

Universidade dos Açores

Departamento de Ciências Agrárias

***Padrões de distribuição dos briófitos dos Açores
em diferentes escalas: contributo para a
conservação de espécies ameaçadas.***



Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza

Adalberto Borges Couto

Angra do Heroísmo

Abril 2010

Universidade dos Açores
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÁRIAS

*Padrões de distribuição dos briófitos dos Açores em
diferentes escalas: contributo para a conservação de
espécies ameaçadas.*

**Dissertação apresentada na Universidade dos Açores, para
obtenção do grau de Mestre em Gestão e Conservação da
Natureza**

Elaborado por:

Adalberto Borges Couto

Orientado por:

Professora Rosalina Gabriel

Professor Paulo A. V. Borges

Angra do Heroísmo

Abril 2010

RESUMO

O presente trabalho constitui uma avaliação ao estado de protecção dos Briófitos na Ilha Terceira, contribuindo como uma indicação para futuras medidas de conservação, fornecendo também uma ferramenta eficaz para futuras avaliações em outras ilhas.

Na introdução são apresentadas algumas noções de biodiversidade, de extinção e de raridade, enquadrando os briófitos. Para tal, é descrita esta divisão, tal como as suas classes, musgos, hepáticas e antocerotas, sendo feita ainda uma abordagem à sua presença nos Açores.

Tendo como objectivo principal avaliar se as zonas protegidas são eficazes na protecção de briófitos com estatuto de protecção, verificando se para os briófitos da Ilha Terceira existe uma relação interespecífica positiva entre a abundância (i.e., número médio de populações por transecto) e a distribuição (número de transectos), assim como a uma escala regional com a relação interespecífica positiva entre a distribuição nas ilhas e a distribuição no arquipélago.

No final deste trabalho fica demonstrado que as zonas que actualmente protegem de alguma forma a natureza adequam-se às necessidades dos briófitos, assim como, que as relações interespecíficas são positivas. Fica demonstrado com isso que espécies que ocorrem em mais locais num transecto estão em mais transectos na ilha Terceira assim como as espécies que se encontram em mais locais numa ilha estão em mais ilhas no arquipélago dos Açores.

ABSTRACT

This paper constitutes an evaluation of current status of Bryophytes conservation at Terceira Island, a contribute as an indicator for future preservation steps, also providing a useful tool for future evaluations at other islands.

Under introduction some biodiversity notions are presented, of extinction and rarity, framing the bryophytes. For that, a separation is described, like classes, hepatic mosses and hornworts, also carrying out a reference to its presence at the Azores.

Having as a main goal the evaluation of protective areas effectiveness in the preservation of bryophytes under protection status, verifying if for the bryophytes at Terceira Island there is a positive interspecific relation between the abundance (i.e., average number of individuals per transect) and the distribution (number of transects), as well as to a regional scale with a positive interspecific relation between its distribution within the island and its distribution archipelago wide.

At the final part of this paper it is demonstrated that the areas that are at presently in one way or another protecting nature, are adequate to the bryophytes needs, as well as the established interspecific relations are positive. It is demonstrated with this that species that are at more than one location within one transect, are at more transects at Terceira Island, as such species that are at multiple locations throughout one island, are present at more islands of the Azorean Archipelago.

Dedico este trabalho aos meus Pais,

Adalberto do Couto,

Lúcia de Fátima Avelar Borges Couto

e Esposa

Cecília de Fátima Teixeira Meneses Couto

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho houve que contar com o apoio, amizade, e orientação de muitos amigos que souberam sempre estar presentes no momento certo. Assim, passo a expressar o meu sincero reconhecimento e apreço para:

A Professora Doutora Rosalina Gabriel e o Professor Doutor Paulo A. V. Borges: por terem aceite ser meus orientadores, por terem acreditado nas minhas capacidades, pelo conhecimento científico que me transmitiram, pelo material e bibliografia disponibilizada, bem como, pelas críticas, sugestões e ideias que foram proferindo à medida que o trabalho ia ganhando estrutura. Realço ainda toda a disponibilidade, amizade e confiança transmitida.

Aos elementos da equipa CITA-A, Azorean Biodiversity Group. com quem tive oportunidade de trabalhar, nomeadamente, Eng.^a Enésima Mendonça e Doutora Clara Gaspar, por me terem apoiado com as suas ideias, sugestões e conhecimento nos programas utilizados.

Aos elementos da empresa VIVA, Produtos e Serviços do Ambiente - Graça Soares e Nuno Silva - por terem tornado possível a minha ausência da empresa e pela força transmitida e, em especial, ao Orlando Lima por me ter ajudado na tradução de vários textos.

Aos meus pais, cuja ajuda e apoio constante me permitiu iniciar mais este importante desafio.

À minha esposa Cecília Meneses Couto, por todo o amor, pelos constantes incentivos, pelo apoio na revisão de texto e pela compreensão demonstrada nos momentos menos bons.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e que, por lapso da minha parte, não foram referidos os seus nomes.

A TODOS, O MEU MUITO OBRIGADO.

ÍNDICE GERAL

RESUMO	3
ABSTRACT	4
AGRADECIMENTOS	6
ÍNDICE GERAL	7
1- INTRODUÇÃO	9
1.1- Objectivos	9
1.2- Roteiro da tese	10
2. BIODIVERSIDADE DE BRIÓFITOS	11
2.1- BIODIVERSIDADE	11
2.2- CONSERVAÇÃO	11
2.3- RARIDADE E EXTINÇÕES	13
2.3- BRIÓFITOS	18
2.3.1- Ciclo de Vida dos briófitos	20
2.3.2- Musgos	22
2.3.3- Hepáticas	23
2.3.4- Antocerotas	23
2.3.5- Os Briófitos Nos Açores	24
3- MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1- Área de Estudo	25
3.2- Abundância e distribuição de briófitos	26
3.3- Análise de dados	30
4- RESULTADOS	35

5- DISCUSSÃO	40
6- CONCLUSÃO.....	44
7 – BIBLIOGRAFIA.....	45

1- INTRODUÇÃO

O presente trabalho insere-se na disciplina de ecologia, avaliando se as áreas de protecção na natureza classificadas na ilha Terceira são eficazes para os briófitos, no sentido de verificar se os briófitos com estatuto de protecção estão protegidos de forma adequada.

Apesar de se ter integrado todas as ilhas dos Açores numa primeira abordagem, as áreas estudadas centraram-se na ilha Terceira, mais especificamente na floresta natural.

1.1- Objectivos

A conservação, no seu sentido amplo, sempre foi uma das aplicações mais importantes da ecologia, tendo como objectivo assegurar a preservação de um ambiente de qualidade que garante, tanto as necessidades estéticas e de recreio, como as de produtos; assim como, assegurar uma produção contínua de plantas, animais e materiais úteis, mediante o estabelecimento de um ciclo equilibrado de colheita e renovação (Odum, 1997).

Tendo por base este pressuposto, é propósito principal deste trabalho avaliar os briófitos com estatuto de protecção, focando aspectos como a abundância distribuição e o facto de se encontrarem em zonas protegidas. Pretende-se assim avaliar se as actuais zonas de protecção da natureza na ilha Terceira, determinando se estas zonas contemplam os briófitos e se os que possuem estatuto de protecção são mais abundantes nestas zonas do que os sem qualquer tipo de estatuto de protecção.

Serão avaliados também padrões macroecológicos, de acordo com as seguintes perguntas de investigação:

- a) Haverá uma relação interespecífica positiva entre a distribuição nas ilhas e a distribuição no arquipélago?
- b) Haverá uma relação interespecífica positiva entre a abundância (i.e., número médio de populações por transecto) e a distribuição (número de transectos)?

Verificando-se estes padrões, e usando técnicas estatísticas adequadas, pretende-se avaliar a

lista de espécies prioritárias para a conservação de briófitos dos Açores.

Espera-se que a partir da prossecução destes objectivos surjam novas ideias para trabalhos futuros na vertente da biologia, tendo como meta a promoção de um ambiente ecologicamente equilibrado.

1.2- Roteiro da tese

Assim sendo, este trabalho está organizado numa primeira instância num enquadramento teórico sobre a biodiversidade e extinções, onde são apresentadas as noções de raridade, abordando-se por fim os briófitos, o seu ciclo de vida e a sua presença nos Açores. Em seguida, é apresentado o enquadramento do estudo, assim como os objectivos deste trabalho.

Em seguida são apresentados três capítulos, um sobre biodiversidade e extinções, outro sobre raridade e por último um sobre briófitos enquadrando e fundamentando todo o trabalho desenvolvido.

Os materiais e métodos são apresentados assim como a área de estudo, a abundância e a distribuição dos briófitos, sendo de seguida apresentados os resultados e a discussão dos mesmos.

Por fim são apresentadas as conclusões do trabalho e a bibliografia utilizada para a elaboração deste trabalho.

2. BIODIVERSIDADE DE BRIÓFITOS

2.1- BIODIVERSIDADE

A biodiversidade ou diversidade biológica inclui a variabilidade entre os organismos vivos de todas as origens incluindo, entre outros, organismos terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isto inclui a diversidade dentro das espécies, entre as espécies e dos ecossistemas.” (Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento, 1992), ou seja todos os seres vivos, desde as sequências de DNA até aos ecossistemas. Este conceito inclui também a diversidade de interações e processos em todos estes níveis de organização (Sarkar & Margules, 2002), de facto, a própria noção de biodiversidade tem vindo a ser alvo de estudo e reflexão por parte da comunidade científica (ver por exemplo Stork, 1993; May, 1994; Blackmore, 1996; Janzen, 1997; Basset et al., 2000; Cresswell & Brigdewater, 2000), enquanto os estudos de caracterização da diversidade biológica de diferentes regiões têm também vindo a aumentar, nomeadamente na Macaronésia (Izquierdo et al. 2001, 2004; Borges et al. 2005, Borges et al. 2008, Borges et al. in press).

É a biodiversidade, como componente fundamental dos ecossistemas, que permite a vida dos seres humanos, como espécie dependente das interações entre os sistemas físicos, químicos e biológicos onde se integra. As funções da biodiversidade incluem algumas com retorno indirecto, por exemplo, funções de regulação ecológica do ecossistema que ocorrem nas florestas, prados e oceanos, e outras que de forma directa permitem a obtenção de bens que são usados e transformados pelo Homem, como madeira, alimento ou fármacos, entre outros (Caldecott et al., 1996). No caso da espécie humana, a biodiversidade contribui ainda para um conjunto de serviços culturais ou imateriais onde se incluem, por exemplo a fruição estética ou a recreação, por exemplo na observação de espécies tais como conchas, borboletas, aves, etc. (MEA, 2004).

2.2- CONSERVAÇÃO

A noção de biodiversidade tenta captar a complexidade da vida, e ao fazê-lo promover a

sua compreensão e manutenção (Kunin & Lawton, 1996). Nessa perspectiva, o valor de conservação de um sítio deriva da diversidade biológica que este contém, e é prática comum focar as espécies e a diversidade de habitats como descritores ou indicadores da biodiversidade total (Troumbis et al., 1998) e, por exemplo, inventários de espécies são um requisito essencial para a apreciação de locais para numerosas redes de conservação internacionais (ex. Programa “Man and Biosphere”, Rede Natura 2000, etc.).

A protecção de áreas naturais através da conservação de espaços delimitados é um meio relativamente simples mas efectivo e eficaz de conservar a diversidade biológica global (Polasky et al., 2001).

A selecção e delimitação destas áreas para a conservação, envolve prioridades quanto às potenciais reservas baseada em critérios de selecção, tendo sido estas prioridades, alvo de muita atenção nas últimas décadas, pois requer a utilização de métodos analíticos eficazes (Williams et al., 1996) e critérios de selecção (Turpie, 1995), de modo a que as prioridades para a conservação da biodiversidade resultem do conhecimento da distribuição da biodiversidade e a relação com a sua ameaça (Caldecott, et al., 1996).

Dado o interesse pelo tema, existem um grande número de técnicas que podem ser usadas para quantificar o valor relativo de conservação das áreas naturais (exemplos em Spellerberg, 1992; Turpie, 1995; Arita et al., 1993; Kirchhofer, 1997; Troumbis & Dimitrakopoulos, 1998; Borges et al., 2000), de modo a que possam ser expressos os atributos das reservas, tais como, a diversidade de espécies, raridade de espécies e espécies prioritárias (Turpie, 1995).

Contudo, este processo é muito complexo e sujeito a condicionantes sociais, económicas e políticas (Pressey & Cowling 2001) e com isso em muitos casos há uma limitação da fracção da área realmente disponível para a conservação, pelo que a eficiência da selecção dessas áreas seja muito importante, sendo fundamental que estejam localizadas onde efectivamente contribuam para a protecção da biodiversidade (Possingham et al., 2000; Polasky et al., 2001).

Vários trabalhos alertam para o papel activo dos seres humanos na perda silenciosa, mas irreversível, da biodiversidade a nível mundial (Kim, 1993; Kellert, 1993; Deem et al., 2001). Apesar do recente surgimento da espécie humana no planeta, esta não alterou os

mecanismos evolutivos naturais a não ser nos últimos séculos, quando passou a ser o factor fundamental da extinção de milhares de espécies em todo o mundo, facto que se agrava com o aumento da população (Brown, 1992), fazendo com que especialistas prevejam uma extinção massiva, quer de plantas, quer de animais (McIntyre, 1992).

Esta perda de biodiversidade é muito mais do que a perda de uma espécie ou de um grupo de espécies, passa pela perda de processos e recursos essenciais à nossa própria vida (Wilson, 1988), e que presentemente não sabemos duplicar.

Para contrariar esta tendência é necessário o conhecimento e compreensão dos sistemas ecológicos e das espécies, para que possam ser tomadas medidas de gestão e conservação eficientes (Deem et al., 2001). Nessa lógica, têm sido desenvolvidos esforços, dos quais se podem citar como exemplo a criação de organizações como a IUCN “International Union for Conservation of Nature” ou o ECCB “European Committee for Conservation of Bryophytes”, a formação da “Rede Natura” e da rede “Man and Biosphere”, a proliferação de legislação que permite a salvaguarda de áreas naturais, tais como os Parques Naturais, por exemplo os recentemente criados “Parques de Ilha” nos Açores; os Jardins Botânicos, a publicação dos resultados de investigação (ex. o livro “TOP 100”, Cardoso et al., 2008) e a sensibilização do público em geral, são outras acções que visam a promoção da integridade dos ecossistemas, e a nossa própria sobrevivência.

2.3- RARIDADE E EXTINÇÕES

Associado aos movimentos conservacionistas, valoriza-se o conceito de raro, do belo e do pouco habitual. Alguns autores pensam que o valor que se atribui ao raro não é muito diferente do conceito económico de “bem escasso” (Solué, 1986). Em biologia da conservação, o conceito de raridade é útil no sentido em que fornece uma aproximação do grau de vulnerabilidade, ou ameaça da espécie a uma possível extinção ou processos que levem a essa extinção (MacIntyre, 1992; Arita, 1993).

Uma espécie pode ser considerada rara por ter uma determinada especificidade ambiental, baixa abundância, estar ameaçada de extinção, de restrições ao fluxo genético, ter uma distribuição geográfica restrita (ser endémica), ou ainda, pela combinação de um conjunto desses factores (Reveal, 1981; Hannon et al., 2004).

O conceito de raridade está ligado à abundância de organismos, mas esta é uma variável dinâmica no espaço, no tempo e em diferentes escalas: uma espécie pode ser rara numa área de um determinado tamanho e não o ser noutra de tamanho menor ou maior. Do mesmo modo, uma espécie pode ser rara num período de tempo e não ser noutra (Gilpin & Soule, 1986; Hannon et al., 2004).

Neste contexto, o conceito de raridade considerado unicamente pela extensão da distribuição geográfica é pouco informativo: uma espécie pode ou não ter uma distribuição mundial confinada a uma área restrita e ser bastante abundante no que concerne à utilização do seu habitat. Rabinowitz (1981) esquematiza sete combinações de formas de raridade em função da extensão da distribuição geográfica (alargada, restrita), dimensão da população (grande, pequena) e especificidade no uso do habitat (generalista, especialista) (ver Quadro 1).

Quadro 1. Sete formas de raridade (adaptação de Rabinowitz 1981).

		EXTENÇÃO da AMPLITUDE GEOGRÁFICA			
		ALARGADA (+)		restrita (-)	
DIMENSÃO da POPULAÇÃO	GRANDE (+) algures	+++	++-	+ - +	+ - -
	pequena (-) em todo o lado	- ++	- + -	- - +	- - -
		GENERALISTA (+)	especialista (-)	GENERALISTA (+)	especialista (-)
		ESPECIFICIDADE do USO do HABITAT			

Das oito combinações possíveis, sete [células assinaladas a cinzento no Quadro 2.1] correspondem a formas diferentes de raridade e uma [célula assinalada a branco] representa espécies universalmente comuns.

Bawa e Ashton (1991), trabalhando nos trópicos (zonas hiperdiversas) descrevem a raridade recorrendo a outra combinação de parâmetros: (1) as espécies que são

uniformemente raras ao longo de sua amplitude de distribuição; (2) as espécies que são comuns em alguns lugares, mas são raras em outros; (3) as espécies endêmicas, geralmente são abundantes numa área específica; e (4) as espécies que mesmo agrupadas, apresentam densidade total da população muito baixa.

Entretanto, o endemismo e a raridade, são características específicas, mas não permutáveis, uma vez que espécies endêmicas podem ser mais abundantes do que outras espécies encontradas no mesmo local (Gaston, 1994). O endemismo não implica necessariamente raridade (ex. urze [*Erica azorica*] nos Açores ou mesmo em uma pequena escala geográfica (ex. muitas espécies do género de hepáticas folhosas *Radula*, são consideradas endêmicas da Europa).

Desta forma, a raridade pode descrever pelo menos três possibilidades diferentes de distribuição de uma espécie ou população: distribuída amplamente, mas nunca abundante onde encontrada; distribuição restrita ou em manchas, e abundante onde encontrada; distribuição restrita, mas nunca abundante onde encontrada (Rabinowitz, 1986).

Esta breve introdução ao conceito de raridade aproxima-nos dos conceitos de distribuição e abundância das espécies, os quais são considerados por Krebs (2002) o objecto principal de estudo da ecologia.

Hipoteticamente, para uma comunidade de espécies distribuída no espaço, cada espécie é caracterizada pela proporção de locais em que se encontra (distribuição) e pelo número de indivíduos (abundância) presentes em cada um desses locais. Assim será possível observar que:

- a) As espécies que ocorrem em poucos locais e são pouco abundantes nesses locais, encontram-se geralmente em perigo de extinção;
- b) As espécies que ocorrem na maior parte dos locais são em média muito abundantes nesses locais.

Se considerarmos os valores de abundância média de cada espécie como a variável dependente (ou resposta) e o número de locais em que cada espécie ocorre (ou alternativamente, a área de distribuição) a variável independente (ou explicadora), foi postulado por Brown (1984) que existirá uma relação linear positiva entre a abundância

média das espécies nos locais onde ocorrem e a sua distribuição (Gaston, 1994; Brown, 1995; Lawton, 2000; Gaston & Blackburn, 2000), padrão esse, designado por “relação interespecífica positiva entre abundância e distribuição” (RIPAD) (ver fig. 1).

A relação observada entre a riqueza em espécies e a área onde elas ocorrem (Hanski & Gyllenberg, 1997) parece ser traduzida pela RIPAD, que é considerada como um dos padrões mais comuns em ecologia (Lawton, 1999; Maurer, 1999) e tem sido observada em praticamente todos os grupos de seres vivos, incluindo animais (Hanski, 1982; Brown, 1984, 1995; Brown & Maurer, 1989; Gaston, 1994; Borges, 1997; Lawton, 2000; Gaston & Blackburn, 2000 in Borges et al 2005), diatomáceas (Soininen & Heino, 2005), plantas vasculares (Collins & Glenn, 1990, 1997; Thompson et al., 1998; Gaston et al., 2000) e briófitos (Zartman & Nascimento, 2006).

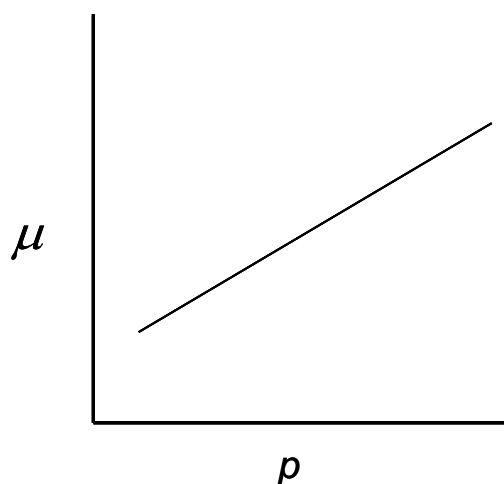


Figura 2.2. RIPAD - Relação interespecífica positiva entre a abundância média das espécies (μ) e a sua distribuição (ρ).

As espécies que se encontram no canto inferior esquerdo da fig. 1, são designadas por espécies “duplamente raras” (Gaston, 1994), estando eventualmente em perigo de extinção devido à sua raridade, tanto em termos de abundância como de distribuição. Por exemplo, espera-se que as espécies mais raras de acordo com Rabinowitz (1981) ocupassem esta posição, embora a RIPAD não inclua a distinção entre espécies que utilizam o habitat de

modo generalista ou especialista.

As espécies localizadas no extremo oposto da figura [quadrante superior direito da fig. 1] correspondem às espécies mais comuns da comunidade.

De acordo com a figura, aos dois tipos de espécies já referidas, podemos ainda adicionar um terceiro tipo, ou seja, as espécies que ocorrendo em muitos locais nunca atingem valores de abundância elevada (localizadas no canto inferior direito da fig. 1) o que gera uma relação triangular entre a abundância e distribuição (Gaston, 1994).

Esta relação positiva entre abundância e distribuição (RIPAD) só é possível se considerarmos que ao nível de cada espécie, existe igualmente uma relação entre a abundância e distribuição das suas várias populações numa escala temporal e espacial. De facto, uma determinada espécie não possui a mesma abundância em todos os locais onde ocorre e quando sua abundância local aumenta ou diminui a sua distribuição tende igualmente a aumentar ou a diminuir. Muitos dos mecanismos que explicam a RIPAD também explicam a relação intra-específica entre abundância e distribuição (Gaston, 1999, 2003; Gaston & Blackburn, 2000).

O impacto da escala em que se mede a abundância e a distribuição das espécies na RIPAD tem sido recentemente investigado (Gaston, 2003), verificando-se que algumas das suas propriedades são influenciadas pela escala do estudo. Em particular, é de realçar que a relação tende a tornar-se menos robusta com o aumento da escala de amostragem (ex. à escala nacional ou continental), embora se continue a verificar (Gaston & Blackburn, 2000).

A relação entre abundância e distribuição e a relação entre a riqueza de espécies e a área (RSA) estão intimamente relacionadas, já que a RSA é gerada por mecanismos de extinção - colonização que geram também a RIPAD (Hanski, 2005). De facto, as comunidades são geralmente compostas por muitas espécies raras e algumas comuns, pelo que numa área de grandes dimensões será de esperar a presença de muitas espécies com uma distribuição restrita e umas poucas que ocorrem em toda a área. O declive da relação entre riqueza de espécies e a área que estas ocupam tende a ser maior quando dominam as espécies com distribuição restrita.

Em termos de consequências práticas desta relação no que diz respeito à inventariação da

biodiversidade, torna-se necessário optar entre programas de inventariação dirigidos para a amostragem da raridade espacial (distribuição) ou, em alternativa, amostrar a raridade de densidade, as espécies que embora ocupem vários locais, são pouco abundantes neles (abundância). Por outro lado, tendo em consideração que, os locais de distribuição das espécies raras poucas vezes é coincidente para todos os grupos taxonómicos (Borges et al., 2005), o padrão observado coloca sérios desafios às estratégias de amostragem da biodiversidade. A opção ideal seria proceder a amostragens de forma extensiva (muitos locais) e intensiva (com um certo nível elevado de amostragem), o que por vezes não é possível devido a constrangimentos temporais ou financeiros.

Outro desafio relacionado com a conservação da natureza, é a gestão das espécies duplamente raras, que se aceita estarem sujeitas a uma maior probabilidade de extinção e que necessitam de manter densidades sustentáveis nos poucos locais onde ocorrem. Este desafio pode ser respondido pelo desenho e gestão de áreas que garantam a conservação destas espécies.

Um terceiro desafio, aplica-se às espécies invasoras, um problema para a biodiversidade autóctone, uma vez que as suas densidades aumentam à medida que ocupam mais locais constituindo um “duplo perigo”, i.e. muito abundantes nos muitos locais que invadem.

2.3- BRIÓFITOS

Os briófitos são pequenas plantas essencialmente terrestres caracterizadas pela ausência de tecidos vasculares (sem raízes, caules ou folhas) e pela dominância da geração gametófita em relação à geração esporófito. Apesar da sua taxonomia não estar ainda perfeitamente estabilizada, em termos clássicos são geralmente classificados na Divisão Bryophyta, organizados em três classes: Bryopsida (musgos), Marchantiopsida (hepáticas) e Anthocerotopsida (antocerotas) (Gabriel et al., 2005).

O grupo dos briófitos tem uma vasta amplitude ecológica ocupando uma grande variedade de habitats (com excepção dos marinhos) e os mais diversos substratos. Desempenham funções fulcrais no funcionamento dos ecossistemas onde existem, podendo-se salientar a sua participação no ciclo da água, interceptando-a e acumulando-a, nomeadamente em turfeiras, na decomposição da matéria orgânica, na acumulação de sais minerais e na

protecção física do solo.

Nas ilhas de origem vulcânica, destaca-se a sua capacidade de colonização da rocha nua, permitindo desta forma a criação de condições para as outras plantas se instalarem, funcionando como plantas pioneiras numa sucessão primária.

Os briófitos conseguem sobreviver em condições extremas, podendo ser encontrados desde os pólos até aos trópicos. São poiquilohidricos, ou seja, num determinado momento, podem estar ou não hidratados, pelo que podem estar activos ou não. Dependendo das condições ambientais, no entanto e devido ao facto de não possuírem raízes, estão mais expostos a poluentes gasosos ou líquidos, podendo ser usados como indicadores de poluição (Homem & Gabriel 2008).

À semelhança das plantas terrestres os briófitos são autotróficos, tipicamente verdes possuindo clorofila “a” e “b”. Têm paredes celulares celulósicas e o amido como produto de reserva. Só algumas espécies apresentam cutícula, uma adaptação às condições da vida terrestres que permite condicionar a perda de água (Homem & Gabriel 2008).

Os briófitos diferem das plantas mais evoluídas em diversos aspectos, entre eles a geração gametófita (sexuada, formadora de gâmetas) que é dominante, independente e persistente. Pelo contrário a geração esporófita (formadora de esporos) é residual, produz um único órgão com esporos, sendo dependente da geração gametófita, quer para suporte, quer para a obtenção de nutrientes (Homem & Gabriel 2008).

Não possuindo verdadeiras raízes, caules e folhas, não possuem flores, sementes ou frutos, consequência da ausência de um verdadeiro sistema vascular (diferenciação do xilema) (Homem & Gabriel 2008).

Podendo atingir meio metro de comprimento, a geração gametófita geralmente encontra-se entre os 2 a 5 cm, sendo o outro extremo de apenas uns milímetros.

Os briófitos são a nível evolutivo um grupo muito antigo, encontrando-se entre as mais antigas divisões de plantas terrestres. Possuem características biológicas que permitiam efectuar as primeiras colonizações terrestres e, ao mesmo tempo, permanecer no planeta até aos dias de hoje (Homem & Gabriel 2008).

2.3.1- Ciclo de Vida dos briófitos

O ciclo de vida dos briófitos tem aspectos semelhantes ao das outras plantas, assim como, características peculiares e próprias apenas destes organismos.

Tal como sucede no Reino Vegetal o ciclo de vida é haplo-diplonte, quer dizer existem duas gerações independentes que vão alternando: a gametófito, geração sexuada, produtora de gâmetas, que culmina na união gamética (fecundação ou singamia) e a geração esporófito, diplóide (resultado das divisões mitóticas do zigoto) que culmina na produção meiótica de esporos, células “n” que mitoticamente dão origem ao gametófito.

As duas gerações são morfologicamente distintas, sendo, a gametófito a dominante (característica única entre os grupos do Reino Vegetal). A geração esporófito, quando existe, esta está sempre ligada fisicamente à gametófito (Homem & Gabriel 2008).

A geração gametófito geralmente é formada por um talo fotossintético ou por caulídeo e filídios. De uma ou de outra forma podem estar fixas ao substrato por rizóides (filamentos não fotossintéticos) (Homem & Gabriel 2008).

Quando existem, os filídios são sempre não peciolados e pequenos, raramente excedendo 12 mm de comprimento e raramente apresentando mais do que uma camada de células de espessura. Apesar de possuírem uma consistência compacta, alguns caulídeos e talos nunca apresentam verdadeiros tecidos vasculares (embora algumas células possam estar especializadas nesse sentido). É de notar que esta especialização ocorre na geração gametófito e não na esporófito, como sucede nas plantas vasculares. Os gametófitos produzem gametângios, os quais produzem os gâmetas por mitose (Homem & Gabriel 2008).

Os esporófitos dos briófitos são formados, ou por pé, seda e cápsula; ou por pé e cápsula. A seda dos musgos tem lenhina na composição das paredes celulares, o que não acontece nas hepáticas. Por sua vez, as antocerotas não possuem seda. A geração esporófito produz cápsulas, onde se formam esporos por meiose. Os esporófitos nunca são ramificados e os esporos que se formam nas cápsulas são isospóricos (apresentam dimensões semelhantes e são do mesmo tipo). Os esporos têm forma tetraédrica, são produzidos às centenas e, uma vez maduros, são libertados da cápsula, dispersando-se geralmente em dias secos e um pouco ventosos, podendo atingir distâncias de centenas de quilómetros (Homem & Gabriel

2008).

Os esporos são os principais vectores de dispersão dos briófitos e é a partir deles que se faz a colonização de novos locais. Por exemplo, a colonização das ilhas fez-se (e faz-se) através da dispersão de esporos, embora também se possa fazer por fragmentação (Homem & Gabriel 2008).

Uma vez terminada a viagem, um esporo germina imediatamente, produzindo uma estrutura pouco elaborada (protonema), a partir da qual se desenvolve a planta gametófito adulta (gametófito) (Homem & Gabriel 2008).

Os gametófitos diferenciam gametângios masculinos (anterídios) e femininos (arquegónios). Dentro dos anterídios e arquegónios formam-se, por mitose, gâmetas (células sexuadas), entre os quais se contam anterozóides (gâmetas masculinos) e uma oosfera (gâmeta feminino) (Homem & Gabriel 2008).

Depois de maduros, os anterozóides nadam, utilizando os seus dois flagelos, em água livre, existente no ambiente exterior à planta e proveniente da chuva, da condensação de nevoeiros e do orvalho, percorrendo distâncias de 1 m, ou mais, até alcançar a oosfera, que se forma, desenvolve e permanece no arquegónio (gametângio feminino), onde se dá a fecundação (Homem & Gabriel 2008).

Da fecundação resulta uma célula diplóide o ovo, que depois se divide, dando origem a três (ou duas) estruturas: o pé, ligando os novos tecidos aos antigos (do gametângio feminino); a seda, filamento de tamanho e rigidez variável conforme as espécies, que pode estar ausente mas que geralmente suporta uma única cápsula, local onde se formam, por meiose, os esporos (Homem & Gabriel 2008).

Além da reprodução sexuada, muitas espécies propagam-se através da reprodução assexuada. Ou seja, utilizando gemas (aéreas ou subterrâneas) ou pequenos fragmentos dos seus eixos. Dão origem a novas plantas que, não tendo sido sujeitas à recombinação genética associada à fecundação, são clones das “plantas mãe”, contribuindo para a disseminação e sobrevivência da espécie. Embora evolutivamente menos interessante do que a reprodução sexuada, a reprodução assexuada também tem vantagens. De facto, trata-se de um tipo de reprodução menos exigente em termos de condições climáticas e fisiológicas, não exigindo, por exemplo, diferenciação de gametângios e gâmetas, nem água

líquida exterior. Subsistem assim espécies para as quais não é conhecida a geração esporófito (Homem & Gabriel 2008).

Em espécies dióicas (quando os gametas femininos e masculinos se formam em plantas diferentes), a reprodução assexuada pode assegurar a sobrevivência das populações, até ser possível reunir anterozóides e oosferas. É de notar que uma parte das espécies raras da Europa são espécies dióicas cujas populações de plantas femininas e masculinas ficaram geograficamente isoladas. Sem a possibilidade de reprodução assexuada estas espécies poderiam já estar extintas (Homem & Gabriel 2008).

Tanto a sua história evolutiva como as suas características morfológicas e fisiológicas permitem distinguir três grupos distintos entre os briófitos: os musgos, hepáticas e antocerotas.

2.3.2- Musgos

Dentro deste grupo estima-se que existam cerca de 12000 espécies, todas com gametófitos de simetria radiada, organizados em eixos e filídios lanceolados, possuindo por vezes rizóides multicelulares e muito ramificados. Os eixos podem ser erectos nos musgos acrocárpicos, ou prostrados (musgos pleurocárpicos), podendo ou não ter ramificações. Os filídios apresentam frequentemente uma nervura com várias células de espessura e margem inteira ou com vários tipos de recorte. Os gametângios geralmente estão protegidos por filídios modificados (Homem & Gabriel 2008).

Em relação à geração esporófito, realça-se a presença possível de lenhina e esporos. Morfologicamente, o esporófito é constituído por uma única cápsula, sustentada por uma seda, não ramificada, rígida e geralmente cutinizada, mas podendo estar ausente, e pelo pé, conjunto de células que une os tecidos das duas gerações, permitindo a transição dos nutrientes do gametófito para o esporófito. A cápsula diferencia na maioria dos casos um opérculo que se destaca expondo geralmente um perístoma que, com os seus dentes higroscópicos, facilitam ou retardam a saída dos esporos maduros para a atmosfera (Homem & Gabriel 2008).

2.3.3- Hepáticas

Neste grupo são presentemente reconhecidas cerca de 8000 espécies, com gametófitos de simetria bilateral, e não radiada tal como nos mais conhecidos musgos. Taxonomicamente, distinguem-se principalmente entre hepáticas folhosas e talosas. Os caulídeos das hepáticas folhosas apresentam duas ou três filas de filídios sem nervura, geralmente orbiculares, por vezes divididos mas nunca lanceolados. Algumas espécies podem apresentar uma terceira fila de filídios (anfigastros) em posição ventral. Os gametófitos das hepáticas talosas são, na maioria, estruturas em forma de roseta ou fita com margens lobadas, ramificadas dicotomicamente, com ou sem nervura. As células das hepáticas apresentam geralmente corpos oleosos visíveis em material fresco (Homem & Gabriel 2008).

A geração esporófito, apresenta uma cápsula efémera, nunca lenhificada, abrindo por valvas ou segmentos e incluindo, para além dos esporos, células em forma de mola, (elaterídeos) que ajudam na dispersão dos esporos. A seda é muito frágil, por vezes mesmo ausente, não lenhificada, não fotossintética e sem estomas (Homem & Gabriel 2008).

2.3.4- Antocerotas

Conhecidos pela simbiose que muitos estabelecem com as cianobactérias, contribuindo para a fixação de azoto no solo, são o grupo de briófitos com menos riqueza específica, estando descritas apenas 100 a 200 espécies. São muito fáceis de identificar ao microscópio, uma vez que são as únicas plantas a possuir apenas um cloroplasto por célula. O gametófito vegetativo é uma roseta ou um talo fino (com apenas 8 a 10 células de espessura) e achatado que estreita gradualmente para as margens (Homem & Gabriel 2008).

A geração esporófito das antocerotas é também única entre os briófitos. A cápsula de forma cilíndrica pode atingir 5 cm com duas valvas longitudinais, e esta não está suportada por uma seda. Na sua base existe uma célula meristemática que, devido à sua capacidade de divisão, proporciona um crescimento indeterminado, característica única entre os briófitos, mas por sua vez comum entre as plantas vasculares. A dispersão dos esporos é auxiliada por células semelhantes a elaterídeos, os pseudo-elaterídeos (Homem & Gabriel 2008).

2.3.5- Os Briófitos Nos Açores

Os Açores, como todas as ilhas, são locais privilegiados para o estudo das plantas em geral, mas em particular dos briófitos, uma vez que este grupo, pela sua grande capacidade de dispersão, apresenta uma riqueza específica muito elevada, superior ao número de espécies de plantas vasculares autóctones. De acordo com as últimas listagens publicadas, o número total de briófitos presente nos Açores (439 espécies e subespécies incluindo nove endemismos dos Açores e 18 endemismos da Macaronésia) (Gabriel et al., 2005) está dentro da mesma ordem de grandeza do número de taxa citado para os arquipélagos da Madeira (529) (Sérgio et al., 2008) e das Canárias (464) (Losada-Lima et al., 2004), o que não acontece com as plantas vasculares, grupo para o qual estão citadas cerca de 200 espécies autóctones (Silva et al., 2005), embora com 67 espécies endémicas (Silva et al., 2005) e 774 espécies autóctones para a Madeira (Jardim & Sequeira, 2008).

É de salientar ainda que os briófitos, apesar de terem taxas de crescimento relativamente baixas e demorarem muitas décadas a desenvolver uma boa cobertura dos substratos, são plantas cujas áreas de ocupação, diversidade e vitalidade são extraordinárias nos Açores, provavelmente devido à diversidade de substratos disponíveis e às condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento (Gabriel & Bates, 2005). A notável riqueza de briófitos no arquipélago está provavelmente relacionada com diversos factores que incluem, condições climáticas excepcionalmente favoráveis ao seu desenvolvimento (humidade relativa do ar elevada e temperaturas moderadas, ao longo de todo o ano); factores históricos (colonização humana apenas durante o século XV); factores de desenvolvimento, baseados numa economia rural, com pouca poluição atmosférica e ainda com as condições de localização geográfica, estando os Açores na encruzilhada de três continentes (embora longínquos) (Borges et al., 2005).

3- MATERIAL E MÉTODOS

3.1- Área de Estudo

Encontrando-se sensivelmente entre a Europa e a América do Norte, mais precisamente a $36^{\circ} 55'$ e $39^{\circ} 43'$ de latitude Norte e $25^{\circ} 00'$ e $31^{\circ} 17'$ de longitude Oeste (Bettencourt, 1979), o arquipélago dos Açores constitui a fronteira Ocidental da Europa e o extremo Norte e Oeste da Macaronésia. É constituído por três grupos distintos de ilhas orientadas, segundo WNW-ESSE, sendo eles, o Grupo Ocidental: Flores e Corvo; o Central: Pico, Faial, São Jorge, Terceira e Graciosa; e o Oriental: São Miguel e Santa Maria, que ocupam na sua totalidade uma área de 2333 km² e abrangem uma Zona Económica Exclusiva superior a 984 km² (Travassos et al, 2000).



Figura 1 – Posição e Constituição do Arquipélago dos Açores.

Santa Maria, no extremo Oriental, localiza-se à latitude da costa algarvia, enquanto o Corvo é a ilha situada mais a Norte. A maior ilha é São Miguel, com 759,4 km² e a mais pequena, o Corvo com 17,1 km² (Travassos et al., 2000).

O clima dos Açores está classificado como temperado marítimo. Devido à sua posição no Atlântico Norte, é fortemente influenciado pelo Anticiclone dos Açores e pela corrente quente do Golfo, que determinam valores de precipitação e de humidade relativa do ar

bastante elevados e uma temperatura média anual a rondar os 17,5 °C, não variando muito durante o ano (Agostinho, 1948), o clima também tem um papel fundamental na paisagem pois é devido também ao clima que há condições convidativas à presença humana e à adopção de determinadas culturas, assim como ao desenvolvimento de determinadas comunidades vegetais naturais da ilha.

A precipitação média anual sobre as nove ilhas é de 1930 mm, sendo inferior a 500 mm no Sul e superior a 2 000 mm no Norte, valor este que ultrapassa em muito a média continental. A pluviosidade distribui-se ao longo de todo o ano, com maior evidência nas estações do Outono e Inverno, sendo que os meses de Outubro a Março representam cerca de 75% da precipitação total anual (Azevedo, 1996).

Sendo este um parâmetro significativo na ecologia dos briófitos é importante dizer que a humidade relativa do ar é elevada ao longo de todo o ano e apresenta valores médios superiores a 76%, havendo uma tendência média dos mínimos diários atingirem valores mais baixos nos meses de Julho e Agosto (74%) (Azevedo, 1996).

A insolação, traduzida pela média do número de horas de sol descoberto no mês e pela razão entre as mesmas e o número de horas do período diurno, revela um índice de nebulosidade elevado (Azevedo, 1996).

No que diz respeito aos valores de temperatura, os Açores não apresentam grandes amplitudes térmicas. A sua temperatura varia entre um valor mínimo obtido em Janeiro de 14° C e um máximo registado em Agosto de 25° C. A temperatura da água do mar situa-se, geralmente, entre 16 e 22° C (Pinheiro, 1990).

3.2- Abundância e distribuição de briófitos

O cálculo da distribuição dos briófitos nos Açores foi efectuado em duas escalas: a escala do arquipélago e a escala das florestas naturais da ilha Terceira, tendo sido utilizadas bases de dados diferentes conforme a escala a examinar. O cálculo da abundância foi obtido apenas na escala de transectos padronizados na ilha Terceira.

3.2.1- Nos Açores

Para calcular a distribuição dos briófitos nos Açores, utilizou-se a base de dados ATLANTIS Açores. Esta base de dados, foi implementada utilizando o programa Atlantis Tierra 2.0, criado pela Secretaria Regional do Ambiente do Governo da Região Autónoma das Canárias (Zurita & Arechavaleta 2003).

Nos Açores, este programa começou a ser utilizado em 2004, data a partir da qual se iniciou a compilação sistemática de toda a informação publicada acerca da distribuição das espécies dos habitats terrestres açorianos, sendo essa informação traduzida em mapas referenciados geograficamente, sempre que possível utilizando uma escala de 500 x 500 m, ou alternativamente uma escala de resolução inferior (5000 x 5000 m).

O processo de carregamento dos dados de briófitos dos Açores no programa Atlantis Tierra 2.1, incluiu a obtenção dos artigos, capítulos de livros e livros publicados desde o século XIX com informação de distribuição de espécies para a região, bem como alguns relatórios de campo e outros documentos com este tipo de informação. Para cada um destes documentos tem que se obter três tipos de dados: i) nome do taxa; ii) área para onde foi citado o taxa e iii) data de observação ou colheita. Ou seja, para cada espécie são registadas todas as localidades indicadas no artigo, sendo a cada uma das localidades judiciosamente atribuída uma determinada área (conjunto de quadrículas), que fica georreferenciada no mapa da ilha, e está associada à espécie e ao ano de colheita de cada exemplar. Conforme a facilidade com que é possível colocar a localidade referida nos mapas, assumem-se 4 graus precisão: Grau 1 – o mais preciso; a espécie foi recolhida ou observada num ponto, cujo erro associado não excede três quadrículas de 500 m²; Grau 2 – quando a espécie foi observada ou recolhida num ponto cuja área se traduz num erro associado superior a 1,5 km² mas inferior a 25 km²; Grau 3 - quando a espécie foi observada ou recolhida num ponto cuja área se traduz num erro associado superior a 25 km² mas inferior à área da ilha; Grau 4 – o mais impreciso; quando só a ilha é referida. (para mais detalhes ver Borges 2005; Aranda et al. in press)

Vários tipos de erros estão associados à base de dados Atlantis, bem como a sistemas semelhantes de carregamento de informação, dos quais destacamos três dos mais significativos: i) assumir que as espécies estão presentes em toda a mancha seleccionada para cada nível de precisão do carregamento, o que poderá não corresponder à realidade; ii) eliminar das análises ecológicas espécies cuja distribuição foi dada com grau de precisão inferior (geralmente registos mais antigos), por exemplo, quando a mancha citada pelos autores é apenas a ilha (ex. “Santa Maria”, grau de precisão 4), ou mesmo localizações imprecisas dentro da ilha (ex. “Ilha Terceira, Entre Morião e Agualva”, grau de precisão 3) e iii) assumir que os espaços não ocupados por manchas indicam automaticamente que a espécie não se encontra presente no local, quando na realidade indica apenas que a espécie não foi registada para o local (já que a base de dados utiliza apenas informação publicada).

Neste trabalho, assim como noutros trabalhos que têm usado a base de dados Atlantis (ex. Aranda et al. in press) optou-se por seleccionar apenas as espécies que têm distribuição com precisão associada dos níveis 1 e 2, de modo a incluir um número apreciável de espécies, mas cuja distribuição não fosse excessivamente inflacionada pela imprecisão associada à sua localização. Trata-se de um erro muito aceitável, dado que os estudos feitos em briófitos em Portugal e Espanha, incluindo arquipélagos, e Ilhas Britânicas (embora de maiores dimensões) é feito a partir de estudos de presença em quadriculas de 10 km (ex. Casas, Bruges, Cros & Sérgio 1985; Sérgio et al. 2000). Assumindo esse erro, foram seleccionados os seguintes parâmetros para o estudo de abundância e distribuição dos briófitos dos Açores: i) Espécie ou subespécie reconhecida taxonomicamente (Gabriel et al. 2005); ii) ilhas onde o taxa se encontra referido; iii) número de células ocupadas pelo taxa em cada ilha; iv) número de células ocupadas pelo taxa no arquipélago, correspondendo ao somatório das anteriores.

3.2.1- Nas florestas naturais da ilha Terceira

No que diz respeito aos dados de distribuição de briófitos em amostragens padronizadas na floresta natural da Ilha Terceira, estes foram cedidos pela primeira orientadora deste trabalho, Professora Rosalina Gabriel, obtidos tal como está descrito em Gabriel & Bates

(2005) durante os anos de 1998 e 2003.

Quadro 2. Indicação dos fragmentos de formações naturais estudados na Ilha Terceira (Açores), com indicação de altitude média, forófito dominante e número (N) de quadrados de 30 x 30 cm estudados por local.

Transecto	Local	N	Altitude (m)	Forófito dominante
T15	Aqualva, Terra Brava A.	20	630- 700	Laurus azorica, Juniperus brevifolia
T18	Aqualva, Terra Brava B.	24	630- 700	Laurus azorica, Juniperus brevifolia, Ilex perado ssp. azorica
T16	Aqualva, Terra Brava C.	37	630- 700	Laurus azorica, Juniperus brevifolia
T12	Altares, Pico Rachado A.	17	580 - 620	Laurus azorica, Juniperus brevifolia, Erica azorica
T57	Altares, Pico Rachado B.	25	580 - 620	Laurus azorica, Juniperus brevifolia, Erica azorica
T02	Biscoitos, Chambre A.	24		Laurus azorica, Juniperus brevifolia
T20	Biscoitos, Corrente lava de 1757.	28		Erica azorica,
T22	Biscoitos, Pico X - A.	26		Laurus azorica, Juniperus brevifolia
T33	Biscoitos, Pico X - B.	24		Laurus azorica, Juniperus brevifolia
T11	Caldeira da Serra de Santa Bárbara, caldeira.	16	810 - 970	Laurus azorica, Juniperus brevifolia
TG1	Caldeira da Serra de Santa Bárbara, cedros.	37	810 - 970	Juniperus brevifolia
TG2	Caldeira da Serra de Santa Bárbara, Lagoa Negra.	4	810 - 970	Juniperus brevifolia
T21	Porto Judeu, Algar do Carvão.	24		Erica azorica
T23	Posto Santo, Caldeira Guilherme Moniz.	24		Laurus azorica, Erica azorica
T07	São Bartolomeu, Lomba.	16	760 - 780	Laurus azorica, Juniperus brevifolia
T08	São Bartolomeu, Mistérios Negros A.	8	560 - 660	Juniperus brevifolia

TG3	São Bartolomeu, Mistérios Negros B.	26	560 - 660	<i>Juniperus brevifolia</i>
T14a	Terra-Chã, Matela de cima A.	16	430 - 480	<i>Laurus azorica</i> , <i>Erica azorica</i>
T14b	Terra-Chã, Matela de cima B.	16	430 - 480	<i>Laurus azorica</i> , <i>Erica azorica</i>

O trabalho de campo implicou o exame, (com recolha de espécimes) de 412 quadrados, de 30 x 30 cm, colocados em quatro substratos (rocha, solo, casca de *Laurus azorica* e de *Juniperus brevifolia*) ao longo de 19 transectos de cerca de 150 m, em nove fragmentos de floresta natural e matos naturais da ilha Terceira, tal como se indica no quadro 2, que correspondem aos dados de distribuição das espécies de briófitos dos cobertos naturais florestados da ilha Terceira.

De modo a evitar uma dispersão excessiva dos dados obtidos sobre as árvores, seleccionadas apenas louros e cedros com mais de 20 cm de diâmetro a 150 cm. Neste caso, os polígonos utilizados para a medida tinham 30 cm de altura e largura equivalente a metade do seu perímetro. Vários outros dados de ecologia foram recolhidos quer ao nível das áreas em estudo (precipitação média, altitude, declive), quer ao nível da amostra (distância ao solo e à copa, pH, evaporação, intensidade luminosa, encharcamento, rugosidade), além de dados de cobertura para cada espécie no quadrado, no entanto, neste trabalho foram utilizados apenas dados de presença / ausência das espécies sobre o substrato, que serviram como indicadores de abundância.

Todas as espécies e sub-espécies se encontravam já identificadas pela primeira orientadora do trabalho (Rosalina Gabriel).

3.3- Análise de dados

As metodologias utilizadas na análise dos dados disponíveis inserem-se na disciplina de Biologia, nomeadamente em estudos de raridade, focando aspectos como a abundância e distribuição, no sentido de interpretar e avaliar a raridade das espécies de briófitos na ilha Terceira.

No sentido de ir de encontro aos objectivos do curso de mestrado em Gestão e Conservação

da Natureza, procurámos ter em conta o estatuto de protecção das espécies, de acordo com os critérios com que são definidos na literatura internacional (IUCN, ver Quadro 3) e o estatuto de protecção sugerido por esta entidade (Quadro 4), adaptado aos briófitos, estatuto esse obtido a partir de Dierssen (2001).

De modo a poder executar as análises, organizaram-se os dados em duas bases de dados, uma para os Açores e outra para os fragmentos de floresta natural da Ilha Terceira. Estas bases de dados foram carregados no programa Microsoft Office Excel 2007. Cada uma das folhas incluía dados taxonómicos (espécie ou sub-espécie de acordo com Gabriel et al. 2005), dados de distribuição e dados de abundância.

Quadro 3. Critérios a partir dos quais se podem avaliar o interesse de uma espécie para conservação (adaptado de IUCN, visto em Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

Critério	Limiar
População em declínio	30 a 90% da população em declínio durante um período de 10 anos ou 3 gerações (o que for maior).
Raridade e declínio	Extensão de ocorrência < 20000 km ² , ou Área de ocupação < 2000 km ² e severa fragmentação, declínio contínuo ou flutuações extremas.
Tamanho da população pequeno, em declínio ou flutuações	Tamanho da população < 250 indivíduos reprodutores e declínio contínuo de > 10% em 10 anos ou 3 gerações.
Tamanho da população muito pequeno ou distribuição muito restrita	Número de indivíduos < 1000 ou Área de Ocupação < 20 km ² (ou menos de 5 localidades)
Análise quantitativa de risco de extinção	Análise de viabilidade da população ou outra forma de análise estimando a probabilidade de extinção.

Quadro 4. Categorias de conservação para seres vivos (adaptado de IUCN, visto em Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

Avaliação	Categoria
Não avaliada	
Avaliadas	
Dados insuficientes	
Dados adequados	
Desaparecidas	
	EX Extinta
	EW Extinta no estado Selvagem
Ameaçada	
	CR Criticamente ameaçada
	EN Em Perigo
	VU Vulnerável
Baixo risco	
	LR - cd Dependente da conservação
	LR - nt Quase ameaçada
	LR - lc Menor preocupação

No primeiro caso, para as análises dos dados de brioflora dos Açores, os dados de distribuição foram analisados em duas escalas, correspondendo a escala maior ao número de ilhas para as quais a espécie tinha sido citada, e a escala de incidência menor ao número de células de 500 x 500 m para os quais o taxa tinha sido dado (por ilha).

No segundo caso (florestas), os dados de distribuição referem-se ao número de transectos onde o taxa ocorre e os dados de abundância dizem respeito ao número de quadrados onde a presença da espécie foi assinalada (em cada transecto). A estimação da abundância nos briófitos não é uma tarefa simples, sendo no presente caso estimada a partir do número de quadrados (“patches”) em cada transecto.

Para as análises estatísticas foi usado o programa “SPSS Statistics 17.0”.

Os cálculos subsequentes, implicaram o cálculo de valores distribuição e média da abundância bem como os logaritmos destes valores.

A partir dos valores de distribuição e abundância (e dos seus logaritmos) foram também

criados gráficos de dispersão, correspondendo a variável dependente (“y”) à média do número de quadrículas nas ilhas ou à média da abundância em cada transecto ou o seu logaritmo e correspondendo a variável independente (“x”) à distribuição nas diferentes escalas (ou o logaritmo). Com esses valores calculou-se ainda uma regressão linear, tendo sido obtido um r^2 para cada relação.

Para analisar as relações entre as espécies de briófitos dos fragmentos florestais tentou tirar-se partido do substrato onde as espécies tinham sido recolhidas, nomeadamente a rocha, solo, cedro e louro. Posteriormente foi calculado um índice para cada espécie com o número total de quadrados em que esta espécie aparecia e o número total de quadrados que foram analisados para aquele tipo de habitat. Neste índice foi considerada uma linha de corte dos valores de 25% destes (critério de Gaston, 1994), ou seja, os valores inferiores a 25% do valor máximo seriam substituídos por um sinal de (-) e os restantes com um sinal (+).

Com os valores dos índices calculados anteriormente foi calculado um novo índice que consistia na soma de todos os anteriores. Foi novamente considerada uma linha de corte dos valores de 25% destes, ou seja, os valores inferiores a 25% do valor máximo seriam substituídos por um sinal de (-) e os restantes com um sinal (+).

Para os quatro habitats estudados foi avaliada a relação interespecífica positiva entre a abundância média (número de populações em floresta natural) e a distribuição (número de transectos também em floresta natural) na ilha Terceira. Testaram-se quatro modelos (linear-linear; log-log; linear-log; log-linear), seleccionando-se o mais robusto com base no valor de r^2 .

Quanto aos dados da base de dados Atlantis, seleccionou-se o número de células de 500 m por 500 m em que cada espécie aparecia nas diversas categorias de protecção existentes na Ilha Terceira (I, III, IV, V, VI) para obter o valor relativo. De seguida, o valor obtido para cada nível de protecção foi dividido pelo número máximo de células existentes na ilha Terceira para cada um dos níveis.

Os níveis de protecção das áreas protegidas foram criados pela IUCN que desenvolveu e estabeleceu, em 1994, um sistema de classificação baseado em seis categorias, determinadas em função dos objectivos de gestão e recentemente adoptado pelo Governo Regional dos Açores:

- Categoria I – Reserva Natural Integral
- Categoria II – Parque Nacional
- Categoria III – Monumento Natural
- Categoria IV – Área para a Gestão de Habitats ou Espécies
- Categoria V – Área de Paisagem Protegida
- Categoria VI – Área Protegida para Gestão de Recursos.

Com estes dados foi criado um índice de persistência (IP) para cada espécie. Para isso foi associado aos níveis de protecção do território um valor, pressupondo-se que as potencialidades mais elevadas de persistência de uma espécie num local, correspondesse um valor mais elevado. Embora este índice possa não ser linear, é uma aproximação ajuizada e intencional, ou seja: ao nível I de Protecção de acordo com a classificação da IUCN, deu-se o valor 6, ao nível III o valor 5, ao nível IV o valor 4, ao nível V o valor 3, ao nível VI o valor de 2 e, por fim, o valor de 1 às espécies que se encontram fora das áreas protegidas.

Sendo assim, o índice de persistência foi calculado de seguinte forma:

$$IP = \frac{((Q \text{ "I"}/TQ \text{ "I"}) \times 6) + ((Q \text{ "III"}/TQ \text{ "III"}) \times 5) + ((Q \text{ "IV"}/TQ \text{ "IV"}) \times 4) + ((Q \text{ "V"}/TQ \text{ "V"}) \times 3) + ((Q \text{ "VI"}/TQ \text{ "VI"}) \times 2)}{20}$$

Sendo Q o número de quadrículas de cada espécie que se encontra num determinado nível de protecção e o TQ o total de quadrículas nesse nível de protecção e as designações “I” a “VI” o nível de protecção das quadrículas de acordo com o sistema de áreas protegidas dos Açores.

Nesse índice foi considerada também uma linha de corte dos valores de 25% destes (critério de Gaston, 1994), ou seja os valores inferiores a 25% do valor máximo seriam substituídos por um sinal de (-) e os restantes com um sinal (+).

Por fim, foram conjugados os dois índices com maior relevância, o Índice de Raridade e o Índice de Persistência. Apenas nas espécies que teriam nos dois índices o sinal de (-) associado seria colocado o sinal de (-), ficando todas as outras com um sinal de (+).

4- RESULTADOS

Observou-se uma relação positiva entre a distribuição das espécies de briófitos dos Açores à escala das ilhas e à escala do arquipélago (Fig. 2) ($r^2 = 0.63$; $p < 0.0001$). Deste modo, demonstra-se que as espécies de briófitos que ocorrem em maior número de ilhas estão em média em mais locais em cada ilha. Por outro lado, as espécies de briófitos que se encontram em menor número de ilhas estão em média em menos locais em cada ilha (Fig. 2)

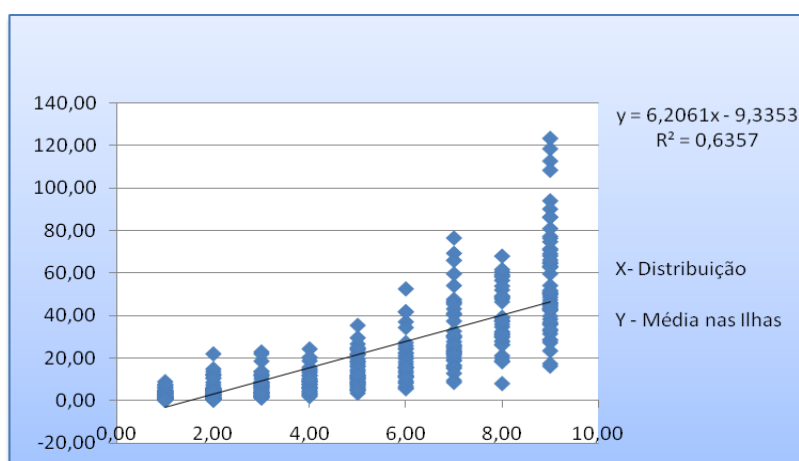


Figura 2- Relação entre o número médio de locais de ocorrência em cada ilha (y) e o número de ilhas do arquipélago dos Açores (x) em que as espécies ocorrem.

À escala da ilha Terceira observou-se para os quatro substratos estudados uma relação interespecífica positiva entre a abundância e a distribuição (Modelo RIPAD), ou seja, as espécies que ocorrem em mais locais de floresta natural na ilha Terceira tendem a possuir em média um maior o número de populações em cada local (Fig. 3). Dos quatro modelos testados (linear-linear; log-log; linear-log; log-linear) os que revelaram maiores valores explicativos da abundância em relação à distribuição (maiores r^2) foram em geral os modelos log-log (Quadro 5), à exceção da rocha (linear-linear, mas com valor muito semelhante do modelo log-log) e do conjunto das espécies da floresta (log-linear). Considerando apenas os dados obtidos para cada um dos substratos, os valores de r^2 variaram de 0.841 para *Laurus azorica* e

0.917 para *Juniperus brevifolia*.. Para todas as análises $p < 0.0001$). Para facilidade de observação da relação, apresentam-se na Fig 3. os modelos com as relações linear-linear.

Quadro 5. Estatística para a regressão linear entre abundância (número médio de populações de briófitos) e distribuição (nº de transectos em floresta natural da ilha Terceira), para rocha, solo, cedro (*Juniperus brevifolia*) e louro (*Laurus azorica*). (a - ordenada na origem; b - declive da recta; gl – número de graus de liberdade (correspondem ao número de espécies menos uma); F – valor do teste F-Snedecor; p – significância; r^2 – quociente de determinação). O valor de r^2 mais elevado, está assinalado a negrito.

	Tipo de regressão	a	b	gl	F	p	r^2
ROCHA	linear - linear	-0.117	0.133	94	799.4	0.000	0.896
	log - linear	-1.066	0.111	94	380.4	0.000	0.804
	linear - log	-0.099	1.167	94	197.1	0.000	0.679
	log - log	-1.149	1.174	94	687.0	0.000	0.881
SOLO	linear - linear	-0.215	0.151	91	685.7	0.000	0.884
	log - linear	-1.112	0.105	91	665.3	0.000	0.881
	linear - log	-0.193	1.452	91	152.9	0.000	0.629
	log - log	-1.205	1.212	91	906.3	0.000	0.910
CEDRO	linear - linear	-0.494	0.380	64	253.4	0.000	0.801
	log - linear	-1.059	0.165	64	537.0	0.000	0.895
	linear - log	-0.229	2.968	64	104.9	0.000	0.625
	log - log	-1.029	1.474	64	699.5	0.000	0.917
LOURO	linear - linear	-0.373	0.310	67	197.6	0.000	0.750
	log - linear	-1.049	0.150	67	307.6	0.000	0.823
	linear - log	-0.137	2.298	67	71.5	0.000	0.520
	log - log	-1.032	1.355	67	348.5	0.000	0.841
FLORESTA	linear - linear	0.868	0.302	125	159.1	0.000	0.562
	log - linear	0.084	0.041	125	197.6	0.000	0.614
	linear - log	0.899	3.162	125	85.4	0.000	0.408
	log - log	0.055	0.484	125	159.6	0.000	0.563

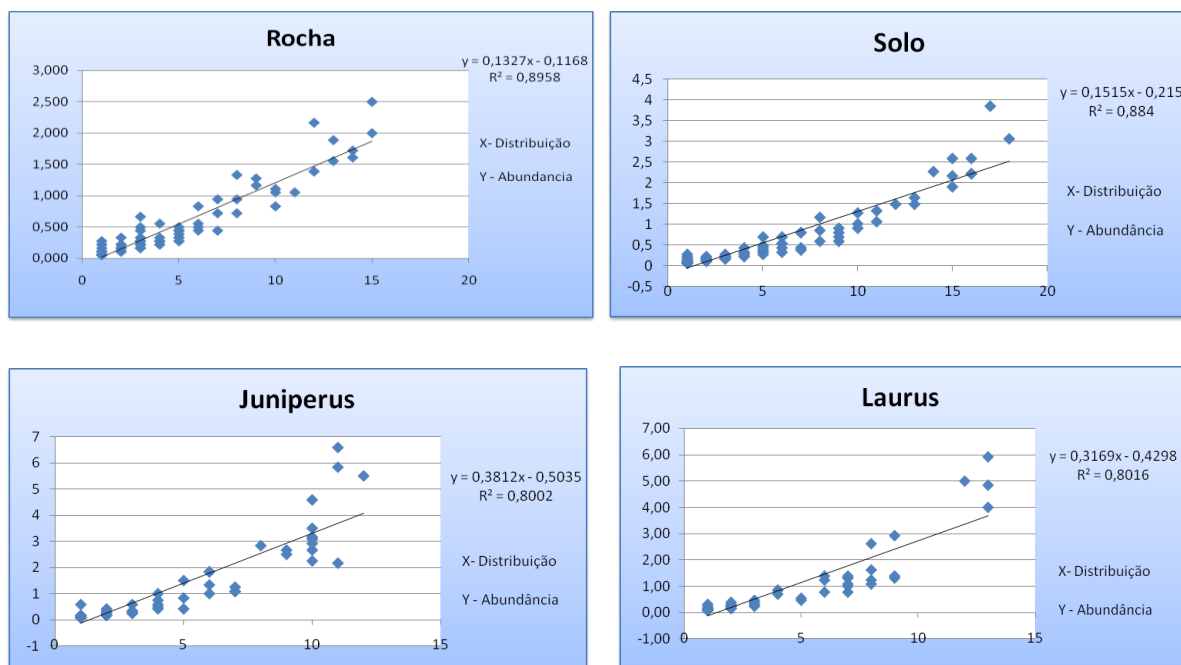


Figura 3- Relação interespecífica positiva entre a abundância média e a distribuição nas florestas naturais da ilha Terceira em quatro tipos de substracto (rocha, solo, *Juniperus brevifolia* e *Laurus azorica*).

Podemos ainda observar no Quadro 6 o resultado dos cálculos dos diversos índices ou aplicações. Note-se que algumas espécies prioritárias não podem ser avaliadas neste trabalho, uma vez que aqui foram incluídas apenas espécies colhidas por RG em habitats florestais. Foram avaliadas 43 espécies de briófitos que fazem parte da lista IUCN de espécies em perigo de extinção (“conservation concern species”), correspondendo às espécies que ocorrem na ilha Terceira. Destas, 30 (70,0%) foram encontradas em florestas naturais, no trabalho de campo padronizado de avaliação de briófitos efectuado por Rosalina Gabriel. Para estas 30 espécies foi possível calcular um índice de raridade em Floresta Natural, a partir do qual se observou que apenas quatro espécies, duas hepáticas (*Cephalozia crassifolia* [Vulnerável na listagem IUCN] e *Bazzania azorica* [Rara]), e dois musgos (*Echinodium prolixum* [Rara] e *Hypnum uncinulatum* [Regionalmente ameaçada]) se encontram na zona segura ou seja, apenas quatro espécies surgem no número de quadrados e diversidade de substratos acima dos 25% da zona de corte.

Quadro 6 – Tabela de cruzamento entre a Dupla Raridade e o Estatuto de Conservação para as espécies prioritárias de conservação (em perigo de extinção, vulneráveis, raras e regionalmente ameaçadas) que ocorrem na ilha Terceira. (FN, Floresta natural; I a VI, níveis de protecção IUCN para as áreas protegidas do sistema regional de reservas, [detalhes no texto]; IR a VIR, Valor da raridade em cada um dos níveis de protecção IUCN; (-) abaixo do cut-off de 25%; (+) acima do cut-off de 25%; (x) impossível de avaliar).

GT	Taxa	Substratos FN				Índice de Raridade FN	Nível de Protecção FN (IUCN)					IR	IIR	IVR	VR	VIR	Índice de Persistência	Duplas Raras
		Rocha	Solo	Cedro	Louro		I	III	IV	V	VI							
ESPÉCIES EM PERIGO DE EXTINÇÃO																		
m	<i>Isopterygium tenerum</i>	X	X	X	X	X	3	1	0	4	0	0,02	0,50	0,00	0,02	0,00	-	X
ESPÉCIES VULNERÁVEIS																		
h	<i>Acrocolobus wilsonii</i>	-	X	-	-	-	9	0	0	1	0	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	-	-
h	<i>Aphanolejeunea azorica</i>	-	X	-	-	-	13	0	0	3	0	0,09	0,00	0,00	0,02	0,00	-	-
h	<i>Aphanolejeunea sintenisii</i>	+	+	+	+	-	85	1	2	29	1	0,61	0,50	0,13	0,17	0,02	+	+
h	<i>Asterella africana</i>	X	X	X	X	X	0	0	0	2	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-	X
h	<i>Cephalozia crassifolia</i>	+	+	+	X	+	84	2	0	14	31	0,60	1,00	0,00	0,08	0,60	+	+
h	<i>Cheilolejeunea cedercreutzii</i>	X	X	-	X	-	33	0	0	3	0	0,24	0,00	0,00	0,02	0,00	-	-
h	<i>Leptoscyphus azoricus</i>	X	-	+	X	-	38	0	0	5	0	0,27	0,00	0,00	0,03	0,00	-	-
h	<i>Pallavicinia lyellii</i>	+	+	-	X	-	52	2	0	4	12	0,37	1,00	0,00	0,02	0,23	+	+
h	<i>Radula wichurae</i>	-	X	X	X	-	23	0	0	8	0	0,16	0,00	0,00	0,05	0,00	-	-
h	<i>Tylimanthus azoricus</i>	-	X	X	-	-	53	1	0	5	1	0,38	0,50	0,00	0,03	0,02	+	+
m	<i>Daltonia stenophylla</i>	X	-	X	X	-	32	0	0	3	0	0,23	0,00	0,00	0,02	0,00	-	-
m	<i>Echinodium renaudii</i>	-	X	X	-	-	0	0	0	2	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-	-
ESPÉCIES RARAS																		
a	<i>Anthoceros caucasicus</i>	-	X	X	X	-	5	2	1	16	0	0,04	1,00	0,06	0,10	0,00	+	+
h	<i>Acanthocoleus aberrans</i>	X	X	X	X	X	0	0	0	4	0	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	-	X
h	<i>Aphanolejeunea madeirensis</i>	X	X	X	X	X	3	0	0	5	0	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	-	X
h	<i>Bazzania azorica</i>	+	+	+	-	+	89	1	0	8	32	0,64	0,50	0,00	0,05	0,62	+	+
h	<i>Calyptogea azorica</i>	-	X	X	X	-	12	1	0	12	31	0,09	0,50	0,00	0,07	0,60	+	+
h	<i>Dumortiera hirsuta</i>	X	X	X	X	X	27	1	0	7	15	0,19	0,50	0,00	0,04	0,29	+	X
h	<i>Heteroscyphus denticulatus</i>	-	X	X	X	-	23	0	2	4	0	0,16	0,00	0,13	0,02	0,00	-	-
h	<i>Lejeunea hibernica</i>	X	X	X	-	-	30	1	0	2	12	0,21	0,50	0,00	0,01	0,23	+	+
h	<i>Mnioloma fuscum</i>	-	-	+	-	-	47	0	0	8	31	0,34	0,00	0,00	0,05	0,60	+	+
h	<i>Radula carringtonii</i>	+	-	X	+	-	54	1	1	16	1	0,39	0,50	0,06	0,10	0,02	+	+
h	<i>Radula holtii</i>	-	X	X	X	-	6	0	0	4	0	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	-	-
h	<i>Riccia huebeneriana</i>	X	X	X	X	X	0	0	0	2	0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	-	X
m	<i>Alophosia azorica</i>	-	-	X	X	-	50	2	2	31	31	0,36	1,00	0,13	0,19	0,60	+	+
m	<i>Andoa berthelotiana</i>	-	+	X	+	-	56	2	1	45	1	0,40	1,00	0,06	0,27	0,02	+	+
m	<i>Breutelia azorica</i>	X	X	X	X	X	9	0	0	4	0	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00	-	X
m	<i>Campylopus shawii</i>	X	X	X	X	-	23	1	0	6	0	0,16	0,50	0,00	0,04	0,00	-	-
m	<i>Cyclodictyon laetevirens</i>	+	+	X	-	-	65	1	0	23	0	0,46	0,50	0,00	0,14	0,00	+	+
m	<i>Echinodium prolixum</i>	+	+	+	+	+	96	2	2	31	19	0,69	1,00	0,13	0,19	0,37	+	+
m	<i>Fissidens asplenioides</i>	+	-	X	-	-	30	1	2	16	15	0,21	0,50	0,13	0,10	0,29	+	+
m	<i>Grimmia lisae</i>	X	X	X	X	X	1	0	0	35	0	0,01	0,00	0,00	0,21	0,00	+	X
m	<i>Microcampylopus laevigatus</i>	X	X	X	X	X	62	1	0	4	31	0,44	0,50	0,00	0,02	0,60	+	+
m	<i>Pseudotaxiphllum laetevirens</i>	+	+	-	-	-	76	1	0	12	1	0,54	0,50	0,00	0,07	0,02	+	+
m	<i>Tetrastichium fontanum</i>	+	-	X	-	-	59	1	1	24	0	0,42	0,50	0,06	0,14	0,00	+	+
m	<i>Tetrastichium virens</i>	+	+	-	+	-	32	2	2	9	1	0,23	1,00	0,13	0,05	0,02	+	+
m	<i>Thamnobryum maderense</i>	X	X	X	X	X	14	1	0	9	0	0,10	0,50	0,00	0,05	0,00	-	X
m	<i>Tortula solmsii</i>	X	X	X	X	X	4	0	1	4	0	0,03	0,00	0,06	0,02	0,00	-	X

GT	Taxa	Substratos FN				Índice de Raridade FN	Nível de Protecção FN (IUCN)										Índice de Persistência	Duplas Raras
		Rocha	Solo	Cedro	Louro		I	III	IV	V	VI	IR	IIIR	IVR	VR	VIR		
ESPÉCIES REGIONALMENTE AMEAÇADAS																		
h	<i>Colura calyptrifolia</i>	X	-	-	-	-	80	2	0	19	0	0,57	1,00	0,00	0,11	0,00	+	+
m	<i>Hypnum uncinatum</i>	+	+	+	+	+	86	0	2	26	3	0,61	0,00	0,13	0,16	0,06	+	+
m	<i>Neckera intermedia</i>	X	X	X	X	X	26	1	0	1	14	0,19	0,50	0,00	0,01	0,27	-	X
m	<i>Ptychomitrium nigrescens</i>	X	X	X	X	X	6	1	0	5	0	0,04	0,50	0,00	0,03	0,00	-	X

Em relação à possibilidade de persistência (presença da espécie em áreas da ilha Terceira com vários níveis de protecção de acordo com a classificação IUCN), 23 das espécies (53,5%) parecem estar localizadas em zonas com algum estatuto de protecção (quatro espécies vulneráveis, 17 raras e duas regionalmente ameaçadas), no entanto 20 espécies, estão abaixo da zona de corte neste índice.

Dez espécies são consideradas “duplas raras”, quer dizer, são espécies que se encontram em áreas de floresta natural (as que não se encontram em áreas de floresta, não puderam ser avaliadas neste trabalho) com níveis de raridade elevados e simultaneamente índices de persistência baixos. Estas espécies (um terço das espécies de floresta), são sobretudo hepáticas (sete) e incluem sete espécies com estatuto de protecção Vulnerável e ainda três espécies com estatuto de protecção Raro (*Heteroscyphus denticulatus*, *Radula holtii*, *Campylopus shawii*).

5- DISCUSSÃO

No que se refere às considerações biológicas e ecológicas proporcionadas por este trabalho, há que destacar o interesse dos briófitos como modelos a utilizar em futuros estudos.

Uma das características que permitem considerar este grupo um grupo modelo, é o facto de até ao momento as espécies de briófitos dos Açores terem um estatuto de colonização nativa ou endémica, ou seja, sem espécies introduzidas após a colonização humana, o que é invulgar, e mesmo único, entre os restantes grupos de organismos da flora e fauna terrestre (ver por ex. Borges et al. 2005). Este fenómeno isenta os sistemas açorianos de perturbações adicionais de competição ou substituição de espécies e possibilita o teste de várias hipóteses ecológicas relacionadas com a estrutura das comunidades naturais ou invasão biológica.

Ficou demonstrado com este trabalho que existe um padrão de ocorrência muito claro e positivo, entre a distribuição de espécies à escala regional e a sua distribuição à escala local (ver Fig. 2), ou seja, quanto maior a distribuição pelas ilhas do arquipélago (o que indicará maior capacidade de dispersão), maior a área de distribuição em cada ilha. Este padrão estará certamente relacionado com a grande capacidade de dispersão dos briófitos, e eventualmente com características ecológicas de amplitude de nicho ou adaptação às condições dos habitats, que fazem com que a sua distribuição por ilha seja mais devida a factores regionais do que factores locais. Embora este resultado não seja invulgar (ex. Gaston 1994), a relação obtida é estatisticamente robusta, confirmando a importância dos factores regionais na estrutura das comunidades dos briófitos nos Açores.

A relação obtida entre abundância e distribuição das espécies recolhidas nos fragmentos de floresta natural da ilha Terceira em quatro substratos diferentes (rocha, solo, cedro e louro) foi positiva e linear, com uma explicação estatística superior a 84%. De realçar que esta explicação estatística desce para 61,4% quando se tomam em consideração os quatro substratos em conjunto (Quadro 5 – Floresta), o que indica que as espécies não estarão distribuídas ao acaso dentro do habitat, tal como já tinha sido observado por Gabriel & Bates (2005).

Apesar de serem expectáveis relações aproximadamente triangulares entre abundância e distribuição (Gaston 1994; Gaston et al. 2006; Borges 2008), neste caso tal não se verificou, não existindo espécies com abundância muito inferior à esperada para uma determinada distribuição. Isto indica uma boa capacidade de ocupação dos habitats nos transectos analisados.

Tal como era de esperar neste tipo de modelo, observam-se espécies duplamente raras (“duplas raras”) cuja conservação merece algumas considerações. De modo a permitir uma discussão facilitada dos dados em termos de conservação da natureza, elaborou-se um quadro-resumo (Quadro 7) a partir da análise do Quadro 6, incluindo as 43 espécies de briófitos, organizadas de acordo com os seus níveis de raridade e persistência na ilha Terceira.

Dez espécies ficam classificadas com estatuto de duplamente raras, o que significa que, ocorrendo em áreas de floresta natural, a sua abundância nestas áreas é escassa e a sua distribuição dentro de áreas classificadas também. Entre as hepáticas, podemos observar que se encontram espécies epífilas raras, ou seja espécies de dimensões muito reduzidas (até 5 mm) (ver por exemplo Homem & Gabriel 2008, Borges & Gabriel 2009), que necessitam de

Quadro 7. Quadro resumo incluindo as espécies prioritárias de conservação, de acordo com o seu grau de raridade nas Florestas Naturais da Terceira (GT - Grupo taxonómico: a – antocerota; h- hepática; m – musgo); IUCN – Estatuto de Conservação de acordo com Dierssen 2001: P – em perigo de extinção; V – vulnerável; R – Rara; RT – regionalmente ameaçada).

RARIDADE	GT	ESPÉCIE	IUCN
Dupla rara	h	<i>Acrobolbus wilsonii</i>	V
	h	<i>Aphanolejeunea azorica</i>	V
	h	<i>Cheilolejeunea cedercreutzii</i>	V
	h	<i>Heteroscyphus denticulatus</i>	R
	h	<i>Leptoscyphus azoricus</i>	V
	h	<i>Radula holtii</i>	R
	h	<i>Radula wichurae</i>	V
	m	<i>Campylopus shawii</i>	R
	m	<i>Daltonia stenophylla</i>	V
	m	<i>Echinodium renauldii</i>	V
Persistência não garantida	h	<i>Acanthocoleus aberrans</i>	R
	h	<i>Aphanolejeunea madeirensis</i>	R
	h	<i>Asterella africana</i>	V
	h	<i>Riccia huebeneriana</i>	R
	m	<i>Breutelia azorica</i>	R
	m	<i>Isopterygium tenerum</i>	E
	m	<i>Neckera intermedia</i>	R
	m	<i>Ptychomitrium nigrescens</i>	R
	m	<i>Thamnobryum maderense</i>	R
	m	<i>Tortula solmsii</i>	R
Persistência garantida	h	<i>Dumortiera hirsuta</i>	R
	m	<i>Grimmia lisae</i>	R
Zona Segura	a	<i>Anthoceros caucasicus</i>	R
	h	<i>Aphanolejeunea sintenisii</i>	V

h	<i>Bazzania azorica</i>	R
h	<i>Calypogeia azorica</i>	R
h	<i>Cephalozia crassifolia</i>	V
h	<i>Colura calyptrifolia</i>	R
h	<i>Lejeunea hibernica</i>	R
h	<i>Mnioloma fuscum</i>	R
h	<i>Pallavicinia lyellii</i>	V
h	<i>Radula carringtonii</i>	R
h	<i>Tylimanthus azoricus</i>	V
<hr/>		
m	<i>Alophosia azorica</i>	R
m	<i>Andoa berthelotiana</i>	R
m	<i>Cyclodictyon laetevirens</i>	R
m	<i>Echinodium prolixum</i>	R
m	<i>Fissidens asplenioides</i>	R
m	<i>Hypnum uncinulatum</i>	R
m	<i>Microcampylopus laevigatus</i>	R
m	<i>Pseudotaxiphyllum laetevirens</i>	R
m	<i>Tetrastichium fontanum</i>	R
m	<i>Tetrastichium virens</i>	R

condições particulares, como por exemplo níveis elevados de humidade atmosférica, ou grandes manchas de habitats naturais homogéneos (Zartman 2003). Neste grupo, assinala-se a presença de *Cheilolejeunea cedercreutzii*, hepática endémica da Macaronésia, recentemente classificada como fazendo parte do Top 100 das espécies prioritárias para a conservação (Gabriel & Homem 2008). Dos três musgos, *Echinodium renauldii* é considerado ameaçado a nível mundial (ZipCode 2009), e a sua presença nos fragmentos de floresta natural da ilha Terceira está restrita à Matela, ou seja, uma zona de menor altitude que os restantes fragmentos, e sujeita a maior pressão antrópica. *Daltonia stenophylla* e *Campylopus shawii*, pelo contrário, localizam-se em zonas de maior altitude, não sendo geralmente observados nas zonas de altitude média ou baixa, razão pela qual a sua distribuição na ilha Terceira é também muito restrita.

Entre as espécies que não foram observadas em zonas de floresta no estudo padronizado de Gabriel (não significa que não seja esse o seu habitat preferencial!), e cuja persistência não parece garantida, encontram-se quatro hepáticas e cinco musgos. Entre estas, está a única espécie considerada em perigo de extinção presente na Terceira, *Isopterygium tenerum*, que até ao momento foi unicamente observada nas Furnas do Enxofre, área abrangida pelo sistema regional de reservas. As hepáticas *Aphanolejeunea madeirensis*, *Acanthocoleus aberrans* e o musgo *Thamnobryum maderense* encontra-se tipicamente em áreas de floresta, e a sua ausência do estudo de Gabriel, indicará um elevado grau de raridade nestas áreas e baixos valores de persistência em geral. *Asterella africana*, tem sido observada em algumas entradas das cavidades vulcânicas (Jennings 2009), um habitat que carece de protecção

especial, e não só devido aos briófitos que lá se encontram, enquanto *Riccia huebeneriana*, *Neckera intermedia*, *Ptychomitrium nigrescens*, *Tortula solmsii* são espécies associadas (na Terceira) a níveis mais baixos de altitude, conseqüentemente espécies sujeitas a maior risco de extinção por modificação do habitat. O musgo endémico, *Breutelia azorica*, é surpreendentemente raro na ilha Terceira, enquanto existem numerosas referências da sua presença para outras ilhas, como por exemplo Pico, Faial e São Miguel (Rosalina Gabriel, com. pes.).

Podemos afirmar que estes dois conjuntos de espécies (espécies duplas raras e espécies cuja persistência não parece garantida), englobam aquelas espécies que carecem de maior atenção por parte das entidades responsáveis pela conservação da natureza nos Açores, quer por força dos seus estatutos internacionais de protecção, quer pela presença fragmentada nas áreas de floresta natural da ilha Terceira e, o que possivelmente será ainda mais complexo de integrar, quando a sua ocorrência é preferencialmente fora destes locais.

Os restantes 23 briófitos, incluem sobretudo aquelas espécies que têm um estatuto de conservação “Raro”, onde apenas três hepáticas (*Aphanolejeunea sintenisii*, *Cephalozia crassifolia*, *Tylimanthus azoricus*) são consideradas vulneráveis na Europa (Dierssen 2001).

É evidente que um número apreciável de espécies de briófitos para os quais existem preocupações de conservação, na Europa e no mundo, ocorrem na ilha Terceira. Destas 43 espécies (cerca de 10% de toda a brioflora do arquipélago), uma parte estará razoavelmente protegida em termos legais, enquanto tal não sucede para quase metade (46,5%) das espécies. No entanto, existem já alguns documentos que permitiriam gerir melhor a conservação das espécies raras, nomeadamente os mapas de distribuição existentes no programa Atlantis Tierra 2.1. (que estão na posse do Governo Regional dos Açores), e trabalhos de divulgação como o Portal da Biodiversidade dos Açores (<http://www.azoresbioportal.angra.uac.pt>) ou mesmo publicações (ex. Homem 2005; Martin et al. 2008; Gabriel & Borges 2009).

6- CONCLUSÃO

Demonstrou-se que as espécies que encontramos em maior número de locais numa ilha se encontram em maior número de ilhas no arquipélago. O mesmo acontece quando se reduz a escala de estudo para a ilha Terceira, sendo que, quanto maior o número de quadrados em que a espécie está presente, em mais transectos esta estará presente.

Confirma-se pelas análises realizadas que as zonas de protecção da natureza estão adequadas aos briófitos, contemplando a maioria dos briófitos com estatuto de protecção na Ilha Terceira.

Existem contudo espécies que embora com estatuto de protecção se encontram com níveis de raridade e de abundância muito baixos, o que faz com que estas espécies mereçam atenção por parte das entidades que podem tomar medidas para a sua gestão e conservação.

7 – BIBLIOGRAFIA

- Agostinho, J. (1938). Clima dos Açores – Parte I. Generalidades, temperatura e humidade do ar. Açoriana. Angra do Heroísmo, 2(1):35-65.
- Agostinho, J. (1948). Clima dos Açores – contribuição para o estudo da sua variação secular. Açoreana. Angra do Heroísmo, 4(3):263-266.
- Aranda, S.C., Gabriel, R., Borges, P.A.V. & Lobo, J. (in press). Assessing the completeness of a bryophyte inventory: an oceanic island as a case study (Azores: Terceira). *Biodiversity and Conservation*
- Arita, H.T. (1993) - Rarity in Neotropical bats: correlations with phylogeny, diet, and body mass. *Ecological Applications* 3(3):506-517
- Azevedo, E. (1996). Modelação do clima insular à escala local – Modelo CIELO aplicação à ilha Terceira. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo. pp. 17-28; 51-70.
- Basset, Y., Novotny, V., Miller, S. & Pyle, R., 2000. Quantifying Biodiversity: Experience with parataxonomists and digital photography in Papua New Guinea and Guyana. *BioScience*, 50: 899-908.
- Bawa, K. e Ashton, P. 1991. Conservation of rare trees in tropical rain forests: a genetic perspective, In: *Genetics and Conservation of rare plants* (eds. D. Falk e K. Holsinger) Oxford University Press. Oxford. p. 62 - 7.
- Bettencourt, M.L. (1979). O clima de Portugal – O Clima dos Açores como recurso natural, especificamente em agricultura e industria do turismo., fasc. 18. Instituto Nacional de Meteorologia e Geologia. Lisboa.
- Blackmore, S., 1996. Knowing the earth's biodiversity: Challenges for the infrastructure of systematic biology. *Science*, 274: 63-64.
- Borges P.A.V. & Gabriel, R.G. (2009). Predicting extinctions on oceanic islands: arthropods and bryophytes. Universidade dos Açores. (Book Celebrating the BES Award for Excellence in the Conservation of Biodiversity in Portugal, 2008).
- Borges P.A.V. & Gabriel, R.G. (2009). Predicting extinctions on oceanic islands: arthropods and bryophytes. Universidade dos Açores. (Book Celebrating the BES Award for Excellence in the Conservation of Biodiversity in Portugal, 2008).

- Borges P.A.V. & Gabriel, R.G. (2009). Predicting extinctions on oceanic islands: arthropods and bryophytes. Universidade dos Açores. (Book Celebrating the BES Award for Excellence in the Conservation of Biodiversity in Portugal, 2008).
- Borges, P. A. V., 1997. Pasture arthropod community structure in Azorean islands of different geological age. Ph. D. Thesis, Imperial College, University of London.
- Borges, P.A.V. 2005. Introduction. *In*: Borges, P.A.V., Cunha, R., Gabriel, R., Martins, A.M.F., Silva, L. & Vieira, V., Eds., A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores, Direcção Regional de Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada, pp. 11-20
- Borges, P.A.V., Cunha, R., Gabriel, R., Martins, A. F., Silva, L., Vieira, V., Dinis, F., Lourenço, P. & Pinto, N. (2005). Description of the terrestrial Azorean biodiversity. *In*: P. A. V. Borges, R. Cunha, R. Gabriel, A. M. F. Martins, L. Silva, & V. Vieira (eds.). A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores. Pp. 21-68. Direcção Regional de Ambiente e do Mar dos Açores & Universidade dos Açores. Horta, Angra do Heroísmo, Ponta Delgada.
- Bouchet, P., G. Falkner & M. B. Seddon. 1999. Lists of protected land and freshwater molluscs in the Bern Convention and european habitats directive: are they relevant to conservation?. *Biological Conservation*, 90: 21-31.
- Brown, J. H. 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124: 255-279.
- Brown, L. R., 1992. State of the world. A worldwatch institute report on progress toward sustainable society. New York: W. W. Norton & Company.
- Caldecott, J. O., Jenkins, M. D., Johnson, T. H., & Groombridge, B., 1996. Priorities for conservation global species richness and endemism. *Biodiversity and Conservation*, 5: 699-727.
- Cardoso, P., Borges, P.A.V., Costa, A. C., Cunha, R. T., Gabriel, R., Martins, A. M. F., Silva, L., Homem, N., Martins, M., Rodrigues, P., Martins, B. & Mendonça, E. (2008) "A Perspectiva Arquipelágica, Açores.", *In* Martín, J. L., Arechavaleta, M., Borges, P. A.V. & Faria, B. (eds.) "Top 100 - As cem espécies ameaçadas prioritárias em termos

de gestão na região europeia biogeográfica da Macaronésia.

- Casas, C., Bruges, M., Cros, R. M. & Sérgio, C. 1985. Cartografia de Briòfitos. Península Ibèrica i les Illes Balears, Canàries, Açores i Madeira. I. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Cresswell, I. D. & Bridgewater, P., 2000. The global taxonomy initiative – Quovadis? *Biology International*, 38: 12-16.
- Deem, S. L., Karesh, W. B., & Weisman, W., 2001. Putting theory into practice: wildlife health in conservation. *Conservation Biology*, 15: 1224-2001
- Gabriel, R. & Bates, J.W. (2005) Bryophyte community composition and habitat specificity in the natural forests of Terceira, Azores. *Plant Ecology*, 177, 125-144).
- Gabriel, R. & Homem, N. (2008). *Cheilolejeunea cedercreutzii*. In: J. L. Martín, M. Arechavaleta, P. A. V. Borges & B. Faria, (eds.) TOP 100 - As cem espécies ameaçadas prioritárias em termos de gestão na região europeia biogeográfica da Macaronésia. pp 172-173. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- Gabriel, R., Pereira, F., Borges, P. A. V. & Constância, J. P. 2004. Indicators of conservation value of Azorean caves based on its bryophyte flora at cave entrances. Abstract. Proceedings of the XI International Symposium on Vulcanospeleology (Pico, May 2004). Association for Mexican Cave Studies, 119: 80.
- Gaston K. J. 1994. *Rarity*. Chapman & Hall, London, UK.
- Gaston K.J. (2003). *The structure and dynamics of geographic ranges*. Oxford University Press, Oxford.
- Gaston K.J., Blackburn, T.M. & Lawton, J.H. (1997). Interspecific abundance-range size relationships: an appraisal of mechanisms. *Journal of Animal Ecology*, 66, 579-601.
- Gaston, K.J. (1999). Implications of interspecific and intraspecific abundance-occupancy relationships. *Oikos*, 86, 195-207.
- Gilpin, M. E. & M. E. Soule. 1986. Minimum viable populations: Processes of species extinction. En M. E. Soule (ed.) *Conservation Biology: The science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Sunderland, MA. pp. 19-34.
- Hannon, S; Cotterill, S; Schmiegelow, J. 2004. Identifying rare species of songbirds in managed forests: application of an ecoregional template to a boreal mixedwood

- system. *Forest Ecology and Management*, 191: 157-170.
- Hanski, I. & Gyllenberg, M. (1997). Uniting two general patterns in the distribution of species. *Science*, 275, 397-400.
- Hanski, I. (1982). Dynamics of regional distributions, The core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38, 210-221.
- Homem, N. & Gabriel, R. (2008). Briófitos raros dos Açores / Azorean Rare Bryophytes. *Princípio*, Lisboa. 96 pp.
- Janzen, D. H., 1997. Wildland biodiversity management in the Tropics. In Reakakudla, M. L., Wilson, D. E., & Wilson, E. O., editors. *Biodiversity II: Understanding and Protecting our Biological Resources*. Washington (DC): National Academy of Sciences. pp. 411-431.
- Jardim, R. & Sequeira, M.M. (2008). The vascular plants (Pteridophyta and Spermatophyta) of the Madeira and Selvagens archipelagos. In: Borges, P.A.V., Abreu, C., Aguiar, A.M.F., Carvalho, P., Jardim, R., Melo, I., Oliveira, P., Sérgio, C., Serrano, A.R.M. & Vieira, P. (eds.). *A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos*. pp. 157-178, Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo.
- Jeffrey, D. W. 2001. The roles of environmental non-governmental organisations in the next century. *Biol. Environ. Proc. R. Irish Acad.*, 101B (1-2): 151-156.
- Jennings, L. 2009. Azorean cave bryophytes: The conservation of an understudied group in an under-protected habitat. "MSc in Biodiversity, Conservation and Management", Universidade de Oxford. Oxford.
- Kellert, S., R., 1993. Values and perceptions of invertebrates. *Conservation Biology*, 4: 118-128.
- Kim, K. C., 1993. Biodiversity, conservation and inventory: Why insects matter. *Biodiversity and Conservation*, 2: 191-214.
- Kirchhofer A (1997) The assessment of fish vulnerability in Switzerland based on distribution data. *Biol Conserv* 80: 1-8
- Krebs, C.J. (2002). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. 5th Edition. Harper and Row, New York.
- Kunin, W.E. & Lawton, J.H. Does diversity matter? Evaluating the case for conserving

- species. In: GASTON, K.J. (ed) *Biodiversity: A biology of numbers and difference*. Oxford, Blackwell Science Ltd., 1996, p. 283-308.
- MacIntyre, S. (1992) - Risk associated with setting of conservation priorities from rare plant species lists. *Biological Conservation* 60:31-37.
- Martín, J.L, Borges, P.A.V., Arechavaleta, M. & Faria, B. (2008). A Lista Top 100. In: J. L. Martín, M. Arechavaleta, P.A.V. Borges & B. Faria, (eds.) *TOP 100 - As cem espécies ameaçadas prioritárias em termos de gestão na região europeia biogeográfica da Macaronésia*. pp 367-387. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- Maurer, B.A. (1999). *Untangling ecological complexity – The Macoscopic perspective*. The University of Chicago Press, London.
- May, R. M., 1994. Past efforts and future prospects towards understanding how many species there are. In: Solbrig, O. T., Van Emden, H. M., & Van Oordt, P. G. W., editors. *Biodiversity and Global Change*. Wallingford (UK): CAB International.
- MEA, 2004. *Relatório do Millenium Ecosystem Assessment 2004*
- Odum, E., P., 1997. *Fundamentos de Ecologia*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa
- Pinheiro, J.F. (1990). *Estudos dos principais tipos de solos da ilha Terceira (Açores)*. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo. pp. 31-43.
- Pinheiro, J.F. (1990). *Estudos dos principais tipos de solos da ilha Terceira (Açores)*. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo. pp. 31-43.
- Polasky, S., J. D. Camm, and B. Garber-Yonts. 2001. Selecting biological reserves cost effectively: an application to terrestrial vertebrate conservation in Oregon. *Land Economics* 77:68–78.
- Possingham, H., Ball, I., Andelman, S. Mathematical methods for identifying representative reserve networks. In: Ferson, S., Burgman, M (Eds.). *Quantitative methods for conservation biology*. Springer-Verlag, New York. p.291-306, 2000.
- Pressey, R.L., Cowling, R.M., 2001. Reserve selection algorithms and the real world. *Conservation Biology* 15, 275–277.
- Rabinowitz, D. 1981. Seven forms of rarity. In: *The Biological aspects of rare Plant*

- Conservation . H. Synge (ed).Wiley, Chichester.
- Rabinowitz, D. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the ora of the British Isles. In. Conservation Biology : The science of Scarcity and Diversity (Soule, M. ed.). p. 182 - 204.
- Reveal, J. L. 1981. The concepts of rarity and population threats in plant communities. In: Rare Plant Conservation (eds. L. E. Morse and M. S. Hene_n), The New York Botanical Garden, Bronx. p.41 - 46.
- Sarkar, S. & Margules, C. 2002. Operationalizing biodiversity for conservation planning. Journal of Biosciences, 27: 299- 308.
- Soininen, J. & Heino, J. (2005). Relationships between local population persistence, local abundance and regional occupancy of species: distribution patterns of diatoms in boreal streams. Journal of Biogeography, 32, 1971-1978.
- Soule, M. 1986. Patterns of Diversity and rarity: Their Implications for Conservation. In: Conservation Biology : The science of Scarcity and Diversity (Soule, M. ed.). p.117-121.
- Spellerberg, I. F. 1992: Evaluation and assesmente for conservation. – Chapman & Hall, London.
- Stork, N.E., 1993. How many species are there? Biodiversity and Conservation, 2: 215-232.
- Thompson, K., Hodgson, J.G. & Gaston, K.J. (1998). Abundance-range size relationships in the herbaceous flora of central England. Journal of Ecology, 86, 439-448.
- Travassos, D.; Cuiça P. & Mota J.P. (2000). Açores – Percursos Naturais. Direcção Regional do Turismo dos Açores. Horta.
- Troubis, A. Y. & P. G. Dimitrakopoulos. 1998. Geographic coincidence of diversity threatspots for three taxa and conservation planning in Greece. Biological Conservation, 84: 1 – 6
- Troumbis, A. Y. & P. G. Dimitrakopoulos. 1998. Geographic coincidence of diversity theatspots for three taxa and conservations planning in Greece. Biological Conservation 84: 1-6.
- Turpie, J. K. 1995. Prioritizing South African estuaries for conservation: a practical example using waterbirds. Biological Conservation 74: 175-185.
- Wilson, E. O., ed. 1988. Biodiversity. Washington, DC: National Academy Press.

Zartman, C. E. (2003). Habitat Fragmentation Impacts on Epiphyllous Bryophyte Communities in Central Amazonia. *Ecology*, 84(4), 948-954.

Zartman, C.E. & Nascimento, H.E.M. (2006). Are habitat-tracking metacommunities dispersal limited? Inferences from abundance-occupancy patterns of epiphylls in Amazonian forest fragments. *Biological Conservation*, 127, 46-54.

ZipCode 2009. Echinodium renauldii.
(http://zipcodezoo.com/Plants/E/Echinodium_renauldii/). 2004-2009 The BayScience Foundation, Inc. Consulta em Março 2010.