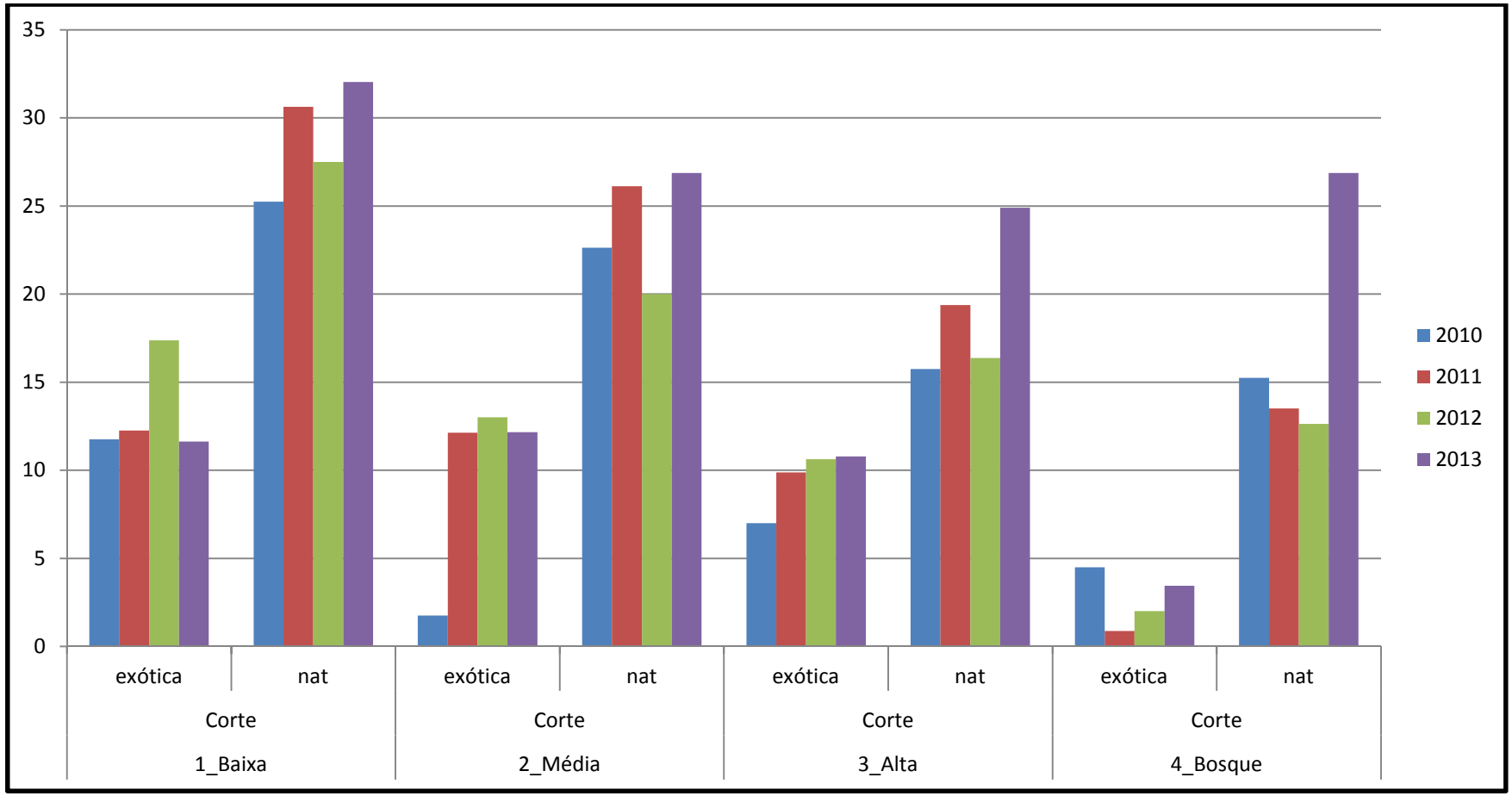

Figura 21. Média da percentagem de cobertura das espécies indígenas (nat) e exóticas por Densidade de *Pittosporum undulatum* (Baixa, Média, Alta e Bosque) e por Ano (2010 a 2013) para os quadrados de corte.

As figuras que se seguem (22 a 26), representam o número de plântulas e juvenis das espécies *Juniperus brevifolia, Hedychium gardnerianum, Erica azorica, Pittosporum undulatum* e *Rubus ulmifolius,* por categoria de Densidade de *Pittosporum undulatum* (Baixa, Média, Alta e Bosque), por tipo de Tratamento (Corte ou Controle) e por Ano (2010, 2011, 2012 e 2013).

A espécie *Juniperus brevifolia* (Figura 22) parece ter maior facilidade em proliferar em locais de Baixa, Média e Alta densidade de *Pittosporum undulatum*. Nos quadrados de Bosque, onde o *Pittosporum undulatum* atinge coberturas importantes (cerca de 80%), e tem árvores com mais de 4 m de altura, a espécie endémica não tem grande expressão.

Após a remoção de *Pittosporum undulatum*, nos quadrados de corte, em 2010, o número de plântulas e juvenis de *Juniperus brevifolia*, aumentou consideravelmente. Por exemplo, para o quadrado de controle na zona de média densidade de *Pittosporum undulatum*, em 2010, a quantidade de plântulas e juvenis era de 26 e 44 respetivamente, enquanto para o quadrado de corte na mesma densidade o valor de plântulas era de 76 e o valor de juvenis era de 54. Nos anos seguintes este crescimento já não foi tão notório.

Juniperus brevifolia

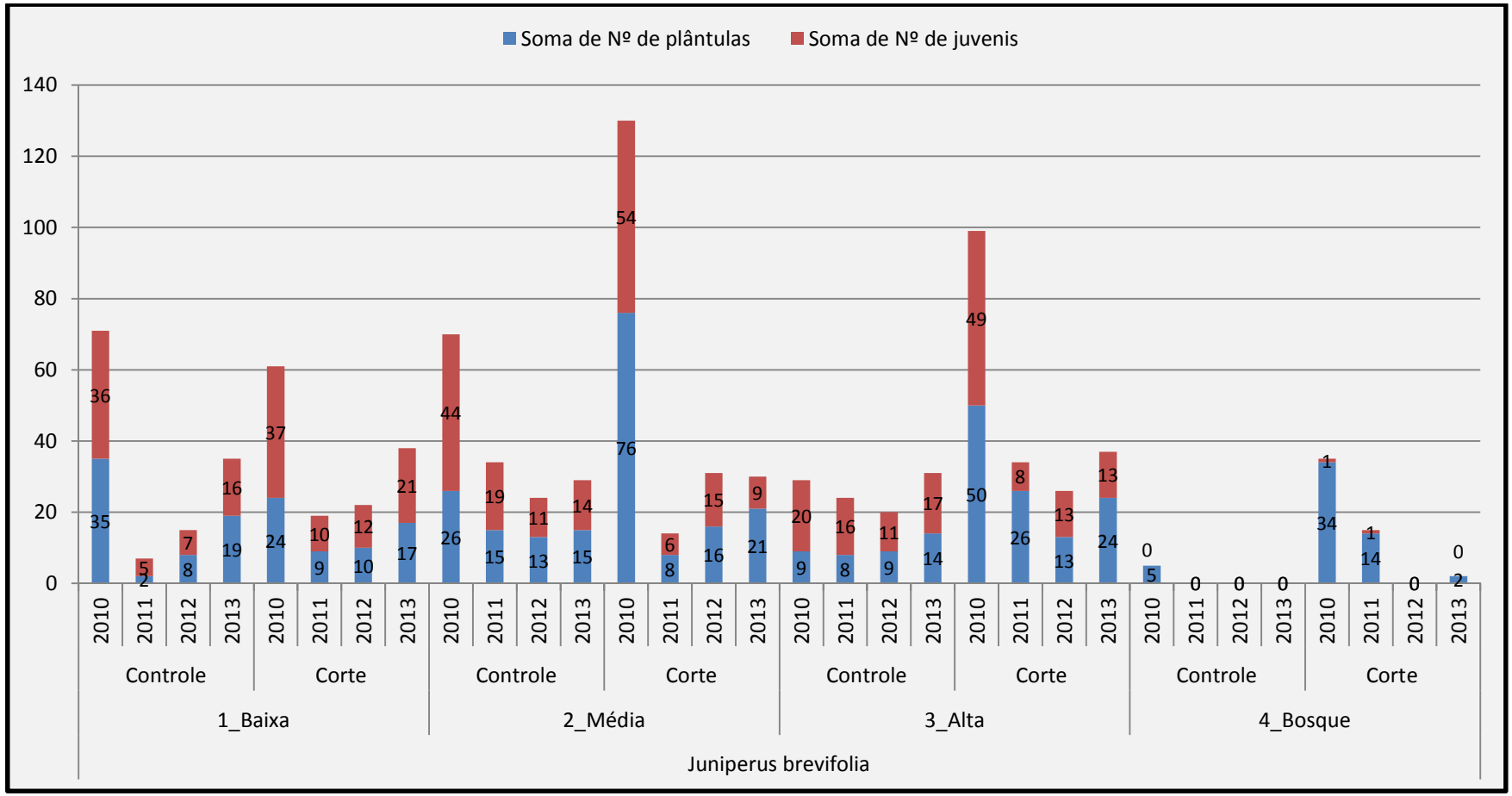

Figura 22. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte para cada uma das quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Juniperus brevifolia.*

Ao invés do *Juniperus brevifolia*, a espécie *Hedychium gardnerianum* desenvolve-se mais facilmente nos locais de Alta densidade e Bosque, sendo que em 2013 observou-se o seu máximo no quadrado de controle, na zona de alta densidade de *Pittosporum undulatum* com 23 plântulas e 25 juvenis. De facto nos quadrados de Baixa densidade de incenso, o *Hedychium gardnerianum* é quase inexistente.

A espécie *Hedychium gardnerianum* aumentou bastante em 2011, ano após a intervenção, sobretudo as plântulas, atingindo valores de 38 e 33 nos quadrados de controle e corte, respetivamente, para as zonas de Bosque. Em 2013, tanto nos quadrados de controle como nos quadrados de corte, da zona de Alta Densidade, as plântulas e juvenis desta espécie aumentaram de forma significativa.

De realçar a mortalidade de *Hedychium gardnerianum*. Em todos os anos foram observadas maiores quantidades de plântulas do que juvenis, o que aponta para uma grande taxa de mortalidade na fase inicial de crescimento desta espécie.

Hedychium gardnerianum

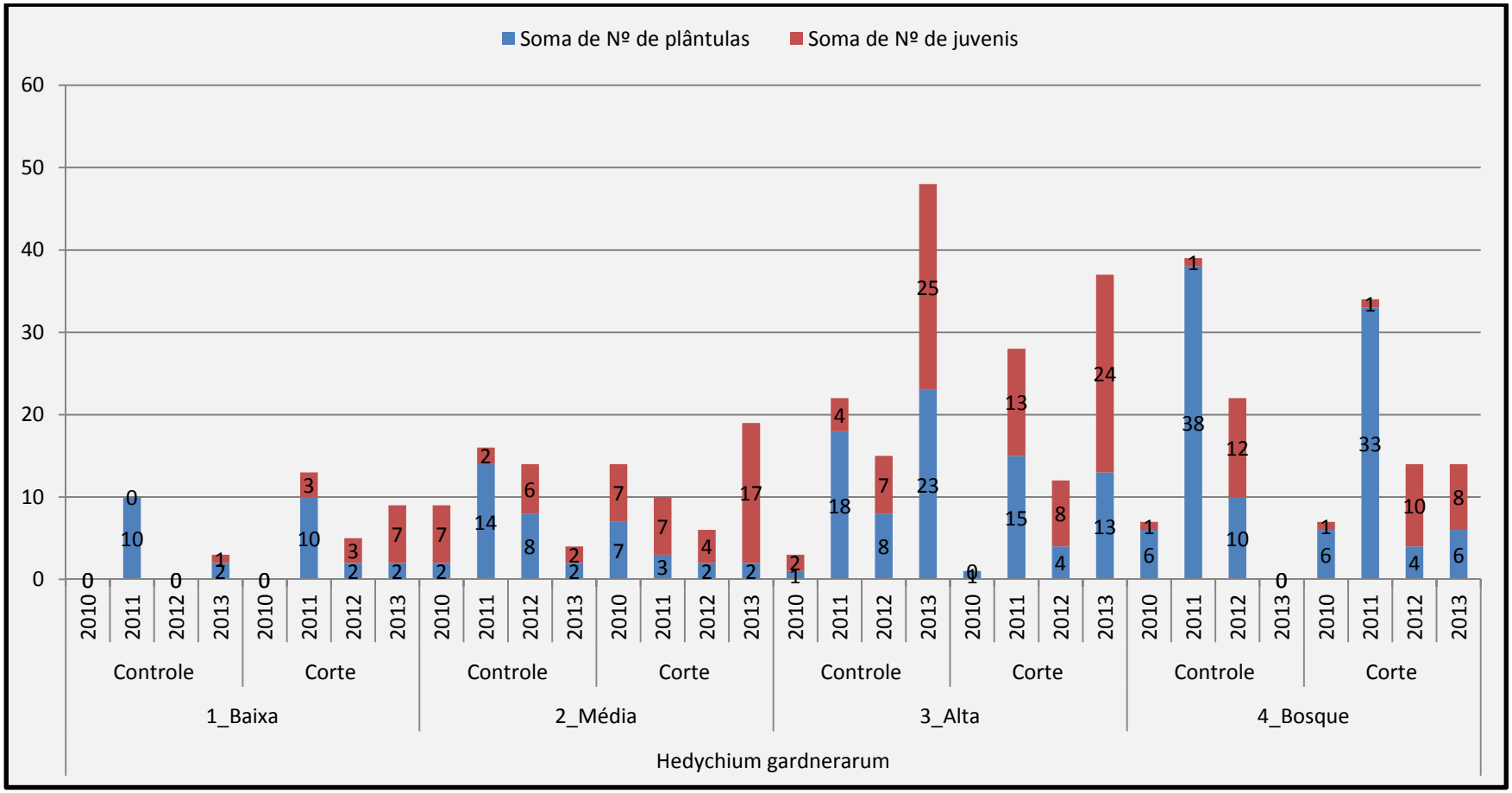

Figura 23. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Hedychium gardnerianum.*

O número de indivíduos (plântulas e juvenis) de *Erica azorica* é maior nos quadrados de corte (sem *Pittosporum undulatum*), comparativamente aos de controle. Esta espécie ocorre em todos os quadrados com a exceção dos quadrados de controle nas zonas de densidade de Bosque, para todos os anos estudados, e para os quadrados de corte nas zonas de Bosque em 2010.

Em 2011 foram registadas 136 plântulas de *Erica azorica,* nos quadrados de corte na zona de Bosque de *Pittosporum undulatum*, o maior valor registado para as plântulas ao longo do estudo. Quanto aos juvenis, o maior valor registado foi em 2010 e 2013, nos quadrados de corte nas zonas de Baixa densidade de *Pittosporum undulatum*, com cerca de 75 indivíduos observados em cada ano.

Em todos os quadrados instalados nas zonas de Baixa e Média densidade de *Pittosporum undulatum*, em 2010, surgiram grandes quantidades de plântulas e juvenis de *Erica azorica*. Nas zonas de Baixa densidade de *Pittosporum undulatum* ocorreram 251 plântulas e juvenis enquanto nas zonas de Média densidade de *Pittosporum undulatum* surgiram 144 plântulas e juvenis, no total para 2010. Em 2011 e 2012 estes valores diminuíram, sendo que em 2013 voltaram a aumentar. Registaram-se valores mínimos em 2011 e 2012, onde ocorreram oito plântulas e juvenis, no total, em cada ano, nos quadrados de controle situados na zona de Média densidade de *Pittosporum undulatum*.

Erica azorica

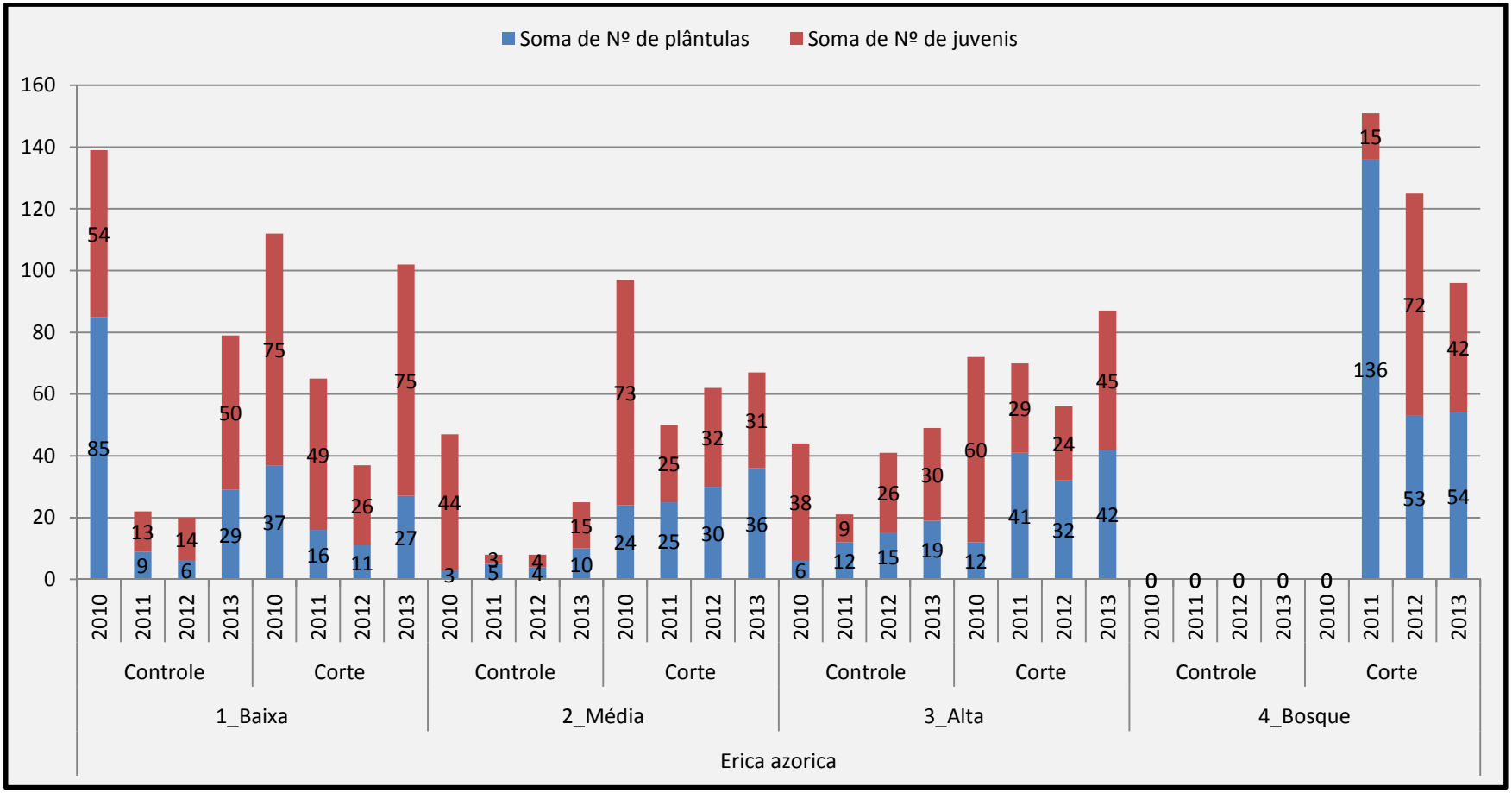

Figura 24. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Erica azorica*.

Analisando os dados apresentados na Figura 25, referentes à espécie *Pittosporum undulatum*, verifica-se que esta tem a capacidade de se desenvolver em todas as diferentes densidades, sendo que nas zonas de Alta Densidade esta espécie tem maior facilidade em gerar novos indivíduos, sobretudo nos quadrados de controle. Também podemos afirmar que a mesma espécie, relativamente ao crescimento de plântulas e juvenis, tem uma distribuição homogénea pelos quadrados de controle e corte das diferentes densidades.

No ano de 2010, em todos os quadrados, exceto os quadrados instalados no Bosque, surgiram grandes quantidades de plântulas. Por exemplo no quadrado de controle na zona de baixa densidade ocorreram cerca de 86 plântulas.

De forma geral, a propagação desta espécie tem vindo a decrescer ao longo do tempo. Se analisarmos o total de plântulas e juvenis, durante o período de estudo, o maior decréscimo ocorre nos quadrados de controle nas zonas de baixa densidade, onde em 2010 eram cerca de 115 indivíduos e em 2013 eram apenas 29.

Embora o *Pittosporum undulatum* possua uma grande capacidade de propagação, a sua taxa de mortalidade é considerável, ou seja, em todos os anos observou-se um grande número de plântulas, mas poucos indivíduos de juvenis, como por exemplo em 2010 em que foram contabilizadas 39 plântulas de *Pittosporum undulatum* nos quadrados de controle nas zonas de média densidade enquanto em 2011, nos mesmos quadrados apenas ocorreu um juvenil.

Pittosporum undulatum

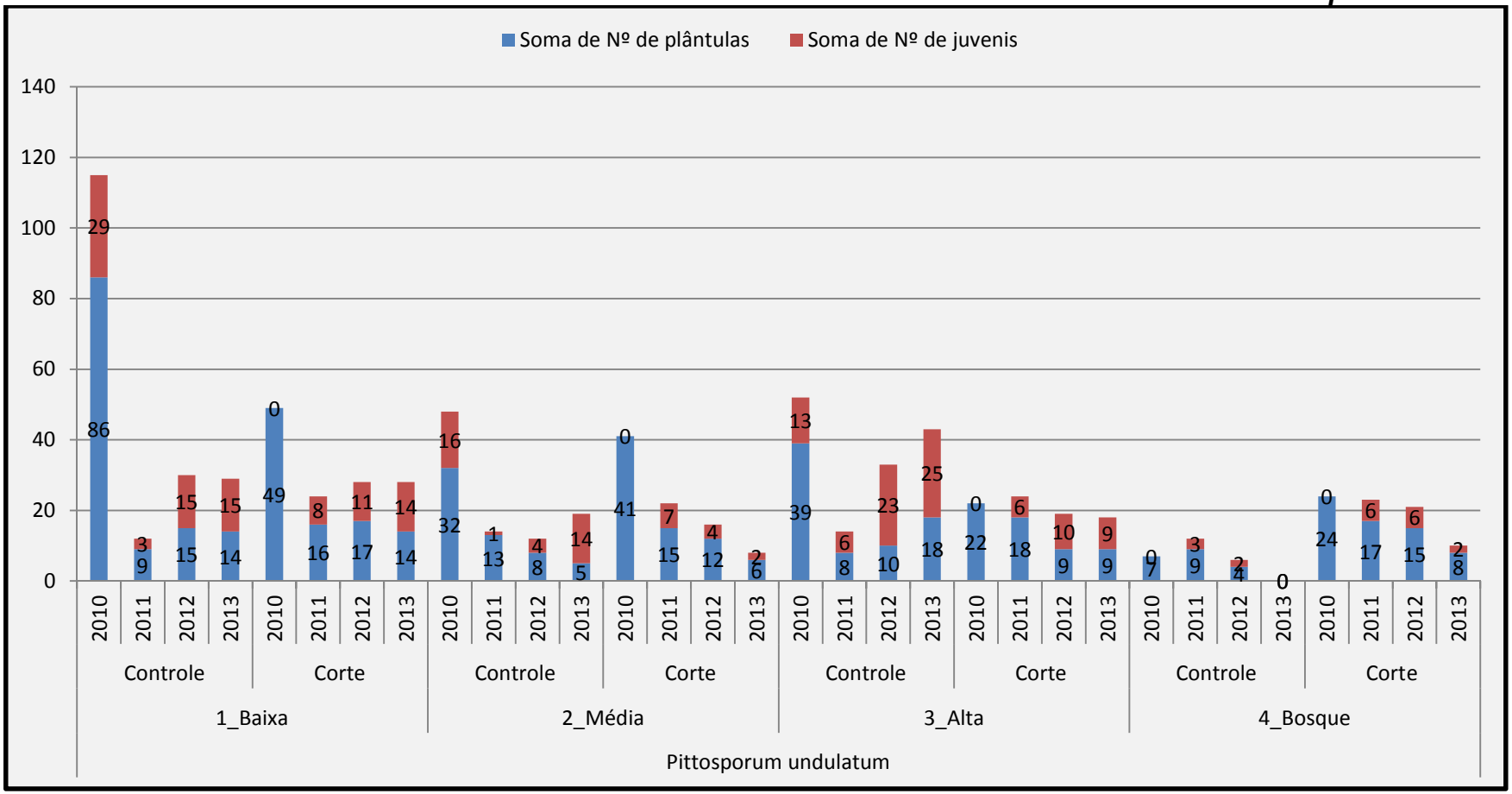

Figura 25. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Pittosporum undulatum*.

Os números de plântulas e juvenis de *Rubus ulmifolius* variam significativamente dos quadrados de controle (onde o incenso permanece) para os quadrados de corte, sendo que nestes últimos os valores são bastante mais elevados do que os primeiros. O valor máximo observado foi em 2010, nos quadrados de corte nas zonas de Bosque, onde se contabilizaram 710 plântulas e 119 juvenis.

Nos quadrados de corte instalados nas zonas de Alta densidade e de Bosque de *Pittosporum undulatum*, as plântulas e juvenis de *Rubus ulmifolius* têm vindo a diminuir em grande escala. Para os quadrados de corte situados nas zonas de Alta densidade de *Pittosporum undulatum,* foram contabilizadas cerca de 339 plântulas e 81 juvenis para 2010 e 82 plântulas e 85 juvenis para 2013. Para os quadrados de corte situados nas zonas de Bosque de *Pittosporum undulatum,* foram registadas 710 plântulas e 119 juvenis para 2010 e 39 plântulas e 86 juvenis para 2013.

Tal como os indivíduos de *Pittosporum undulatum*, também os de *Rubus ulmifolius* demonstraram ter elevadas taxas de mortalidade nos quadrados de corte nas zonas de Alta densidade e Bosque ao longo do tempo.

Rubus ulmifolius

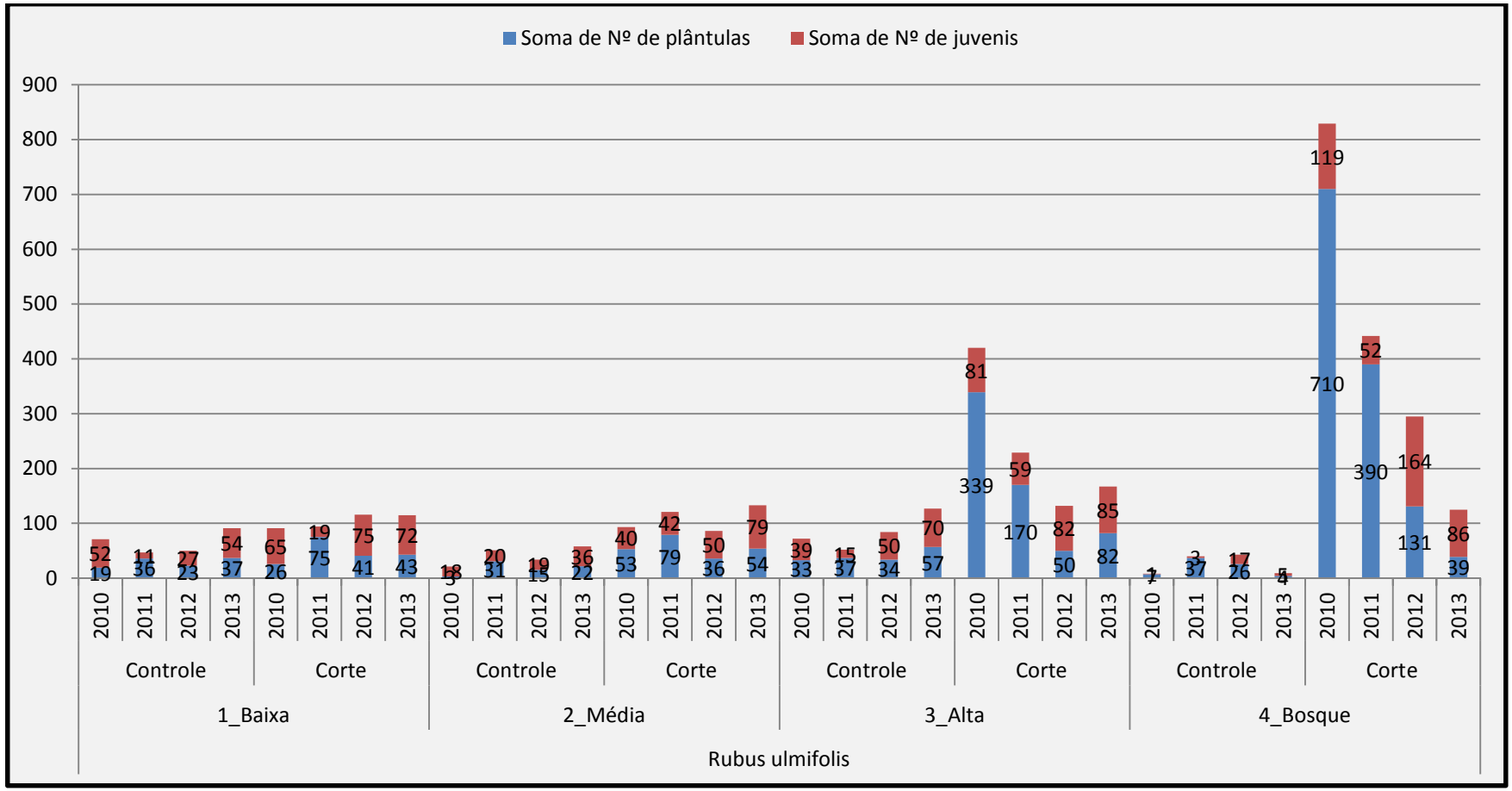

Figura 26. Número médio de plântulas (a azul) e de juvenis (a vermelho) nos quadrados de controle e nos quadrados de corte, nas quatro densidades de *Pittosporum undulatum*, em cada ano da experiência [2010-2013], na área experimental da Malha Grande, para a espécie *Rubus ulmifolius*.

A Figura 27 apresenta a luminosidade média recolhida no ano de 2013, nos quadrados de Baixa Densidade, Média Densidade, Alta Densidade e Bosque, relativamente ao *Pittosporum undulatum*, para cada tipo de Tratamento (Controle e Corte). Esta média é o resultado das três medições efetuadas em cada parcela de 5m X 5m instaladas em cada um dos 16 quadrados. Assim para cada uma das categorias apresentadas foram recolhidas 24 amostras de luminosidade.

As médias de luminosidade mais elevadas, com valores médios na ordem dos 1400 Lux, foram observadas nos quadrados instalados nas zonas de Baixa Densidade de *Pittosporum undulatum.* Inversamente, os quadrados de controle instalados nas Zonas de Bosque foram os que apresentaram os menores índices de luminância, com valores médios de cerca de 550 Lux.

À exceção dos quadrados instalados nas zonas de Baixa densidade de *Pittosporum undulatum,* os restantes quadrados nas diferentes densidades, apresentam valores diferentes entre os quadrados de corte e controle, sobretudo nas zonas de Alta densidade e Bosque, possivelmente pela remoção do *Pittosporum undulatum* nos quadrados de corte.

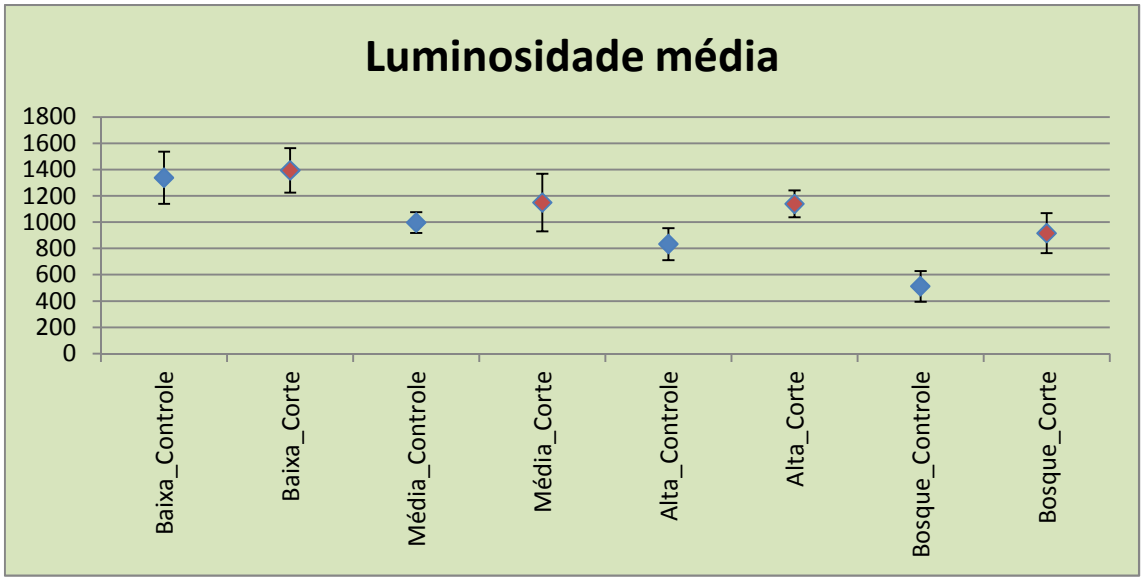

Figura 27. Luminosidade média recolhida no ano de 2013 nos quadrados de Baixa Densidade, Média Densidade, Alta Densidade e Bosque, relativamente ao *Pittosporum undulatum*, para cada tipo de Tratamento (Controle e Corte).

4.4. Tratamento de Dados

O Quadro 9 representa a análise de variância, para o período de 2010 a 2013, da cobertura média de plantas indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton e Morella faya*) e exóticas (*Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius; Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata*) nos quadrados de diferente densidade de *Pittosporum undulatum* para os tratamentos de Corte e Controle, na Malha Grande.

O nível de significância alfa considerado foi de 0,05, ou seja, todos os valores inferiores a 0,05 foram considerados significativamente diferentes. Assim sendo, em 2010, a Cobertura Média das Exóticas era significativamente diferente entre os quadrados de controle e corte, o que é compreensível uma vez que tinham sido removidos todos os indivíduos de *Pittosporum undulatum* nos quadrados de corte. Para os anos de 2011 e 2012 manteve-se esta tendência, sendo que a significância da Cobertura Média das Exóticas tenha baixado ligeiramente. No ano de 2013, a Cobertura Média das indígenas já começa a ser significante, o que nos poderá indicar que estas espécies estão a reagir positivamente ao corte do *Pittosporum undulatum.*

A Cobertura Média das Exóticas ao manter valores significativos ($p<0,05$), poderá significar que as suas populações estão estáveis, não estando a prejudicar o desenvolvimento das espécies indígenas.

Quadro 9. Análise de variância da cobertura média de plantas indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton e Morella faya*) e exóticas (*Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius, Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata*) nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande (Ilha Terceira, Açores).

		Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
2010						
Cobertura Média das Plantas Exóticas	Entre Grupos	801,598	1	801,598	18,751	,001
	Dentro dos Grupos	598,492	14	42,749		
	Total	1400,090	15			
Cobertura Média das Plantas indígenas	Entre Grupos	41,441	1	41,441	1,408	,255
	Dentro dos Grupos	412,055	14	29,432		
	Total	453,496	15			
2011						
Cobertura Média das Plantas Exóticas	Entre Grupos	523,266	1	523,266	6,178	,026
	Dentro dos Grupos	1185,734	14	84,695		
	Total	1709,000	15			
Cobertura Média das Plantas indígenas	Entre Grupos	177,223	1	177,223	3,242	,093
	Dentro dos Grupos	765,367	14	54,669		
	Total	942,590	15			
2012						
Cobertura Média das Plantas Exóticas	Entre Grupos	415,141	1	415,141	4,905	,044
	Dentro dos Grupos	1184,969	14	84,641		
	Total	1600,109	15			
Cobertura Média das Plantas indígenas	Entre Grupos	33,785	1	33,785	,755	,399
	Dentro dos Grupos	626,180	14	44,727		
	Total	659,965	15			
2013						
Cobertura Média das Plantas Exóticas	Entre Grupos	495,063	1	495,063	8,406	,012
	Dentro dos Grupos	824,477	14	58,891		
	Total	1319,539	15			
Cobertura Média das Plantas indígenas	Entre Grupos	330,785	1	330,785	8,968	,010
	Dentro dos Grupos	516,418	14	36,887		
	Total	847,203	15			

O Quadro 10 representa os valores obtidos através da análise de variância (Univariate) da cobertura média de plantas exóticas (*Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius; Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata*) nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* (Baixa, Média, Alta Densidade e Bosque) para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande.

Em 2010 o tratamento teve uma grande influência na cobertura média das espécies invasoras pois foram removidos todos os indivíduos de *Pittosporum undulatum* nos quadrados de Corte. Ao invés a Densidade de *Pittosporum undulatum* para este ano não provocou grande efeito na cobertura média das espécies invasoras.

Para o ano de 2011 o tratamento já não é tão significativo como em 2010 e a Densidade de *Pittosporum undulatum* reduziu o seu efeito na cobertura média das espécies invasoras. No ano seguinte, em 2012, as variáveis explicadoras foram insignificantes para a cobertura média das espécies invasoras.

Relativamente a 2013, o tratamento volta a ser significante enquanto a Densidade de *Pittosporum undulatum* continua sem influenciar a cobertura média das espécies invasoras.

Quadro 10. Análise de variância (Univariate) da cobertura média de plantas exóticas (*Pittosporum undulatum, Rubus ulmifolius, Hedychium gardnerianum e Persicaria capitata*) nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande (Ilha Terceira, Açores).

Variáveis	Soma Quadrática	Gaus de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
2010					
Corrected Model	1265,059[a]	7	180,723	10,707	,002
Interceção	2842,223	1	2842,223	168,389	,000
Tratamento	801,598	1	801,598	47,491	,000
DensidadePu	137,105	3	45,702	2,708	,116
Tratamento * DensidadePu	326,355	3	108,785	6,445	,016
Erro	135,031	8	16,879		
Total	4242,313	16			
Corrected Total	1400,090	15			
a. R Squared = **,904**					
2011					
Corrected Model	954,250[a]	7	136,321	1,445	,307
Interceção	3364,000	1	3364,000	35,657	,000
Tratamento	523,266	1	523,266	5,546	,046
DensidadePu	202,906	3	67,635	,717	,569
Tratamento * DensidadePu	228,078	3	76,026	,806	,525
Erro	754,750	8	94,344		
Total	5073,000	16			
Corrected Total	1709,000	15			
R Squared = **,558**					
2012					
Corrected Model	802,859[a]	7	114,694	1,151	,420
Interceção	4016,391	1	4016,391	40,302	,000
Tratamento	415,141	1	415,141	4,166	,076
DensidadePu	179,703	3	59,901	,601	,632
Tratamento * DensidadePu	208,016	3	69,339	,696	,580
Erro	797,250	8	99,656		
Total	5616,500	16			
Corrected Total	1600,109	15			
. R Squared = **,502**					
2013					
Corrected Model	614,383[a]	7	87,769	,996	,496
Interceção	3630,063	1	3630,063	41,183	,000
Tratamento	495,063	1	495,063	5,616	,045
DensidadePu	74,287	3	24,762	,281	,838
Tratamento * DensidadePu	45,033	3	15,011	,170	,913
Erro	705,156	8	88,145		
Total	4949,602	16			
Corrected Total	1319,539	15			
. R Squared = **,466**					

O Quadro 11 representa os valores obtidos através da análise de variância (Univariate) da cobertura média de plantas indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton e Morella faya)* nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* (Baixa, Média, Alta Densidade e Bosque) para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande.

Para 2010 o tratamento não era significativo para a cobertura de espécies indígenas, possivelmente por estas não terem tido tempo para se desenvolver, enquanto a Densidade de *Pittosporum undulatum* era significativa para este ano. Em 2011 ambas as variáveis explicadoras eram bastante significativas enquanto em 2012 o tratamento deixou de ser significativo, mantendo a Densidade de *Pittosporum undulatum* bastante significativa. Tal como em 2011, em 2013 ambas as variáveis explicadoras foram bastante significativas para a cobertura média de espécies indígenas.

A interação entre a Densidade de *Pittosporum undulatum* e o Tratamento, apenas é significativa no ano de 2013. Na Figura 28 explica-se mais detalhadamente este efeito interativo e suas possíveis interações para este estudo, tendo em conta a Cobertura média de espécies Indígenas.

Quadro 11. Análise de variância (Univariate) da cobertura média de plantas indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton* e *Morella faya*) nos quadrados de diferentes densidades de *Pittosporum undulatum* para os tratamentos de Corte e Controle no período de 2010 a 2013, na Malha Grande (Ilha Terceira, Açores).

Variáveis	Soma Quadrática	Gaus de liberdade	Média quadrática	F	Sig.
2010					
Corrected Model	351,652[a]	7	50,236	3,946	,037
Interceção	5247,191	1	5247,191	412,176	,000
Tratamento	41,441	1	41,441	3,255	,109
DensidadePu	292,637	3	97,546	7,662	,010
Tratamento * DensidadePu	17,574	3	5,858	,460	,718
Erro	101,844	8	12,730		
Total	5700,688	16			
Corrected Total	453,496	15			
R Squared = ,775					
2011					
Corrected Model	852,309[a]	7	121,758	10,789	,002
Interceção	5823,598	1	5823,598	516,040	,000
Tratamento	177,223	1	177,223	15,704	,004
DensidadePu	664,824	3	221,608	19,637	,000
Tratamento * DensidadePu	10,262	3	3,421	,303	,823
Erro	90,281	8	11,285		
Total	6766,188	16			
Corrected Total	942,590	15			
R Squared = **,904**					
2012					
Corrected Model	587,559[a]	7	83,937	9,274	,003
Interceção	4996,723	1	4996,723	552,076	,000
Tratamento	33,785	1	33,785	3,733	,089
DensidadePu	541,012	3	180,337	19,925	,000
Tratamento * DensidadePu	12,762	3	4,254	,470	,711
Erro	72,406	8	9,051		
Total	5656,688	16			
Corrected Total	659,965	15			
R Squared = **,890**					
2013					
Corrected Model	796,668[a]	7	113,810	18,017	,000
Interceção	8556,250	1	8556,250	1354,503	,000
Tratamento	330,785	1	330,785	52,365	,000
DensidadePu	376,596	3	125,532	19,872	,000
Tratamento * DensidadePu	89,287	3	29,762	4,712	,035
Erro	50,535	8	6,317		
Total	9403,453	16			
Corrected Total	847,203	15			
R Squared = **,940**					

A figura 28 representa o efeito interativo entre a Densidade de *Pittosporum undulatum* (1- Baixa; 2- Média; 3- Alta; 4 – Bosque) e o Tratamento (1- Corte; 0- Controle) na Cobertura média de espécies indígenas

(*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton e Morella faya*) para o período de 2010-2013.

Ao analisar a figura é possível identificar que para o ano de 2010 não ocorreram grandes diferenças entre os quadrados de corte e controle. Nos anos de 2011 e 2012 já ocorreu uma ligeira diferença entre os quadrados de corte e controle, sendo que a cobertura de espécies indígenas aumentou nos quadrados de corte relativamente aos de controle.

No ano de 2013 é onde ocorre maior diferença entre os quadros de corte e controle sobretudo nos quadrados de Alta Densidade e Bosque. Tal situação poderá indicar que o tratamento se revelou mais eficaz nos quadrados onde a densidade de *Pittosporum undulatum* é mais elevada.

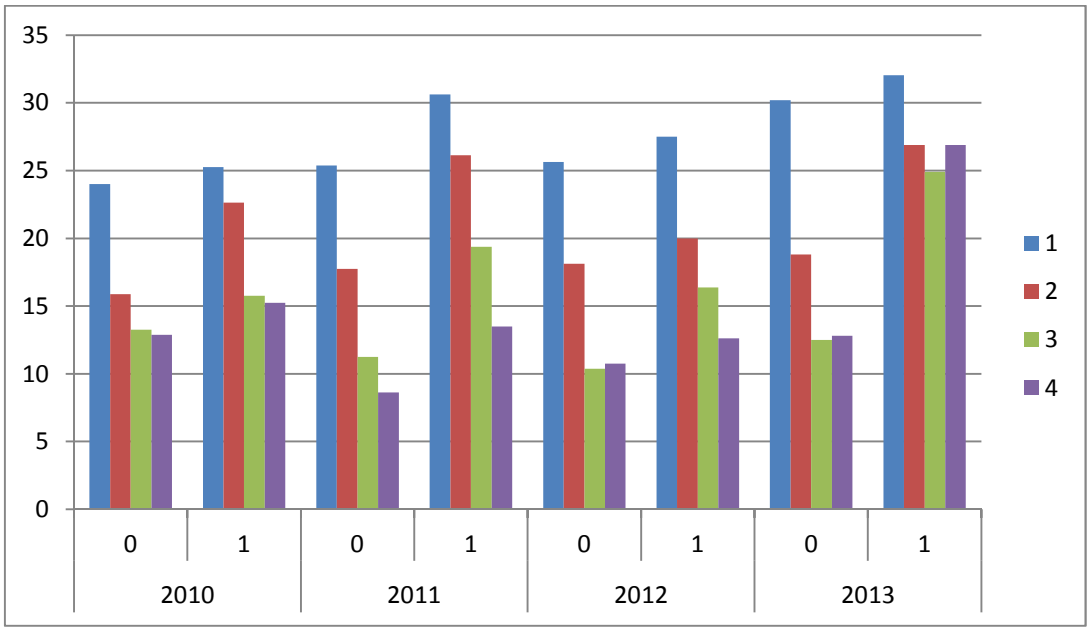

Figura 28. Efeito interativo entre a Densidade de *Pittosporum undulatum* (1- Baixa; 2- Média; 3- Alta; 4 – Bosque) e o Tratamento (1- Corte; 0- Controle) na Cobertura média de espécies indígenas (*Juniperus brevifolia, Erica azorica, Myrsine retusa Aiton* e *Morella faya*) para o período de 2010-2013.

4.5. Discussão

A discussão está organizada de acordo com as perguntas de investigação previamente consideradas:

As espécies endémicas aumentaram a sua área de cobertura após a remoção da espécie invasora *Pittosporum undulatum,* ocorrida em 2010? Quais as densidades de *Pittosporum undulatum* em que se verifica um maior aumento da cobertura das espécies endémicas?

De acordo com os dados obtidos ao longo do período 2010-2013, as espécies endémicas têm vindo a aumentar a sua percentagem de cobertura relativamente às espécies naturalizadas, sobretudo nos quadrados de corte (Figuras 20 e 21). No ano de 2013 verificou-se um grande aumento da cobertura das espécies endémicas em estudo comparativamente com os anos anteriores. De acordo com Begon *et al.* (1996) e Barnes *et al*. (1998) este aumento deverá estar relacionado com o distúrbio, provocado pela remoção do *Pittosporum undulatum,* que aumentou a disponibilidade de recursos, como sejam os nutrientes e a luz, às restantes espécies.

Verificou-se que as espécies endémicas tiveram um maior aumento da sua cobertura nos quadrados de corte nas zonas de Alta densidade e de Bosque de *Pittosporum undulatum,* possivelmente devido à remoção do *Pittosporum undulatum.* Nas zonas de Alta densidade e Bosque esta espécie possuía uma maior cobertura comparativamente aos restantes quadrados localizados nas zonas de Baixa e Média densidade de *Pittosporum undulatum*. Assim os quadrados de corte localizados nas zonas de Alta densidade e Bosque de *Pittosporum undulatum*, após a remoção, possuíam clareiras de maiores dimensões do que que as restantes densidades em estudo. A formação destas clareiras (remoção do *Pittosporum undulatum*) provoca uma alteração das condições ambientais do local e diminui a competição entre espécies, beneficiando assim as espécies que necessitam da libertação de recursos

providenciada pela abertura de clareiras, como é o caso do *Juniperus brevifolia* e da *Erica azorica* (Elias & Dias, 2008). Portanto, quando maiores as clareiras, menor a competição entre as espécies e maior a disponibilidade de recursos.

Como reagiram as plântulas e juvenis das espécies indígenas e invasoras ao tratamento efetuado?

Quanto às plântulas e juvenis das espécies endémicas estudadas (*Juniperus brevifolia e Erica azorica)*, verificou-se que aumentaram consideravelmente, sobretudo nos anos de 2010 e 2011. Comparando os quadrados de corte com os quadrados de controle, pode-se afirmar que o *Juniperus brevifolia e Erica azorica* se comportaram como espécies pioneiras, aproveitando os distúrbios (corte) para proliferar em maior quantidade (Dias, 1996; Elias, 2001; Elias & Dias, 2004b; Elias, 2007; Elias & Dias, 2008).

A espécie *Erica azorica* ocorre em todas as densidades em grandes quantidades, exceto nos quadrados de controle nas zonas de Bosque. O facto de estar presente em quase todas as densidades explica a razão para esta espécie ser uma das espécies endémicas mais comuns nos Açores, ocorrendo em quase todos os *habitats* naturais do Arquipélago, devido à sua grande capacidade de ocorrer numa larga amplitude geográfica (Dias, 1996).

Ambas as espécies endémicas tiveram dificuldade em proliferar nos quadrados de controle nas zonas de Bosque. Esta fraca capacidade de se desenvolver nesta zona está relacionada com o ensombramento (competição pela luz), o que significa que estas espécies não toleram a falta de luz (Barnes *et al*. 1998; Aerts, 1999; Elias & Dias, 2008).

Os indivíduos (plântulas e juvenis) das espécies exóticas (*Rubus ulmifolius e Hedychium gardnerianum)*, ao longo do estudo e de uma maneira geral, têm vindo a diminuir, exceto a espécie *Hedychium gardnerianum* que registou um grande aumento em 2013, nos quadrados de controle instalados nas zonas de Alta Densidade e

Bosque. Este aumento informa-nos que as condições ambientais em 2013 foram ótimas para esta espécie e que esta prefere locais sombrios e húmidos (Cordeiro & Silva, 2003; Schäfer, 2005; Minden *et al*., 2010).

A espécie invasora *Rubus ulmifolius* proliferou sobretudo nos quadrados de corte, ocorrendo, em alguns casos, várias centenas de plântulas e juvenis em apenas um quadrado. Esta espécie tem a capacidade de germinar em grande escala após um distúrbio (Mazzolari *et al.,* 2011).

Todas as espécies exóticas registaram uma elevada taxa de mortalidade, principalmente a espécie *Rubus ulmifolius*. De acordo com Sanquetta *et al*. (1996) a mortalidade pode ser causada por diversos fatores como sejam a idade, a competição, as doenças ou pragas, condições climáticas, etc. Neste caso a competição deverá ser o fator responsável por esta elevada mortalidade.

As outras espécies naturalizadas, como o caso do *Rubus ulmifolius*, *Hedychium gardnerianum* e *Persicaria capitata* beneficiaram (cobertura média) com a remoção da espécie invasora *Pittosporum undulatum,* ocorrida em 2010?

A espécie *Persicaria capitata* é a mais representativa, em termos de cobertura média, nos quadrados de baixa densidade ao longo do estudo, atingindo coberturas máximas na ordem dos 90%. À medida que a densidade de *Pittosporum undulatum* aumenta esta espécie vai diminuindo, não ocorrendo mesmo nos quadrados instalados nas zonas de Bosque, estando assim relacionado com a fraca capacidade desta espécie competir pela luz, visto ser uma espécie rasteira (Grime, 1997; Schäfer, 2005). Ao logo do estudo esta espécie, nos quadrados de corte, foi diminuindo gradualmente, devido à fraca capacidade de competição pela luz, referida anteriormente.

Ao invés da espécie anterior a espécie *Hedychium gardnerianum* prefere locais húmidos e sombrios (Dias, 2001; Cordeiro & Silva, 2003; Schäfer, 2005; Minden *et al*., 2010) e a sua cobertura média de adultos é insignificante pois esta espécie tem dificuldade em se desenvolver em

solos recentes e expostos à luz solar (Minden *et al*., 2009), como é o caso das zonas de Baixa e Média Densidades de *Pittosporum undulatum*.

O *Rubus ulmifolius* tem vindo a aumentar a sua cobertura, apesar de ser em pequena escala (cerca de 10% a 15%), principalmente nos quadrados de corte instalados nas zonas de Alta Densidade e Bosque. Este crescimento nestas áreas está relacionado com aumento exponencial de plântulas e juvenis, causados pelo distúrbio (remoção do *Pittosporum undulatum*), que com passar do tempo aumentou a sua cobertura (Mazzolari *et al.,* 2011).

Como tem reagido a espécie *Pittosporum undulatum* após a remoção da mesma? E a técnica de erradicação utilizada foi eficaz?

A espécie *Pittosporum undulatum,* no que diz respeito às plântulas e juvenis, tem uma distribuição relativamente homogénea pelos quadrados. Esta homogeneidade está relacionada com a grande capacidade de dispersão que esta espécie possui, justificada pela sua grande amplitude geográfica, onde ocorre em grande parte dos *habitats* dos Açores desde os 50 metros aos 650 metros (Schäfer, 2005; Silva & Smith, 2005; Cordeiro *et al*., 2006; Silva *et al*., 2008; Barcelos, 2010).

Quanto à sua cobertura, nos quadrados de controle, esta espécie tem vindo a aumentar, ligeiramente, a sua área, ao longo do estudo. Esta espécie como é de crescimento rápido (Gleadow & Ashton,1981; Weber, 2003) tem uma vantagem competitiva em relação à maioria das espécies. Assim, como possui uma alta produção vegetal, e nos locais onde a competição pela luz é importante, esta espécie acaba por reduzir as populações menos competitivas, acabando mesmo por dizimá-las devido ao ensombramento (Gleadow & Ashton,1981; Haugland & Tawfiq, 2001; Bellingham *et al*., 2005).

Ao longo das observações efetuadas, nos quadrados de corte, sempre que era contabilizado um indivíduo (plântula ou juvenil) de *Pittosporum undulatum* este era removido por monda e quando eram encontrados

rebentos nas cepas dos indivíduos cortados estes eram removidos por poda. Constatou-se que nos indivíduos adultos de maior porte de *Pittosporum undulatum* a técnica de erradicação utilizada foi eficaz, no entanto nos indivíduos adultos de menor porte, ou seja, indivíduos jovens, de *Pittosporum undulatum* esta técnica já não foi tão eficaz, pois grande parte destes indivíduos apresentavam rebentos. Já Silveira (2011) obteve os mesmos resultados, onde conclui que os indivíduos adultos jovens de *Pittosporum undulatum* possuem uma maior capacidade de regeneração do que os de maior porte.

4.6. Conclusões

A técnica de erradicação utilizada em 2010, aquando da instalação dos 16 quadrados permanentes, foi eficaz nos indivíduos adultos de grande porte de *Pittosporum undulatum,* mas não o foi nos indivíduos mais jovens. Deste modo será importante estudar outras técnicas de erradicação para os indivíduos adultos jovens, como sejam o anelamento ou a perfuração em vários pontos dos indivíduos, de forma a encontrar a técnica mais eficaz para os indivíduos jovens de *Pittosporum undulatum.*

Duas das espécies invasoras estudadas, o *Pittosporum undulatum* e o *Rubus ulmifolius*, apresentaram um comportamento típico das espécies colonizadoras. No ano de 2010, ano em que foi efetuado o corte do *Pittosporum undulatum*, precisamente nos quadrados de corte, as plântulas e juvenis destas espécies registaram um crescimento exponencial. Felizmente estas espécies possuem uma grande taxa de mortalidade e têm vindo a diminuir a sua taxa de germinação ao longo do tempo. Ainda no que diz respeito à espécie *Pittosporum undulatum,* esta tem vindo a aumentar a sua cobertura nos quadros de controle, o que significa que se não forem tomadas medidas aquela área ficará dominada por esta espécie.

Em menor escala que as espécies anteriores, mas também com menor taxa de mortalidade, as espécies *Juniperus brevifolia* e *Erica azorica*, sobretudo a última, também registaram um aumento das plântulas e juvenis, nos quadrados de corte em 2010, evidenciado o seu já conhecido comportamento colonizador. Esta característica destas espécies, tem uma função controladora sobre as espécies invasoras, ou seja, como são de desenvolvimento rápido, possuem maior capacidade para competir por luz, espaço e nutrientes, do que maior parte das espécies vegetais.

A espécie *Persicaria capitata*, nas zonas de Baixa e Média densidade de *Pittosporum undulatum* apresentou uma enorme cobertura, em média cerca de 75%. Esta espécie rasteira, em futuros projetos de controle de espécies exóticas, deverá ser definida como espécie prioritária para a erradicação, pois se não for igualmente removida afetará a germinação das principais espécies endémicas colonizadoras.

As espécies endémicas, de uma maneira geral, aumentaram a sua cobertura principalmente nas zonas de Alta densidade e Bosque de *Pittosporum undulatum.* Este aumento está associado ao grande aumento de recursos disponíveis a estas espécies, como sejam luz, nutrientes e espaço. A menor competição (remoção do *Pittosporum undulatum*) pelos recursos atrás descritos também contribuíram para o aumento das espécies endémicas nestas zonas.

Constatando que a técnica de erradicação utilizada foi mais eficaz em árvores de maior porte de *Pittosporum undulatum*; que a espécie *Persicaria capitata* raramente ocorre nas zonas de Alta densidade e Bosque de *Pittosporum undulatum*; e que as espécies endémicas aumentaram consideravelmente a sua cobertura nas zonas de maior densidade de *Pittosporum undulatum*, podemos afirmar que é mais eficaz atuar nas zonas de Alta densidade e Bosque de *Pittosporum undulatum* do que nas zonas de Baixa e Média densidade de *Pittosporum undulatum*, tendo em conta o tratamento utilizado em 2010.

CAPÍTULO V

Conclusões finais e Recomendações

As Reservas Naturais do Parque Natural da Ilha Terceira necessitam urgentemente de um plano de conservação, principalmente a RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e a RN da Terra Brava e Criação das Lagoas, pois são as que se encontram mais invadidas por espécies exóticas. Concluiu-se no presente trabalho que as reservas com a menor relação perímetro/área e de maiores dimensões são menos atingidas pelas espécies naturalizadas. É neste contexto que seria positivo que a RN do Biscoito da Ferraria e Pico Alto e a RN da Terra Brava e Criação das Lagoas se tornassem numa só, de forma a reduzir a relação perímetro/área, tendo como objetivo a redução das espécies naturalizadas e conservação das espécies indígenas nestas reservas.

Estudar o comportamento de uma espécie é fundamental para se definirem estratégias de conservação. Deste modo, ao analisarmos o comportamento da espécie *Pittosporum undulatum,* após a remoção da mesma, dá-nos uma ideia de que forma podemos intervir contra esta espécie. Este tipo de estudos deverá ser aplicado a todas as espécies que têm uma grande capacidade de invasão, com o intuito de analisar o seu comportamento, em prol da proteção do património natural dos Açores.

O ESTUDO 2 foi realizado em 16 quadrados permanentes, que têm vindo a ser estudados ao longo de quatro anos, pelo que seria importante que este estudo continuasse a ser monitorizado, de forma a aprofundar o conhecimento, não só do comportamento da espécie *Pittosporum undulatum,* mas também da reação das espécies indígenas à remoção desta espécie extremamente invasora.

Tendo em conta a técnica de erradicação utilizada no ESTUDO 2 conclui-se que esta é mais eficaz em locais de Alta Densidade e Bosque de *Pittosporum undulatum*. Desta forma seria interessante realizar testes com outras técnicas de erradicação nas zonas de Baixa e Média Densidade de *Pittosporum undulatum* com o intuito de descobrir qual a técnica mais eficaz para estas densidades.

BIBLIOGRAFIA

Abele. L.G. & Connor. E.F. (1979). *Application of island biographic theory to refuge design: making the right decision for the wrong reasons. Proceedings of the First Conference on Scientific Research in the National Parks.* National Park Service Transactions and Proceeding Series No. 5. US Department of Interior –Washington. DC.

Aerts, R. (1999). Interespecific competition in natural plant communities: mechanisms, trad-offs and plan-soil feedbacks. *Journal of Experimental Botany*, 330 (50): 29-37

Agostinho, J. 1938. Clima dos Açores, I. *Açoreana* 2 (1): 37-65

Agostinho, J. 1940. Clima dos Açores, II. *Açoreana* 2 (3): 160-173

Alves, J, Santo, M.D, Costa, J, Gonçalves, J, Lousã, M. (1998). *Habitats naturais e semi-naturais de Portugal Continental - Tipos de habitat mais significativos e Agrupamentos vegetais característicos*. ICN. Scarpa. Lisboa

Araújo, M. & Williams, P. (1999). The bias of complementarity hotspots toward marginal populations. *Conservation Biology*, 15: 1710-1720

Azevedo, E. B. (1996). *Modelação do clima insular à escala local. Modelo CIELO aplicado à ilha terceira.* Dissertação de doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias – Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Azevedo, E. B. (2001). *Condicionantes dinâmicas do clima do Arquipélago dos Açores*. Elementos para o seu estudo. *Açoreana* 9 (3): 309-317

Azevedo, E. B. (2002). *Projecto de remodelação da Central Geotérmica do Pico Vermelho (CGPV), Estudo de Impacte Ambiental, Factores Climáticos*. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores

Azevedo, E. B. (2014). *Anuários Climatológicos dos Açores*. Acedido em 20/04/2014, de http://www.climaat.angra.uac.pt/

Barcelos, P. (2010). *Pittosporum undulatum.* Acedido em 18/11/2011,de http://siaram.azores.gov.pt/flora/infestantes/incenso/Infestantes-incenso.pdf

Barnes, B., Zak, D., Denton, S. & Spurr, S. (1998). *Forest ecology*, 4ª edição. John Wiley & Sons. New York. EUA.

Bastin, .L, Thomas, C. (1999). The distribution of plant species in urban vegetation fragments. *Landscape Ecology*, 14: 493-507.

Begon, M., Mortimer, M. & Thompson, D. (1996). *Population ecology*. 3ª edição. Blackwel Science Ltd. Oxford. Reino Unido.

Bellingham, P., Tanner, E. & Healey, J. (2005). Hurricane disturbance accelerates invasion by the alien tree *Pittosporum undulatum* in Jamaican montane rain forests. *Journal of Vegetation Science, 16*: 675-684.

Bettencourt, M. L. (1979). *O clima dos Açores como recurso natural, especialmente em agricultura, e indústria do turismo*. O clima de Portugal, fasc. 18. *Inst. Nac. Meteorologia e Geofísica*. Lisboa.

Binggeli, P. (1998). *An Overview of Invasive Woddy Plants in the Tropics*. School of Agricultural and Forest Sciences Publication Number 13, University of Wales, Bangor, UK.

Borcard, D., Legendre, P. & Drapeau, P. (1992). Partialling out the spatial component of ecological variation. Ecology, 73 (3): 1045-1055.

Borges, P.A.V., Costa, A., Cunha, R., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A.F., Melo, I., Parente, M., Raposeiro, P., Santos, R.S., Silva, L., Vieira, P., & Vieira, V. (eds.). (2010). A list of the terrestrial and marine biota from the Azores / Listagem dos organismos terrestes e marinhos dos Açores. Cascais: Princípia.

Borges, P.A.V., Azevedo, E.B., Borba, A., Dinis, F.O., Gabriel, R. & Silva, E. (2009). "Ilhas Oceânicas". *In* H.M. Pereira, T. Domingos & L. Vicente (Eds.), «*Ecossistemas e bem-estar humano: avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment»*. Escolar Editora, Lisboa.

Borges, P.A.V., Abreu, C., Aguiar, A.M.F., Carvalho, P., Jardim, R., Melo, I., Oliveira, P., Sérgio, C., Serrano, A.R.M. & Vieira, P. (eds.). (2008).*A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos*. Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo.

Borges, P.A.V., Lobo, J.M., Azevedo, E. B., Gaspar, C., Melo, C. & Nunes, L.V. (2006). Invasibility and species richness of island endemic arthropods: a general model of endemic vs. exotic species. *Journal of Biogeography,* 33: 169-187

Borges, P. A. V. (1997). *Pasture arthopod community structure in Azores iskands of differente geological age*. Ph. D. Thesis. University of London, Silwood Park.

Byrne, J. (1992). Wild ginger: agressive invader of New Zealand's native forests. *Horticulture in New Zealand,* 3: 10-14.

Campos, V. (1983). *Sobre o Descobrimento e Povoamento dos Açores*. Colecção EUROPAMUNDO, Europress.

Carqueijeiro, E. (2006). *Informação ambiental nas áreas protegidas dos Açores Áreas ambientais dos Açores*. In R. Gabriel (coord.). Programa e Livro de Resumos do Curso Livre: “Educação Ambiental:o local como recurso educativo” & "V Seminário Regional Eco-Escola" (pp. 28-34). REIAMAC, Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, ARENA e Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Clout, M. N. & Veitch, C. R. (2002). *Turning the tide of biological invasion: the potential for eradicating invasive species*. Centre for Invasive Species Research - SGES, University of Auckland. Auckland – New Zealand

Cordeiro, N., Silva, L., Illas, X. & Martínez, A. (2006). Distribuição e abundância de *Pittosporum undulatum* Ventenat na ilha do Pico (Açores). "XII expedição científica do Departamento de Biologia- Pico 2005" - *Relatórios e Comunicações do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores*:34 - Universidade dos Açores. Ponta Delgada.

Cordeiro, N. & Silva, L. (2003). Seed production and vegetative growth of *Hedychium gardnerianum* Ker-Gawler (Zingiberaceae) in São Miguel Island (Azores). *Arquipélago*, *Life and Marine Sciences*. **20A**: 31-36.

Costa, F. C. (1978). *Esboço Histórico dos Açores*. Capítulo VII – Geografia Humana dos Açores pp. 157-182 Instituto Universitário dos Açores. Ponta Delgada.

D'Antonio, C. & Vitousek, P. (1992). Biological invasions by exotic grasses, the grass/fire cycle, and global change. *Annual Review of Ecology and Systematics, 23*: 63-87

Davis, M. (2009). *Invasion Biology*. Oxford University Press: New York, United States

Decreto nº 21/93, de 21 de Junho (Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB), Diário da Repiblica n.º 143, Série I-A

Diamond, J. M. (1976). Island biogeography and conservation: Strategy and limitations. *Science*, 193: 1027-1029

Diamond, J.M. (1975). The island dilemma: lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. Biological Conservation, 7: 129-146

Dias, E. (2001) Património vegetal dos Açores, uma análise descritiva. *Atlântida*, Vol. XLVI: 251–268.

Dias, E. (1996). *Vegetação natural dos Açores: Ecologia e sintaxonomia das florestas dos Açores*. Tese de Doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

Dias, E. (1989). *Flora e vegetação endémica na ilha Terceira, Açores.* Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica – trabalho de síntese. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

Elias, R. B. & Dias, E (2008). *Ecologia das florestas de Juniperus dos Açores*. Cadernos de Botânica nº 5. Herbário da Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Elias, R. B. & Dias, E. (2007). The role of habitat features in a primary succesion. *Arquipélago, Life and Marine Sciences* 24: 1-10

Elias R. B. & Dias E. (2004a). Primary succession on lava domes on Terceira (Azores). *Journal of Vegetation Science*, 15: 331-338.

Elias, R. B. & Dias, E. (2004b). *Ecologia e Dinâmica da Vegetação. Sucessão em lavas traquíticas*. Cadernos de Botânica nº6. AZU – Herbário da Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Elias, R.B. (2001). *Sucessão Primária em Domas Taquíticos*. Tese de Mestrado. Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

Fahrig, L. & Merriam, G. (1985). Habitat Patch Connectivity and Population Survival. *Ecology*, 66: 1762–1768

Fernandes, J. G. (1985). *Terceira (Açores). Estudo geográfico*. Tese de Doutoramento em Geografia. Universidade dos Açores. Ponta Delgada.

Forjaz, V. H. (2004). *Atlas básico dos Açores*. Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores. Ponta Delgada

França, Z., Cruz,J., Nunes, J. & Forjaz, V. (2003). Geologia dos Açores: uma perspectiva actual. *Açoreana 10 (1)*: 11-140.

Game, M. (1980). Best shape for nature reserves. *Nature*, 287: 630-632

Gaspar, C., Borges, P.A.V..& Gaston, K.J. (2008). Diversity and distribution of arthropods in native forests of the Azores archipelago. Arquipélago. *Life and marine Sciences*, 25: 1-30

Gilbert, F.S. (1980). The equilibrium theory of island biogeography: fact or fiction? *Journal of Biogeography*, 7: 209-235

Gleadow, R.M. & Ashton, D.H. (1981). Invasion by *Pittosporum undulatum* of the Forests of Central Victoria. I. Invasion Patterns and Plant Morphology. *Australian Journal of Botany, 29*: 705-720.

Good, T & Rodriguez, J. (2009). *Ecology, Biological Conservation and Policy*. Ecyclopedia of Life Support Systems – Vol. I. UNESCO

Grime, J. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 11: 1169 - 1194

Haugland, E. & Tawfiq, M. (2001). Root and shoot competition between established grass species and newly sown seedlings during spring growth. *Grass and Forage Science*, 56: 193-199

Henríquez, M., J. Pérez & C. Rodríguez. (1986). *Flora y vegetacion del arquipelago Canario*. - Edirca. Gran Canaria

Higgs, A. J. & Usher, M.B. (1980). Should nature reserves be large or small? *Nature*, 17: 457-458

Hortal, J., Borges, P. A. V., Dinis, F., Jiménez-Valverde, A., Chefaoui, R.M., Lobo, J. M., Jarroca, S., Azevedo, E. B., Rodrigues, C., Madruga, J., Pinheiro, J., Gabriel, R., Rodrigues, F. C. & Pereira, A. R. (2005). *Using ATLANTIS - Tierra 2.0 and GIS environmental information to predict the spatial distribution and habitat suitability of endemic species*. In: P. A. V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A. M. F. Martins, L. Silva, & V. Vieira (eds.). A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores. Direcção Regional de Ambiente e do Mar dos Açores & Universidade dos Açores. Horta, Angra do Heroísmo, Ponta Delgada.

Huston, M. (2004). Management strategies for plant invasions: manipulating productivity, disturbance, and competition. *Diversity and Distributions* 10: 167-178.

I.M. - Instituto de Meteorologia. (2011). ATLAS CLIMÁTICO DOS ARQUIPÉLAGOS DAS CANÁRIAS, DA MADEIRA E DOS AÇORES. Acedido em 12/01/2014, de http://www.ipma.pt/export/sites/ipma/bin/docs/publicacoes/atlas.clima.ilhas.iberico.2011.pdf

IUCN. (2009). *Category 1a Strict Nature Reserve.* Acedido em 01/08/2012 de

http://www.iucn.org/about/work/programmes/pa/pa_products/wcpa_categories/pa_category1a/

Jarvinen, O. (1982). Conservation of endangered plant populations: single large or several small reserves. *Oikos*, 38: 301-307.

Lake, J. C. & Leishman, M. R. (2004). Invasion success of exotic plants in natural ecosystems: the role of disturbance, plant attributes and freedom from herbivores. *Biological Conservation,* 117: 215-226

Lawton, J. (1993). Range, population, abundance and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 8: 409-413.

Lonsdale, W. M. (1999). Global patterns of plant invasions and the concept of invasibility. *Ecology,* 89 (5): 1522-1536.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967). *The Theory of Island Biogeography. Princeton*. University Press. Princeton – New Jersey

Machado, F., Quintino, J., Monteiro, J. H. (1972). Geology of the azores and the Mid-Atlantic rift. 24th I. G. C. *Section*, 3: 134-142

Marchante, H. (2001). *Invasão dos ecossistemas dunares portugueses por Acacia*: *uma ameaça para a biodiversidade nativa.* Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para obtenção do grau de Mestre em Ecologia. Coimbra

Margules, C.R. & Usher, M.B. (1981). Criteria used in assessing wildlife conservation potential: a review*. Biological Conservation*, 21: 79-109

Margules, C., Higgs, A. & Rafe, R. (1982) Modern biogeographic theory: are there any lessons for nature reserve design? *Biol. Conserv.*, 24: 115-28.

Mazzolari,A, Comparatore,V, Bedmar,F. (2011). Control of elm leaf blackberry invasion in a natural reserve in Argentina. *Journal for Nature Conservation,* 19 (3):185–191

Mellinger, M.V. & McNaughton, S.J. (1975). Structure and function of successional vascular plant communities in Central New York. *Ecological Monographs*, 45: 161-182.

Melo, M. (2000). Caracterização Ecológica e Estado de Conservação do Mistério do Fogo. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.

Minden, V., Jacobi, J. D., Porembski, S., & Boehmer, H. J. (2010). Effects of invasive alien kahili ginger (*Hedychium gardnerianum*) on native plant species regeneration in a Hawaiian rainforest. *Applied Vegetation Science* 13: 5–14

Minden, V., Hennenberg, K., Porembski, S., Boehmer, H. (2009). Invasion and management of alien *Hedychium gardnerianum* (kahili ginger, Zingiberaceae) alter plant species composition of a montane rainforest on the island of Hawai'i. *Plant Ecol,* 206: 321–333

Morton, B., Britton, J., Martins, A. (1998). *Ecologia Costeira dos Açores.* Sociedade Afonso Chaves – Associação de Estudos Açorianos. Ponta Delgada.

Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forest. Implications for conservation. TREE Vol. *Elsevier Science*, 10 (2): 58-62

Navarro, P.V. (2011). *Climatologia Aeronáutica do Aeroporto de Ponta Delgada*. Relatório de Estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Meteorologia e Oceanografia Física. Aveiro.

Paciência, M., PRADO, J. (2004). Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 27 (4): 641-653.

Pais, A. (2011). *Condições de Iluminação em Ambiente de Escritório: Influência no conforto visual*. Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Ergonomia na Segurança no Trabalho. Faculdade de Motricidade Humana. Universidade Técnica de Lisboa

Palhinha, R., Cunha, A. & Sobrinho, L. (1942). Algumas observações ecológicas sobre o Arquipélago Açoreano. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais* 13: 197-205.

Pardow, A, Hartard, B & Lakatos, M. (2010). *Morphological, photosynthetic and water relations traits underpin the contrasting success of two tropical lichen groups at the interior and edge of forest fragments*. Division of Experimental Ecology, Department of Biology, University of Kaiserslautern.

Perry, J. & Dixon, P. (2002). A new method to measure spatial association for ecological count data. *Ecoscience*, 9 (2): 133-141.

Pimentel, A. (2006). *Domos e Coulées da Ilha Terceira (Açores): Contribuição para o Estudo dos mecanismos de instalação*. Dissertação de Mestrado Em Vulcanologia e Riscos Geológicos. Universidade dos Açores – Ponta Delgada.

Pinheiro, J. (1990). *Estudo dos Principais Tipos de Solos da Ilha Terceira (Açores).* Dissertação de Doutoramento. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

Primack, R. (2006). *Essentials of conservation biology*. Sunderland: Sinauers Associates.

Quinn, J.F. & Hastings, A. (1987). Extinctions in subdivided *Habitats*. *Conservation Biology*, 1: 132-140

Rathcke, B. J., & Jules, E. (1993). Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. *Current Science,* 65: 273-277.

Resolução do Conselho do Governo N.º 110/2004 de 29 de Julho da Presidência do Governo Regional dos Açores (Plano Regional de Erradicação e Controlo de Espécies de Flora Invasoras em Áreas Sensíveis (PRECEFIAS)). Jornal Oficial da Presidência do Governo dos Açores - I Série, N.º 31.

Ricklefs, R.E. (1996). *A economia da natureza*. Edição 2010 Guanabara Koogan – Rio de Janeiro.

Rodrigues, F. (1993). *Hidrogeologia da Ilha Terceira*. Contributo para o seu conhecimento. Trabalho de síntese previsto no estudo da carreira docente universitária. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Sanquetta, C., Angelo, H., Brena, D., Mendes, J. (1996). Predição da distribuição diamétrica, mortalidade e recrutamento de floresta natural com matriz Markoviana de potência. *Floresta*, 24 (1): 23-26

Schäfer, H, J.Hardy, O, Silva, L, G.Barraclough, T, & Savolainen, V. (2011). Testing Darwin's naturalization hypothesis in the Azores. *Ecology Letters*, 14: 389–396

Schäfer, H. (2003). *Chorology and Diversity of the Azorean Flora*. Dissertationes Botanicae 374.

Schäfer, H. (2005). Flora of the Azores – A Field Guide Second enlarged edition. Margraf Publishers - Weikersheim

Silva, A. (2006). *A Agricultura na Ilha Terceira – Do Povoamento ao Século XXI*; Notas Elementares para o seu conhecimento. Associação Agrícola da Ilha Terceira.

Silva, J. (2007). *Açores e Madeira: A floresta das ilhas.* Coleção Árvores e florestas de Portugal,1ª Edição, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, Lisboa.

Silva, L., & Smith, C. W. (2000). Biogeography of Azorean plant invaders. *Arquipelago, Life and Marine Sciences*, Supplement **2A**: 19-27.

Silva, L. (2001). *Plantas Vasculares Invasoras no Arquipélago dos Açores. Caracterização geral e estudo de um caso: Clethra arborea Aiton (Clethraceae).* Dissertação de Doutoramento. Universidade dos Açores – Ponta Delgada.

Silva, L. & Smith, C. W. (2005). A quantitative approach to the study of non-indigenous plants: a example from the Azores Archipelago. *Biodiversity and Conservation, 15*: 1661-1679.

Silva, L., Ojeda Land, E. & Rodriguez Luengo, J.L. (2008). *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia*. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias. Arena, Ponta Delgada.

Silva, L., Martins, M., Maciel, G. & Moura, M. (2009) - *Flora Vascular dos Açores - Prioridades em Conservação*. Azorean Vascular Flora - Priorities in Conservation. Bilingue. Associação Ecológica Amigos dos Açores & CCPA (co-financiado pela DRCT - Açores). Ponta Delgada.

Silva, L., Moura, M., Schäfer, H., Rumsey, F. & Dias, E. (2010). *Lista das plantas vasculares (Tracheobionta)*. In: P.A.V. Borges, A. Costa, R. Cunha, R. Gabriel, V. Gonçalves, A.F. Martins, I. Melo, M. Parente, P. Raposeiro, P. Rodrigues, R.S. Santos, L. Silva, P. Vieira & V. Vieira, [Eds.] *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores*. Principia, Cascais.

Silveira, S. (2011). *Impacte de Pittosporum undulatum na vegetação natural dos Açores: O estudo de um caso na ilha Terceira.* Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências Agrárias. Universidade dos Açores.

Simberloff, D. & Abele, L. (1976). Island Biogeography Theory and Conservation Practice. *Science*, 191:285-286.

Simberloff, D. & Abele, L. (1982). Refuge design and island biogeographic theory: effects of fragmentation. *Am. Nat.*, 120:41-50.

Simberloff, D. & Abele, L. (1984) Conservation and obfuscation: subdivision of reserves. *Oikos*, 42: 399-401.

Sjögren, E. (1973a). Recent changes in the vascular flora an vegetation of the Azores Islands. M*emórias da Sociedade Broteriana*, 22:1-113.

Sjögren, E.(1973b). Vascular plants new to the Azores an to individual islands in the Archipelago. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 124: 94-120.

SREA. (2013). Serviço Regional de Estatística dos Açores. Acedido em 26/06/2013 de http://estatistica.azores.gov.pt/

SRRN. (2014). Secretaria Regional dos Recursos Naturais. Acedido em 26/06/2013 de http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/terceira/o-que-visitar/areas-protegidas

Sutherland, William L. (2006). *Ecological Census Techniques – A Handbook.* Cambridge University Press.

Terborgh, J. (1974). Perservation of natural diversity: The problem of extinction-prone species. *BioScience*, 24: 715-22

Terborgh, J. (1976). Island biogeography and conservation: Strategy and limitations. *Science*, 193:1029-1030

Triantis, K., Hortal, J., Amorim, I., Cardoso, P., Santos, A.M.C., Gabriel, R. & Borges, P.A.V. (2012). Resolving the Azorean knot. A response to Carine & Schäfer (2010). *Journal of Biogeography*, 39: 1179-1184.

Vitousek, P., D´Antonio, C., Loope, L. & Westbrooks, R. (1996). Biological invasions as a global environmental change. *American Scientist*, 84: 468-478.

Vucetich, J. & Waite, T. (2003). Spatial patterns of demography and genetic processes across the species' range: Null hypotheses for landscape conservation genetics. *Conservation Genetics*, 4(5): 639-645.

Wagner, W., Herbst D., Sohmer S. (1999). *Manual of the flowering plants of Hawai'i*. Bernice P. Bishop Museum, Honolulu

Weber, E. (2003). *Invasive plants of the World*. CABI Publishing, Wallingford.

Whitcomb, R., Lynch, J., Opler, P. & Robbins, C. (1976). Island biogeography and conservation: Strategy and limitations. *Science*, 193: 1030-1032

Wilson, E. & Willis,E. (1975). Applied biogeography. *In Ecology and evolution of communities.* (ed. M. L. Cody & J. M. Diamond. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press

Zudeima, P., Sayer, J., Dijkman, W. (1996). Forest fragmentation and biodiversity: the case for intermediate-sized conservation areas. *Environmental Conservation*, 23: 290-297.

Anexos

Anexo I – Obras referenciadas pelo programa Atlantis Tierra 3.0. para criar a base de dados das plantas naturalizadas.

Autores	Tipo de documento	Ano	Título
Dias, Eduardo	Publicação	1996	Vegetação natural dos Açores. Ecologia e sintaxonomia das florestas naturais
Dias, Eduardo	Estudo não publicado	1986	Métodos de estudo e análise da vegetação. Comunidades herbáceas
Cândida Margarida Ferreira Mendes	Estudo não publicado	1998	Contributo para a caracterização de turfeiras de Sphagnum spp. na ilha Terceira
Cândida Margarida Ferreira Mendes	Estudo não publicado	2010	A dimensão ecológica das zonas húmidas na gestão e conservação dos ZEC terrestres dos Açores
Silva, L.	Estudo não publicado	2001	Dados relativos à amostragem da flora vascular no Arquipélago dos Açores.
Elias, R. B.	Referência de perito	2013	Inventários de Vegetação dos Açores
Sandra Paula de Aguiar e Câmara	Estudo não publicado	2003	Contributo para o estudo da ecologia e conservação de quatro plantas endémicas em perigo de extinção nos Açores - Prunus lusitanica ssp. azorica (Mouilleferet.) Franco, Urtica morifolia Poiret, Euphorbia stygiana Watson, Marsiliea azorica Launert et Paiva
Sérgio Renato Azevedo de Sousa	Estudo não publicado	2002	A Importância da Erica azorica no Planeamento Ambiental Regional - Contributo para a determinação do papel desempenhado por esta espécie nos ecossitemas naturais das Ilhas Terceira e Pico
Paula Cristina da Silva Vagueiro	Estudo não publicado	1999	Contributo para a Caracterização Ecológica e Ordenamento da Reserva Florestal Natural do Biscoito da Ferraria
Cecília Melo, Dias, Eduardo	Estudo não publicado	2007	Critérios de avaliação da integridade ecológica das áreas da Rede Natura 2000. Caso estudo da Serra de Santa Bárbara.
Ázera, Susana Cristina da Rosa	Estudo não publicado	2000	ECOLOGIA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NAS PASTAGENS DA ZONA NORDESTE DA ILHA TERCEIRA
Borges, P. A. V.	Estudo não publicado	1997	Pasture Arthropod Community Structure in Azorean Islands of different Geological Age.
Rui Miguel Pires Bento da Silva Elias	Estudo não publicado	2001	Sucessão Primária em Domas Traquítios
Sónia Alexandra Valadão da Silva Elias	Estudo não publicado	2003	Elementos Estruturais e Funcionais de Sucessões Antropogénicas em Turfeiras de Sphagnum sp.
Teresa Vasconcelos	Estudo não publicado	2006	Lista de Plantas dos Açores existentes no Herbário LISI

Anexo II – Lista das plantas naturalizadas obtidas através do programa Atlantis Tierra 3.0., bem como a percentagem e números de células ocupadas.

Espécie	Células
Kyllinga brevifolia	3.77% [4/106]
Agrostis stolonifera	1.89% [2/106]
Anthoxanthum odoratum	7.55% [8/106]
Dactylis glomerata	0.94% [1/106]
Digitaria sanguinalis	2.83% [3/106]
Holcus lanatus	46.23% [49/106]
Lolium multiflorum	0.94% [1/106]
Lolium perenne	4.72% [5/106]
Paspalum dilatatum	3.77% [4/106]
Poa annua	6.60% [7/106]
Poa trivialis	5.66% [6/106]
Sporobolus africanus	0.94% [1/106]
Hedychium gardnerianum	81.13% [86/106]
Ammi majus	0.94% [1/106]
Pittosporum undulatum	19.81% [21/106]
Conyza bonariensis	5.66% [6/106]
Hypochaeris radicata	8.49% [9/106]
Sonchus asper asper	4.72% [5/106]
Lobelia urens	15.09% [16/106]
Myosotis discolor discolor	3.77% [4/106]
Myosotis secunda	3.77% [4/106]
Myosotis stolonifera hirsuta	4.72% [5/106]
Amaranthus hybridus	2.83% [3/106]
Cerastium fontanum vulgare	2.83% [3/106]
Illecebrum verticillatum	1.89% [2/106]
Sagina procumbens	5.66% [6/106]
Phytolacca americana	3.77% [4/106]
Persicaria capitata	2.83% [3/106]
Persicaria hydropiperoides	4.72% [5/106]
Persicaria maculosa	0.94% [1/106]
Rumex conglomeratus	0.94% [1/106]
Rumex crispus	5.66% [6/106]
Rumex obtusifolius obtusifolius	0.94% [1/106]
Portulaca oleracea oleracea	0.94% [1/106]
Hydrangea macrophylla	3.77% [4/106]
Acacia melanoxylon	6.60% [7/106]
Lotus pedunculatus	40.57% [43/106]
Trifolium ligusticum	16.04% [17/106]
Trifolium repens	4.72% [5/106]
Ulex europaeus europaeus	3.77% [4/106]

Galium palustre	0.94% [1/106]
Mentha suaveolens	7.55% [8/106]
Parentucellia viscosa	1.89% [2/106]
Plantago lanceolata	2.83% [3/106]
Digitalis purpurea	3.77% [4/106]
Verbena officinalis	1.89% [2/106]
Populus alba	0.94% [1/106]
Eucalyptus globulus	1.89% [2/106]
Epilobium obscurum	0.94% [1/106]
Ranunculus flammula flammula	4.72% [5/106]
Ranunculus repens	9.43% [10/106]
Aphanes microcarpa	1.89% [2/106]
Duchesnea indica	28.30% [30/106]
Rubus ulmifolius	43.40% [46/106]
Solanum mauritianum	2.83% [3/106]
Cryptomeria japonica	41.51% [44/106]
Doodia caudata	5.66% [6/106]
Deparia petersenii	1.89% [2/106]

Anexo III - Nº de plântulas observadas ao longo do período 2010-2013 nos 16 quadrados estudados para as espécies *Erica azorica, Hedychium gardnerarum, Juniperus brevifolia, Pittosporum undulatum e Rubus ulmifolius.*

Ano	Nº do quadrado	Tratamento	*Erica azorica*	*Hedychium gardnerarum*	*Juniperus brevifolia*	*Pittosporum undulatum*	*Rubus ulmifolius*
2010	Q1	Controle	4	1	5	11	17
		Corte	1	1	9	14	21
	Q2	Controle	0	0	8	0	0
		Corte	0	0	21	10	12
	Q3	Controle	1	0	12	23	16
		Corte	6	0	8	12	21
	Q4	Controle	84	0	23	63	3
		Corte	31	0	16	37	5
	Q5	Controle	0	0	1	0	0
		Corte	0	0	6	0	37
	Q6	Controle	3	2	18	32	3
		Corte	24	7	55	31	41
	Q7	Controle	0	6	4	7	7
		Corte	0	6	28	24	673
	Q8	Controle	2	0	4	28	16
		Corte	11	0	41	8	318
2011	Q1	Controle	0	11	6	1	13
		Corte	22	12	5	6	72
	Q2	Controle	0	0	11	0	8
		Corte	13	2	4	2	22
	Q3	Controle	9	1	2	2	20
		Corte	10	3	6	8	42
	Q4	Controle	0	9	0	7	16
		Corte	6	7	3	8	33
	Q5	Controle	0	9	0	7	16
		Corte	20	12	7	9	62
	Q6	Controle	5	14	4	13	23
		Corte	12	1	4	13	57
	Q7	Controle	0	29	0	2	21
		Corte	116	21	7	8	328
	Q8	Controle	12	7	2	7	24
		Corte	19	3	21	12	98
2012	Q1	Controle	3	7	0	3	6
		Corte	11	3	3	4	23
	Q2	Controle	2	1	6	1	4
		Corte	4	1	1	1	7
	Q3	Controle	4	0	4	10	16

		Corte	6	0	7	11	22
	Q4	Controle	2	0	4	5	7
		Corte	5	2	3	6	19
	Q5	Controle	0	2	0	0	12
		Corte	0	2	0	2	28
	Q6	Controle	2	7	7	7	11
		Corte	26	1	15	11	29
	Q7	Controle	0	8	0	4	14
		Corte	53	2	0	13	103
	Q8	Controle	12	1	9	7	28
		Corte	21	1	10	5	27
2013	**Q1**	Controle	0	0	0	0	0
		Corte	0	1	0	0	5
	Q2	Controle	0	0	0	0	1
		Corte	0	0	0	0	0
	Q3	Controle	0	0	0	0	3
		Corte	1	0	0	0	4
	Q4	Controle	1	0	1	0	3
		Corte	0	0	0	0	0
	Q5	Controle	0	0	0	0	0
		Corte	0	0	0	0	0
	Q6	Controle	1	0	0	0	0
		Corte	4	0	1	0	8
	Q7	Controle	0	0	0	0	0
		Corte	7	0	0	0	5
	Q8	Controle	1	0	0	1	8
		Corte	3	0	0	0	8

Anexo IV. Nº de juvenis observadas ao longo do período 2010-2013 nos 16 quadrados estudados para as espécies *Erica azorica, Hedychium gardnerarum, Juniperus brevifolia, Pittosporum undulatum e Rubus ulmifolius.*

Ano	Nº do quadrado	Tratamento	*Erica azorica*	*Hedychium gardnerarum*	*Juniperus brevifolia*	*Pittosporum undulatum*	*Rubus ulmifolius*
2010	Q1	Controle	2	2	3	3	9
		Corte	2	0	4	0	13
	Q2	Controle	7	4	22	5	5
		Corte	21	1	8	0	1
	Q3	Controle	35	0	25	10	34
		Corte	51	0	21	0	43
	Q4	Controle	19	0	11	19	18
		Corte	24	0	16	0	22
	Q5	Controle	0	0	0	0	0
		Corte	0	0	0	0	6
	Q6	Controle	37	3	22	11	13
		Corte	52	6	46	0	39
	Q7	Controle	0	1	0	0	1
		Corte	0	1	1	0	113
	Q8	Controle	36	0	17	10	30
		Corte	58	0	45	0	68
2011	Q1	Controle	6	3	15	6	8
		Corte	17	13	2	3	33
	Q2	Controle	2	2	19	0	3
		Corte	13	4	1	1	13
	Q3	Controle	13	0	5	1	9
		Corte	38	2	8	6	5
	Q4	Controle	0	0	0	2	2
		Corte	11	1	2	2	14
	Q5	Controle	0	0	0	2	2
		Corte	0	0	0	3	16
	Q6	Controle	1	0	0	1	17
		Corte	12	3	5	6	29
	Q7	Controle	0	1	0	1	1
		Corte	15	1	1	3	36
	Q8	Controle	3	1	1	0	7
		Corte	12	0	6	3	26
2012	Q1	Controle	5	5	5	7	6
		Corte	13	7	0	1	27
	Q2	Controle	2	1	10	2	5
		Corte	10	4	2	1	17
	Q3	Controle	9	0	4	7	15

		Corte	15	2	10	7	38
	Q4	Controle	5	0	3	8	12
		Corte	11	1	2	4	37
	Q5	Controle	0	1	0	0	9
		Corte	0	1	0	1	26
	Q6	Controle	2	5	1	2	14
		Corte	22	0	13	3	33
	Q7	Controle	0	11	0	2	8
		Corte	72	9	0	5	138
	Q8	Controle	21	2	6	16	44
		Corte	11	1	13	9	55
2013	**Q1**	Controle	4	4	7	9	5
		Corte	10	12	1	2	13
	Q2	Controle	4	1	8	2	12
		Corte	4	7	1	0	21
	Q3	Controle	8	1	3	3	6
		Corte	13	0	7	2	13
	Q4	Controle	12	0	6	4	15
		Corte	13	3	2	4	11
	Q5	Controle	0	0	0	0	2
		Corte	0	0	0	0	6
	Q6	Controle	2	1	0	3	3
		Corte	8	1	4	1	15
	Q7	Controle	0	6	0	0	5
		Corte	16	4	0	1	22
	Q8	Controle	10	1	3	7	19
		Corte	9	0	7	4	17

Anexo V. Dados de Cobertura média (Braun-Blanquet) para as quadrículas pertencentes à RN da Terra Brava e Criação das Lagoas

	Quadrícula										
Espécie	**TB_01**	**TB_03**	**TB_07**	**TB_10**	**TB_11**	**TB_12**	**TB_13**	**TB_14**	**TB_21**	**TB_22**	**TB_23**
***Acacia melanoxylon* R. Br.**		1	2			2					
Agrostis sp.		2	2	3	3	3			3	2	2
***Arceuthobium azoricum* Wiens & F.G. Hawksworth**					1						
***Blechnum spicant* (L.) Sm.**	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
***Callitriche stagnalis* Scop.**										1	
***Calluna vulgaris* (L.) Hull**	4	3	5	5	4	4	2		5	3	5
***Carex hochstetteriana* Gay ex Seub.**					1						
***Carex vulcani Hochst.* ex Seub.**					1						
***Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy**					1						
***Cryptomeria japonica* (L. fil.) D. Don**	5	4	3	1	4	4			1	1	6
***Culcita macrocarpa* C. Presl**	2	2	2	3	2	2	4	4	3	4	4
***Cyathea cooperi* (Hook. ex F. Muell.) Domin**				1					1		
***Cystopteris diaphana* (Bory) Blasdell**							1				
***Deparia petersenii* (Kunze) M. Kato**			1								
***Deschampsia foliosa* Hack.**				2			1		2	2	2
***Dryopteris aemula* (Aiton) O. Kuntze**	2	2	1	3	2	2	2	2	3	2	2
***Dryopteris azorica* (Christ) Alston**	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3
***Dryopteris crispifolia* Rasbach, Reichstein & Vida**		1			1					2	2
***Duchesnea indica* (Andr.) Focke**			1		1						
***Elaphoglossum semicylindricum* (Bowdich) Benl**	1	1	1	2	1		2	2	2	2	2
***Eleocharis multicaulis* (Sm.) Desv.**				2					2	2	1
***Erica azorica* Hochst. ex Seub.**	3	4	6	2	4	5	2	2	2	3	4
***Eucalyptus globulus* Labill.**			2								
***Frangula azorica* V. Grubov**	2	2	2		3	3	3	3		3	3

Hedera azorica **Carrière**				1	1				1		
Hedychium gardnerianum **Sheppard ex Ker-Gawl.**	2	2	3	2	3	5	2	2	2	2	4
Ho*lcus lanatus* L.			2	2	1	2			2	1	
Holcus rigidus **Hochst.**			2	1					1	1	
Huperzia dentata **(Herter) Holub**	1		1	1	1				1		1
Hydrangea macrophylla **(Thunb.) Ser.**	3	2	3		2	3					3
Hymenophyllum tunbrigense **(L.) Sm.**	2	1	1	2	1		2	2	2	2	2
Hypericum foliosum **Aiton**	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
Ilex perado **Aiton ssp.** ***azorica*** **(Loes.) Tutin**	3	3	1	4	2	3	5	5	4	4	3
Juncus effusus **L.**	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
Juniperus brevifolia **(Seub.) Antoine**	3	3	2	5	3	3	5	5	5	6	4
Laurus azorica **(Seub.) Franco**	3	2	1	4	2	3	5	5	4	4	3
Lotus pedunculatus **Cav.**					1	1					1
L*uzula purpureosplendens* Seub.	2	2	2	2	1	2	3	3	2	2	3
Lycopodiella cernua **(L.) Pichi-Sermolli**	3	2	3	2	2	2			2	2	3
Lysimachia azorica **Hornem. ex Hook.**	1	1	1	2	2	2	3	3	2	2	2
Morella faya **(Aiton) Wilbur**	2	2	1		1						1
Myrsine africana **L.**	2	2	2	3	2	2	4	4	3	3	3
Persicaria capitata **(Buch. Ham. Ex D. Don) H. Gross**			2								
Picconia azorica **(Tutin) Knobl.**				2	1		3	3	2	2	2
Pittosporum undulatum **Vent.**	1	1	1			2				1	1
Platanthera micrantha **(Hochst. ex Seub.) Schlecht.**							1	1			
Potentilla anglica **Laich.**	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Prunella vulgaris **L.**				1		1	1	1	1	1	
Pteridium aquilinum **(L.) Kuhn**	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2
Rubia agostinhoi **Dans. & P. Silva**				1			1	1	1	1	1
Rubus ulmifolius **Schott**	2	2	3	2	3	4	2	2	2	1	2
Selaginella kraussiana **(Kunze) A. Braun**	2	2	2	2	2		3	3	2	2	2

***Sibthorpia europaea* L.**	1	1	1	1	1		2	2	1	1	1
***Smilax azorica* H. Schaef. & P. Schoenfelder**					1		1			1	1
***Tolpis azorica* (Nutt.) P. Silva**	1	2	1	1	1		1		1	1	
***Trichomanes speciosum* Willd.**					2		3	3			
***Ulex europaeus* L. ssp. europaeus**	2		1								2
***Vaccinium cylindraceum* Sm.**	2	2	1	2	2	2	3	3	2	3	3
***Viburnum treleasei* Gand.**			1		1	1					
***Woodwardia radicans* (L.) Sm.**			1		1	2	1	1			1