

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**COMPARAÇÃO DA RELAÇÃO ESPÉCIE-ÁREA INTRA E  
INTER-FRAGMENTO DE HABITAT  
NATIVO(LAUSSILVA DA MADEIRA)**

**Maria Celina Faria Pereira**

**MESTRADO EM BIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO**

2007

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**COMPARAÇÃO DA RELAÇÃO ESPÉCIE-ÁREA INTRA E  
INTER-FRAGMENTO DE HABITAT  
NATIVO(LAURISSILVA DA MADEIRA)**

**Maria Celina Faria Pereira**

Dissertação orientada por:  
Professor Doutor Henrique Miguel L. F. Pereira (orientador externo)  
Professora Doutora Maria da Luz Mathias (orientador interno)

**MESTRADO EM BIOLOGIA DA CONSERVAÇÃO**

2007

## 1 Sumário

A floresta laurissilva existente na ilha da Madeira é representada por bosques de folhas persistentes, planas, largas coriáceas e cerosas, endémicas da região Macaronésica e constituem uma vegetação reliquial datando, pelo menos, do Miocénico. Na ilha da Madeira, esta floresta ocupa uma área de cerca de 15000 ha, localizada sobretudo nas encostas a norte da ilha da Madeira, estando restrita a sul sob a forma de pequenos fragmentos, sobretudo em locais declivosos e pouco acessíveis. Esta floresta apresenta uma diminuição da sua área de ocupação actual em relação à sua área de ocupação potencial. Esta redução, associada à fragmentação da área de ocupação original, terá potenciado uma perda de biodiversidade aos mais diversos níveis, nomeadamente ao nível da riqueza específica. Neste contexto, o estudo do padrão de distribuição actual de espécies de mais que um grupo de seres vivos que compõem este ecossistema é essencial e permite prever de forma objectiva a evolução da biodiversidade consoante a área dos fragmentos e a sua distribuição em altitude.

O presente trabalho incidiu sobre a relação espécie-área intra e inter-fragmentos da floresta laurissilva da Madeira. Amostraram-se 10 fragmentos, com áreas entre 0.5 e 340 ha. Em cada fragmento a amostragem seguiu um esquema aninhado, de 1m<sup>2</sup> à área do fragmento. Foram amostrados espécies da Divisão *Tracheophyta* ou *Tracheobionta* (plantas vasculares) do Reino **Plantae**, e da Ordem **Araneae** (aranhas) da Classe **Arachnida**, Filo **Arthropoda**, Reino **Animalia**. Procedeu-se à comparação da composição específica dos quadrados de amostragem de pequenos fragmentos com a composição específica dos quadrados de amostragem de grandes fragmentos. Determinou-se a variação dos parâmetros da relação espécie-área para cada grupo de seres vivos e foi testada a correlação da diversidade específica entre os dois grupos estudados. Na análise intra e inter-fragmentos foram utilizados os dados observados e os estimados. Foi efectuada uma análise para o número total de espécies observadas e outra análise apenas para o número total de espécies indígenas observadas.

A riqueza específica de aranhas e plantas nos pequenos e grandes fragmentos amostrados é semelhante quando consideramos o total de espécies amostradas. No entanto, quando a análise é efectuada apenas com as espécies indígenas, existem diferenças entre os

fragmentos amostrados com área igual ou inferior a 0.9 ha e os restantes fragmentos. A análise, utilizando a regressão linear simples, indicou que os parâmetros da relação espécie-área,  $c$  e  $z$ , não estão relacionados com a área ou com a altitude dos fragmentos amostrados. Os valores do parâmetro  $c$  da relação espécie-área, são mais elevados para as plantas do que para as aranhas, ou seja, a diversidade intra-fragmentos para as plantas é mais elevada que a diversidade encontrada para as aranhas. Inversamente, os valores do parâmetro  $z$  são mais baixos para as plantas do que para as aranhas, ou seja, a diversidade inter-fragmentos para as aranhas é mais elevada que a diversidade encontrada para as plantas. Estes resultados destacaram a existência de uma relação espécie-área intra e inter-fragmentos.

Palavras chave: Relação espécie-área; fragmentação; riqueza específica; Laurissilva.

## 2 Abstract

The laurissilva in Madeira is represented by evergreen woods with plane, wide, coriaceous and glossy foliage, endemic to Macaronesia region, and considered to be a relictual vegetation dating back, at least, to the Miocene. On the island of Madeira, this forest occupies an area of about 15000 ha, occurring mainly on the northern slopes, being restricted to small fragments of vegetation on the southern slopes, mainly on steep and inaccessible places.

This forest shows a reduction in its area of present day distribution in comparison to its potential occupation. This reduction, along with fragmentation of the original area of distribution, would have led to a loss of biodiversity at all levels, namely at the level of specific richness. Therefore, there was the need for a study on the present day distribution pattern of species of at least two groups of *taxa* occurring within the ecosystem. We expect this study will help to foresee the evolution of biodiversity according to fragments area and distribution in altitude.

The present work tried to find out the species-area relationship within and between laurissilva fragments. 10 fragments were sampled, with an area ranging from 0.5 to 340 ha. In each fragment the sampling followed a nested scheme, of 1m<sup>2</sup> to the fragment area. All species of the Division *Tracheophyta* or *Tracheobionta* (vascular plants) Kingdom **Plantae**, and species of the order **Araneae** (spiders), Class **Arachnida**, Phylum **Arthropoda**, Kingdom **Animalia** were sampled. A comparison study of species composition of sampled squares within small fragments with species composition of sampled squares within large fragments was conducted. Variation of species-area relationships parameters for each group *taxa* was estimated and the correlation of species diversity between those two groups was tested. Observed and estimated data were used in the analysis of within and between fragments. One analysis was conducted with the total number of observed species and another analysis with the total number of indigenous species.

The species richness of spiders and plants in the small and large sampled fragments are similar when all sampled species are considered. However, the analysis with only the indigenous species shows differences between the sampled fragments with an area of equal

or less than 0.9 ha and the remaining fragments. Simple linear regression analysis indicates that species-area relationships parameters,  $c$  and  $z$ , do not relate to size or altitude of fragments. The values found to  $c$  parameter are higher in plants than in spiders, i.e. the diversity within fragments is higher in plants than in spiders. On the other hand, values found for  $z$  parameter are lower in plants than in spiders, i.e. the diversity between fragments is higher in spiders than in plants.

These results show a clear species-area relationship within and between the studied fragments of laurissilva.

Key words: Species-area relationship; fragmentation, species richness; laurissilva

### **3 Agradecimentos**

Um agradecimento sincero e sentido a todos quantos contribuíram, directa ou indirectamente, para que a elaboração desta tese fosse possível:

Ao Professor Doutor Henrique Miguel L. F. Pereira pela disponibilidade, atenção e orientação do trabalho.

À Professora Doutora Maria da Luz Mathias pelo apoio como orientadora interna.

Ao Dr. Roberto Jardim por toda a colaboração, ajuda e amizade.

Ao Eng<sup>o</sup>. Diogo Barreiras pela amizade, dedicação e incansável ajuda com os Sistemas de Informação Geográfica.

Ao Luis Crespo pela imprescindível ajuda na identificação das aranhas.

À Dr<sup>a</sup> Vânia Proença e Dr<sup>a</sup> Inês Gomes pela amizade, incentivo, disponibilidade e grande ajuda ao longo de todo o processo.

Ao Doutor José Augusto Carvalho pela disponibilidade e ajuda.

Dr. António Freitas pela amizade e apoio.

Aos técnicos Carlos Nóbrega e Paulo Gouveia pelo apoio e dedicação no trabalho de campo.

À minha família pela compreensão, apoio e incentivo.

Aos meus preciosos amigos, sem os quais não teria conseguido chegar ao final, pela sua atenção, incentivo e companheirismo: Berta Correia, Fernanda Gama, Duarte Rodrigues;

Micaela Alves; Ana Carmelita; Zita Ferreira; Sofia Quaresma, Lena Pureza; António Agrela, Miquelina Faria; Isabel Margarita e professor Jorge Paiva.

A todos os colegas de trabalho da Escola Secundária Jaime Moniz pelas palavras de ânimo. Aos colegas do curso de mestrado pelo incentivo, compreensão e apoio, em especial à Carla Silva, Nélio Jardim, Joana Santos e Francisco Gutierrez.

À Direcção Regional de Florestas (DRF), através do Jardim Botânico da Madeira pelo apoio logístico e de trabalho de campo.

Aos Guardas florestais da DRF pelo apoio na localização dos fragmentos e desmatação de veredas.

À Secretaria Regional de Educação (SRE), pela concessão da licença sabática e da licença de equiparação a bolseiro a tempo parcial, sem as quais não teria sido possível a realização deste trabalho.

Ao Centro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CITMA), pela bolsa no âmbito da tese de mestrado.

A todos cujo nome não mencionei, mas que de uma forma ou de outra se interessaram pelo meu trabalho.

## ÍNDICE

1. Introdução.....	1
1.1. Relação espécie-área.....	1
1.2. Fragmentação.....	3
1.3 Vegetação da Madeira.....	4
1.4. Caracterização dos grupos taxonómicos em estudo.....	13
1.5. Fragmentação da Laurissilva da Madeira.....	16
1.6. Objectivos.....	18
2. Metodologia.....	19
2.1. Trabalho de campo.....	19
2.2. Prospeção e identificação dos fragmentos.....	19
2.3. Áreas de estudo.....	20
2.4. Breve caracterização dos fragmentos.....	22
2.5. Amostragem dos <i>taxa</i> e design experimental.....	32
2.6. Amostragem e conservação.....	35
2.7. Triagem e identificação de material.....	36
2.8. Análise de dados.....	37
3. Resultados (com base no total de espécies observadas).....	39
3.1. Relação espécie-área intra-fragmento.....	40
3.2. Relação entre o número de espécies e a altitude.....	44
3.3. Parâmetros da equação espécie-área.....	46
3.4. Correlacção entre os dois <i>taxa</i> .....	49
3.5. Análise inter-fragmento.....	50
3.5.1. Relação espécie-área.....	50
3.5.2. Correlacção entre os dois <i>taxa</i> .....	52
4. Resultados (com base nos valores estimados).....	54
4.1. Relação espécie-área.....	54
4.2. Parâmetros da equação espécie-área.....	58
4.3. Correlacção entre os dois <i>taxa</i> .....	60
5. Resultados (com base no total de espécies indígenas observadas).....	62
5.1. Relação espécie-área intra-fragmento.....	62

5.2. Relação entre o número de espécies e a altitude.....	66
5.3. Parâmetros da equação espécie-área.....	68
5.4. Correlação entre os dois <i>taxa</i> .....	69
5.5. Análise inter-fragmento.....	70
5.5.1. Relação espécie-área.....	70
5.5.2. Correlação entre os dois <i>taxa</i> .....	71
6. Discussão.....	73
6.1. Discussão tendo em conta os valores observados (total de espécies e total de espécies indígenas).....	73
6.1.1. Relação espécie-área.....	73
6.1.2. Relação entre o número de espécies e a altitude.....	74
6.1.3. Parâmetros da equação espécie-área.....	74
6.1.4. Correlação entre os dois <i>taxa</i> .....	77
6.2. Discussão tendo em conta os valores estimados (total de espécies).....	78
6.2.1. Relação espécie-área.....	78
6.2.2. Relação entre o número de espécies e a altitude.....	78
6.2.3. Parâmetros da equação espécie-área.....	79
6.2.4. Correlação entre os dois <i>taxa</i> .....	80
7. Conclusão.....	81
8. Perspectivas futuras.....	82
9. Bibliografia.....	83
Anexos.....	86

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1- Relação espécie-área

A teoria da Biogeografia Insular de MacArthur & Wilson (1969), refere que nas ilhas há um equilíbrio dinâmico entre as espécies que surgem (imigração e especiação) e as espécies que desaparecem (extinção) nesse ecossistema. O número de espécies aumenta, entre outros factores, com o aumento da área, pelo facto de áreas maiores terem maior número de habitats e conseqüentemente mais recursos biogeográficos. Um determinado *taxa* está em equilíbrio biótico numa determinada ilha, quando a *taxa* de imigração e de extinção são equivalentes.

Pelo facto de existirem inúmeros exemplos que comprovam uma relação entre o número de espécies e a área (REA), esta relação é considerada uma das leis universais em ecologia (Ricklefs, 1999)

O cálculo da REA faz-se de acordo com a equação  $S = cA^z$ , que convertendo em logaritmos se transforma em  $\log S = \log c + z \log A$  onde, **S** corresponde ao número de espécies, **A** é a área, **c** e **z** são constantes obtidas empiricamente, sendo que, **c** é específico de cada grupo taxonómico e **z** é uma constante cujo valor varia na maioria dos casos entre 0.20 e 0.35 (MacArthur & Wilson, 1969).

A REA segue uma relação de potência (equação 1) sendo que, uma forma de simplificar a análise dos dados e a obtenção dos parâmetros da regressão é através de uma transformação logarítmica (equação 2) que permite analisar os dados utilizando regressões lineares (Rosenzweig, 1995)]

Noutra perspectiva de interpretação dos parâmetros REA, **c** aparece como o valor que corresponde à **diversidade  $\alpha$**  (diversidade local), **z** a **diversidade  $\beta$**  (*taxa* como as espécies se acumulam num censo à medida que nos afastamos dum ponto inicial) e **S** corresponde á diversidade  **$\delta$  (gama)**, diversidade acumulada no total da área de estudo, ou seja, o número de espécies existentes numa região (Rosenzweig, 1995).

A partir da equação da REA é possível estimar a percentagem de espécies perdida aquando da destruição de uma determinada área. A REA implica que as espécies apenas sobrevivam nesse habitat o que pode não ser totalmente correcto. O facto das espécies terem maiores afinidades para determinados habitats, não significa que não sobrevivam fora dela (Pereira & Daily, 2003).

Na problemática da REA, Rosenzweig (1995) define uma ilha biogeográfica como sendo, uma região isolada, cuja origem das espécies é totalmente externa à ilha e cuja colonização se faz por imigração. Assim, qualquer redução na área de uma ilha faz baixar mais intensamente a diversidade do que numa redução de área idêntica, numa zona continental.

As curvas de relação Espécie-Área nas ilhas, têm um declive (valor de  $z$ ) superior aos valores de declive dos continentes. As curvas das ilhas têm valores entre os 0.25-0.33 e as curvas das áreas continentais variam entre 0.13-0.18. O valor de  $z$  das curvas das áreas continentais provém do maior número de habitats incluídos na área maior. As curvas das ilhas resultam também do valor adicional inerente ao baixo valor das *taxas* de extinção nas ilhas com áreas grandes. Contudo o declive das curvas das ilhas dependem da *taxa* de recolonização pela imigração. Nos continentes perdem-se menos espécies do que nas ilhas, porque se verificam fenómenos de repovoamento (Rosenzweig, 1995).

Os estudos de relação Espécie-Área ignoraram durante muito tempo a complexidade ecológica dos diferentes habitats terrestres, assim o estudo da REA inter e intra-fragmentos de Laurissilva, revela-se muito interessante em termos ecológicos, pois permitirá perceber se estamos na presença de uma verdadeira ilha no sentido biogeográfico do termo ou se estaremos perante “ilhas de habitat” no que concerne ao padrão de distribuição das espécies.

A estimativa dos parâmetros da curva espécie área tem-se tornado crucial quer na Biologia da Conservação, quer nos estudos da Biogeografia, a análise do número de espécies numa série hierárquica de áreas correlacionadas “nested”, permitirá verificar se a relação Espécie-Área se aplica apenas aos grandes fragmentos de habitat nativo, ou ao somatório dos pequenos fragmentos que o constituem.

Compreender o funcionamento dos ecossistemas nativos revela-se crucial, particularmente no ambiente insular, onde as ameaças devido à pressão humana são muito elevadas. A determinação dos parâmetros da REA para o ecossistema nativo da ilha da Madeira, poderá contribuir para o desenvolvimento de estratégias de conservação destas unidades ricas em biodiversidade e das quais depende a manutenção do equilíbrio nestes sistemas ecológicos.

Não existem dúvidas na actualidade, sobre a importância vital da biodiversidade, para as espécies em geral e particularmente para a espécie humana.

O desenvolvimento de estratégias e estudos que conduzam a uma melhor preservação deste bem universal revela-se fundamental pois que, a biodiversidade está na base dos serviços dos ecossistemas, tendo um papel primordial na manutenção da vida. O bem-estar do homem depende dos serviços oriundos dos ecossistemas: serviços de aprovisionamento (produtos obtidos os ecossistemas - alimentação, água doce, madeira (lenha), fibras, bioquímicos, recursos genéticos), serviços reguladores (benefícios obtidos pelos processos envolvidos na regulação dos ecossistemas - regulação climática, regulação de doenças, regulação da água, purificação da água, polinização), serviços culturais (benefícios não materiais obtidos pelos ecossistemas - espiritual e religiosa, recreação e ecoturismo, estético, inspiracional, educacional, sensação de espaço, património cultural).

## **1.2- Fragmentação**

A fragmentação do habitat (divisão de uma área de um determinado habitat em vários fragmentos) e perda de habitats nativos, da qual o Homem tem sido o principal agente, corresponde à principal causa de extinção de espécies na actualidade. A perda de habitat inclui a destruição de habitat assim como os desequilíbrios ambientais associados à poluição e fragmentação do habitat. Em muitas regiões do mundo e particularmente em ilhas e localidades onde a densidade populacional é elevada, a maioria dos habitats iniciais foi destruída (Primack, 2002).

As consequências imediatas da fragmentação são a redução da área de habitat disponível e a subdivisão do mesmo, este processo conduz a uma drástica redução na biodiversidade local, seja imediatamente, através da perda da área, ou a longo prazo, através dos efeitos do isolamento. De entre os vários factores identificados como causas de perda de biodiversidade, Pereira (2003) refere-se as alterações ao uso do solo como a causa mais importante.

A fragmentação do habitat pode ser estudada ao nível da população de espécies individuais, sendo também esperado que desempenhe um papel coincidente para muitas espécies que co-ocorrem num determinado habitat. Na realidade, a maioria das cadeias alimentares fazem parte de teias alimentares complexas, compostas por múltiplas espécies, cada uma com complexos elos de ligação entre os diferentes níveis tróficos. Alterações no habitat podem fazer variar os valores esperados de  $z$  da relação-espécie-

área para os diferentes grupos taxonómicos e afectará mais intensamente os grupos de nível trófico mais elevado (Andel, 2006).

Valladares (2006), refere-se às reduções generalizadas das *taxas* de herbívoros e parasitas com o decréscimo do tamanho do habitat e as diferenças de intensidade em ambos os processos (rede trófica e fragmentação) nas orlas e no interior dos fragmentos, são preocupantes, pois estes efeitos tornam-se particularmente relevantes quando se considera que as redes alimentares insectos-plantas são responsáveis por cerca de três-quartos do total da biodiversidade da terra.

A compreensão dos factores que condicionam a distribuição de espécies e a implementação de medidas eficazes para a sua conservação é um dos desafios fundamentais da biologia actual (Nagendra, 2003).

Um melhor conhecimento dos efeitos da fragmentação nos ecossistemas insulares, poderá contribuir para uma intervenção mais eficaz nesses ecossistemas em termos de conservação, nomeadamente no desenvolvimento de acções que visem evitar a perda de biodiversidade.

### **1.3- Vegetação da Madeira**

As ilhas do arquipélago da Madeira, Açores, Canárias e Cabo Verde, fazem parte da região macaronésica, caracterizada pela presença de uma riqueza faunística e florística de grande interesse biológico. A singularidade da biodiversidade destas ilhas, particularmente rica em endemismos, deve-se ao facto destas regiões terem uma origem e evolução semelhantes.

O arquipélago da Madeira localiza-se no Oceano Atlântico a sudoeste de Portugal continental, entre as latitudes 32° 24' e 33° 07' N e as longitudes de 16° 16' e 17° 16' W, a cerca de 796 km da costa de África e 978 km a sudoeste de Lisboa (figura 1.1).



**Figura 1.1:** Localização geográfica do arquipélago da Madeira.

É constituído pelas ilhas da Madeira (737 km<sup>2</sup>), Porto Santo (42 km<sup>2</sup>), Desertas (15 km<sup>2</sup>) e Selvagens (4 km<sup>2</sup>), arquipélago localizado 280 km a sul da ilha da Madeira.

A ilha da Madeira teve origem num ponto quente proveniente duma pluma matélica (Prada, 2005), tendo crescido através da acumulação de materiais vulcânicos de origem explosiva e efusiva. Segundo Prada (2001), o vulcanismo iniciou-se no Miocénico (14 milhões de anos) e continuou no Holocénico, tendo as últimas erupções ocorrido há cerca de 6000 – 7000 anos.

Com 63 km de comprimento e 23 km de largura, a ilha da Madeira apresenta na sua geologia, uma cordilheira montanhosa central com orientação Este-Oeste, que demarca a costa sul e norte da ilha e afecta claramente o clima nestas duas vertentes. Outra influência climática relevante neste arquipélago são os ventos alísios de N e NE, que conjugados com a orografia do terreno tornam particulares as condições atmosféricas ao longo da ilha, sendo típica a existência de microclimas. Prada (2001) refere-se à persistente condensação de nevoeiros, entre os 600-800 metros de altitude, maioritariamente de origem orográfica, como factor de grande importância na produção de água na ilha. A precipitação oculta relacionada com a condensação de nevoeiros

revelou-se três vezes e meia superior à precipitação média anual na ilha. Este facto, que permitiu a atribuição à floresta nativa da Madeira da designação de floresta produtora de água, vem relevar a importância de estudos que possam contribuir para uma melhor preservação deste ecossistema nativo.

Os fenómenos globais relacionados com as alterações climáticas, tornar-se-ão uma grande ameaça à biodiversidade devido à alteração das condições climáticas e físicas dos ecossistemas Santos (2002), em particular nos ecossistemas insulares sujeitos a um grande isolamento. Segundo o relatório sobre o clima e meteorologia dos arquipélagos atlânticos (CLIMAAAT\_II), ilhas como a Madeira são especialmente vulneráveis às alterações climáticas, na medida em que dependem de recursos naturais particularmente sensíveis à mudança do clima como por exemplo, os recursos hídricos, as zonas costeiras, os recursos energéticos renováveis e a biodiversidade. No estudo supracitado, as ilhas são consideradas mais vulneráveis às alterações climáticas que as áreas continentais devido ao facto da movimentação das espécies nas ilhas ser limitada, em particular em altitude.

As particularidades e singularidades da flora e fauna do arquipélago da Madeira devem-se em grande parte à sua localização geográfica, facto que influenciou claramente o modo como as espécies se fixaram e evoluíram neste espaço insular. Capelo *et al.* (2004) refere que a colonização da ilha sofreu influências a diversos níveis, nomeadamente a proximidade às massas continentais da África e Europa, não sendo de excluir a influência da América, bem como a sua localização no meio dos arquipélagos atlânticos.

Uma grande parte do elemento endémico macaronésico, em particular alguns elementos arbóreos e pteridófitos da actual floresta Laurissilva, tem sido interpretada como sendo de origem reliquial (paleo-endémica), representando vestígios de vegetação boreo-tropical terciária que predominou na bacia ocidental do oceano arcaico Tethys, actual região mediterrânica (Capelo *et al.*, 2004).

Muitos autores referem-se ao gradiente latitudinal, enquanto padrão de distribuição de espécies, este corresponde a uma diminuição do número de espécies à medida que nos deslocamos do equador para os polos (Rosenzweig, 1995).

O gradiente altitudinal também influencia a distribuição das espécies. A altitude máxima pode ser vista como uma medida indirecta da diversidade de habitat (Ricklefs & Lovette, 1999; Kocher & Williams, 2000), pois a variação altitudinal cria condições abióticas distintas que condicionam a distribuição das espécies

(Newmark,1986). A idade das ilhas é outro factor importante na riqueza específica destas, pois quanto mais antigas geologicamente maior a hipótese de serem colonizadas (Borges&Brown,1999). Além disso, os ecossistemas nas ilhas mais antigas têm mais tempo para evoluir, apresentando condições mais favoráveis para suportar comunidades bióticas mais complexas (Borges & Brown,1999; Carrascal & Palomino, 2002)

Capelo *et al.* (2004) refere que a ilha da Madeira apresenta um gradiente altitudinal dado que a altitude influencia explicitamente a distribuição das espécies. Segundo este autor o coberto vegetal madeirense corresponde, na maioria do território, a vegetação florestal e pré-florestal climática, às suas etapas de substituição e à vegetação sinantrópica (associada à presença humana). A Madeira esteve sujeita a diversos ciclos económicos e agrícolas desde o início do século XV, com relevo para a cultura da cana de açúcar com máximos no século XV, XVI e XIX. No período entre os ciclos da cana de açúcar, a ocupação agrícola foi predominantemente vinícola, hortícola e frutícola. O uso florestal caracterizou-se pela recolha de madeiras para construção (vinhático, til e cedro). No século XIX e XX parte do território foi alvo de florestações de pinheiro bravo, pseudotsuga, abetos, acácias, criptomérias e eucaliptos.

O estudo fitossociológico da vegetação da Madeira, iniciado em 1999, permitiu reconhecer 35 classes de vegetação e 107 associações e comunidades vegetais na Madeira e Porto Santo (Capelo *et al.*, 1999, 2004).

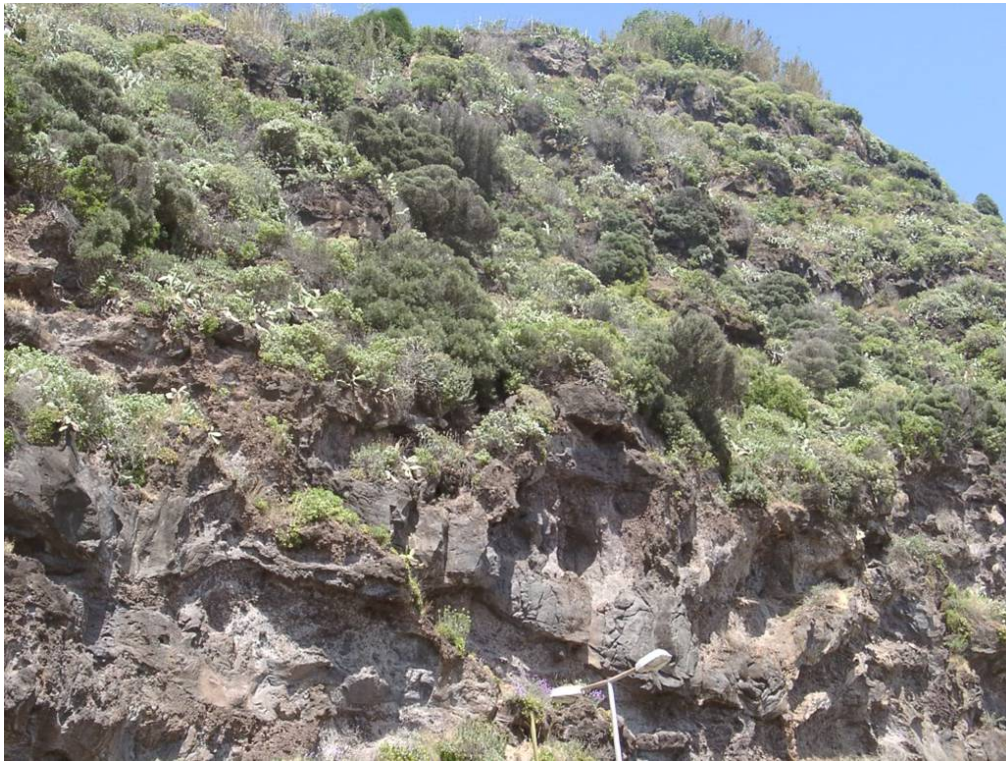
Actualmente consideram-se várias florestas indígenas da Madeira, sendo as principais: zambujal, laurissilva do Barbusano, Laurissilva do til e urzal de altitude (Capelo *et al.*, 1999, 2004), embora durante muito tempo a Laurissilva da Madeira correspondesse à única floresta indígena da Madeira.

Tabela 1.1– Séries de vegetação da Madeira (Capelo *et al*, 2004)

Série climatófila	Solos predominantes	Macrobioclíma e Termotipos Predominantes	Ombrotipos	Limites altitudinais médios aproximados em situação climatófila (m)	
				Encosta Sul	Encosta Norte
Série do <b>zambujal</b> [Mayteno umbellatae-Oleo maderensis sigmetum]	Vertissolos Cambissolos Phaeozems	Mediterrânico Inframediterrânico	Seco	0 - 200	—————
Série do <b>matagal de marmulano</b> [Helichryso melaleuci-Sideroxylo marmulanae sigmetum]	Cambissolos	Mediterrânico Inframediterrânico	Subhúmido inferior	200-300	0 – 50 (80)
Série da <b>laurissilva do barbusano</b> [Semele androgynae-Apollonio barbujanae sigmetum ]	Cambissolos	Mediterrânico Inframediterrânico superior Termomediterrânico	Subhúmido superior	300- 600	—————
	Cambissolos	Mediterrânico Termomediterrânico	Húmido inferior	600 - 800	50 – 300 (450)
Série da <b>laurissilva do til</b> [Clethro arboreae-Ocoteo foetentis sigmetum]	Andossolos	Temperado Infratemperado Termodemperado Mesotemperado [Mesomediterrânico inferior ]	Húmido Hiperhúmido inferior	800 -1450	300 – 1400
Série do <b>urzal de altitude</b> [Polysticho falcinelli-Erico arboreae sigmetum]	Leptossolos	Temperado Mesotemperado superior	Hiperhúmido superior Ultrahiper-húmido	1450 - 1650	1400 - 1650

Actualmente consideram-se quatro florestas indígenas da Madeira: Zambujal, Laurissilva do Barbusano, Laurissilva do til e Urzal de Altitude (Capelo *et al.*, 1999), embora durante muito tempo a Laurissilva da Madeira correspondesse à única floresta indígena da Madeira. Actualmente, alguns autores consideram também, a existência de uma Laurissilva do Vinhático, esta é dominada por esta espécie e ocorre ao longo das linhas de água, em particular nas ribeiras dos vales encaixados e pouco acessíveis da ilha. As figuras 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6 e 1.7 representam aspectos de cada um dos tipos de Laurissilva da Madeira.

A floresta Laurissilva da Madeira é uma floresta laurilenhosa, pluriestratificada com árvores e arbustos perenifólios de folhas planas, numerosas epífitas e trepadeiras, que crescem em condições de elevada precipitação e humidade relativa e temperaturas médias suaves. Deve o seu nome ao facto de ser dominada por um conjunto de árvores da família das Lauráceas (loureiro - *Laurus novocanariensis*, til – *Ocotea foetens*, vinhático - *Persea indica* e barbusano - *Apollonias barbujana*), sendo também frequente o pau-branco (*Picconia excelsa*), sanguinho (*Rhamnus glandulosa*) ou aderno (*Heberdenia excelsa*), entre muitas outras (Jardim, 2000).



**Figura 1.2-** Zambujal



**Figura 1.3-** Laurissilva do Barbusano



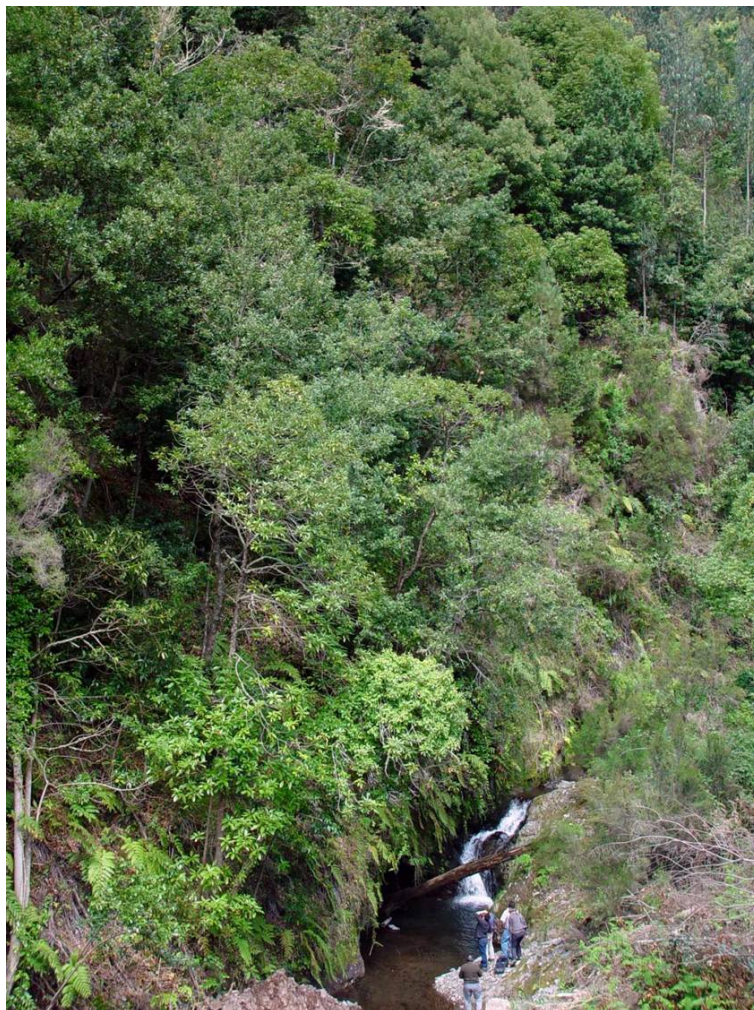
**Figura 1.4-** Laurissilva do Tíl



**Figura 1.5-** Aspecto do estrato herbáceo da Laurissilva do Tíl.



**Figura 1.6-** Urzal de altitude



**Figura 1.7-** Laurissilva do Vinhático

A designação corrente de Laurissilva da Madeira corresponde, segundo Jardim (2003) a dois tipos de comunidades vegetais climáticas distintas, a Laurissilva do barbusano e a Laurissilva do til. Devido à predominância das Lauráceas nestas comunidades vulgarizou-se a expressão “Laurissilva” no entanto, de acordo com a classificação das formações fisionómicas-ecológicas florestais, estas florestas correspondem a durissilvas mediterrânicas (florestas de clima mediterrânico pluviestacional com uma estação seca no verão). As verdadeiras comunidades florestais de Laurissilva encontram-se em zonas que não apresentam uma estação seca durante a época quente do ano, situação que não se verifica na Madeira onde o Verão corresponde claramente a uma estação seca. Árvores e arbustos com folhas esclerófilas ou coriáceas apresentando ceras como adaptação à secura estival são características das florestas durissilva e também da Laurissilva da Madeira.

O Parque Natural da Madeira ocupa 2/3 dos 737 km<sup>2</sup> de área da ilha da Madeira, e inclui os cerca de 15 000 hectares de área de Laurissilva da Madeira. Esta floresta indígena distribui-se essencialmente na costa norte, entre os 300 e os 1300 metros de altitude, na zona de condensação de nevoeiros. Devido à intervenção humana, na costa sul, está restrita a alguns locais pouco acessíveis, entre os 700 e os 1500 m de altitude.

A floresta da Madeira melhor conservada e a que apresenta maior área é a **laurissilva do til** (*Clethra arborea*-*Ocoteetum foetentis*), comunidade florestal que corresponde à única laurissilva que durante várias décadas se reconheceu (as restantes florestas foram sempre consideradas como “degradações” desta floresta tipo). A laurissilva do til ou laurissilva temperada é assim denominada pela preponderância do til (*Ocotea foetens*). De facto, esta comunidade florestal corresponde potencialmente à maior extensão da área de ambas encostas (800 – 1450 m na encosta Sul; 300 – 1400 m na encosta Norte). Esta laurissilva, de feição temperada e de características hiper-oceânicas, corresponde a um bosque que atinge, ou por vezes ultrapassa, os 30 m de altura, na qual para além do til, dominam o loureiro (*Laurus novocanriensis*) e o folhado (*Clethra arborea*). Outras árvores também frequentes, são o pau-branco (*Picconia excelsa*), o aderno (*Heberdenia excelsa*), o vinhático (*Persea indica*), a ginjeira-brava (*Prunus hixa*) e o perado (*Ilex perado* subsp. *perado*).

A diversidade da flora do sub-bosque da laurissilva do til é elevada. São abundantes os fetos como o feto-de-calvalto (*Diplazium caudatum*), o feto-de-palma (*Pteris incompleta*), o feto-de-botão (*Woodwardia radicans*), o feto-pente (*Blechnum spicant*), e o feto-abrum (*Culcita macrocarpa*), entre outros. Outros elementos característicos

são: a violeta (*Viola odorata*), a palha-carga (*Festuca donax*), algumas lianas, como os silvados (*Rubus bollei* e *R. grandifolius*), a roseira-brava (*Rosa mandonii*), a ruivinha (*Rubia agostinhoi*) e a muito comum e característica erva-redonda (*Sibthorpia peregrina*).

A biodiversidade associada à laurisilva do til está em larga medida associada às comunidades de orlas e clareiras naturais, onde se destacam os elementos endémicos herbáceos e arbustivos como as passas (*Geranium palmatum*), a erva-de-coelho (*Pericallis aurita*), a douradinha (*Ranunculus cortusifolius* subsp. *major*), o tangerão (*Cirsium latifolium*), a orquídea-da-serra (*Dactylorhiza foliosa*), etc. (Capelo *et al.*, 2004).

#### **1.4- Breve caracterização dos grupos taxonómicos em estudo**

##### **1.4.1- Plantas vasculares**

A flora vascular da Madeira (arquipélagos da Madeira e das Selvagens) é exuberante e diversa, sendo constituída por 1226 espécies Press & Short (1994), incluindo plantas indígenas e naturalizadas. Segundo os mesmos autores das 1226 espécies, 123 (10%) são endémicas destes arquipélagos, isto é, exclusivas destas ilhas, não ocorrendo de forma espontânea em nenhuma outra parte do mundo.

Jardim (2000) actualizou o número de plantas vasculares endémicas da Madeira para 165 espécies, considerando as categorias infra-específicas (subespécies e variedade) e híbridos naturais.

##### **1.4.2- Aranhas**

Para o arquipélago da Madeira, Wunderlich (1991) refere a existência de 150 espécies de aranhas distribuídas por 99 Géneros e 32 Famílias (o autor analisa separadamente o sub-arquipélago das ilhas Selvagens). Para as Selvagens refere a existência de 33 espécies de aranhas distribuídas por 30 Géneros e 16 Famílias.

Estão descritas para a região macaronésica mais de 555 espécies de aranhas, agrupadas em 38 famílias, destas cerca de 400 espécies (72%) são endémicas das ilhas da macaronésia Wunderlich (1991).

Segundo o mesmo autor a dispersão das aranhas para as ilhas da Madeira e dos Açores terá ocorrido das áreas do noroeste mediterrânico, e do Sudoeste mediterrânico para as ilhas Canárias e ilhas selvagens. Algumas ilhas do arquipélago das Canárias são referidas como “stepping stones” para outras ilhas. De interesse biogeográfico relevante é também a ocorrência de espécies endémicas do género *Echinotheridion* (Theridiidae) na Madeira e nas ilhas das Canárias localizadas no grupo Oeste, pois as outras espécies deste género estão restritas à América do Sul.

Relativamente às aranhas, em particular aos endemismos macaronésicos do grupo, Wunderlich (1991) refere que a distribuição das espécies endémicas parece depender, na Madeira (37% espécies endémicas) e Açores (17% espécies endémicas) do grau de isolamento dos dois arquipélagos. Para a Madeira o pequeno número de ilhas do arquipélago é também apontado como factor preponderante. Nas Selvagens (10% espécies endémicas) a pequena área e pobre diversidade ecológica são os factores apontados. Nas Canárias o elevado número de endemismos (> 75% espécies endémicas) é justificado pela elevada diversidade ecológica em combinação com a proximidade ao continente Africano.

Taxonomicamente as aranhas incluem-se no Reino Animalia, Filo Arthropoda, Classe Arachnida e Ordem Araneae, caracterizam-se por serem artrópodes quelicerados, com corpo formado por dois tagmas, prossoma e opistossoma anatomicamente bem diferenciados e um estrangulamento da parte anterior do segundo o pedicelo

As figuras 1.7 a 1.12 representam algumas das espécies de plantas de Laurissilva do Tíl.



**Figura 1.7-** Folhado (*Clethra arborea*)



**Figura 1.8 –** *Isoplexis sceptrum*



**Figura 1.9-** Pau-branco (*Picconia excelsa*)



**Figura 1.10-** Erva redonda (*Sibthorpia peregrina*)



**Figura 1.11-** *Vaccinium padifolium*



**Figura 1.12-** Vinhático (*Persea indica*)

### **1.5 - Fragmentação da Laurissilva da Madeira**

A Floresta Laurissilva que ocupava a totalidade da ilha a quando da sua descoberta, foi sendo sistematicamente fragmentada, à medida que as populações se fixavam, devido à utilização do solo para habitação, florestação, agricultura e outras actividades.

Desde o povoamento da Madeira, que remonta ao séc. XV, a biodiversidade do arquipélago tem sofrido ao longo dos tempos um declínio quantitativo e qualitativo ao nível do ecossistema, habitat, espécie, população e gene (Jardim, 2000).

A fragmentação de habitat é muito mais acentuada no litoral e zonas de média altitude, embora no maçico montanhoso central também se faça notar com intensidade, é também mais intensa a sul do que a norte da ilha da Madeira.

A ocupação das ilhas do arquipélago da Madeira e Selvagens pelo Homem, com a introdução voluntária e involuntária de animais e plantas, colocou em risco e existência de muitos endemismos vegetais, quer pela destruição dos seus habitats, quer pela competição das espécies introduzidas. Como consequência, alguns dos endemismos encontram-se ameaçados de extinção e/ou estão restritos a escarpas e outros locais pouco acessíveis (Jardim, 2000).

A perda de biodiversidade é uma das questões centrais de debate da comunidade científica, e os problemas associados à perda de ecossistemas e espécies há muito que

deixaram os limites desta comunidade e se tornaram temas comuns de discussão, intervenção e conhecimento de todos os cidadãos.

As ilhas sempre foram ecossistemas muito interessantes pois apresentam uma grande riqueza em termos de biodiversidade, devido à sua situação de isolamento geográfico. Este isolamento fomenta o aparecimento de novas espécies (especiação), o que explica o grande número de espécies endémicas (exclusivas de uma região) em ilhas. Por outro lado, as espécies endémicas de uma região apresentam uma grande vulnerabilidade à extinção, não só porque apresentam um efectivo reduzido mas também porque a ocorrência de situações de catástrofe natural ou deficiente intervenção humana, podem acelerar a extinção desse património biológico e natural único.

## 1.6- Objectivos

- 1- Caracterizar a relação espécie-área inter e intra-fragmentos da Floresta Laurissilva (por forma a poder prever a perda de biodiversidade como consequência da conversão e fragmentação desta floresta).
- 2- Estudar se a riqueza específica dos quadrados de amostragem de pequenos fragmentos são diferentes dos dos quadrados de amostragem de grandes fragmentos.
- 3- Perceber se o declive da relação espécie-área variam de espécie para espécie.
- 4- Determinar a correlação da diversidade específica entre os dois *taxa* em estudo.
- 5- Verificar se a relação espécie-área se aplica apenas aos grandes fragmentos de habitat nativo, ou ao somatório dos pequenos fragmentos que o constituem.
- 6- Proporcionar um maior conhecimento da flora e vegetação indígena e endémica da Madeira e compreender o funcionamento ecológico destas comunidades

## 2 METODOLOGIA

### 2.1- Trabalho de campo

O trabalho de campo dividiu-se em três fases: prospecção e identificação dos fragmentos de estudo, selecção e caracterização dos fragmentos e amostragem dos *taxas* em estudo nos fragmentos seleccionados.

Iniciaram-se os trabalhos de prospecção das áreas no campo a 24 de Novembro de 2005 tendo-se concluído a amostragem a 28 de Junho de 2006.

Foram amostrados dos dois grupos taxonómicos: plantas vasculares (Pteridófitos e Espermatófitos) e aranhas.

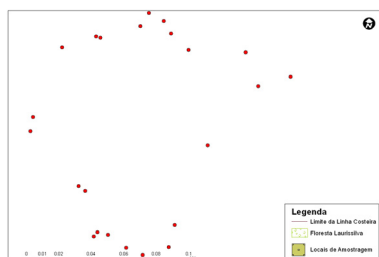
### 2.2- Prospecção e identificação dos fragmentos de estudo

Para a definição dos fragmentos de Laurissilva a estudar, recorreu-se inicialmente à observação de fotografia aérea, mapas de vegetação de uso do solo, bem como cartas militares da Madeira.

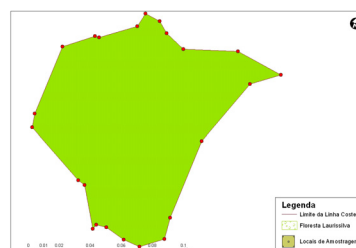
A localização dos remanescentes de Laurissilva, em particular a sul, revelou-se impossível com recurso a estes materiais, pois a identificação das espécies nos vales muito encaixados e declivosos não era possível.

Iniciaram-se as idas para o campo na tentativa de se identificarem, em particular a sul mas também a norte, locais onde a Laurissilva tem sobrevivido à intensa exploração humana da paisagem, quer para a agricultura, quer para a construção de habitação e infraestruturas.

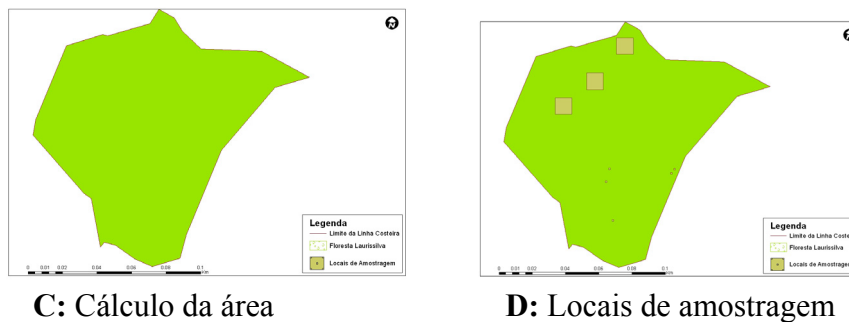
Para o cálculo das áreas e desenho experimental (Figura 2.1) utilizou-se o programa ArcGis 9 da ESRI (2005) e o GPSMAP 60CSx da GARMIN.



**A:** Pontos GPS



**B:** Delimitação da área



**Figura 2.1:** Sequência de acontecimentos que conduziram ao cálculo das áreas de estudo. A: Delimitação da área de estudo, com registo dos pontos GPS; B: Delimitação da área após passagem dos pontos para o computador; C: Cálculo da área delimitada; D- Área com esquema final de amostragem.

Numa primeira fase seleccionaram-se 15 áreas, nestas incluíam-se diferentes tipos de Laurissilva, em particular a Laurissilva do til (*Clethro arboreae-Ocoteetum foetentis*), a Laurissilva do vinhático (*Diplazio caudati-Perseetum indicae*) e a Laurissilva do barbusano (*Semele androgynae-Apollonietum barbujanae*). Devido às diferenças de vegetação características de cada uma das florestas, optou-se por seleccionar os fragmentos correspondentes à Laurissilva do til, pois apresentavam maior homogeneidade entre si. Nos fragmentos excluídos contavam-se os que se localizavam a maior altitude que apresentavam claramente uma vegetação de transição da Laurissilva para o urzal de altitude, os que correspondiam claramente à Laurissilva do Barbusano e as linhas de água onde predominantemente aparecia o Vinhático.

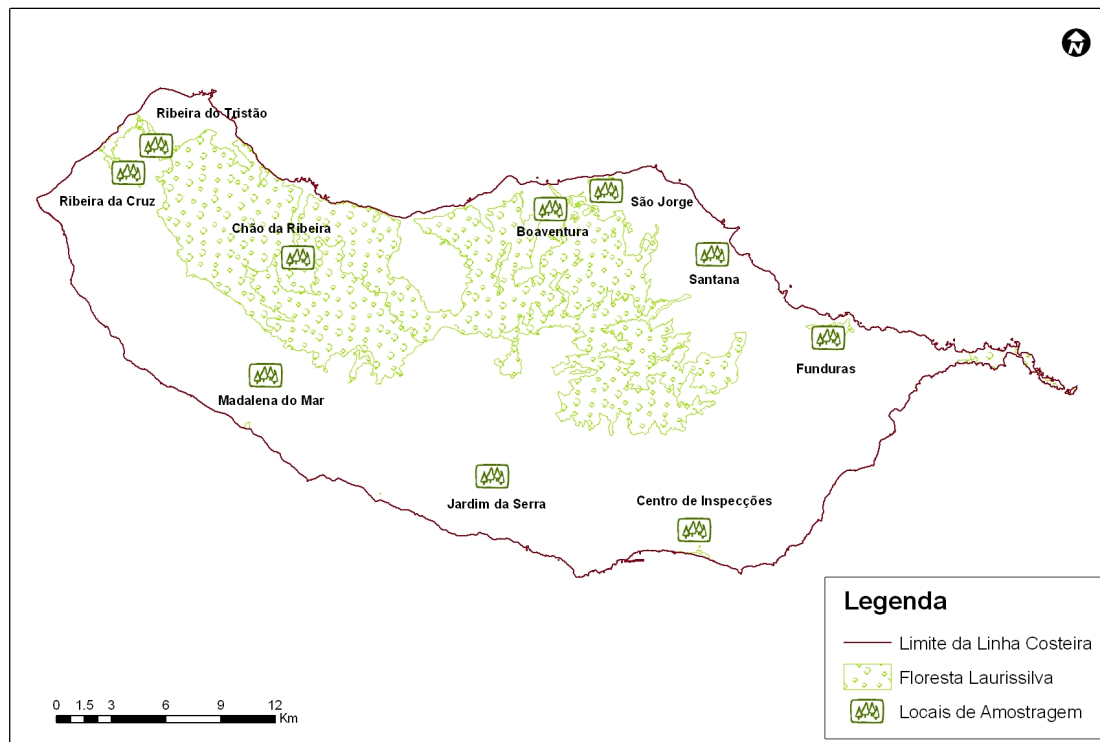
No final, optou-se por trabalhar em fragmentos com o mesmo tipo de vegetação e localizados a altitudes semelhantes, embora alguns fragmentos se encontrassem mais alterados que outros.

### 2.3- Área de estudo

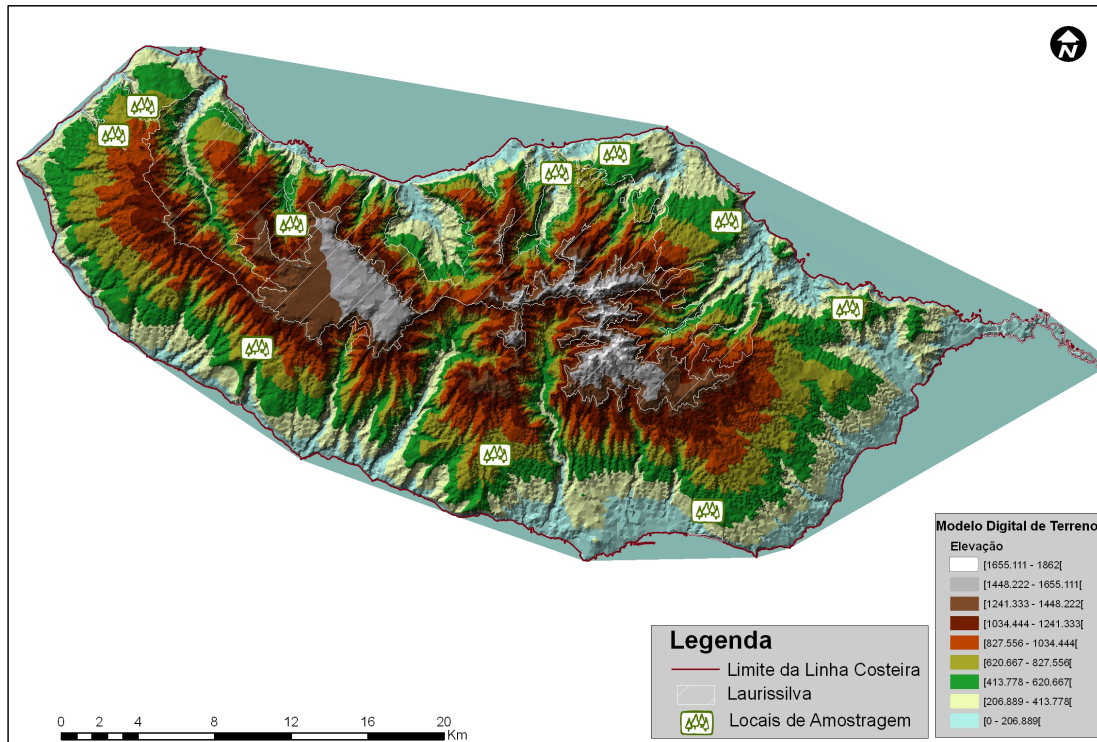
Seleccionaram-se 10 fragmentos de habitat nativo (Laurissilva do til), com áreas entre os 0.5 e os 340 hectares, 4 localizados na encosta sul (Centro de Inspeções, Jardim da Serra, Madalena do Mar e Funduras) da ilha da Madeira, entre os 300 e os 760 metros de altitude, e os restantes a norte (Santana, Boaventura, São Jorge, Ribeira da Cruz, Ribeira do Tristão e Chão da Ribeira) entre os 300 e os 905 metros de altitude (Figuras 2.2 e 2.3).

A sul da ilha os remanescentes da Laurissilva, encontram-se na sua maioria em locais pouco acessíveis e muito abruptos, geralmente ladeando as ribeiras dos vales mais encaixados, onde era impossível a fixação das populações. As comunidades florísticas presentes correspondem, na maioria dos casos, a floresta secundária, visto os terrenos já terem sido utilizados no passado como terrenos agrícolas. Estas áreas apresentam também um estado de alteração muito superior aos fragmentos localizados a Norte.

A área do Chão da Ribeira não se encontra isolada da mancha contínua, classificada como Património Mundial da Humanidade (foram realizados vários pontos ao longo da vereda Paúl da Serra – Chão Ribeira e a levada que atravessa esta mancha e posteriormente calculou-se a área). Inicialmente seleccionada para funcionar como área controlo, após a obtenção dos resultados (similares aos outros fragmentos), foi integrada na análise de dados como um fragmento normal.



**Figura 2.2:** Localização geográfica dos fragmentos de estudo.



**Figura 2.3:** Modelo digital do terreno: Relação entre o relevo da ilha, a localização geográfica dos fragmentos de estudo e a Floresta Laurissilva.

## 2.4- Breve caracterização dos fragmentos

### 1- SANTANA (SA)

Pequena mancha de Laurissilva do til, com aproximadamente 0.5 ha, a uma altitude media de 495 m<sup>2</sup>. Localiza-se na costa Norte da ilha, em meio rural, ladeia uma pequena ribeira sendo atravessada por uma estrada no limite inferior.

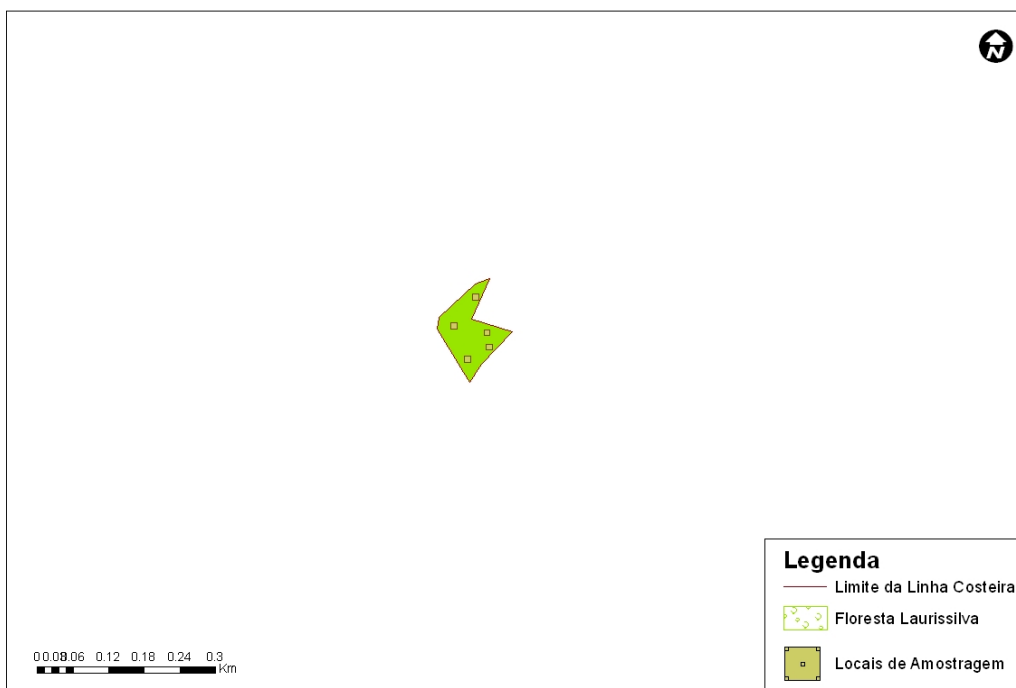
Limitada a toda a volta por campos agrícolas, apresenta na zona central uma clareira utilizada como pasto para gado. Fragmento aparentemente bem conservado, mas relativamente alterado, em especial pela presença humana nas actividades agrícolas e pastoreio.



**Figura 2.5:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

## 2- CENTRO DE INSPEÇÕES (CI)

Pequena mancha de Laurissilva do til, com 0.93 ha, a uma altitude média de 323 m<sup>2</sup>. Localiza-se na costa sul da ilha da Madeira, ladeando a ribeira que a atravessa, muito próximo da cidade do Funchal. Zona de difícil acesso caracterizada pela presença de uma floresta predominantemente secundária, evidenciada pela presença de socalcos, com sinais de utilização agrícola num passado recente e pela elevada dispersão das comunidades de plantas invasoras. As espécies indígenas apresentam grande porte, tendo sobrevivido provavelmente para manterem zonas de sombra nos campos agrícolas.



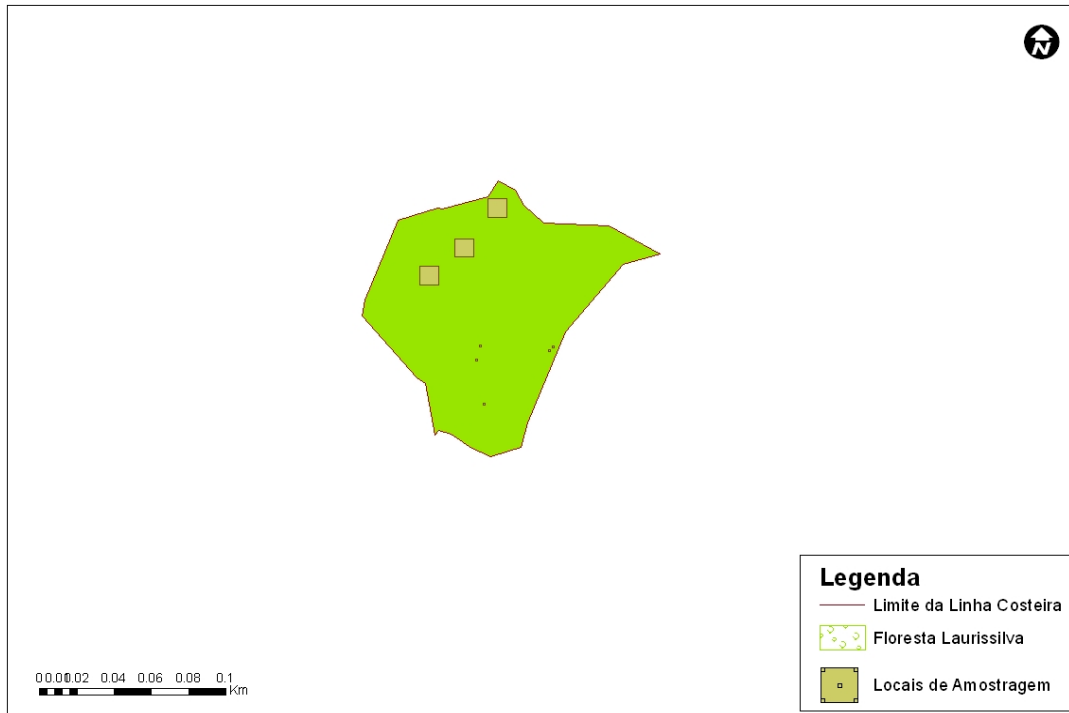
**Figura 2.7:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

### 3- JARDIM DA SERRA (JS)

Pequena mancha de Laurissilva do til, com aproximadamente 1,2 ha, a uma altitude media de 580 m<sup>2</sup>. Localiza-se na costa Sul da ilha, em meio rural, ladeando a ribeira que a atravessa. Floresta predominantemente secundária, evidenciada pela presença de socialcos, à excepção das vertentes de declive muito acentuado, onde o uso do solo para a agricultura era impossível.

Limitada por campos agrícolas, a Norte, Sul e Este. A Oeste, além dos campos agrícolas, regista-se a presença de uma pequena mancha de pinhal.

Área vulnerável em termos de conservação pelo seu pequeno tamanho e pelos campos agrícolas circudantes. Apresenta as zonas expostas ao sol cobertas de silvado (*Rubus bollei*) e plantas agrícolas. As zonas em melhor estado de conservação apresentam relevos praticamente verticais. A amostragem foi muito difícil pois, além da grande distância a percorrer a pé, por veredas abruptas antes de chegar à área, as zonas melhor conservadas encontram-se em declives quase verticais, o que dificultou muito o trabalho.



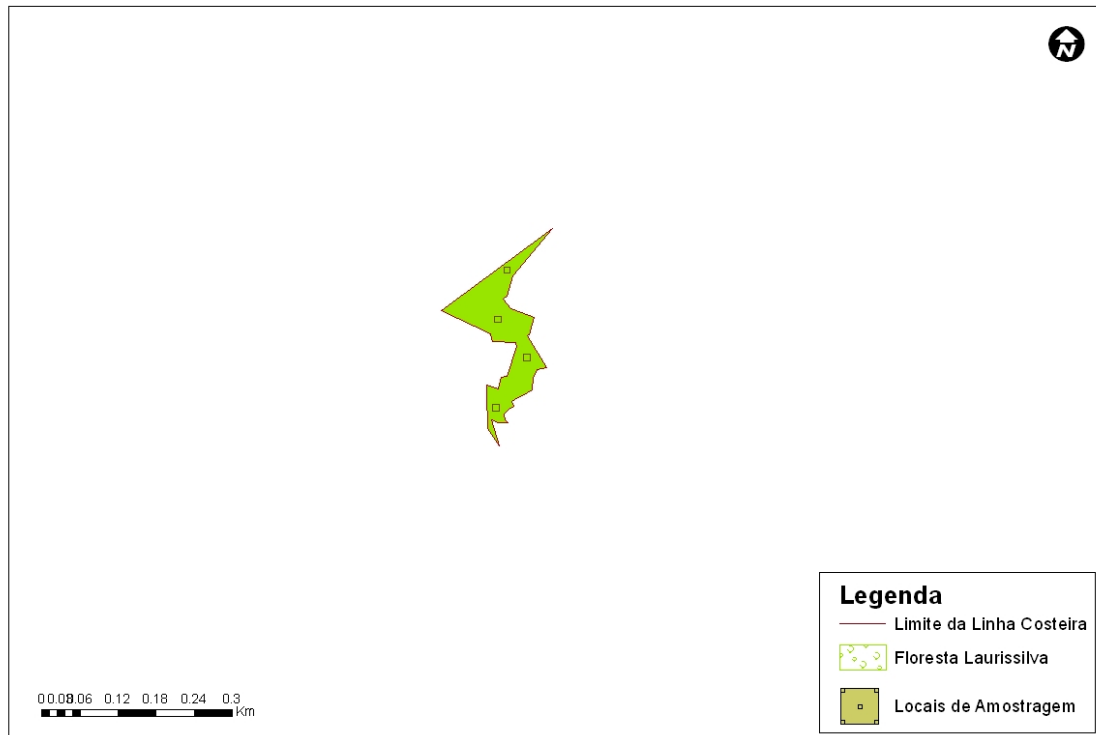
**Figura 2.9:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

#### 4- MADALENA MAR (MM)

Pequena mancha de Laurissilva do til, com aproximadamente 1,5 ha, a uma altitude media de 755 m<sup>2</sup>. Localiza-se na costa Sul da ilha, em meio rural, atravessada na vertical por um pequeno riacho e na transversal por uma estrada. Floresta predominantemente secundária, evidenciada pela presença de socalcos utilizados na agricultura, à excepção das vertentes de declive muito acentuado, onde aparecem as espécies indígenas de maior porte, como por exemplo o Vinhático e o Loureiro.

Limitada a Nordeste e Sudeste por campos agrícolas, a Noroeste por pinhal e a Sudoeste por eucaliptal, apresenta ao longo da linha de água uma predominância de vinhático.

Fragmento relativamente alterado, apresentando grandes clareiras com elevada exposição solar onde se observam terrenos actualmente agricultados e zonas maioritariamente invadidas por silvados (*Rubus bollei* e *R. ulmifolius*).

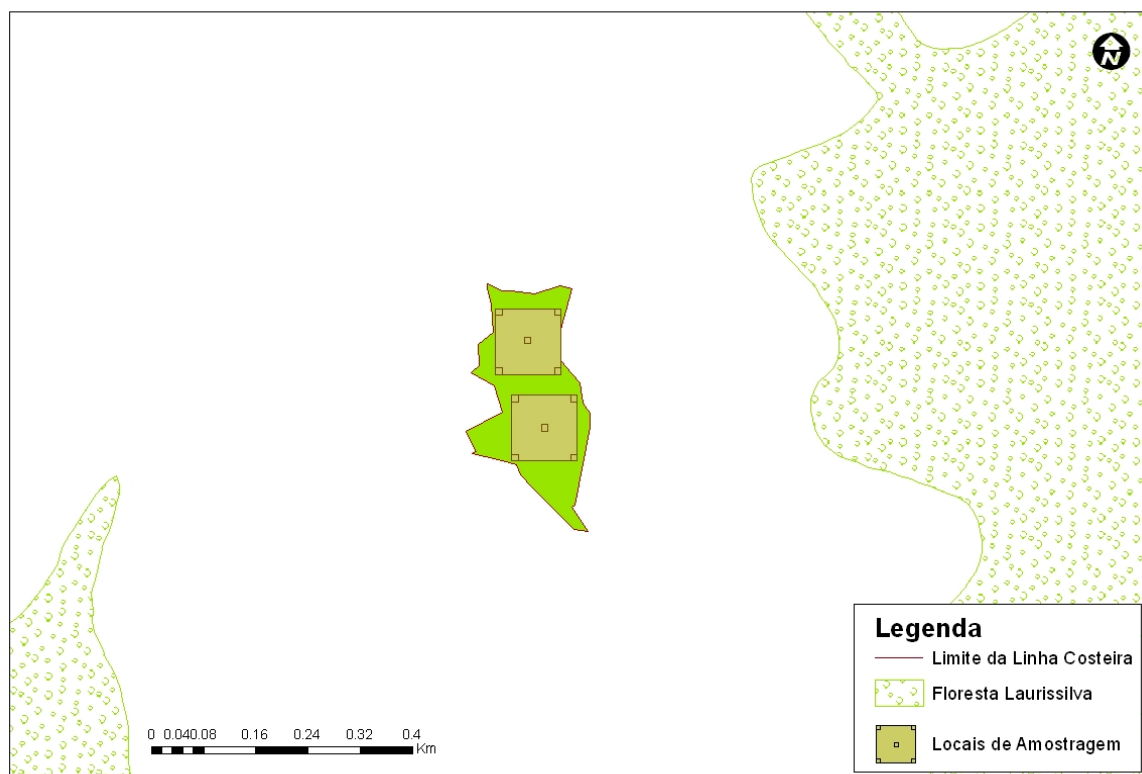


**Figura 2.11:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

## 5- BOAVENTURA (BV)

Fragmento de Laurissilva do til, com aproximadamente 4,1 ha, a uma altitude media de 213 m<sup>2</sup>. Localiza-se na costa Norte da ilha, em meio rural, circundada na vertical por duas veredas pedonais, ladeadas por terrenos agrícolas, no limite inferior por uma estrada asfaltada e superiormente por campos agrícolas e moradias familiares. Na área agrícola circundante predomina o cultivo da vinha.

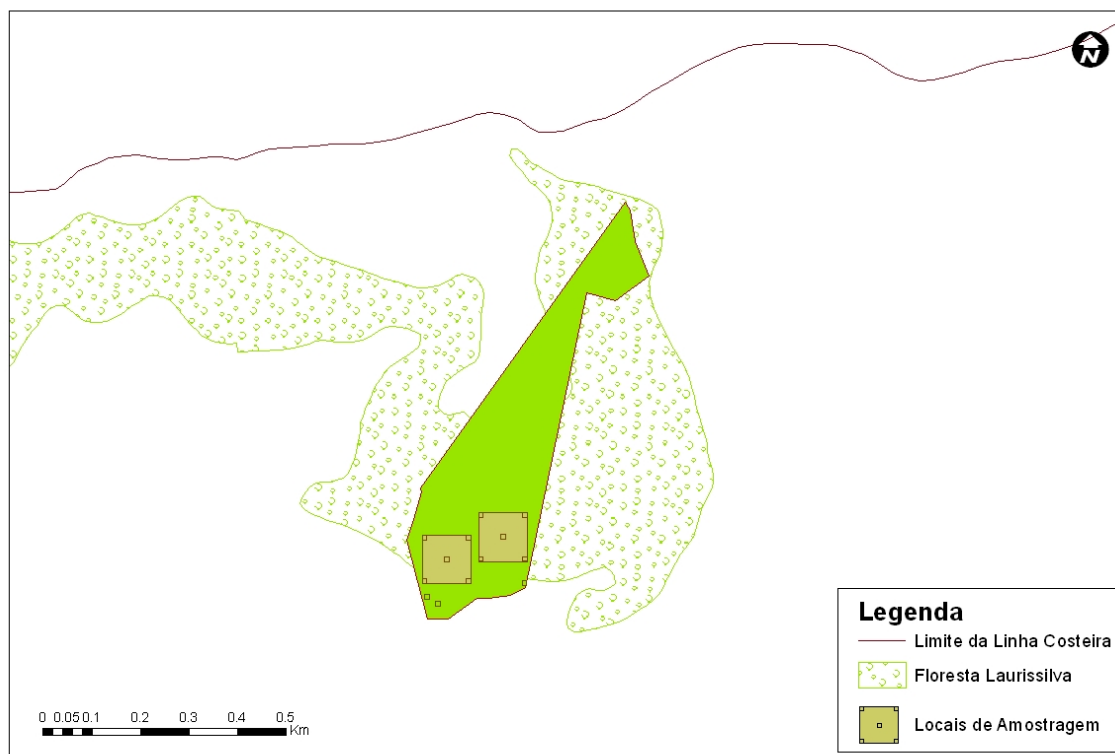
Área bastante declivosa, aparentemente bem conservada embora na realidade bastante invadida por *Pittosporum undulatum*, planta comumente conhecida por incenseiro e actualmente classificada como invasora da floresta Laurissilva.



**Figura 2.13:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

## 6- SÃO JORGE (SJ)

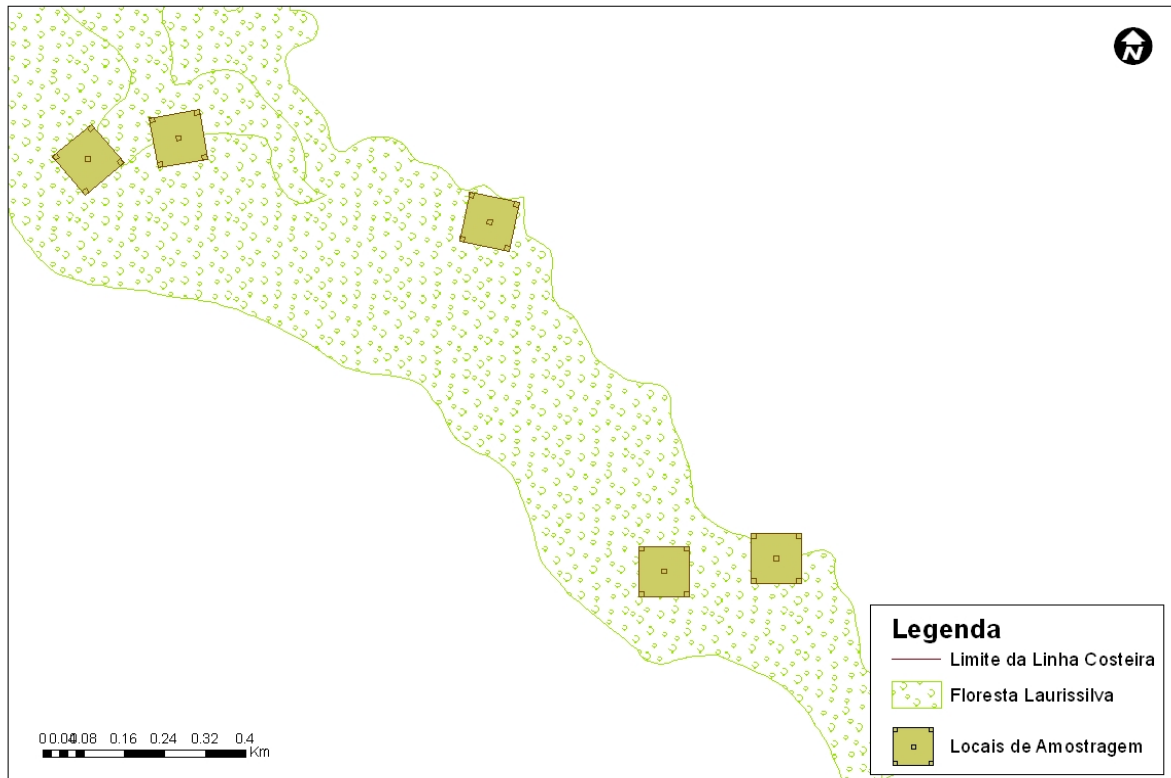
Fragmento de Laurissilva do til, com aproximadamente 13,89 ha, a uma altitude media de 393 m<sup>2</sup>. Localiza-se na costa Norte da ilha, em meio rural, circundada na vertical a Noroeste por uma vereda pedonal e a Nordeste por uma estrada asfaltada, apresenta zonas dispersas de pinhal ao longo destes acessos. No limite Norte existe uma estrada asfaltada e a Sul campos agrícolas. Nas áreas circundantes existem habitações, predominando na agricultura o cultivo da vinha. Área de muito difícil amostragem devido à verticalidade da vertente e ao difícil acesso à maioria dos locais previstos no design experimental. Aparentemente bem conservada, embora apresente nas zonas limítrofes muita alteração devida à utilização humana do espaço e à presença de exóticas, em especial silvado (*Rubus ulmifolius*) e pinhal.



**Figura 2.15:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

## 7- RIBEIRA DA CRUZ (RC)

Fragmento de Laurissilva do til, com aproximadamente 91,7 ha, localizado entre os 350 e os 845 m<sup>2</sup> de altitude, ocupando as vertentes ao longo do vale da ribeira que compreende, segundo Neves (1996) uma extensão de 5.200 m. Localiza-se na costa Norte da ilha, sendo atravessada pela Estrada Regional nº 101 próximo do seu limite superior, “na cota aproximada dos 780 metros” Neves (1996). Área bem conservada apresenta contudo nas zonas limítrofes muitas plantas exóticas, revelou-se de difícil amostragem pois a ribeira apresenta-se profundamente encaixada no vale. A amostragem fez-se no limite inferior (cota aproximada 300m), médio (cota aproximada 500m) e superior (cota aproximada 800m) da ribeira.

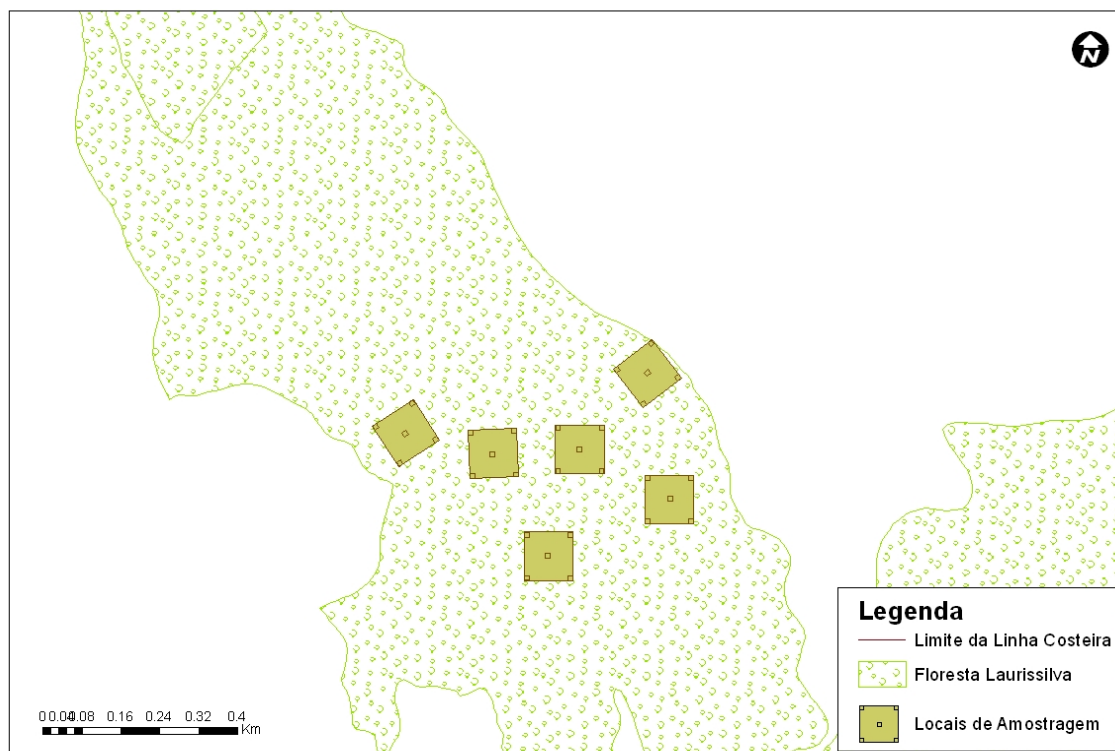


**Figura 2.17:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

## 8- RIBEIRA DO TRISTÃO (RT)

Fragmento de Laurissilva do til, com aproximadamente 166,0 ha, localizado entre os 580 e os 653 m<sup>2</sup> de altitude, na costa Norte da ilha, sendo atravessado pela Estrada Regional nº 101 próximo do seu limite superior, “na cota aproximada dos 800 metros” Neves (1996).

Área de difícil acesso que condicionou a amostragem. Esta ocorreu sobretudo na zona média e superior, não tendo sido possível o acesso ao limite inferior, próximo do litoral. Vertentes muito escarpadas, ao longo das quais se encontram falésias que se desenvolvem a pique sobre o leito da ribeira impediram o acesso e a recolha de material à medida que a ribeira se aproximava das zonas de menor altitude. Área bem conservada, no entanto, apresenta nas zonas limítrofes muitas plantas exóticas.



**Figura 2.19:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

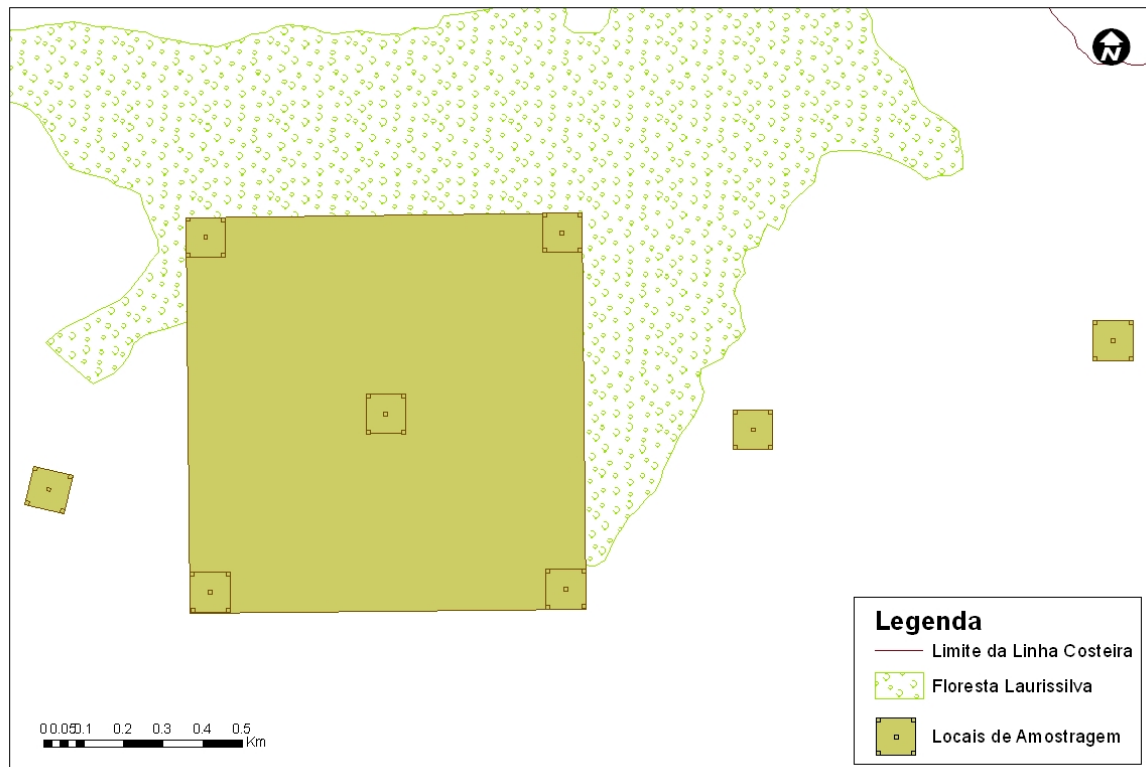
## 9- FUNDURAS (FU)

Fragmento de Laurissilva do til, com aproximadamente 340,0 ha, localizado entre os 400 e os 650 m<sup>2</sup> de altitude. Topograficamente apresenta uma vertente com exposição Norte, onde predominam as falésias sobre o mar, e outra com exposição Sul, que corresponde à margem esquerda da ribeira de Machico.

Segundo Neves *et al.* (1996) a demarcação deste perímetro florestal corresponde à linha de transição entre o coberto florestal introduzido característico dos terrenos privados, pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e o coberto florestal indígena (Laurissilva do til), alternado com povoamentos de criptoméria (*Cryptomeria japonica*) e cedro (*Cupressos macrocarpa*).

Nas Funduras assiste-se actualmente a uma regeneração natural do coberto vegetal indígena. Segundo Neves *et al.* (1996) no passado esta área constituiu uma zona onde se verificou uma utilização muito intensa do coberto indígena primitivo, pelo que o coberto florestal a Sul é todo ele secundário.

Área relativamente bem conservada apresentando nas zonas limítrofes muitas plantas exóticas.



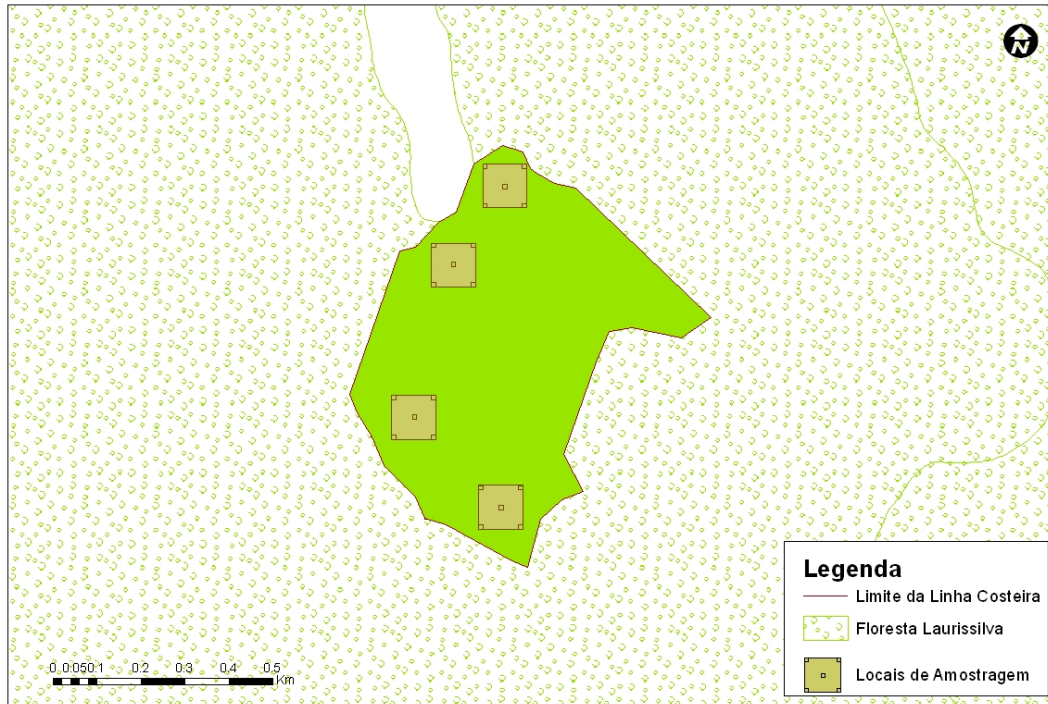
**Figura 2.21:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

## 10- CHÃO RIBEIRA (CR)

Área de Laurissilva do til, com aproximadamente 37,9 ha, localizada entre os 490 e os 905 m de altitude, na costa Norte da ilha.

Amostragem relativamente exigente devido à verticalidade dos pontos do limite superior.

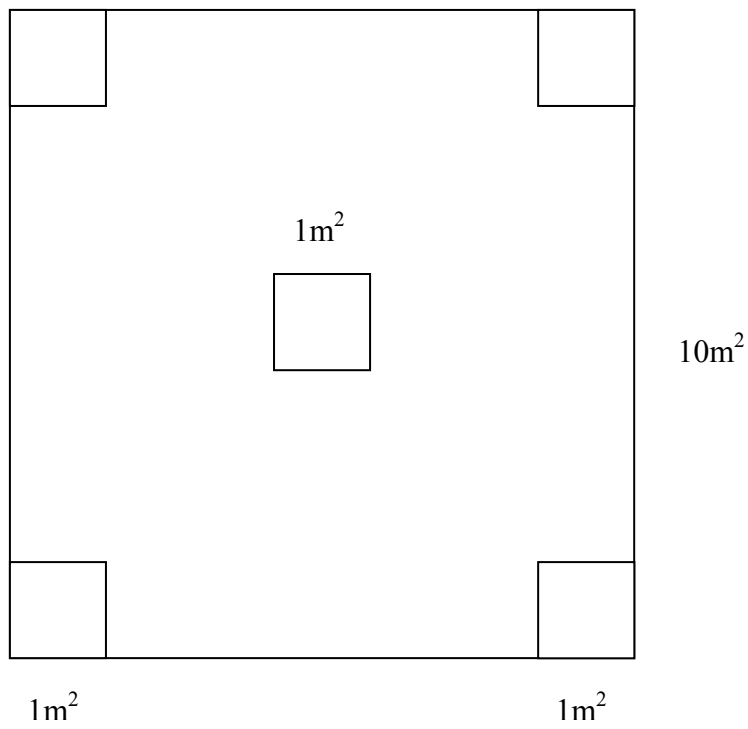
Área bem conservada incluída na mancha de Laurissilva classificada Património Mundial Natural, apresenta-se inferiormente limitada por habitações e terrenos agrícolas.



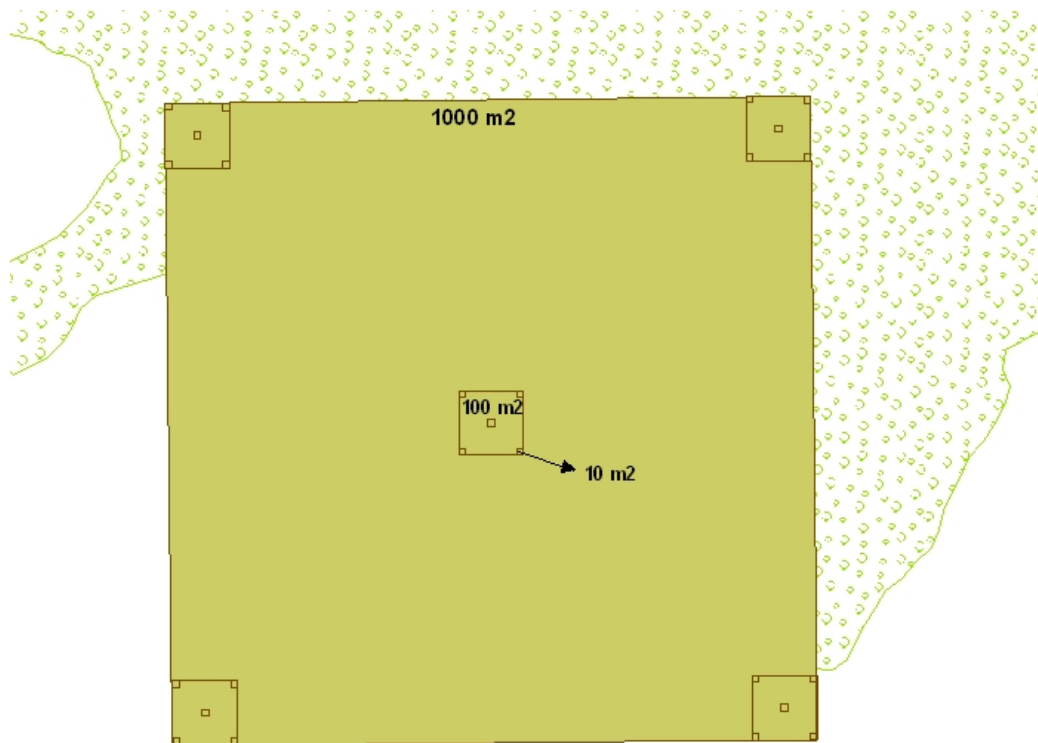
**Figura 2.23:** Esquema representativo da área do fragmento e esquema final de amostragem.

## 2.5- Amostragem dos taxa e design experimental

Fez-se a amostragem nos 10 fragmentos de Laurissilva seleccionados, com recurso ao mesmo design experimental “nested”, ou seja, dentro de cada fragmento a amostragem seguiu um esquema aninhado de  $1\text{m}^2$  à área do fragmento. A unidade básica de amostragem foram os quadrados de  $10\text{m}^2$ , nos quais se incluíam os quadrados de  $1\text{m}^2$  amostrados (figura 2.24). Em cada quadrado de  $10\text{m}^2$  foram amostrados  $5\text{m}^2$ , um em cada um dos vértices do quadrado e um quadrado de  $1\text{m}^2$  ao centro. As áreas de tamanho intermédio permitiram desenhar quadrados de  $100\text{m}^2$  que incluíam os de  $10\text{m}^2$ . A área maior permitiu o desenho de um quadrado de  $1000\text{m}^2$  no qual se incluíam 5 quadrados de  $100\text{m}^2$  e aninhados a este, os quadrados de  $10\text{m}^2$  (figura 2.25).

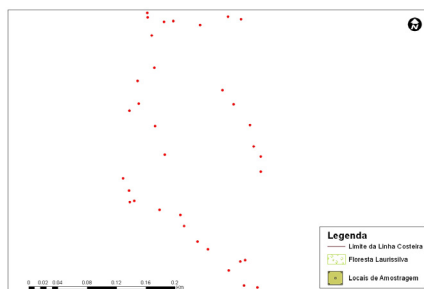


**Figura 2.24:** Esquema de amostragem.

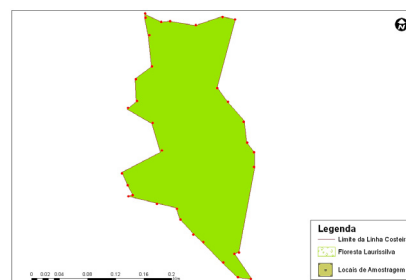


**Figura 2.25:** Esquema de amostragem para o quadrado de  $1000\text{m}^2$ .

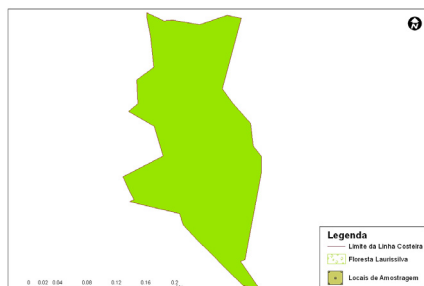
Nos fragmentos mais pequenos selecionaram-se “in loco” os pontos a mostrar pois o recurso ao GPS não se justificava. Para as áreas maiores desenharam-se, no mapa digital, os quadrados de 100m<sup>2</sup> (os quais incluíam os quadrados de 10 m<sup>2</sup> e estes os de 1 m<sup>2</sup>) de modo a que estes tivessem uma distribuição significativa, e o mais abrangente possível, em relação à área a amostrar. Em cada quadrado 10m<sup>2</sup> desenharam-se os quadrados de 1m<sup>2</sup>, e nestes os respectivos pontos a amostrar (figura 2.26). Transferiram-se os pontos do computador para o GPS e no campo procurou-se a localização mais próxima das coordenadas obtidas de modo a fazer-se a amostragem.



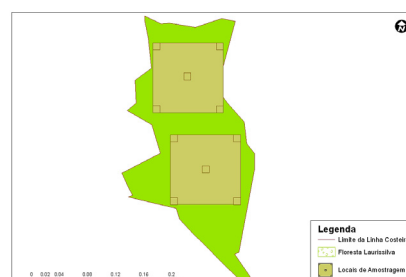
A: Pontos GPS



B: Delimitação área



C: Cálculo da área desenhada



D: Desenho experimental (quadrados)



E: Desenho experimental (pontos)

**Figura 2.26:** Sequência de acontecimentos necessários para a abtenção do esquema de design experimental das áreas maiores.

Inicialmente desenhou-se um ponto por cada quadrado de 1m<sup>2</sup>, sendo que, posteriormente se passou a desenhar um ponto por cada quadrado de 10m<sup>2</sup> (unidade básica de amostragem) pois, no campo os erros de precisão do GPS eram geralmente elevados (em média erros de 5, 10,15 m<sup>2</sup>).

As condições climáticas adversas, céu em geral com muitas nuvens aliadas ao declive das áreas amostradas tornaram-se factores limitadores do uso do GPS. No sentido de se realizarem as amostragens seguindo o esquema previamente desenhado, optou-se por construir com recurso ao fio de nylon, quadrados de 100, 10 e 1m<sup>2</sup>. Nos dias em que havia um céu mais limpo e se conseguia usar o GPS com erros mais aceitáveis (por vezes conseguia-se erros de 1 m<sup>2</sup>), optou-se por marcar (geralmente uma cruz no solo ou parede em local visível) na área, os locais que correspondiam aos vértices dos quadrados de 1000, 100 ou de 10 m<sup>2</sup> (por norma marcava-se o quadrado 1 de cada quadrado), assim nos dias seguintes, se não houvessem condições do uso do GPS, desenhavam-se com recurso aos fios, os locais de amostragem pretendidos.

Calculou-se o número de pontos de amostragem para cada fragmento através da equação  $N=5*A^{.35}$ , onde se relaciona o logaritmo da área (A) com o z típico das zonas continentais (tabela 2.1).

**Tabela 2.1:** Número de pontos de amostragem para cada fragmento.

	Área (ha)	Logaritmo da area (ha)	$N=5*A^{.35}$	Nº Pontos amostragem
Santana	0.5	-0.30	3.92	4
Cinspeções	0.9	-0.03	4.87	5
Jardim da				
Serra	1.2	0.09	5.36	5
MadalenaMar	1.5	0.18	5.76	6
Boa Ventura	4.1	0.61	8.19	8
São Jorge	13.9	1.14	12.56	13
R <sup>a</sup> Cruz	91.7	1.96	24.31	24
R <sup>a</sup> Tristão	166.0	2.22	29.92	30
Funduras	340.0	2.53	38.46	38
Chão Ribeira	39.8	1.60	18.15	18
R <sup>a</sup> Cruz	84.7	1.93	23.64	24
R <sup>a</sup> Tristão	132.2	2.12	27.63	28
Funduras	340.0	2.53	38.46	38

## **2.6- Amostragem e conservação dos taxa**

Foram amostrados dois grupos taxonómicos, plantas vasculares (Pteridófitos e Espermatófitos) e aranhas.

O trabalho de campo respeitante à recolha de material decorreu intensivamente durante os meses de Maio e Junho, Cardoso (2004) refere-se a estes meses do ano como a melhor altura para estudos com aranhas em habitats mediterrânicos.

Para acondicionar o material recolhido, utilizaram-se sacos de plástico e folhas de jornal para as plantas e frascos para as aranhas.

Em cada metro quadrado amostrado identificaram-se as plantas presentes (ou fazia-se a recolha de exemplares para posterior identificação), e obteve-se um frasco resultante dos batimentos para capturar as aranhas.

No laboratório colocavam-se os exemplares recolhidos de plantas em herbário, de modo a evitar-se a sua decomposição, para posterior identificação.

Para a amostragem das aranhas realizaram-se batimentos (5 batimentos em cada ramo) nos arbustos e árvores mais acessíveis, em geral com uma altura média de 2m<sup>2</sup>.

Segundo Borges (1988), o emprego correcto desta técnica (batimentos rápidos e repetitivos) permite a captura de indivíduos de muitas famílias.

Ramos de folhado (*Clethra arborea*) com aproximadamente 1,5 m<sup>2</sup> foram utilizados em toda a amostragem como batedor. Os espécimes de aranhas foram recolhidos num funil com um diâmetro aproximado de 35cm. Após os batimentos, aspiravam-se os espécimes, que eram colocados em frascos contendo álcool a 70% e glicerina (Figura 2.28). O álcool a 70% demora menos a evaporar e a glicerina evita o endurecimento excessivo (Barrientos, 1998), o que dificultaria o trabalho de identificação. Utilizou-se também álcool glicerinado para guardar os indivíduos ao longo do processo de triagem e identificação, bem como para a sua conservação.

## **2.7- Triagem e identificação do material**

A triagem e identificação do material aconteceu após a conclusão do trabalho de campo. Para a identificação das plantas recorreu-se ao uso de bibliografia. Para as

plantas recorreu-se especialmente a: Press & Short. (1994) Flora of Madeira.; Jardim, R. (2000). Flora Endémica da Madeira.

No respeitante às aranhas, recorreu-se a: Wunderlich, J. (1987). The Spiders of the Canary Islands and Madeira.; Wunderlich, J. (1991). The Spider Fauna of the Macaronesian Islands.; Wunderlich, J. 1997. Die Schonsten spinnen Europas. Fauna-Verlag.; Barrientos J. A. (2004). II Curso Práctico de Aracnología.

## 2.8- Análise de dados

As bases de dados para os dois grupos taxonómicos construíram-se de acordo com a presença/ausência das espécies em cada spot.

Estudou-se a relação entre o número de espécies (Sp) de cada *taxon* e a sua relação com a área, compararam-se os parâmetros da regressão entre *taxa* e investigou-se se a riqueza específica dos *taxa* estava correlacionada.

Regressões lineares simples, utilizando dados observados e dados estimados, foram utilizadas para caracterizar as relações entre o número de espécies e as diferentes variáveis do habitat (área e altitude).

O uso de estimadores de riqueza específica é recomendado em estudos de REA, porque a riqueza específica é normalmente tratada como a medida íconica da diversidade biológica, apesar de não ser a única medida da biodiversidade (Magurran, 2004). Para este autor existe um grande número de estimadores não paramétricos cujas potencialidades visam o ultrapassar dos problemas inerentes ao facto de nunca se conseguirem amostrar todas as espécies de um determinado habitat. Os estimadores não paramétricos, utilizando tamanhos de amostras identificadas, providenciam um método promissor de dedução da riqueza específica total, sendo um meio efectivo de produção de um valor mínimo de estimativa de riqueza específica (Magurran, 2004).

No presente estudo utilizaram-se diferentes estimadores de riqueza específica não-paramétricos no tratamento de dados, nomeadamente, chao 2, jackknife 1, jackknife 2, Bootstrap e os dois diferentes estimadores de Michaelis-Menten (MMruns e Mmmean) (Colwell, 2006). Para a quase totalidade dos fragmentos o modelo de estimador que melhor se ajustou aos resultados foi o Jackknife 2, pelo que, se escolheu este estimador para o tratamento estatístico subsequente.

O Jackknifing é uma extensão, computadorizada, do processo de reamostragem que corresponde a um processo de reanálise repetida dos dados excluindo uma observação em cada reanálise. Utilizando as bases de dados finais, pode ser utilizado para obter estimativas da variabilidade entre os parâmetros estimados bem como estimar outros parâmetros, incluindo os índices de diversidade (Shaw, 2003). O Jackknife 1 é um estimador de primeira ordem que emprega o número de espécies que ocorre apenas numa única amostra e o Jackknife 2, é um estimador de segunda ordem cuja equação integra o número de espécies encontradas numa amostra (Q1) e precisamente em duas amostras (Q2) numa contagem (Magurran, 2004).

Para o estudo da relação espécie-área intra e inter-fragmentos, utilizaram-se análises simples de regressão.

Regressões lineares simples foram também utilizadas para caracterizar a relação entre o número de espécies e os parâmetros da REA com a altitude.

Para o estudo da relação entre os dois grupos taxonómicos, calculou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson's.

Pestana (2005) sugere que para as ciências exactas um R de Pearson menor que 0.2 indica uma associação linear muito baixa; entre 0.2 e 0.39 baixa; entre 0.4 e 0.69 moderada; entre 0.7 e 0.89 alta e entre 0.9 e 1 associação muito alta. A comparação de dois coeficientes de R de Pearson, deve ser feita em termos do valor de R ao quadrado e designa-se por coeficiente de determinação  $R^2$  (indica a percentagem de variação de uma variável explicada pela outra). Assim, os valores de  $R^2$  obtidos a partir dos valores de R são:  $R^2$  menor que 0.04 indica um coeficiente de determinação muito baixo; entre 0.04 e 0.15 baixa; entre 0.16 e 0.47 moderada; entre 0.49 e 0.79 alta e entre 0.81 e 1 um coeficiente de determinação muito alto.

Por outro lado Maroco (2003) refere-se à subjectividade do valor de  $R^2$  que produz um ajustamento dos dados adequado. Assim, para este autor, no caso das ciências exactas,  $R^2 > 0.9$  é geralmente aceite como indicador de um bom ajustamento, enquanto que para as ciências sociais valores de  $R^2 > 0.5$  são considerados valores reveladores de um ajustamento ao modelo aceitável.

Todas as análises estatísticas se realizaram com recurso ao programa SPSS 10.0.

Os dados estimados obtiveram-se com recurso ao EstimateS win 800.

### 3 RESULTADOS

#### Relação espécie-área

(com base nos valores observados)

O trabalho de campo decorreu em 10 fragmentos de Laurissilva, num total de 618.84 ha, 785 pontos de amostragem, distribuídos num intervalo de altitude a variar entre os 165 e os 905 metros.

A **tabela 3.1** resume as características gerais dos fragmentos estudados (identificação do local; área (em hectares); nº de espécies de plantas; nº espécies de aranhas; altitude mínima, média e máxima).

#### Composição específica

Identificaram-se 114 espécies de **plantas vasculares** (26 endémicas da Madeira, 20 endémicas da macaronésia, 41 indígenas não endémicas e 27 exóticas), pertencentes a 58 famílias. Em suma identificaram-se num total de 87 espécies pertencentes à flora vascular nativa da ilha, 27 espécies exóticas.

Identificaram-se 41 espécies de **aranhas** (12 endémicas da Madeira, 8 endémicas da macaronésia, 21 com distribuição variada) pertencentes a 16 famílias.

Na tabela 3.1 apresenta-se a caracterização geral dos 10 fragmentos estudados.

**Tabela 3.1:** Caracterização geral dos fragmentos (local, área, número de espécies (N Sp), altitude mínima, máxima e média).

<b>Local</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Log área</b>	<b>N plantas</b>	<b>Sp plantas</b>	<b>Log Sp plantas</b>	<b>N aranhas</b>	<b>Sp aranhas</b>	<b>Log Sp aranhas</b>	<b>Altitude máxima</b>	<b>Altitude mínima</b>	<b>Altitude média</b>
Santana (SA)	0.50	-0.30	16		1.20	13		1.11	500	490	495
Centro											
inspeções (CI)	0.93	-0.03	16		1.20	12		1.08	345	300	322.5
Jardim da											
Serra (JS)	1.22	0.09	26		1.41	9		0.95	600	560	580
Madalena Mar											
(MM)	1.50	0.18	27		1.43	16		1.20	760	750	755
Boa Ventura											
(BV)	4.10	0.61	22		1.34	13		1.11	260	165	212.5
São Jorge (SJ)	13.89	1.14	45		1.65	18		1.26	485	300	392.5
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	1.93	47		1.67	23		1.36	845	350	597.5
R <sup>a</sup> Tristão											
(TR)	132.20	2.12	36		1.56	26		1.41	725	580	652.5
Funduras (FU)	340.00	2.53	46		1.66	25		1.40	650	400	525
Chão Ribeira											
(CR)	39.80	1.60	34		1.53	23		1.36	905	490	697.5
Total	618.84										

### 3.1- Relação espécie-área intra-fragmento

Efectuaram-se dois níveis de análise, a análise intra-fragmento (utilizaram-se os valores observados e estimados para cada área) e a análise inter-fragmento (utilizaram-se os valores obtidos para o total dos fragmentos). Para as plantas fez-se dois tipos diferentes de análise, por um lado utilizou-se do número total de espécies observadas e por outro apenas as espécies indígenas. Para as aranhas fez-se a análise recorrendo ao número total de espécies observadas pois, não se conseguiu identificar espécies exóticas, pelo que todas as espécies encontradas foram consideradas indígenas.

Iniciou-se a análise dos modelos de regressão pela avaliação dos coeficientes de determinação, de modo a quantificar-se o grau de associação linear entre as variáveis log-Área e log\_Sp\_plantas e log-Área e log\_Sp\_aranhas.

Antes de se apresentarem os modelos obtidos, avaliou-se a qualidade do ajustamento aos dados utilizando a ANOVA. Considerou-se o modelo ajustado pois os valores obtidos foram todos todos significativos ( $p < 0.05$ ).

**Tabela 3.2:** Coeficientes de determinação e ANOVA obtidos para os modelos de regressão do  $\log_{\text{Área}}$  e  $\log_{\text{Sp\_Plantas}}$  e  $\log_{\text{Área}}$  e  $\log_{\text{Sp\_aranhas}}$  para cada fragmento e parâmetros  $a$  e  $z$  obtidos a partir da tabela dos coeficientes do modelo  $\text{Log\_Sp\_plantas} = a + z\text{Log\_Área}$ ,  $\text{Log\_Sp\_aranhas} = a + z\text{Log\_Área}$  e teste t-Student.

<b>Taxon</b>	<b>Local</b>	<b>N</b>	<b>a</b>	<b>z</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
<b>Plantas</b>	SA	25	0.542	0.189	0.543	< 0.001
	CI	25	0.39	0.212	0.538	< 0.001
	JS	31	0.567	0.208	0.656	< 0.001
	MM	37	0.589	0.221	0.644	< 0.001
	BV	63	0.513	0.172	0.708	< 0.001
	SJ	81	0.54	0.231	0.548	< 0.001
	RC	156	0.519	0.195	0.568	< 0.001
	RT	187	0.571	0.183	0.584	< 0.001
	FU	250	0.545	0.193	0.646	< 0.001
	CR	125	0.615	0.17	0.613	< 0.001
Total	980	0.551	0.192	0.584	< 0.001	
<b>Aranhas</b>	SA	25	0.335	0.251	0.520	< 0.001
	CI	25	0.229	0.238	0.519	< 0.001
	JS	31	0.204	0.211	0.604	< 0.001
	MM	37	0.255	0.255	0.522	< 0.001
	BV	63	0.194	0.209	0.532	< 0.001
	SJ	81	0.359	0.215	0.440	< 0.001
	RC	156	0.242	0.218	0.380	< 0.001
	RT	187	0.27	0.227	0.459	< 0.001
	FU	250	0.315	0.202	0.484	< 0.001
	CR	125	0.372	0.224	0.517	< 0.001
Total	980	0.291	0.217	0.451	< 0.001	

A tabela dos coeficientes e o teste t-Student (avalia se as minhas variáveis são iguais a zero) indicam que, em cada e no total dos fragmentos, os coeficiente  $a$  e  $z$  são significativamente diferentes de zero ( $p < 0.05$ ), assim conclui-se que aqueles coeficientes devem permanecer no modelo.

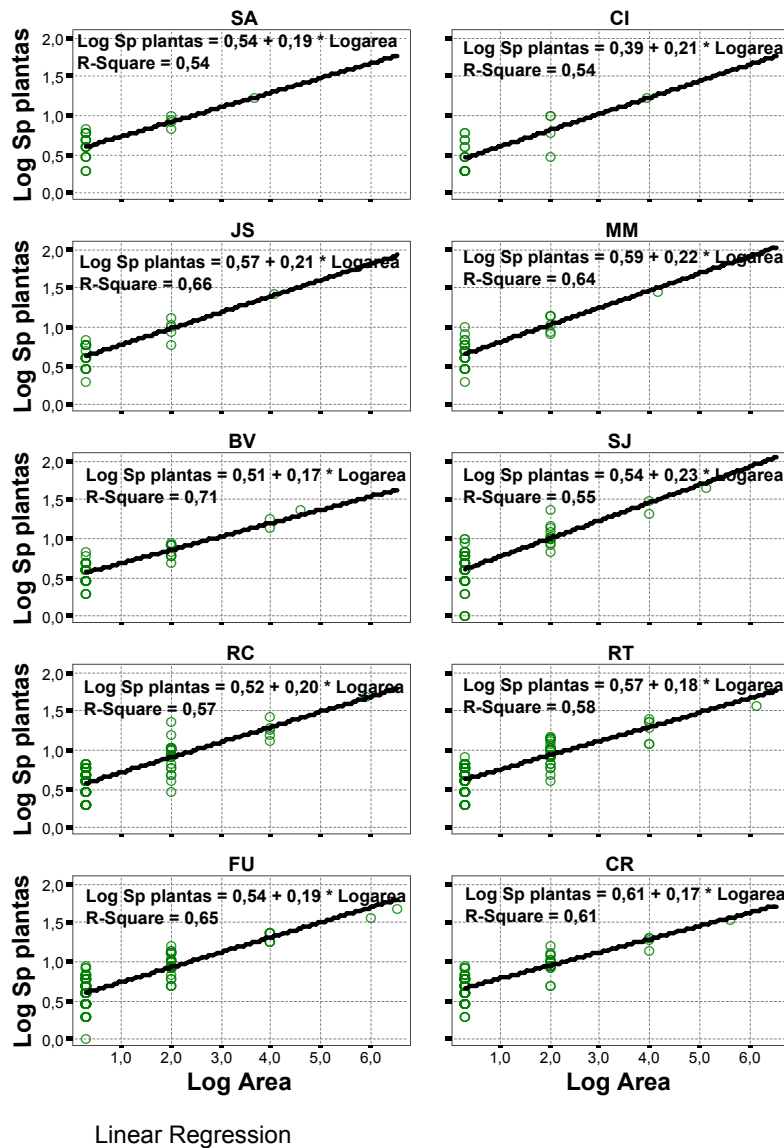
Os resultados indicam que os coeficientes de determinação revelam um bom ajustamento dos dados ao modelo linear, sendo todos os valores significativos ( $p < 0.05$ ). Em cada um

dos 11 modelos calculados verifica-se que os modelos explicam pelo menos 50% da variabilidade de log-sp-plantas à custa da variabilidade de log-área.

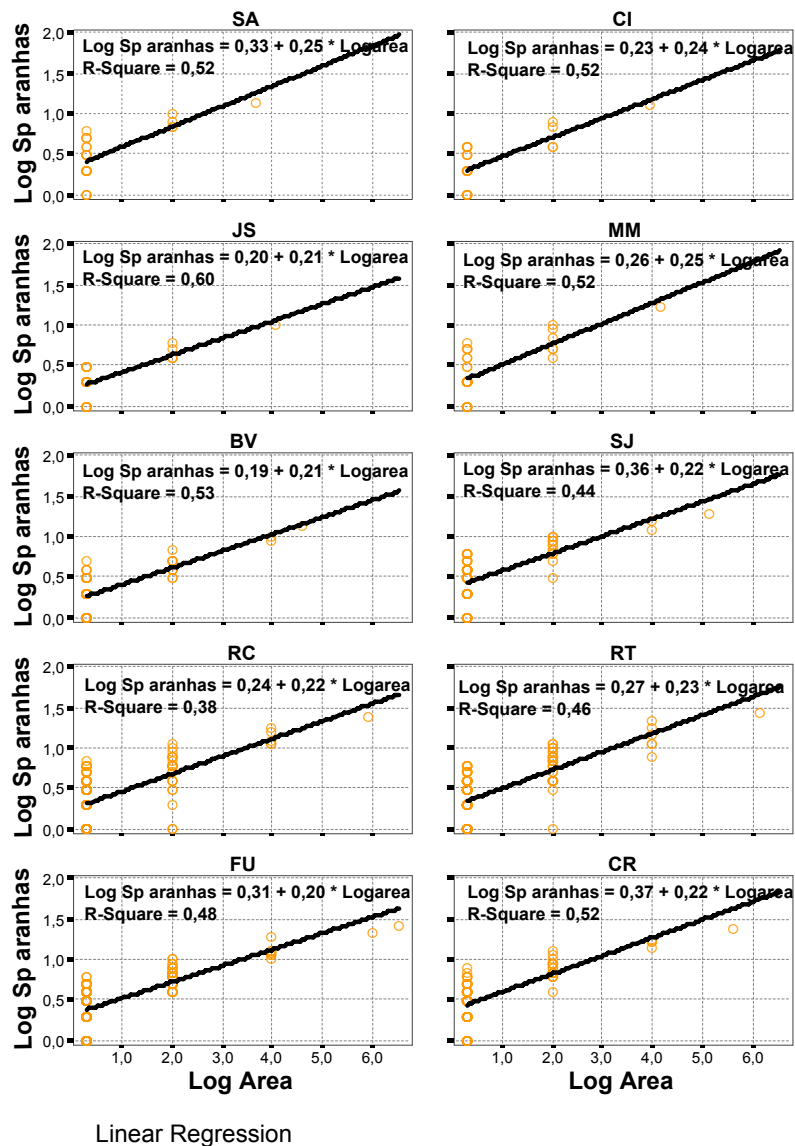
Quer para aranhas quer para plantas, os coeficientes  $a$  e  $z$  são próximos em todos os fragmentos e destes com o modelo total.

Estas regressões totais (incluem a totalidade dos quadrados de  $1\text{m}^2$ ,  $10\text{m}^2$ ,  $100\text{m}^2$ ,  $1000\text{m}^2$  e áreas totais de todos os fragmentos) expressam valores semelhantes aos modelos encontrados para a REA intra-fragmento.

Na figura 3.1 representam-se os gráficos relativos à REA intra-fragmento para o *taxon* plantas e na figura 3.2 representam-se os gráficos relativos à REA intra-fragmento para o *taxon* aranhas, nos 10 fragmentos estudados.



**Figura 3.1:** Gráficos relativos à REA intra-fragmento para o *taxon* plantas (regressões lineares simples: log\_área versus Log\_plantas) nos 10 fragmentos estudados.



**Figura 3.2:** Gráficos relativos à REA intra-fragmento para o *taxon* aranhas (regressões lineares simples:  $\log_{\text{área}}$  versus  $\text{Log}_{\text{plantas}}$ ) e para todos os fragmentos estudados.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) são todos significativos ( $p < 0,05$ ) e são considerados valores altos (0.49-0.79) para as plantas e valores moderados (0.16-0.47) a altos (0.49-0.79) para as aranhas Pestana (2005).

Para as plantas os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ;  $p < 0,05$ ) variam entre 0.538 (Centro de Inspeções) e 0.708 (Boaventura) e para as aranhas os valores de ( $R^2$ ;  $p < 0,05$ ) variam entre 0.380 (Ribeira da Cruz) e 0.604 (Jardim da Serra).

### 3.2- Relação entre o número de espécies e a altitude

Na tabela 3.3 apresentam-se os resultados das regressões lineares e ANOVA da variação inter-fragmento do número de espécie de plantas e aranhas com a altitude para os fragmentos estudados (para efeitos de análise optou-se por utilizar a altitude máxima dos fragmentos).

Dada a reduzida variabilidade da altitude dentro de cada fragmento, não foram estimados modelos lineares intra-fragmentos de log<sub>Sp</sub>-plantas e log<sub>Sp</sub>-aranhas segundo a altitude máxima.

**Tabela 3.3:** Variação do número de espécie de plantas com a altitude máxima segundo os fragmentos.

	n	R	R <sup>2</sup>	ANOVA	
				F	Sig
Log_SP_plantas	10	0.593	0.352	4.348	0.071
Log_SP_aranhas	10	0.617	0.381	4.928	0.057

Verifica-se que ao nível inter-fragmento, não existe uma relação evidente entre a altitude e os dois taxa estudados, expressa pelos valores de correlação não significativos ( $p > 0.05$ ) quer para as plantas ( $R^2 = 0.35$ ;  $p=0.071$ ) quer para as aranhas ( $R^2 = 0.38$ ;  $p=0,057$ ) (Tabela 3.3).

Os resultados indicam que o modelo não é adequado aos dados, pois o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi baixo e na ANOVA obtive-se um nível de significancia superior a 0.05 ( $p > 0.05$ ).

### 3.3- Parâmetros da equação espécie-área (c e z)

Analisa-se primeiramente a variação intra-fragmento dos valores dos parâmetros da equação espécie-área (c, z) e posteriormente procura-se perceber a relação entre estes

parâmetros e o tamanho da área e altitude dos diferentes fragmentos . Na Tabela 3.4 apresentam-se os valores de  $R^2$ ,  $c$  e  $z$ , bem como os valores de área e altitude máxima de cada local.

**Tabela 3.4:** Comparação dos valores intra-fragmento de  $R^2$ ,  $c$ ,  $z$ , área e altitude dos diferentes fragmentos em estudo.

<b>c z (observados)</b>					
<b>Plantas</b>					
<b>Local</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>z</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Altitude máxima</b>
Santana (SA)	0.50	0.19	3.49	0.543	500
Centro inspeções (CI)	0.93	0.21	2.46	0.538	345
Jardim da Serra (JS)	1.22	0.21	3.69	0.656	600
Madalena Mar (MM)	1.50	0.22	3.88	0.644	760
Boa Ventura (BV)	4.10	0.17	3.26	0.708	260
São Jorge (SJ)	13.89	0.23	3.47	0.548	485
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	0.20	3.31	0.568	845
R <sup>a</sup> Tristão (RT)	132.20	0.18	3.72	0.584	725
Funduras (FU)	340.00	0.19	3.51	0.646	650
Chão Ribeira (CR)	39.80	0.17	4.12	0.613	905
<b>Aranhas</b>					
<b>Local</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>z</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Altitude máxima</b>
Santana (SA)	0.50	0.25	2.16	0.520	500
Centro inspeções (CI)	0.93	0.24	1.69	0.519	345
Jardim da Serra (JS)	1.22	0.21	1.60	0.605	600
Madalena Mar (MM)	1.50	0.25	1.80	0.522	760
Boa Ventura (BV)	4.10	0.21	1.56	0.532	260
São Jorge (SJ)	13.89	0.22	2.29	0.440	485
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	0.22	1.74	0.380	845
R <sup>a</sup> Tristão (RT)	132.20	0.23	1.86	0.459	725
Funduras (FU)	340.00	0.20	2.07	0.484	650
Chão Ribeira (CR)	39.80	0.22	2.35	0.517	905

### 3.3.1-Análise intra-fragmento dos parâmetros c e z

Da análise intra-fragmento dos valores de c e z verifica-se que estes parâmetros não estão relacionados nem com a área nem com a altitude, pois não se encontram diferenças significativas entre estes parâmetros nas diferentes áreas estudadas.

Os valores do parâmetro z variam para as plantas entre 0.17 (Boaventura e Chão da Ribeira) e 0.23 (São Jorge) e para as aranhas entre 0.20 (Funduras) e 0.25 (Santana).

Os valores de c obtidos para as plantas variam entre 2.46 (Centro de Inspeções) e 4.12 (Chão da Ribeira), sendo mais elevados relativamente aos valores obtidos para as aranhas, 1.56 (Boaventura) e 2.35 (Chão da Ribeira).

### 3.3.2- Análise inter-fragmento dos parâmetros c e z

Inicialmente analisa-se a variação inter-fragmento dos valores dos parâmetros da equação espécie-área (c, z) e posteriormente procura-se perceber a relação entre os parâmetros da equação espécie-área com o tamanho da área e a altitude dos diferentes fragmentos. Na Tabela 3.5 apresentam-se os valores de c e z obtidos a partir das regressões inter-fragmentos.

**Tabela 3.5:** Valores de c e z obtidos a partir das regressões inter-fragmentos.

<b>c z (inter-fragmento)</b>				
	Área	z	c	R <sup>2</sup>
<b>PLANTAS</b>	618.84	0.15	20.84	0.74
<b>ARANHAS</b>	618.84	0.14	12.24	0.81

#### 3.3.2.1- Relação de c e z com a área

Iniciou-se a análise inter-fragmento dos parâmetros c e z em função da área pela determinação dos coeficientes de correlação, determinação e ANOVA para os modelos de regressão de z e c à custa de Log-área (Tabela 3.6).

**Tabela 3.6:** Coeficientes de correlação, determinação e ANOVA obtidos para os modelos de regressão de z e c à custa de Log-área.

	N		R	R <sup>2</sup>	ANOVA	
					F	p
Plantas	10	z	0.317	0.100	0.893	0.372
		c	0.281(a)	0.079	0.684	0.432
Aranhas	10	z	0.581(a)	0.337	4,071	0.078
		c	0.291(a)	0.085	0.740	0.415

Os resultados evidenciam que não há uma relação de c e z com a área. Os modelos de regressão de z e c com log-area não se adequam aos dados, pois não são significativos ( $p > 0.05$ ) e os valores de R<sup>2</sup> são muito baixos (0.079% a 0.337%). Os valores de z em função da área foram de (R<sup>2</sup>= 0.100;  $p=0.372$ ) para as plantas e para as aranhas (R<sup>2</sup>= 0.337;  $p= 0.078$ ).

Quanto à relação dos valores de c com a área, não se encontrou relação entre os parâmetros quer para as plantas (R<sup>2</sup>= 0.079  $p=0.432$ ) quer para as aranhas (R<sup>2</sup>= 0.085;  $p=0.415$ ).

### 3.3.2.2- Relação de c e z com a altitude

Analisando a variação intra-fragmento de z não se encontrou uma relação clara entre este parâmetro e a altitude.

Os resultados da variação de c intra-fragmento (tabela 3.4) evidenciaram que este parâmetro não varia com a altitude. A análise estatística inter-fragmento permitirá testar se entre os vários locais, onde a variabilidade de altitude é mais significativa, há influência entre o parâmetro c e a elevação.

Iniciou-se a análise inter-fragmento dos parâmetros c e z em função da altitude máxima de cada fragmento pela determinação dos coeficientes de correlação, determinação e ANOVA para os modelos de regressão de z e c à custa da altitude (tabela 3.7 e 3.8).

**Tabela 3.7:** Coeficientes de correlação e determinação e ANOVA obtidos para os modelos de regressão de z e c à custa da altitude máxima para as plantas e aranhas.

		R	R <sup>2</sup>	ANOVA	
				F	p
PLANTA S	z	0.134	0.018	0.146	0.712
	c	0.687	0.473	7.170	0.028
ARANHA S	z	0.071	0.005	0.041	0.845
	c	0.339	0.115	1.039	0.338

**Tabela 3.8:** Coeficientes do modelo de regressão de c à custa da altitude para as plantas.

	Coefficientes	t	p
(Constant)	2.604	7.477	0.000
Altitude máxima	0.001	2.678	0.028

a Dependent Variable: c

A análise dos coeficientes de correlação e de determinação indicam que o modelo para prever z à custa da altitude máxima não é adequado, nem ajustado, para os dois *taxa*, o que se confirma com a ANOVA (tabela 3.7), pois os valores não são significativos ( $p > 0.05$ ).

Quanto à relação de c com a altitude (tabelas 3.7 e 3.8), para as plantas, obteve-se um coeficiente de determinação próximo de 0.5 ( $R^2 = 0.473$ ;  $p = 0.028$ ), que resulta num modelo linear significativo ( $p < 0.05$ ) e ajustado aos dados, o que evidencia uma relação de c com a altitude nos fragmentos estudados para o *taxon* plantas.

Para as aranhas o modelo não é ajustado nem adequado (tabela 3.7), ou seja, c parece não variar para este *taxon* com a altitude.

De acordo com os resultados verifica-se que a altitude não afecta nem o valor de z para os dois *taxa* estudados, nem o valor de c para o *taxon* aranhas, mas parece afectar o valor de c para o *taxon* plantas.

Da aplicação do método stepwise resultou que o valor de *c* inerente às plantas não varia significativamente com a área, mas com a altitude, o modelo explica 47,3% da variação do parâmetro *c*. Para as aranhas não foi possível estabelecer esta relação.

### 3.4- Correlação intra-fragmento entre os dois *taxa*

Iniciou-se a análise entre os dois *taxa* através da determinação dos coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas e de aranhas (tabela 3.9), para os quadrados de 10m<sup>2</sup>.

**Tabela 3.9:** Coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas e aranhas nos quadrados de 10m<sup>2</sup>.

	<b>N</b>	<b>R</b>	<b><i>p</i></b>
SA	4	-0.548	0.452
CI	4	0.344	0.656
JS	4	-0.367	0.543
MM	6	-0.02	0.97
BV	10	0.037	0.92
SJ	13	-0.16	0.602
RC	25	0.008	0.97
RT	30	0.225	0.232
FU	40	0.31	0.051
CR	20	-0.471	0.036

Não se apresentam os gráficos relativos aos modelos de regressão linear e distribuição conjunta, do número de espécies de plantas e de aranhas, em cada fragmento de 10 m<sup>2</sup>, visto os coeficientes encontrados apresentarem valores negativos nalguns locais e não serem significativos ( $p > 0.05$ ), na maioria dos fragmentos.

Os resultados (tabela 3.9) revelam que não existe correlação entre os dois *taxa* em estudo.

### 3.5- Análise inter-fragmento

#### 3.5.1- Relação espécie-área inter-fragmento

Iniciou-se análise inter-fragmento pela avaliação dos coeficientes de correlação e de determinação, de modo a quantificar-se o grau de associação linear entre as variáveis Log-área e Log\_Sp\_plantas e Log-área e Log\_Sp\_aranhas.

**Tabela 3.10:** Coeficientes de correlação e determinação e ANOVA obtidos para os modelos de regressão do log\_Área e log\_Sp\_Plantas/Log-Sp-aranhas para todos os fragmentos.

Taxon	R	R <sup>2</sup>	ANOVA	
			F	p
Plantas	0.861	0.742	22.991	0.001
Aranhas	0.900	0.809	33.912	0.001

A tabela dos coeficientes (Tabela 3.11) mostra os valores do modelo  $Log\_Sp\_Plantas = a + zLog\_Área$  e  $Log\_Sp\_aranhas = a + zLog\_Área$ . O teste t-Student indica que no total dos fragmentos, os coeficientes a e z são significativamente diferentes de zero ( $p < 0.05$ ) pelo que devem permanecer no modelo.

**Tabela 3.11:** Tabela dos coeficientes do modelo  $log\_Sp\_plantas = a + zLog\_Área$ ,  $log\_Sp\_aranhas = a + zLog\_Área$  e teste t-Student.

	Plantas <sup>1</sup>			Aranhas <sup>2</sup>		
	Coeficiente			Coeficiente		
	s	t	p	s	t	p
Total <sup>a</sup> a	1.315	30.134	0.001	1.085	32.618	0.001
z	0.152	4.795	0.001	0.141	5.823	0.001

Verifica-se que, quer para aranhas quer para plantas, os coeficientes a e z são próximos e significativos ( $p < 0.05$ ).

Na figura 3.3 representam-se os gráficos relativos à REA inter-fragmento para os dos taxa estudados.

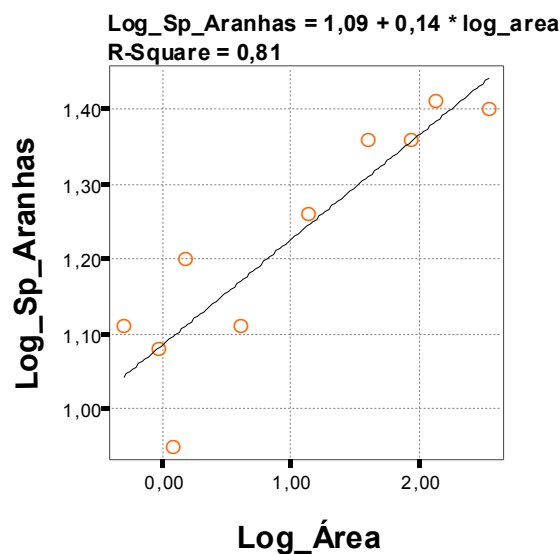
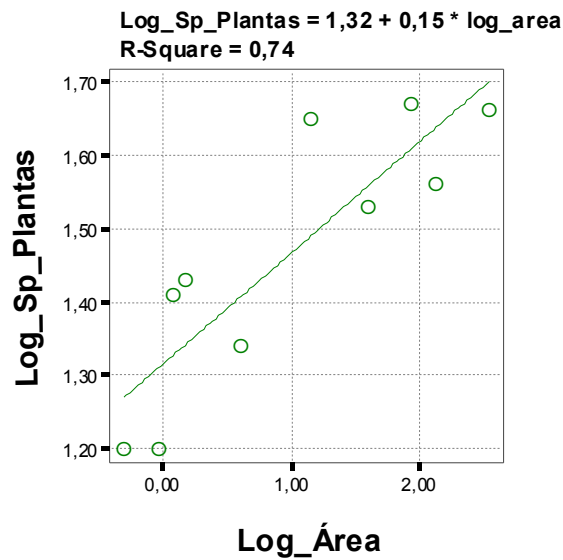


Figura 3.3: Gráficos relativos à REA inter-fragmento para os dois taxa (regressões lineares simples: log\_área versus Log\_plantas).

Da análise dos modelos de regressão pela avaliação dos coeficientes de correlação (R de Pearson) e dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) apresentados na tabela 3.10, verifica-se que os modelos são significativos ( $p < 0,05$ ) variando os valores de  $R^2$  entre 0,742 para as plantas e de 0,809 para as aranhas.

Estes resultados indicam que os modelos obtidos para a REA inter-fragmento se revelaram mais ajustados e adequados que os obtidos para a REA intra-fragmento, expressos pelos valores mais elevados de  $R^2$ .

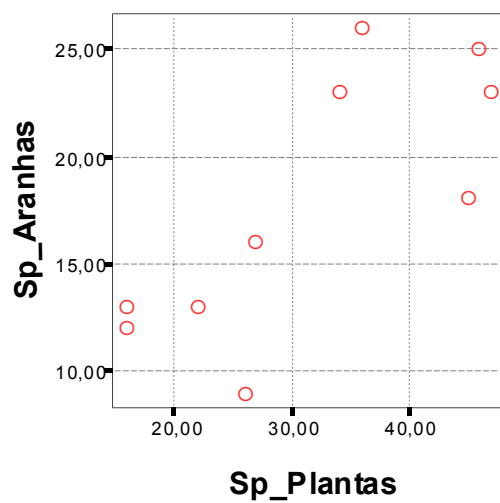
Através dos coeficientes de regressão verificamos que o aumento/diminuição do número de espécies depende do aumento/diminuição da área, e mais ainda, esses aumentos/diminuições são muito próximos quer se trate de plantas quer se trate de aranhas, pois os coeficientes são muito próximos.

### 3.5.2- Correlação entre os dois taxa inter-fragmento

Iniciou-se a análise da correlação inter-fragmento entre os dois taxa pela determinação dos coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas e aranhas (tabela 3.12). Na figura 3.4 apresenta-se a representação gráfica da distribuição conjunta e modelos de regressão linear do número de espécies de plantas e de aranhas inter-fragmento.

**Tabela 3.12:** Coeficiente de correlação inter-fragmento entre o número de espécies de plantas e o número de espécies de aranhas.

		Nº Sp aranhas
Nº Sp plantas	Pearson Correlation (R)	0.595
	<i>p</i>	0.001
	N	10



**Figura 3.4:** Distribuição conjunta e modelos de regressão linear do modelo Sp\_plantas e Sp-aranhas inter-fragmento.

Verifica-se a existência de uma associação alta ( $R^2 = 0.595$ ;  $p < 0.05$ ) entre o número de espécies de plantas e de aranhas ao nível inter-fragmento.

## 4 RESULTADOS (com base nos valores estimados)

### 4.1- Relação espécie-área para os dois grupos taxonómicos

A partir dos dados observados para cada fragmento procedeu-se á estimação dos parâmetros referidos, após o que, se procedeu à análise estatística dos dados resultantes da estimação.

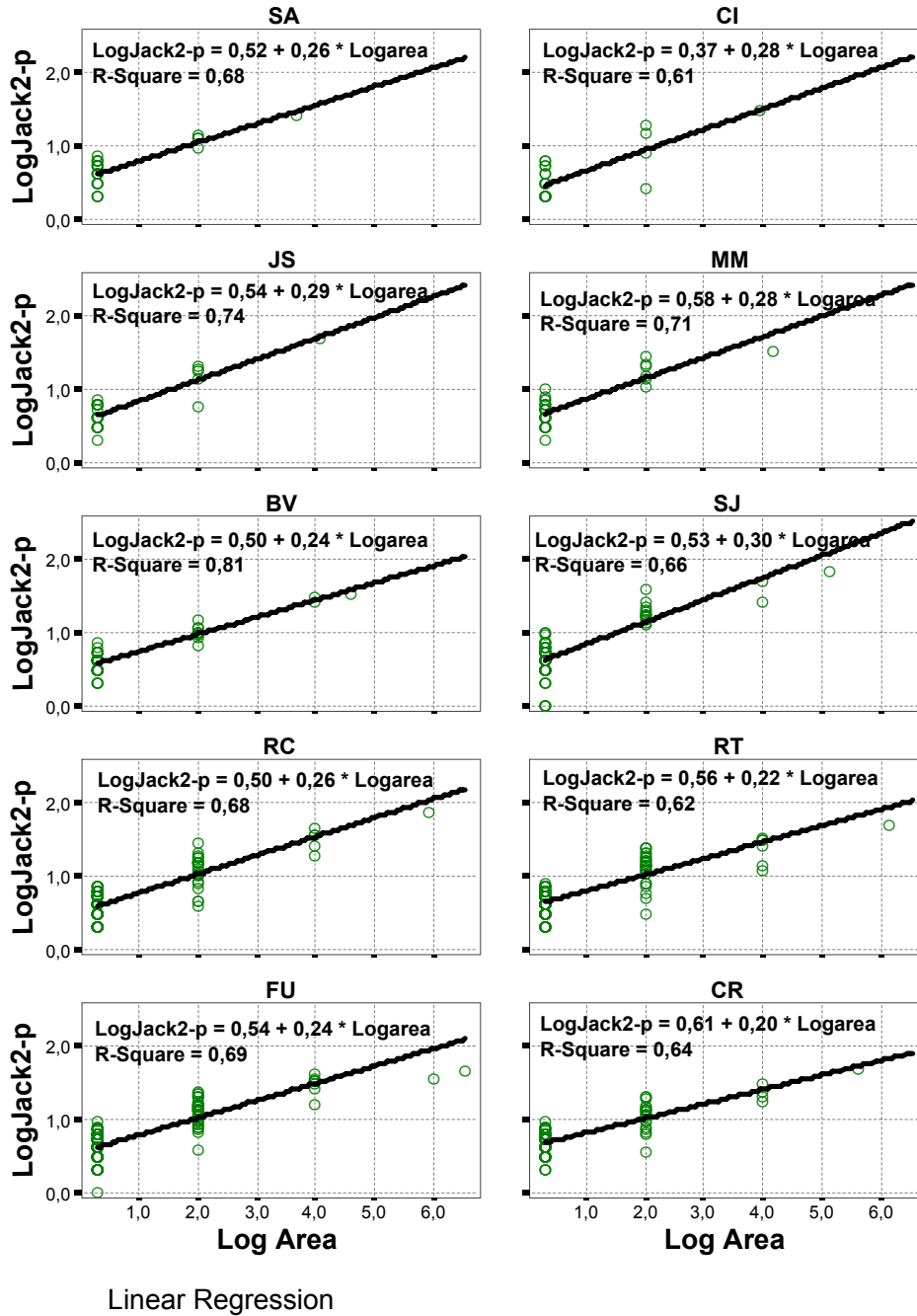
À semelhança das análises estatísticas realizadas para os dados observados, iniciou-se a análise dos modelos de regressão pela avaliação dos coeficientes de correlação e de determinação, de modo a quantificar-se o grau de associação linear entre as variáveis log-Área e log\_jack2\_plantas, log\_jack2\_aranhas (tabela 4.1). A tabela 4.1 inclui também os valores dos parâmetros de regressão do modelo  $Log\_Jackknife2\_plantas = a + zLog\_Área$  e  $Log\_Jakknife2\_aranhas = a + zLog\_Área$ .

**Tabela 4.1:** Coeficientes de determinação e ANOVA obtidos para os modelos de regressão do log\_Área e log\_Jackknife2\_Plantas, log\_Jackknife2\_aranhas para cada fragmentos e valores dos parâmetros de regressão do modelo  $Log\_Jackknife2\_plantas = a + zLog\_Área$  e  $Log\_Jakknife2\_aranhas = a + zLog\_Área$ .

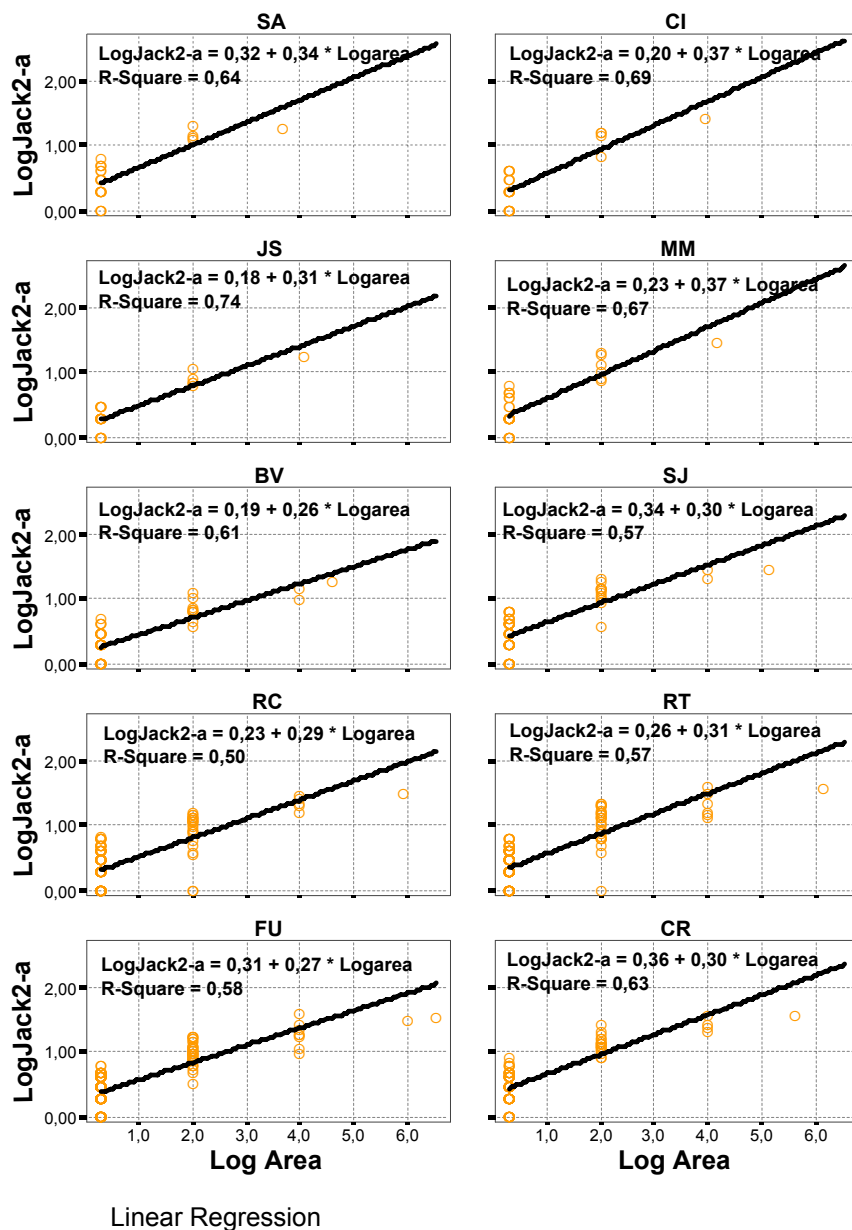
<i>Taxon</i>	<i>Local</i>	<i>N</i>	<i>a</i>	<i>z</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	<i>p</i>
<b>Plantas</b>	SA	25	0.525	0.257	,889	< 0.001
	CI	25	0.369	0.283	,767	< 0.001
	JS	31	0.545	0.287	,827	< 0.001
	MM	37	0.577	0.284	,839	< 0.001
	BV	63	0.498	0.235	,886	< 0.001
	SJ	81	0.529	0.304	,845	< 0.001
	RC	156	0.504	0.258	,781	< 0.001
	RT	187	0.564	0.224	,767	< 0.001
	FU	250	0.54	0.237	,844	< 0.001
	CR	125	0.607	0.199	,771	< 0.001
Total	980	0.541	0.242	,654	< 0.001	
<b>Aranhas</b>	SA	25	0.317	0.345	,861	< 0.001
	CI	25	0.201	0.371	,914	< 0.001
	JS	31	0.182	0.305	,923	< 0.001
	MM	37	0.231	0.367	,855	< 0.001
	BV	63	0.188	0.262	,811	< 0.001
	SJ	81	0.343	0.296	,852	< 0.001
	RC	156	0.229	0.292	,838	< 0.001
	RT	187	0.257	0.309	,770	< 0.001
	FU	250	0.306	0.267	,798	< 0.001
	CR	125	0.358	0.304	,875	< 0.001
Total	980	0.278	0.294	,566	< 0.001	

O teste t-Student revelou que, em cada e no total dos fragmentos, os coeficiente a e z são significativos ( $p < 0.05$ ) e significativamente diferentes de zero, pelo que se conclui que aqueles coeficientes devem permanecer no modelo.

Na Figura 4.1 apresentam-se os gráficos relativos às regressões lineares simples: log\_área versus Log\_Jackknife2\_plantas e na Figura 4.2 os gráficos relativos às regressões lineares simples: log\_área versus Log\_Jacnife2\_aranhas, nos 10 fragmentos estudados.



**Figura 4.1:** Gráficos relativos às regressões lineares simples: log\_área versus Log\_Jackknife2\_plantas nos 10 fragmentos estudados.



**Figura 4.2:** Gráficos relativos às regressões lineares simples: log\_área versus Log\_Jacknife2\_aranhas nos 10 fragmentos estudados.

A análise dos modelos de regressão pela avaliação dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os valores estimados, apresentados na Tabela 4.1, confirma e reforça, pelos valores mais elevados dos coeficientes de correlação e determinação, a existência de uma relação espécie-área para os dois taxa estudados (plantas e aranhas) em todos os fragmentos de estudo. Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) são todos significativos ( $p < 0,05$ ) e são considerados para alguns fragmentos valores muito altos (0,81-1) e para outros altos (0,49-0,79) para os dois taxa estudados Pestana (2005).

Para as plantas os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ;  $p < 0,05$ ) variam entre 0.767 (Centro de Inspeções e Ribeira do Tristão) e 0.889 (Santana) e para as aranhas os valores de ( $R^2$ ;  $p < 0,05$ ) variam entre 0.770 (Ribeira do Tristão) e 0.923 (Jardim da Serra).

#### 4.2- Parâmetros da equação espécie-área (c e z)

Inicialmente analisa-se a variação intra-fragmento dos valores da equação espécie-área (c e z) obtidos com recurso ao estimador selecionado (Jackknife 2). Posteriormente procura-se perceber a relação entre os parâmetros da equação espécie-área com o tamanho da área e a altitude dos diferentes fragmentos. Na tabela 4.3 apresentam-se os valores de  $R^2$ , c e z, bem como os valores de área e altitude máxima de cada local.

**Tabela 4.3:** Comparação dos valores intra-fragmento estimados de  $R^2$ , c, z, com a área e altitude dos diferentes fragmentos.

<b>c z estimados (Jackknife 2)</b>					
<b>Plantas</b>	<b>Área</b>				<b>Altitude</b>
<b>Local</b>	<b>(ha)</b>	<b>z</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>máxima</b>
Santana (SA)	0.50	0.26	3.35	0.684	500
Centro inspeções (CI)	0.93	0.28	2.34	0.608	345
Jardim da Serra (JS)	1.22	0.29	3.51	0.741	600
Madalena Mar (MM)	1.50	0.28	3.78	0.709	760
Boa Ventura (BV)	4.10	0.24	3.15	0.814	260
São Jorge (SJ)	13.89	0.30	3.38	0.655	485
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	0.26	3.19	0.676	845
R <sup>a</sup> Tristão (RT)	132.20	0.22	3.67	0.622	725
Funduras (FU)	340.00	0.24	3.47	0.689	650
Chão Ribeira (CR)	39.80	0.20	4.05	0.644	905

<b>c z estimados (Jackknife 2)</b>					
<b>Aranhas</b>					
<b>Local</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>z</b>	<b>c</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Altitude máxima</b>
Santana (SA)	0.50	0.35	2.07	0.636	500
Centro inspeções (CI)	0.93	0.37	1.59	0.694	345
Jardim da Serra (JS)	1.22	0.31	1.52	0.738	600
Madalena Mar (MM)	1.50	0.37	1.70	0.668	760
Boaventura (BV)	4.10	0.26	1.54	0.611	260
São Jorge (SJ)	13.89	0.30	2.20	0.572	485
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	0.29	1.69	0.499	845
R <sup>a</sup> Tristão (RT)	132.20	0.31	1.81	0.566	725
Funduras (FU)	340.00	0.27	2.02	0.585	650
Chão Ribeira (CR)	39.80	0.30	2.27	0.635	905

#### **4.2.1- Relação de z com a área**

Da análise intra-fragmentos dos valores de z obtidos por estimação verifica-se que para as plantas os valores variam entre 0.20 e 0.30 e para as aranhas entre 0.26 e 0.37.

A análise dos dados da tabela parece evidenciar valores de z mais elevados para as áreas mais pequenas para os dois *taxa* estudados.

Da análise geral dos dados da tabela 4.3 verificam-se algumas diferenças nos valores de z entre os dois *taxa* estudados, sendo que, as plantas apresentam valores de z ligeiramente mais baixos que as aranhas.

Tentou-se encontrar uma relação entre os valores de z e o estado de conservação dos fragmentos, e verifica-se que os fragmentos mais alterados (Santana, Centro de Inspeções; Jardim da Serra, Madalena do Mar), apresentam valores mais elevados de z para os dois *taxa*.

#### **4.2.2- Relação de z com a altitude**

Não se encontrou uma relação do valor de z com a altitude pois existem fragmentos com maior altitude com z mais baixos e vice versa (a aplicação da análise estatística sobre a variação de z com a altitude faz-se, à semelhança do que aconteceu para os valores observados, no capítulo 5, no estudo inter-fragmento, pois os valores de variação de altitude intra-fragmento não é significativa).

#### **4.2.3- Relação de c com a área**

Os resultados, indicam valores de c a variar, para as plantas, entre 2.34 no Centro de Inspeções e 4.05 no Chão da Ribeira, sendo mais elevados relativamente aos valores obtidos para as aranhas, 1.52 no Jardim da Serra e 2.27 no Chão da Ribeira .

A Comparação da dimensão de cada uma das áreas com os respectivos valores de c parece evidenciar que o valor de c não é influenciado pelo tamanho da área, pois os valores deste parâmetro nas áreas maiores e menores é semelhante.

#### **4.2.4- Relação de c com a altitude**

A Análise da variação de c intra-fragmento parece evidenciar que este parâmetro não varia com a altitude, pois, os valores de c não diferem significativamente com o aumento ou diminuição da altitude dos fragmentos. A análise estatística inter-fragmento permitirá testar se entre os vários locais, onde a variabilidade de altitude é mais significativa, há influência entre o parâmetro c e a elevação.

#### **4.3- Correlação entre os dois taxa**

Iniciou-se a análise entre os dois taxa através da determinação dos coeficientes de correlação de Pearson entre Jackknife2\_plantas e Jackknife2\_aranhas (tabela 4.4). Na tabela 4.4 apresentam-se os resultados dos coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas e aranhas, estimadas pelo estimador Jackknife2, para os quadrados de 10m<sup>2</sup>

**Tabela 4.4:** Coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas e aranhas, estimadas pelo estimador Jackknife2, para os quadrados de 10m<sup>2</sup>.

	<b>N</b>	<b>R</b>	<b>p</b>
SA	4	0.242	0.758
CI	4	0.758	0.242
JS	4	0.476	0.418
MM	6	-0.285	0.584
BV	10	-0.130	0.710
SJ	13	0.220	0.944
RC	25	-0.392	0.640
RT	30	-0.271	0.155
FU	40	0.049	0.766
CR	20	0.088	0.711

Os resultados revelam que não existe correlação entre os dois *taxa* estudados, sendo que os coeficientes de correlação não são significativos ( $p > 0.05$ ).

## 5 Resultados (com base nas espécies indígenas)

No presente capítulo faz-se a análise intra e inter-fragmento do número de espécies indígenas de plantas e aranhas por área. Recorreu-se à base de dados com o total de plantas, retiraram-se as exóticas e procedeu-se á análise do número de espécies indígenas intra e inter-fragmento. Para as aranhas não se conseguiu identificar espécies exóticas pelo que, se consideraram indígenas todos os exemplares identificados.

Recorde-se que nos 10 fragmentos estudados identificaram-se 114 espécies de **plantas vasculares**, num total de 87 espécies indígenas e 27 espécies exóticas.

A tabela 5.1 resume as características gerais dos fragmentos estudados e inclui o número de espécies indígenas de plantas identificadas em cada um dos fragmentos.

**Tabela 5.1: Caracterização geral dos fragmentos (local, área, número de espécies de plantas indígenas, número de espécies de aranhas e altitude máxima).**

Local	Área (ha)	Log área	Altitude máxima	Log Sp		Sp aranhas	Log aranhas	Sp
				Sp plantas Indígenas	plantas Ind			
Santana (SA)	0.50	-0.30	500	12	1.08	13	1.11	
Centro								
inspeções (CI)	0.93	-0.03	345	9	0.95	12	1.08	
Jardim da Serra								
(JS)	1.22	0.09	600	21	1.32	9	0.95	
Madalena Mar								
(MM)	1.50	0.18	760	23	1.36	16	1.20	
Boa Ventura								
(BV)	4.10	0.61	260	15	1.18	13	1.11	
São Jorge (SJ)	13.89	1.14	485	37	1.57	18	1.26	
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	1.93	845	44	1.64	23	1.36	
R <sup>a</sup> Tristão (RT)	132.20	2.12	725	31	1.49	26	1.41	
Funduras (FU)	340.00	2.53	650	37	1.57	25	1.40	
Chão Ribeira								
(CR)	39.80	1.60	905	32	1.51	23	1.36	
Total	618.84							

## 5.1- Relação espécie-área intra-fragmento

Efectuaram-se dois níveis de análise, a análise intra-fragmento (utilizaram-se os valores observados para as plantas indígenas e aranhas em cada área) e a análise inter-fragmento (utilizaram-se os valores obtidos para o total de espécies indígenas no total dos fragmentos).

Iniciou-se a análise dos modelos de regressão pela avaliação dos coeficientes de determinação, de modo a quantificar-se o grau de associação linear entre as variáveis log-Área e log\_Sp\_plantas e log-Área e log\_Sp\_aranhas.

.Na tabela 5.2 apresentam-se os coeficientes de determinação e valores dos parâmetros  $a$  e  $z$  do modelo referido anteriormente.

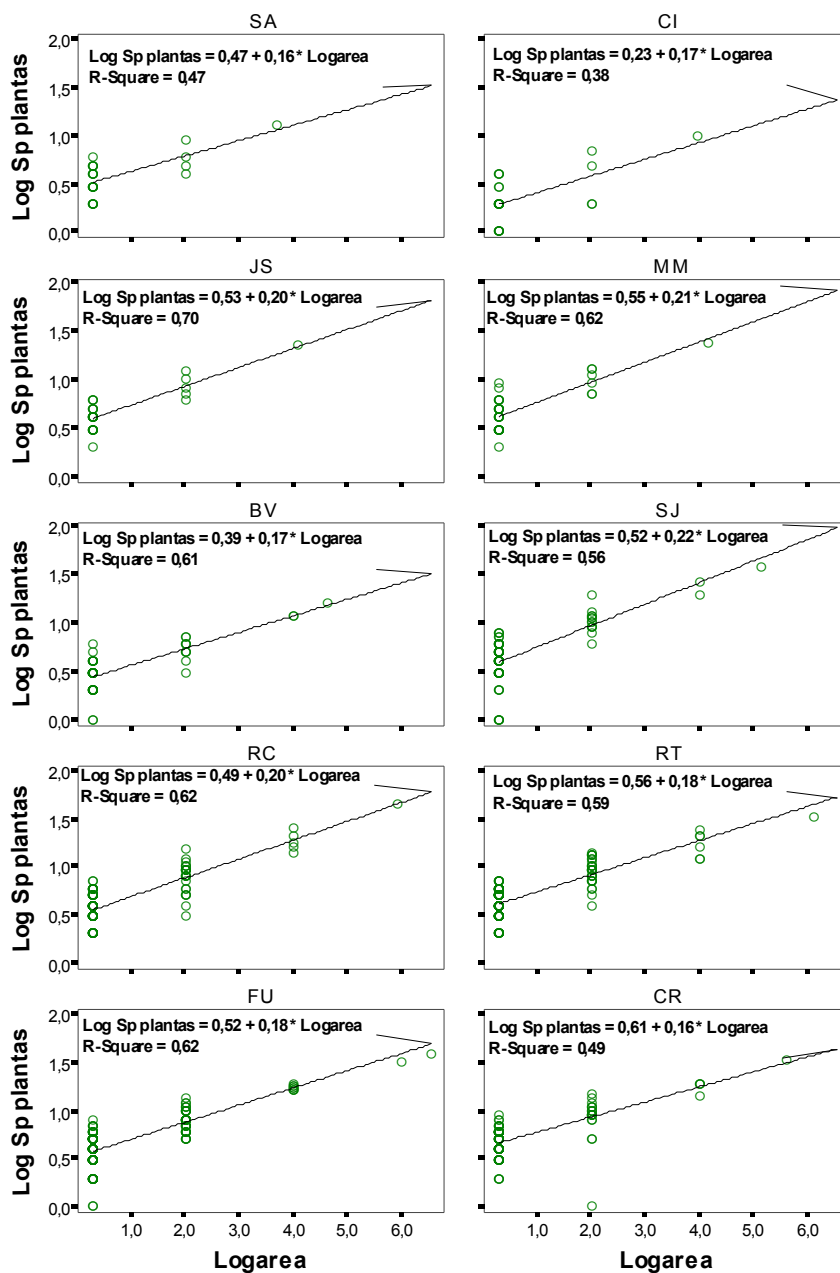
**Tabela 5.2:** Coeficientes de determinação e ANOVA obtidos para os modelos de regressão do log\_Área e log\_Sp\_Plantas e log\_Área e log\_Sp\_aranhas para cada fragmento e parâmetros  $a$  e  $z$  obtidos a partir da tabela dos coeficientes do modelo  $Log\_Sp\_plantas(Ind) = a + zLog\_Área$ ,  $Log\_Sp\_aranhas = a + zLog\_Área$  e teste t-Student.

<i>Taxon</i>	<i>Local</i>	<i>N</i>	<i>a</i>	<i>z</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>	<i>p</i>
<b>Plantas</b>	25	SA	0.467	0.160	0.470	< 0.001
	25	CI	0.232	0.174	0.376	< 0.001
	31	JS	0.532	0.196	0.705	< 0.001
	37	MM	0.550	0.209	0.617	< 0.001
	63	BV	0.388	0.171	0.610	< 0.001
	81	SJ	0.525	0.223	0.558	< 0.001
	156	RC	0.491	0.195	0.624	< 0.001
	187	RT	0.558	0.177	0.588	< 0.001
	250	FU	0.545	0.178	0.618	< 0.001
	125	CR	0.518	0.156	0.494	< 0.001
	980	Total	0.519	0.181	0.528	< 0.001
<b>Aranhas</b>	25	SA	0.335	0.251	0.520	< 0.001
	25	CI	0.229	0.238	0.519	< 0.001
	31	JS	0.204	0.211	0.604	< 0.001
	37	MM	0.255	0.255	0.522	< 0.001
	63	BV	0.194	0.209	0.532	< 0.001
	81	SJ	0.359	0.215	0.440	< 0.001
	156	RC	0.242	0.218	0.380	< 0.001
	187	RT	0.27	0.227	0.459	< 0.001
	250	FU	0.315	0.202	0.484	< 0.001
	125	CR	0.372	0.224	0.517	< 0.001
	980	Total	0.291	0.217	0.451	< 0.001

A tabela dos coeficientes e o teste t-Student (avalia se as minhas variáveis são iguais a zero) indicam que, em cada e no total dos fragmentos, os coeficiente a e z são significativamente diferentes de zero ( $p < 0.05$ ).

Os resultados indicam que os coeficientes de determinação revelam um bom ajustamento dos dados ao modelo linear, sendo todos os valores significativos ( $p < 0.05$ ).

Na figura 5.1 representam-se os gráficos relativos à REA intra-fragmento para as plantas indígenas. Apresentou-se o gráfico correspondente às aranhas no capítulo 3.



**Figura 5.1:** Gráficos relativos à REA intra-fragmento para as plantas indígenas.

Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) são todos significativos ( $p < 0.05$ ) e são considerados valores moderados a altos para as plantas e para as aranhas.

Para as plantas os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ;  $p < 0.05$ ) variam entre 0.376 (Centro de Inspeções) e 0.705 (Jardim da Serra) e para as aranhas os valores de ( $R^2$ ;  $p < 0.05$ ) variam entre 0.380 (Ribeira da Cruz) e 0.604 (Jardim da Serra).

## 5.2- Relação entre o número de espécies e a altitude

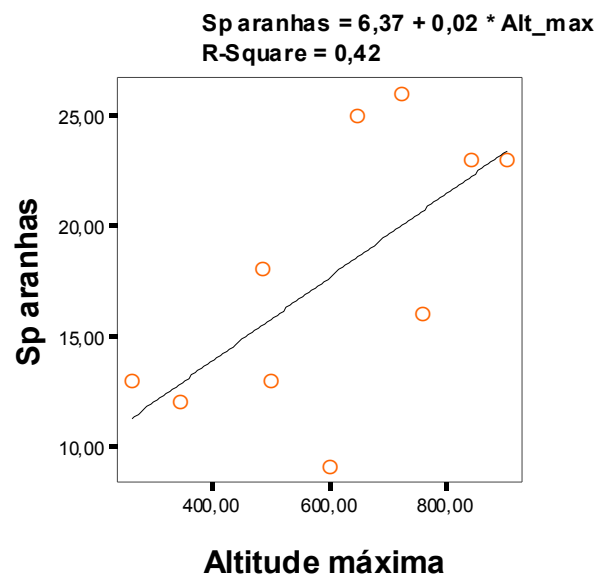
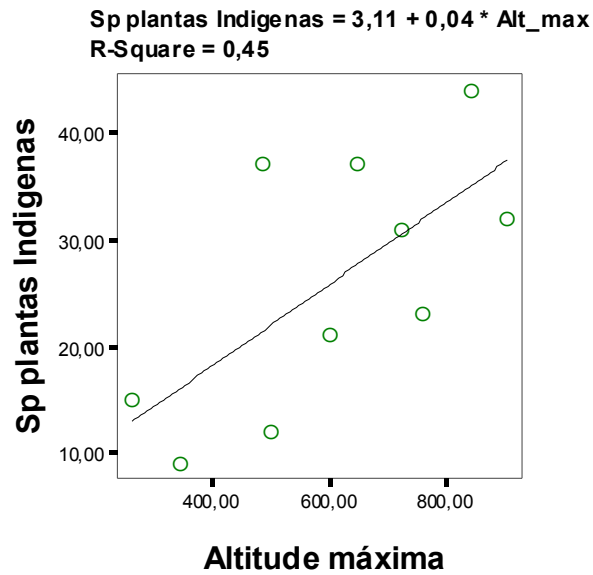
Na tabela 5.3 apresentam-se os resultados das regressões lineares e ANOVA da variação inter-fragmento do número de espécie de plantas indígenas e aranhas com a altitude para os fragmentos estudados (para efeitos de análise optou-se por utilizar a altitude máxima dos fragmentos).

Dada a reduzida variabilidade da altitude dentro de cada fragmento, não foram estimados modelos lineares intra-fragmentos de  $\log_{Sp}$ -plantas e  $\log_{Sp}$ -aranhas segundo a altitude máxima.

Na tabela 5.3 apresentam-se os valores dos coeficientes de determinação inerentes ao modelo que relaciona o número de espécies inter-fragmento com a altitude máxima dos mesmos.

**Tabela 5.3:** Variação do número de espécie de plantas indígenas com a altitude máxima segundo os fragmentos.

	<b>N</b>	<b>a</b>	<b>z</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
<b>Sp_plantas(Ind)</b>	10	3.114	0.038	0.452	0.033
<b>Sp_aranhas</b>	10	6.373	0.019	0.424	0.041



**Figura 5.2:** Variação do número de espécie de plantas indígenas e aranhas com a altitude máxima segundo os fragmentos.

Verifica-se que ao nível inter-fragmento, existe uma relação moderada entre a altitude e os dois *taxa* estudados, expressa pelos valores de correlação significativos ( $p < 0,05$ ) quer para as plantas ( $R^2 = 0,452$ ;  $p = 0,033$ ) quer para as aranhas ( $R^2 = 0,424$ ;  $p = 0,041$ ) (Tabela 5.3).

### 5.3- Parâmetros da equação espécie-área (c e z)

Analisa-se primeiramente a variação intra-fragmento dos valores dos parâmetros da equação espécie-área (c, z) e posteriormente procura-se perceber a relação entre estes parâmetros, o tamanho da área e a altitude dos diferentes fragmentos. Na tabela 5.4 apresentam-se os valores de R<sup>2</sup>, c e z, bem como os valores de área e altitude máxima de cada local.

**Tabela 5.4:** Comparação dos valores intra-fragmento de R<sup>2</sup>, c, z, área e altitude dos diferentes fragmentos em estudo.

		<b>c z</b> <b>(observados-indigenas)</b>					
<b>Plantas</b> <b>(indigenas)</b>							
Local	Área	z	c	a	R <sup>2</sup>	Altitude máxima	
Santana (SA)	0.50	0.16	2.93	0.47	0.543	500	
Centro inspecções (CI)	0.93	0.17	1.70	0.23	0.538	345	
Jardim da Serra (JS)	1.22	0.20	3.41	0.53	0.656	600	
Madalena Mar (MM)	1.50	0.21	3.55	0.55	0.644	760	
Boa Ventura (BV)	4.10	0.17	2.44	0.39	0.708	260	
São Jorge (SJ)	13.89	0.22	3.34	0.52	0.548	485	
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	0.20	3.10	0.49	0.568	845	
R <sup>a</sup> Tristão (RT)	132.20	0.18	3.62	0.56	0.584	725	
Funduras (FU)	340.00	0.18	4.15	0.62	0.646	650	
Chão Ribeira (CR)	39.80	0.16	3.11	0.49	0.613	905	
<b>Aranhas</b>							
Local	Área	z	c	a	R <sup>2</sup>	Altitude máxima	
Santana (SA)	0.50	0.25	2.16	0.34	0.520	500	
Centro inspecções (CI)	0.93	0.24	1.69	0.23	2.163	345	
Jardim da Serra (JS)	1.22	0.21	1.60	0.20	0.605	600	
Madalena Mar (MM)	1.50	0.25	1.80	0.26	0.522	760	
Boa Ventura (BV)	4.10	0.21	1.56	0.19	0.532	260	
São Jorge (SJ)	13.89	0.22	2.29	0.36	0.440	485	
R <sup>a</sup> Cruz (RC)	84.70	0.22	1.74	0.24	0.380	845	
R <sup>a</sup> Tristão (RT)	132.20	0.23	1.86	0.27	0.459	725	
Funduras (FU)	340.00	0.20	2.07	0.32	0.484	650	
Chão Ribeira (CR)	39.80	0.22	2.35	0.37	0.517	905	

### **5.3.1-Análise intra-fragmento dos parâmetros c e z**

A análise intra-fragmento dos valores de c e z verifica-se parece indicar que estes parâmetros não estão relacionados nem com a área nem com a altitude.

Os valores do parâmetro z variam para as plantas indígenas entre 0.16 (Santana e Chão da Ribeira) e 0.22 (São Jorge) e para as aranhas entre 0.20 (Funduras) e 0.25 (Santana).

Os valores de c obtidos para as plantas indígenas variam entre 1.70 (Centro de Inspeções) e 3.62 (Ribeira do Tristão), sendo estes valores mais elevados que os obtidos para as aranhas, 1.56 (Boaventura) e 2.35 (Chão da Ribeira).

### **5.3.2- Análise inter-fragmento dos parâmetros c e z**

Inicialmente analisa-se a variação inter-fragmento dos valores dos parâmetros da equação espécie-área (c, z) e posteriormente procura-se perceber a relação entre os parâmetros da equação espécie-área com o tamanho da área e a altitude dos diferentes fragmentos .

As diversas análises realizadas revelaram que os parâmetros c e z não se relacionam ao nível inter-fragmento, nem com a área nem com a altitude.

A análise de stepwise revelou que as variáveis área e altitude têm uma contribuição mínima sobre o c, não sendo significativa para o parâmetro z.

### **5.4- Correlação entre os dois taxa**

Iniciou-se a análise entre os dois taxa através da determinação dos coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas e de aranhas (tabela 5.5), para os quadrados de 10m<sup>2</sup>, ao nível intra-fragmento.

**Tabela 5.5:** Coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas e aranhas nos quadrados de 10m<sup>2</sup>.

	<b>N</b>	<b>R</b>	<b>p</b>
SA	4	-0.548	0.452
CI	4	0.344	0.656
JS	4	-0.367	0.543
MM	6	-0.02	0.97
BV	10	0.037	0.92
SJ	13	-0.16	0.602
RC	25	0.008	0.97
RT	30	0.225	0.232
FU	40	0.31	0.051
CR	20	-0.471	0.036

Não se apresentam os gráficos relativos aos modelos de regressão linear e distribuição conjunta, do número de espécies de plantas e de aranhas, em cada fragmento de 10 m<sup>2</sup>, visto os coeficientes encontrados apresentarem valores negativos nalguns locais e não serem significativos ( $p > 0.05$ ), na maioria dos fragmentos.

Os resultados (tabela 5.5) revelam que não existe correlacção entre os dois taxa em estudo ao nível intra-fragmento.

## 5.5- Análise inter-fragmento

### 5.5.1- Relação espécie-área

Iniciou-se análise inter-fragmento pela avaliação dos coeficientes de determinação, de modo a quantificar-se o grau de associação linear entre as variáveis Log-área e Log\_Sp\_plantas\_indígenas e Log-área e Log\_Sp\_aranhas.

Na tabela 5.1 apresentam-se os coeficientes de determinação e ANOVA obtidos para os modelos de regressão do log\_Área e log\_Sp\_Plantas/Log-Sp-aranhas para todos os 10 fragmentos estudados e os parâmetros a e z obtidos a partir da tabela dos coeficientes do modelo:  $Log\_Sp\_plantas\_indígenas = a + zLog\_Área$ ,

$$Log\_Sp\_aranhas = a + zLog\_Área .$$

**Tabela 5.1:** Coeficientes determinação e parâmetros a e z obtidos para os modelos de regressão do  $\log\_Área$  e  $\log\_Sp\_plantas(Ind)/Log-Sp-aranhas$  para os 10 fragmentos.

	N	a	z	R <sup>2</sup>	p
PLANTAS	10	1.18	0.19	0.672	0.001
ARANHAS	10	1.09	0.14	0.807	0.001

Na Figura 5.1 representam-se o gráficos relativos à REA inter-fragmento para as plantas indígenas. O gráfico inter-fragmento para as aranhas no capítulo ??, pois o número de aranhas total e indígenas é o mesmo.

Da análise dos modelos de regressão pela avaliação dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) apresentados na Tabela 5.1, verifica-se que os modelos são significativos ( $p < 0.05$ ) variando os valores de R<sup>2</sup> entre 0,672 para as plantas indígenas e de 0,807 para as aranhas.

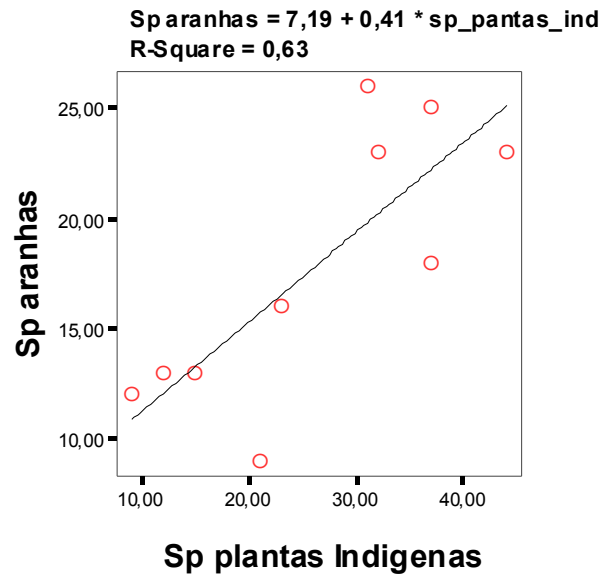
Estes resultados indicam que os modelos obtidos para a REA inter-fragmento se revelaram mais ajustados e adequados que os obtidos para a REA intra-fragmento, expressos pelos valores mais elevados de R<sup>2</sup>.

### 5.5.2- Correlação entre os dois taxa

Iniciou-se a análise da correlação inter-fragmento entre os dois taxa pela determinação dos coeficientes de correlação de Pearson entre o número de espécies de plantas indígenas e aranhas (tabela 5.8). Na figura 5.2 apresenta-se a representação gráfica da distribuição conjunta e modelos de regressão linear do número de espécies de plantas e de aranhas inter-fragmento.

**Tabela 5.8:** Coeficiente de correlação inter-fragmento entre o número de espécies de plantas indígenas e o número de espécies de aranhas.

		N sp aranhas
N sp plantas Indigenas	Pearson Correlation (R)	,792(**)
	p	,006
	N	10



**Figura 5.2:** Distribuição conjunta e modelos de regressão linear do modelo Sp\_plantas(Ind) e Sp-aranhas inter-fragmento.

Verifica-se a existência de uma associação alta ( $R^2 = 0.628$ ;  $p < 0.05$ ) entre o número de espécies de plantas e de aranhas ao nível inter-fragmento.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1- Considerando a análise relativa às espécies observadas (total de espécies e total de espécies indígenas)

#### 6.1.1- Relação espécie-área

As análises relativas à variação do número de espécies em função da área (tabela 3.2), mostram claramente a existência de uma relação espécie área para o ecossistema nativo da ilha da Madeira, a floresta Laurissilva, para os dois *taxa* estudados (plantas vasculares e aranhas). Os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) são todos significativos ( $p < 0.05$ ) e apresentam valores mais elevados para as plantas e valores mais baixos para as aranhas, o que poderá indicar um efeito área maior para as plantas do que para as aranhas.

Para as aranhas cerca de seis dos locais apresentaram um grau de associação alto e cinco um grau de associação moderado.

Estes resultados intra-fragmentos vêm ao encontro dos dados apresentados na teoria da biogeografia insular onde se preconiza o aumento do número de espécies com o aumento da área.

As análises realizadas no sentido de se perceber a variação do número de espécies inter-fragmento, para os dois *taxa*, evidenciaram uma forte relação entre o número de espécies e o aumento do tamanho da área quer para as plantas ( $R^2=0.742$ ;  $p < 0,05$ ), valores considerados altos, quer para as aranhas ( $R^2=0.809$ ;  $p < 0,05$ ), valores considerados muito altos.

Os modelos obtidos para a REA inter fragmento revelaram-se assim mais ajustados e adequados que os obtidos para a REA intra fragmento.

Os coeficientes de regressão permitem verificar que o aumento/diminuição do número de espécies depende do aumento/diminuição da área, e que estes aumentos/diminuições, são muito próximos quer se trate de plantas quer se trate de aranhas, pois os coeficientes são muito próximos.

Considerando a análise intra-fragmento, apenas com as espécies indígenas, as alterações de resultados implicaram apenas os dados inerentes às plantas, visto que, para as aranhas, se manteve o mesmo número de espécies utilizado para a análise dos totais de espécies. Assim, verificou-se uma ligeira descida no valor dos coeficientes de

determinação ( $R^2$ ), para as plantas, em especial para os dois fragmentos mais pequenos (Santana e Centro de Inspeções). Santana apresentava um valor de  $R^2=0.543$  na análise que incluía o total de espécies e apresenta um valor de  $R^2=0.470$  para a análise onde apenas se consideraram as plantas indígenas. O Centro de Inspeções apresentava um  $R^2=0.538$  para o total de espécies e apresenta um valor de  $R^2=0.346$  quando se consideram apenas as plantas indígenas.

### 6.1.2-Relação entre o número de espécies e a altitude

Não se encontrou uma relação entre a altitude e o número de espécies em cada fragmento (intra-fragmento), provavelmente devida à reduzida variabilidade, intra-fragmento, deste parâmetro. Note-se que a Laurissilva do Til se encontra, já por si, delimitada em termos de altitude, encontrando-se a sul entre os 700 e os 1500 metros e a norte entre os 300 e os 1300 metros. Por este facto não foram estimados os modelos lineares Log-Sp versus Log-área na análise intra-fragmento.

Entre os fragmentos (inter-fragmento) e no referente à **altitude**, não se encontrou relação evidente entre este factor e o aumento do número de espécies para os dois *taxa* estudados (tabela 3.3), pois, os valores de correlação revelaram-se não significativos ( $p>0.05$ ) quer para as plantas ( $R^2 = 0.35$ ;  $p=0.071$ ) quer para as aranhas ( $R^2 = 0.38$ ;  $p=0,057$ ). A altitude inter-fragmentos para os locais estudados variou entre os 165m<sup>2</sup> e os 905m<sup>2</sup>, no entanto a variação altitudinal intrafragmento revelou-se muito pouco significativa na maioria dos fragmentos de estudo, o que justifica a não adequação dos modelos de análise para as áreas de estudo.

Estes resultados parecem contradizer o gradiente altitudinal presente na ilha da Madeira, referido por vários autores, note-se no entanto, que os valores de altitude a que se referem os resultados correspondem às altitudes dos fragmentos restritos à Laurissilva do Til, logo não se entra em linha de conta com as altitudes totais da ilha, como acontece nos estudos onde se analisa o gradiente altitudinal.

Ao nível inter-fragmento e com base nas espécies indígenas encontrou-se uma ligeira relação entre os dois *taxa* e a altitude (figura 5.2).

### 6.1.3- Análise dos parâmetros da equação espécie-área (c e z)

#### Relação de z com a área

Da análise intra-fragmentos dos valores de z verifica-se que para as plantas os valores variam entre 0.17 e 0.23 e para as aranhas entre 0.20 e 0.25. Estes são valores curiosos pois encontram-se numa zona de transição entre os valores de z referenciados pela literatura para os continentes (0.13-0.18) e para as ilhas (0.25-0.33) (Rosenzweig, 1995). Segundo Rosenzweig (1995), o valor de z das curvas das áreas continentais provêm do maior número de habitats incluídos na área maior, para este autor as curvas das ilhas resultam do valor adicional inerente ao baixo valor das *taxas* de extinção nas ilhas com áreas grandes. Na Laurissilva da Madeira os fragmentos estudados apresentam-se rodeados por diferentes tipos de paisagem, desde os campos agrícolas, habitações, florestas introduzidas de eucalipto e pinhal, ou seja, a matriz que rodeia o ecossistema nativo é muito diferente do mar, este facto poderá explicar os valores de z obtidos.

Estes resultados sugerem que, para os fragmentos de floresta Laurissilva da Madeira, estamos na presença de “ilhas de habitat” ou seja, remanescentes de floresta nativa circundados por outros habitats muito alterados, quer pela presença de espécies exóticas, algumas com carácter infestante, quer pela enorme pressão humana. Note-se que nas ilhas, devido à limitação de área, a pressão resultantes da ocupação do espaço pelo Homem é muito elevada, sendo um problema acrescido, encontrarem-se mecanismos de conservação de áreas de ecossistema nativo. Designar-se uma área como resera natural implica nas ilhas, uma luta directa entre o Homem e as outras espécies por um espaço que, per si, é limitado.

Estes resultados, vêm também evidenciar, que é necessário muito cuidado quando se comparam os fragmentos a ilhas, e quando se assumem os valores de z para as ilhas como valores estanques.

A Comparação dos valores de z de cada uma das áreas (tabela 3.4) dos fragmentos estudados não evidencia uma relação precisa deste parâmetro com a área, pois os valores são todos muito próximos e semelhantes nos fragmentos de maiores e menores dimensões. Uma referência apenas ao facto dos três valores de z mais elevados se verificaram nos fragmentos mais pequenos.

Ao contrário do que acontece em verdadeiras ilhas, em que os valores de z são mais elevados entre as ilhas e mais baixos dentro de cada ilha, os valores de z obtidos para as

rectas inter-fragmentos (tabela 3.5) são valores típicos das zonas continentais nos dois *taxa* estudados (plantas (0.15) e aranhas (0.14)).

O facto de estarmos em presença de uma ilha de grandes dimensões, cujos fragmentos de habitat nativo se encontram circundados por uma matriz vegetal muito diferente do mar (o que os torna muito parecidos aos fragmentos continentais), será uma possível explicação para estes valores de *z*. Neste contexto, afirmar-se que os fragmentos de Laurissilva se comportam como *ilhas de habitat* parece uma opção justificada pelos resultados.

Estes resultados parecem evidenciar que os fragmentos estudados não são ilhas no sentido biogeográfico porque o *z* de cada fragmento ( cada ilha) é mais elevado do que os *z* obtidos pela comparação entre os fragmentos ( entre as ilhas). Os resultados da análise de *z*, considerando apenas as espécies indígenas, também revelaram uma não relação deste parâmetro com a área.

### **Relação de *c* com a área**

Analisando os resultados intra-fragmentos verifica-se que os valores de *c* obtidos para as plantas são mais elevados relativamente aos valores obtidos para as aranhas.

Sendo *c* o parâmetro da REA geralmente associado à diversidade local, estes resultados permitem inferir, uma vez que se mantiveram as unidades de medida nos dois *taxa*, em todas as áreas, que na Laurissilva a diversidade de plantas é maior do que a de aranhas em cada local de amostragem.

Quanto aos valores de *c* inter-fragmento (tabela 3.6) estes revelaram-se mais elevados para as plantas ( $c=20.84$ ) do que para as aranhas ( $c=12.24$ ). Estes valores estão em concordância com os valores obtidos na análise intra-fragmento deste parâmetro, e permitem concluir que a diversidade local de plantas é superior à diversidade local de aranhas para o ecossistema nativo estudado.

Procurou-se saber se os parâmetros *z* e *c* estariam relacionados com a área, no entanto, os modelos de regressão de *z* e *c* não se adequaram aos dados (tabela 5.5), sendo que, os valores de  $R^2$  foram muito baixos, não se podendo portanto explicar a variação de *c* e *z* com a área. Os resultados evidenciam que não há uma relação de *c* e *z* com a área. Os modelos de regressão de *z* e *c* à custa de log-área não se adequaram aos dados.

Os resultados da análise de *c*, considerando apenas as espécies indígenas, também revelaram uma não relação deste parâmetro com a área. Era de esperar que o *c* das áreas

maiores tivessem valores mais elevados, assim os valores de  $c$  obtidos parecem evidenciar que possivelmente existe uma grande conectividade entre os fragmentos de Laurissilva estudados.

### **Relação de $z$ e $c$ com a altitude**

Analisando a altitude de cada área com os valores de  $z$  obtidos, ao nível intra-fragmento, não se encontrou uma relação deste parâmetro com a altitude, o que evidencia que a *taxa* de entrada de espécies não varia com altitude para os fragmentos estudados.

A altitude também parece não influenciar o parâmetro  $c$  ao nível intra-fragmento.

Da análise dos coeficientes de determinação (tabela 3.7) verifica-se que o modelo para prever  $z$  à custa da altitude máxima não é adequado, nem ajustado, pois os valores de determinação são muito baixos e não significativos ( $p > 0.05$ ).

Quanto à relação de  $c$  com a altitude (tabelas 3.7 e 3.8), registou-se um coeficiente de determinação próximo de 0,5 ( $R^2 = 0.473$ ;  $p = 0.028$ ), para as plantas, o que resulta num modelo linear ajustado aos dados. Estando o parâmetro  $c$  associado à diversidade local, este facto parece evidenciar, um aumento da diversidade de plantas com a altitude.

Para as aranhas o modelo não é ajustado nem adequado (tabela 3.7), ou seja não se pode afirmar que  $c$  varia para este *taxon* com a altitude.

Em suma a altitude parece não afectar o valor de  $z$  nos dois *taxa*, mas afecta ligeiramente o valor de  $c$  para o *taxon* plantas.

#### **6.1.4- Correlação entre os dois *taxa***

Analisou-se a correlação intra-fragmento entre os dois *taxa*, para os quadrados de 10 m<sup>2</sup> e os resultados evidenciaram que os dois *taxa* estudados não estão correlacionados ao nível, quer para os dados totais quer para as espécies indígenas.

Ao nível inter-fragmento, e para a análise do total de espécies observadas, os resultados evidenciaram uma correlação entre os dois *taxa* ( $R^2 = 0.595$ ,  $p < 0.05$ ). Para a correlação inter-fragmento, entre os dois *taxa*, com base nas espécies indígenas, obteve-se um valor ainda mais elevado de correlação ( $R^2 = 0.792$ ,  $p < 0.05$ ).

Estes resultados podem explicar-se, pelo facto de ao nível inter-fragmento se utilizarem as áreas totais dos fragmentos, o que aumenta o número de espécies dos dois *taxa* identificados .

Borges (2003) num estudo sobre a relação existente entre a riqueza específica local e regional de aranhas construtoras de teias nas pastagens dos Açores, conclui que para as ilhas oceânicas a riqueza local de espécies parece ser controlada principalmente por processos regionais como a evolução (especiação) e os padrões de colonização e extinção.

No caso da floresta nativa da Madeira, os resultados demonstram por um lado uma moderada correlação das aranhas com a área e por outro que a altitude parece não interferir no número de espécies do *taxon*. Estudos mais abrangentes seriam interessantes no sentido de se estabelecer um padrão de distribuição para a totalidade da ilha e não apenas o modo de distribuição das espécies no ecossistema nativo.

Note-se que ambos os arquipélagos têm origem semelhante no que diz respeito ao vulcanismo (com a ressalva de que o vulcanismo que originou a ilhas dos Açores é vulcanismo inter-placa tectónica associado à Dorsal Média Atlântica e o vulcanismo que originou a ilha da Madeira, é um vulcanismo intra-placa tectónica comumente designado por Ponto Quente), e que estudos adicionais seriam necessários para se determinar o padrão de distribuição deste *taxon* na ilha da Madeira.

## **6.2-Relação espécie-área com base nos valores estimados para o total de espécies observadas**

### **6.2.1- Relação espécie-área**

Ao nível intra-fragmento os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para os valores estimados, são todos significativos ( $p < 0.05$ ) e são considerados para alguns fragmentos valores muito altos (0.81-1) e para outros altos (0.49-0.79), para os dois *taxa* estudados. Note-se que para os valores observados os coeficientes de determinação variavam entre os valores moderados a altos. O uso do estimador veio reforçar a existência de uma relação espécie área entre os dois *taxa* estudados.

### **6.2.2- Relação entre o número de espécies estimadas e a altitude**

Para o *taxon* plantas, à semelhança dos valores observados, verificou-se uma correlação entre o aumento do número de espécies e a altitude ( $R^2=0,49$ ), no entanto, os resultados parecem indicar que a variação do número de espécies, quer estimados por Log Jackknife quer para os valores observados, dependem sobretudo da área de cada fragmento.

### **6.2.3- Análise dos parâmetros da equação espécie-área (c e z)**

#### **Relação de z com a área**

Da análise intra-fragmentos dos valores de z, obtidos por observação e estimação (Jackknife 2), verifica-se que os valores estimados se revelam mais elevados do que os valores observados e aproximam-se muito dos valores referenciados pela literatura para as ilhas, onde os valores de z se encontram entre 0.25-0.33 (Rosenzweig, 1995).

Para as plantas os valores de z variam entre 0.20 e 0.30 e para as aranhas entre 0.26 e 0.37, sendo que os valores que não se encontram neste intervalo se encontram no limite inferior (abaixo de 0.25) para as plantas e superior para as aranhas (acima de 0.35).

O uso de estimadores revelou uma maior aproximação dos resultados aos valores esperados, referenciados pela bibliografia, no que se refere ao padrão de distribuição de espécies em ilhas, assim, enquanto que, com os resultados a partir dos valores observados, os valores de z se encontravam mais próximos dos valores continentais, com o uso dos estimadores obtêm-se valores típicos das ilhas.

Estes valores de z revelam-se superiores aos obtidos a partir dos dados observados, estando para a maioria dos fragmentos, e para os dois *taxa*, claramente dentro dos valores descritos para as ilhas (0.25-0.33) por Rosenzweig (1995).

Para a flora vascular, as exceções aos valores referenciados pela literatura verificam-se para os fragmentos Chão da Ribeira (0.20), Ribeira do Tristão (0.22), Boaventura e Funduras (0.24), com um valor de z inferior a 0.25. É curioso notar que estes valores se encontram na transição entre os valores referenciados pela literatura para as ilhas e continentes.

Para o *taxon* aranhas os valores que saiem do intervalo esperado apresentam valores superiores a 0.33 e correspondem aos fragmentos Santana (0.35), Jardim da Serra e Madalena do Mar (0.37).

Ao nível inter-fragmento os modelos de regressão obtidos por estimação (Jackknife 2) de  $z$  e  $c$  à custa da área não se revelaram adequados aos dados, tal qual havia acontecido para os valores inter-fragmentos observados, pois obtiveram-se percentagens de explicação ( $R^2$ ) muito pequenas.

### **Relação de $c$ com a área**

No que se refere aos valores de  $c$  obtidos por estimação, verifica-se que para as plantas variam entre 2.34 no Centro de Inspeções e 4.05 no Chão da Ribeira, sendo mais elevados relativamente aos valores obtidos para as aranhas, 1.52 no Jardim da Serra e 2.27 no Chão da Ribeira. A Comparação da dimensão de cada uma das áreas com os respectivos valores de  $c$  parece evidenciar que o valor de  $c$  não é influenciado pelo tamanho da área, pois os valores deste parâmetro nas áreas maiores e menores é semelhante.

### **Relação de $c$ e $z$ com a altitude**

Quanto à altitude, os baixos coeficientes de determinação para o parâmetro  $z$  e para o  $c$  das aranhas (inferiores a 0,2) permitem inferir que não existe uma relação entre este factor e os parâmetros analisados.

### **6.2.4- Correlação entre os dois *taxa***

Os resultados (tabela 4.4) dos coeficientes de correlação, obtidos pelos valores estimados, para os quadrados de 10m<sup>2</sup>, revelaram que não existe correlação entre os dois *taxa*.

## 7 CONCLUSÃO

O estudo da Relação espécie-área intra e inter-fragmento de habitat nativo da ilha da Madeira realizou-se com base na amostragem de 10 fragmentos de Laurissilva da Madeira. A selecção dos fragmentos foi morosa e difícil devido ao facto da floresta nativa da Madeira se encontrar altamente fragmentada, em particular a sul da ilha. Para a maioria das áreas recorreu-se ao uso de GPS e dos Sistemas de Informação Geográfica para o cálculo e desenho dos fragmentos de estudo. A análise realizada aos dados obtidos permite concluir que:

- 1- Relativamente à caracterização da relação espécie-área intra e inter-fragmentos da floresta Laurissilva verifica-se a existência de uma relação espécie-área intra e inter-fragmento para este ecossistema nativo. De um modo geral verifica-se que os valores da REA intra-fragmento não são superiores aos valores da REA inter-fragmento.
- 2- A riqueza específica dos quadrados de amostragem de pequenos e grandes fragmentos parece ser semelhante. Os valores de  $c$  obtidos não são significativamente diferentes de fragmento para fragmento.
- 3- Os valores dos parâmetros da relação espécie-área variam de *taxon* para *taxon*. Para as plantas os valores do parâmetro  $c$  são relativamente mais elevados do que para as aranhas. Os valores de  $z$  são mais baixos para as plantas e mais elevados para as aranhas.
- 4- Parece não existir correlação da diversidade específica entre os dois *taxa* em estudo.
- 5- A relação espécie-área aplica-se aos grandes e ao somatório dos pequenos fragmentos de habitat nativo.
- 6- Um maior conhecimento da flora e vegetação indígena e endémica da Madeira conduz a uma maior compreensão do funcionamento ecológico destas comunidades.

## **8 PERSPECTIVAS FUTURAS**

- 1- Aprofundar o estudo da REA no ecossistema nativo (recorrer, por exemplo, ao estudo de mais um grupo taxonómico).
- 2- Analisar a composição específica da matriz circundante dos fragmentos, tentando perceber, com maior clareza, quais os factores que condicionam a distribuição de espécies neste ecossistema.

## 9 BIBLIOGRAFIA

- Andel, J. V., Aronson J. (2006) Restoration Ecology: the new frontier. *Blackwell publishing*. UK.
- Barrientos, J. A. (1988) Bases para un curso práctico de Etomología. *Asociación Española de Entomología*.
- Barrientos, J. A. (2004) II Curso Práctico de Aracnología. Centro Educativo de Medio Ambiente de la Caja de Ahorros del Mediterráneo - CEMACAM. *Grupo Ibérico de Aracnología*. Murcia. Septiembre- Octubre, 2004.
- Borges, P. A. V., (1988) Acerca dos Métodos de Captura de Coleópteros (Insecta, Coleoptera) Utilizados nos Açores. *Casa da Cultura de Ponta Delgada*.
- Borges, P. A. V. & Brown, V. K. (1999) Effect of island geological age on the arthropod species richness of Azorean pastures. *Biological Journal of the Linnean Society*.
- Borges, P. A. V., (2003) Relationship between local and regional species in azorean pasture arthropods. *Acta Entomológica Ibérica e Macaronésica*, 1:37-50.
- Capelo, J., M. Sequeira, R. Jardim & J.C: Costa. (2004) Guia da Excursão Geobotânica dos V Encontros ALFA 2004 à ilha da Madeira. *Quercetea*.
- Capelo, J. (2003) Conceitos e Metodologias da Fitossociologia. Estação Florestal Nacional. *Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais*.
- Carrascal, L. M. & Palomino, D. (2002) Determinantes de la riqueza de especies de aves en las islas Selvagem y Canarias. *Ardeola* 49.
- Climaat\_II (2006) Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos. FEDER-INTERREG\_IIIB-Açores, Madeira e Canárias (03/MAC/2,3/A5). *Direcção Regional do Ambiente. Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais da RAM*.
- Colwell, R. K. (2006) EstimateS 8.0 User's Guide. *Department of Ecology & Evolutionary Biology*, University of Connecticut. USA.
- Cardoso, P. (2004) The Use of Arachnids (class Arachnida) in Biodiversity Evaluation and Monitoring of Natural Areas. Tese de Doutoramento em Biologia. Departamento de Biologia Animal. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa.
- Jardim, R. & Francisco, D. (2000) Flora Endémica da Madeira. *Múchia publicações*. 1ª edição.

- Jardim, R. (2003) Florestas indígenas da ilha da Madeira. 50 anos a servir a floresta - comemorações dos 50 anos de actividade florestal. *Edição Direcção Regional de Florestas*. Madeira.
- Jardim, R. & Francisco, D. (2005) Flores da Ilha da Madeira. *Livos e Livros*.
- Kocher, S. D. & Williams, E. H. (2000) The diversity and abundance of North American butterflies vary with habitat disturbance and geography. *Journal of Biogeography*, 27.
- Mac Arthur, Robert. H. & Wilson, E. O. (1967) The Theory of Island Biogeography. *Princeton university Press*. Princeton, New Jersey.
- Magurran, A. E. (2004) Measuring Biological Diversity. *Blackwell Publishing company*.
- Maroco, J. (2003) Análise estatística – com utilização do SPSS. Edições Sílabo. Lisboa.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-Being, Biodiversity synthesis. *World Resources Institute*.
- Nagendra, H. & M. Gadgil. (1999) Biodiversity assessment at multiple scales: Linking remotely sensed data with fiels information. *Proc. Natl. Acad. Sci USA*, 96, pp. 9154-9158.
- Neves, H. C., Valente, A. V., Faria, B. F., Silva, I. G., Marques, J. C., Gouveia, N. A., Silva, P. G. & Oliveira, P. J. (1996) Laurissilva da Madeira. Caracterização Quantitativa e Qualitativa. *Parque Natural da Madeira*. Funchal.
- Newmark, W. D. (1986) Species-area relationship and determinants for mammals in Wester North American National parks. *Biological Journal of the Linnean Society*, 28.
- Pereira, H., G. C. Daily, and J. Roughgarden. (2003) A framework for assessing the relative vulnerability of species to land-use change. *Ecological Applications* In press
- Pestana, H. P., Gageiro, J. N. (2005) Análise de dados para ciências sociais. A complementaridade do SPSS. *Edições Silabo*. Lisboa.
- Prada, S. N., Silva, M. O. (2001) Fog precipitation on the island of Madeira (Portugal). *Environmental Geology*.
- Prada, S. N., Silva, M. O., Cruz, J. V. (2005) Groundwater behavior in Madeira, volcanic island (Portugal). *Hidrogeology Journal*.
- Press, J. R & M. J. Short. (1994) Flora of Madeira. HMSO. London.
- Primack, R. B. (2002) Essentials of conservation biology. Sinauer associates, inc. publishers. *Sunderland*, Massachusetts. U.S.A. Third edition.

Ricklefs, R. E. & Lovette, I. J. (1999) The roles of island area *per se* and habitat diversity in the species-area relationships of four Lesser Antillean faunal groups. British Ecological Society. *Journal of Animal Ecology*, 68.

Rosenzweig, M. L. (1995) Species diversity in space and time. *Cambridge University Press*, UK.

Shaw, P. J. A. (2003) Multivariate Statistics for the Environmental Sciences. *Schol of Sciencs*, University of Surrey Roehampton. UK.

Worten. W. B. (1996) Comunity composition and nested-subset analyses: basic decriptors for community ecology. *Oikos* 76: 417-426.

Wunderlich, J. (1987) The Spiders of the Canary Islands and Madeira. Adaptative Radiation, Biogeography, Revisions and descriptions of New Species. *Tryops*. FR Germany.

Wunderlich, J. (1991) The Spider Fauna of the Macaronesian Islands. Taxonomy, Ecology, Biogeography an Evolution. *Beitraege Araneologie*, vol. 1 and vol. 4 (1994).

Wunderlich, J. 1997. Die Schonsten spinnen Europas. *Fauna-Verlag*

Anexo 1

Lista de espécies de plantas

Família	Especie	Distribuição	Fragmentos										
			SA	CI	JS	MM	BV	SJ	RC	RT	FU	CR	
<b>Pteridófitos</b>													
Adiantaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	I							X				
Adiantaceae	<i>Adiantum hispidulum</i> Sw.	E									X		
Adiantaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C.Presl	E						X			X		
Adiantaceae	<i>Adiantum reniforme</i> L.	I						X					
Aspleniaceae	<i>Asplenium hemionitis</i> L.	I							X	X	X		
Aspleniaceae	<i>Asplenium monanthes</i> L.	I							X				
Aspleniaceae	<i>Asplenium onopteris</i> L.	I			X				X	X	X	X	
Athyriaceae	<i>Diplazium caudatum</i> (Cav.) Jermy	I				X		X	X	X	X	X	
Athyriaceae	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	I	X					X					
Blechnaceae	<i>Blechnum spicant</i> (L.) Roth	I						X			X	X	
Blechnaceae	<i>Doodia caudata</i> (Cav.) R. Br.	E									X	X	
Blechnaceae	<i>Woodwardia radicans</i> Sm.	I	X					X		X	X		
Cyatheaceae	<i>Sphaeropteris cooperi</i> (Hook. & F. v. Muell.) T	E									X		
Davalliaceae	<i>Davallia canariensis</i> (L.) Sm.	I		X				X	X	X	X	X	
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	I	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
Dryopteridaceae	<i>Arachniodes webbianum</i> (A. Braun) Schelpe	M						X	X	X	X		
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris affinis</i> (Lowe) Fraser-Jenk.	I										X	
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris aitoniana</i> Pic. Serm.	M				X	X	X	X	X	X	X	
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris maderensis</i> Alston	M						X	X	X	X		
Dryopteridaceae	<i>Polystichum setiferum</i> (Forssk.) Woytn.	I							X		X	X	
Equisetaceae	<i>Equisetum telmateia</i> Ehrh.	I	X										
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes speciosum</i> Willd.	I							X			X	
Pteridaceae	<i>Pteris incompleta</i> Cav.	I						X	X	X	X	X	
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp	I										X	
Thelypteridaceae	<i>Stegnogramma pozoi</i> (Lag.) K. Iwats.	I	X								X		
<b>Espermatófitos</b>													
Aceraceae	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	E							X		X	X	
Apiaceae	<i>Torilis arvensis</i> (Huds.) Link	I		X									
Apocynaceae	<i>Vinca major</i> L.	E		X		X	X	X					
Aquifoliaceae	<i>Ilex canariensis</i> Poir.	MAC					X		X		X		
Aquifoliaceae	<i>Ilex perado</i> Aiton subsp. perado	M			X							X	
Araceae	<i>Arisarum vulgare</i> Targ.-Tozz.	I		X									
Araceae	<i>Arum italicum</i> Mill. subsp. canariensis (Webb & B.	MAC			X	X							
Araliaceae	<i>Hedera maderensis</i> K. Koch. ex A. Rutherf. sub	M	X	X	X		X	X		X	X		
Asteraceae	<i>Ageratina adenophora</i> (Spreng.) R. King. & H.	E			X	X		X	X	X	X		
Asteraceae	<i>Ageratina riparia</i> (Regel) R. King. & H. Rob.	E						X			X		
Asteraceae	<i>Carduus squarrosus</i> (DC.) Lowe	M							X				
Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	E							X				
Asteraceae	<i>Galactites tomentosa</i> Moench	I		X	X	X		X	X				
Asteraceae	<i>Helichrysum melaleucum</i> Rchb. ex Holl	M			X	X							
Asteraceae	<i>Pericallis aurita</i> (L. Hér.) B. Nord.	M							X	X	X		
Asteraceae	<i>Senecio mikanoides</i> Otto ex Walp.	E		X									
Asteraceae	<i>Sonchus fruticosus</i> L. f.	M							X				
Begoniaceae	<i>Begonia minor</i> Jack.	E								X			
Brassicaceae	<i>Erysimum bicolor</i> (Hornem.) DC.	MAC						X					

Campanulaceae	Campanula erinus L.	I						X						
Caprifoliaceae	Lonicera etrusca Santi	I			X	X								
Caprifoliaceae	Sambucus lanceolata R. Br.	M				X		X						
Clethraceae	Clethra arborea Aiton	M	X			X		X		X	X	X	X	
Commelinaceae	Commelina sp.	E		X										
Commelinaceae	Tradescantia fluminensis Vell.	E	X											
Crassulaceae	Aeonium glutinosum (Aiton) Webb & Berthel.	M		X	X			X						
Crassulaceae	Aichryson divaricatum (Aiton) Praeger	M						X	X					X
Crassulaceae	Crassula multicava Lem.	E						X						
Crassulaceae	Umbilicus rupestre (Salisb.) Dandy	I				X			X					
Cyperaceae	Carex divulsa Stokes	I				X	X		X	X	X	X	X	X
Ericaceae	Erica platycodon (Webb & Berthel.) Rivas Mart.	M			X	X		X	X	X	X	X	X	X
Ericaceae	Vaccinium padifolium Sm.	M	X		X			X	X	X	X	X	X	X
Euphorbiaceae	Euphorbia mellifera Aiton	MAC				X								
Fabaceae	Bituminaria bituminosa (L.) C. H. Stirt.	I							X					
Fabaceae	Cytisus scoparius (L.) Link	E			X									
Fabaceae	Teline maderensis Webb & Berthel.	M							X					
Geraniaceae	Geranium palmatum Cav.	M							X					
Geraniaceae	Geranium purpureum Vill.	I				X								
Geraniaceae	Geranium robertianum L.	I							X					
Globulariaceae	Globularia salicina Lam.	MAC						X						
Hypericaceae	Hypericum glandulosum Aiton	MAC				X		X						
Iridaceae	Croscomia x croscomiflora (G. Nicholson) N. E	E	X			X	X	X						
Lamiaceae	Bystropogon punctatus L Hér.	M							X					X
Lamiaceae	Calamintha sylvatica Bromf. subsp. ascendens (	I			X									
Lamiaceae	Cedronella canariensis (L.) Webb & Berthel.	MAC				X		X	X	X	X	X	X	X
Lamiaceae	Clinopodium vulgare subsp. arundanum (Boiss.	I									X			
Lamiaceae	Origanum vulgare subsp. virens (Hoffmanns. &	I			X									
Lamiaceae	Siderites candicans Aiton var candicans	M							X					
Lamiaceae	Stachys ocymastrum (L.) Briq.	I							X					
Lamiaceae	Teucrium betonicum L Hér.	M			X									
Lauraceae	Apollonias barbujana (Cav.) Bormm.	MAC						X	X					
Lauraceae	Laurus novocanariensis Rivas Mart., Lousã, Fer	MAC		X	X	X	X	X	X	X	X	XX	X	
Lauraceae	Ocotea foetens (Aiton) Baill.	MAC	X		X			X	X	X	X	X	X	
Lauraceae	Persea indica (L.) Spreng.	MAC	X			X			X	X	X	X	X	
Liliaceae	Agapanthus praecox Willd. subsp. orientalis (F.	E	X											
Liliaceae	Allium triquetrum L.	E			X									
Liliaceae	Asparagus asparagoides (L.) Druce	E		X										
Liliaceae	Semele androgyna (L.) Kunth	MAC						X	X	X	X	X	X	
Liliaceae	Smilax canariensis Brouss. ex Willd.	MAC							X					
Liliaceae	Smilax pendulina Lowe	M											X	
Myricaceae	Myrica faya Aiton	I			X		X	X	X	X	X	X	X	X
Myrtaceae	Myrtus communis L.	I						X						
Oleaceae	Jasminum odoratissimum L.	MAC								X				
Orchidaceae	Gennaria diphylla (Link) Parl.	I								X				
Oxalidaceae	Oxalis pes-caprae L.	E		X	X									
Pinaceae	Pinus pinaster Aiton	E			X									
Pittosporaceae	Pittosporum undulatum Vent.	E		X			X			X	X			
Poaceae	Brachypodium sylvaticum (Huds.) P. Beauv.	I		X	X		X	X		X				
Poaceae	Festuca donax Lowe	M			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Polygonaceae	Rumex maderensis Lowe	MAC								X				
Polypodiaceae	Polipodium macaronesicum A. E. Bobrov	I											X	X
Rhamnaceae	Rhamnus glandulosa Aiton	MAC											X	X
Rosaceae	Eriobotrya japonica (Thunb.) Lindl.	E						X						

Rosaceae	<i>Fragaria vesca</i> L.	I				X					X	X
Rosaceae	<i>Rubus bollei</i> Focke	MAC			X	X	X	X	X	X	X	X
Rosaceae	<i>Rubus grandifolius</i> Lowe	M	X						X			
Rosaceae	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	E				X	X	X	X	X	X	X
Rubiaceae	<i>Phyllis nobla</i> L.	MAC							X	X	X	
Rubiaceae	<i>Rubia agostinhoi</i> Dans & P. Silva	I		X					X	X	X	X
Ruppiaceae	<i>Ruscus streptophyllus</i> P. F. Yeo	M						X	X	X	X	X
Salicaceae	<i>Salix canariensis</i> C. Sm. ex Link	MAC					X					
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia hirta</i> Lowe	M				X					X	
Scrophulariaceae	<i>Sibthorpia peregrina</i> L.	M	X		X	X		X	X	X	X	X
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	E						X				
Solanaceae	<i>Solanum mauritianum</i> Scop.	E	X	X								
Solanaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	I										
Urticaceae	<i>Urtica morifolia</i> Poir.	MAC						X				
Violaceae	<i>Viola odorata</i> L. subsp. <i>maderensis</i> (Lowe) G. K	I								X		X
Zingiberaceae	<i>Hedychium gardnerianum</i> Sheppard ex Ker Gaw	E					X					

<b>Abreviaturas:</b>	
<b>MAC</b>	<b>Endémica Macaronésia</b>
<b>MAC</b>	<b>Endémica da Madeira</b>
<b>I</b>	<b>Indígena</b>
<b>E</b>	<b>Exótica</b>

## ANEXO 2

### Lista de espécies de aranhas

Família	Espécie	Fragmentos									
		SA	CI	JS	MM	BV	SJ	RC	RT	FU	CR
Araneidae	Araniella sp.				X						
Araneidae	Cyclosa maderiana							X			X
Araneidae	Cyclosa sp.							X			
Araneidae	Mangora sp.									X	
Araneidae	Neoscona crucifera							X	X		X
Clubionidae	Clubiona decora		X	X			X	X	X	X	X
Corinnidae	Liophrurillus flavitarsis		X								
Dictynidae	Lathys affinis				X	X	X	X	X	X	X
Dictynidae	Nigma puella		X								
Linyphiidae	Ceratinopsis infuscata									X	X
Linyphiidae	Entelecara schmitzi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Linyphiidae	Frontinellina dearmata			X	X			X	X		X
Linyphiidae	Microlinyphia johnsoni		X			X	X	X	X	X	X
Linyphiidae	Tenuiphantes tenuis				X		X	X	X	X	X
Lycosidae	Pardosa proxima				X	X				X	
Mimetidae	Ero aphana	X	X			X	X	X	X	X	X
Mimetidae	Ero sp.	X						X		X	
Miturgidae	Cheiracanthium albidulum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Mysmenidae	Trogloneta madeirensis							X	X		
Philodromidae	Philodromus insulanus						X	X	X		X
Philodromidae	Philodromus sp.	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Pholcidae	Pholcus parvus						X				
Salticidae	Macaroeris cata								X		
Salticidae	Macaroeris diligens						X				X
Salticidae	Macaroeris sp.	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Tetragnathidae	Metellina sp.	X			X	X	X	X	X	X	X
Tetragnathidae	Tetragnatha obtusa	X							X		X
Theridiidae	Achaearanea acorensis									X	
Theridiidae	Dipoenata longitarsis								X	X	
Theridiidae	Echinotheridion gibberosum	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Theridiidae	Episinus maderianus	X				X	X	X	X	X	X
Theridiidae	Macaridion barreti	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Theridiidae	Neottiura herbigrada				X		X		X	X	
Theridiidae	Paidiscura orotavensis	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Theridiidae	Romphaea sp.		X							X	
Theridiidae	Rugathodes madeirensis	X			X		X	X	X	X	X
Theridiidae	Theridion melanurum								X		
Theridiidae	Theridion sp.									X	
Thomisidae	Misumena spinifera							X	X	X	X
Thomisidae	Xysticus sp.				X						
Uloboridae	Hyptiotes sp.								X		X