

# INDICADORES BIOGEOGRÁFICOS EM FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA INSULAR E CONTINENTAL E SUAS POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

Sueli Angelo Furlan\*

## INTRODUÇÃO

O estudo de bioindicadores pode nos revelar caminhos trilhados na história da vida na terra. Neste trabalho são apresentados os resultados de um estudo comparativo da ocorrência do taxon isopoda, grupo da mesofauna, na serapilheira, em fragmentos de Mata Atlântica insular e continental. A finalidade deste estudo de distribuição geográfica é mostrar possíveis implicações paleoambientais da história biogeográfica, enfocando, especialmente, o papel de bioindicadores de fragmentos florestais.

A escolha dos fragmentos florestais insulares partiu de algumas considerações prévias sobre a importância biogeográfica do estudo de ilhas, tais como as relações entre a área e a biodiversidade. No Brasil, a pesquisa e a aplicação dos conhecimentos sobre ilhas naturais e ambientais são modestas (Carbonari, 1981). Para se ter um exemplo, há mais de 20 anos as intuições governamentais vêm propondo e definindo espaços territorialmente isolados como unidades de conservação, mas ainda se sabe pouco sobre a dinâmica de biotas em isolamento geográfico. Sobre o efeito da fragmentação de habitats e as extinções localizadas há referências para prováveis "efeito de borda" no fragmento florestal (Schierholz, 1991). Essa lacuna é grave, quando se considera que os estudos de ilhas naturais podem dar suporte a alternativas mais adequadas para seleção de áreas a serem protegidas, ou mesmo revelar o que ocorreu em determinados ecossistemas, quando sua área foi naturalmente diminuída no transcorrer de sua história paleoambiental. Tais conhecimentos seriam fundamentais para elaboração de políticas adequadas de conservação ambiental.

O primeiro passo da pesquisa com bioindicadores foi escolher um bom grupo faunístico e identificar, preliminarmente, as áreas adequadas para o seu estudo. Para atingir ambas as finalidades foi feito um amplo inventário ambiental das ilhas do litoral paulista (Angelo, 1989). Ao mesmo tempo, realizou-se um programa exaustivo de coleta faunística nos fragmentos florestais continentais e insulares. Foram

estudadas ilhas continentais de dimensões variáveis, localizadas em diferentes setores da costa paulista, comparando-se um dos componentes da mesofauna endógena do solo e da serapilheira: os isópodos terrestres (Crustacea - Oniscidea).

## A ESCOLHA DO GRUPO FAUNÍSTICO

A escolha do grupo faunístico se deu após a indicação bibliográfica de diferentes autores que estudam a ecomorfofisiologia dos isópodos terrestres. O inventário faunístico foi realizado em 10 ilhas da costa paulista selecionadas conforme uma série de parâmetros ambientais donde destacamos como principais as dimensões distintas, localização, vegetação florestal e acesso. O estudo faunístico foi realizado para todo grupo de isópodos terrestres, no entanto foi dado especial destaque para a distribuição dos isópodos terrestres atraqueados húmcolas que dependem da umidade do manto de serapilheira para realizar as funções respiratórias. Este grupo tem sido considerado por diferentes estudos ecofisiológicos como um bom indicador para ambientes sombreados e endógenos de floresta. Os isópodos terrestres atraqueados húmcolas tem com características gerais:

- Grande fidelidade ecológica ao ambiente dos solos e serapilheira, pois não são animais migradores. São, portanto, bons traçadores de ambientes. A fidelidade ao ambiente também coloca o grupo sob risco de extinção local quando as condições ambientais (principalmente a umidade e o sombreamento) se modificam.
- As formas húmcolas e endógenas conservaram a respiração branquial tornando-os dependentes de ambientes úmidos e sombreados (Schmalfuss, 1984);

---

(\*) Professora do Departamento de Geografia da FFLCH/USP.

- Grande endemismo regional e local na Mata Atlântica (Van Name, 1936; Lemos de Castro, 1967) o que reforça a sua importância como bioindicador, pois faunas cosmopolitas, em geral, são muito plásticas (Vandel 1943) apresentando uma valência ecológica ampla (eurióicas). Ancestralidade que remonta ao período gondwânico (Vandel, op.cit.).

### PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Para analisar os dados faunísticos cada ilha do litoral paulista foi considerada como ambiente isolado enquanto a fauna continental foi dividida em três setores:

- trecho do norte do litoral do Estado do Rio de Janeiro, até a baía de Angra dos Reis (incluindo Ilha Grande), onde a floresta recebe entre 1.000 mm de chuva (região costeira) e 2.500mm (Serra dos Órgãos) - MA-I;
- trecho de Angra dos Reis até o litoral centro-norte do Estado de São Paulo, onde os índices pluviométricos superam os 2.000 mm em quase toda a extensão costeira (Nimer, 1989:97) - MA-II;
- trecho do Litoral Sul do Estado de São Paulo, onde a escarpa atlântica encontra-se recuada e já há maior influência das temperaturas mais baixas, com florestas que se assemelham às formações do Estado do Paraná e Santa Catarina (Klein, 1990) - MA-III.

A comparação da composição faunística das diferentes localidades foi feita através do cálculo do índice de similaridade de Jaccard (1908, apud Ludwig & Reynolds, 1988). Os índices computados serviram de base para o agrupamento das comunidades pelo método UPGMA.

A matriz original de dados de ocorrência das espécies (figura 1) inclui as espécies não coletadas em campo mas indicadas na bibliografia como ocorrendo na Mata Atlântica do trecho Sul.

A matriz de similaridade está representada na figura 2 e o dendograma representando o agrupamento pelos índices de semelhança, na figura 3.

### CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA FAUNA DE ISÓPODOS TERRESTRES

Os isópodos terrestres (oniscídeos) formam o único grupo de crustáceos que vive no ambiente terrestre. São razoavelmente numerosos<sup>1</sup>, apesar de pouco estudados em muitas regiões do globo. Na América do Sul, o grupo é mal amostrado e os dados de ocorrência e distribuição são concentrados em algumas regiões. Há maior número de coletas na região sudeste e na bacia Amazônica. O inventário das espécies mencionadas para a região Neotropical realizado, nesta pesquisa, soma 242 espécies; destas, 76 ocorrem no Brasil e 50 na Mata Atlântica.

Os oniscídeos são monofiléticos (Schmalfuss, 1974) e, por essa razão, são considerados particularmente interessantes para estudos evolutivos da fauna terrestre (Edney, 1953). É um grupo razoavelmente homogêneo em sua anatomia, apesar de muitas espécies apresentarem diferentes graus de adaptação à vida terrestre. Pode-se identificar basicamente 3 formas eco-morfológicas: os corredores (*runners*), os aderentes (*clingers*), e os enroladores (*rollers*). Uma quarta categoria evoluiu somente sob as condições de florestas tropicais: as formas espinhentas (*spiny forms*) (Schmalfuss, 1984). As formas corredoras são geralmente atraqueadas, enquanto que os enroladores são pseudotraqueados.

A água é o fator ecológico mais importante na adaptação ao ambiente terrestre. Os isópodos que compõem a mesofauna detritívora de serapilheira em ambientes sombreados são bastante sensíveis a pequenas variações da umidade (Verhoeff, 1920; Waloff, 1941; Meinertz, 1943; Bursell, 1955; Edney, 1953, 1968; Cloudsley-Thompson, 1977; Sutton, 1980). São animais de tegumento geralmente delgado, com pouco revestimento para evitar a perda de água. Evolutivamente, os oniscídeos desenvolveram estruturas fisiológicas que permitiram a respiração fora do ambiente aquático. A adaptação morfológica mais importante para essa conquista terrestre refere-se às modificações ocorridas nos pleópodos com funções respiratórias - as pseudotraqueias. Mas nem todos os grupos terrestres possuem pseudotraqueias. Há grande predominância das formas com respiração branquial. Há uma gradação morfológica dessas estruturas que possibilitam a sua sobrevivência em ambientes aéreos. Quanto mais especializada a forma de realização

(1) Conhece-se mais de 1.500 espécies de isópodos (Schmalfuss, 1978). Oniscidae, agrupa aproximadamente 25% das espécies conhecidas.

das trocas gasosas no ambiente aéreo, mais independente o animal se torna em relação à umidade e a vida endógena.

Schmalzfuss (1975) estudando os estágios evolutivos dos isópodos, admitiu que as adaptações para reduzir a perda de água, tais como as pseudotraquéias e o enrolamento em bola, estão mais desenvolvidas nas espécies que vivem em ambientes terrestres. Mas, mesmo nesses ambientes, os isópodos são encontrados preferencialmente em habitats mais úmidos, sombreados, como embaixo de pedras, no folhicho, dentro de troncos em decomposição etc. A dependência fisiológica em relação à umidade, o mecanismo da respiração e a alimentação limitam a capacidade de dispersão ativa<sup>2</sup> desses animais. Bursell (1955); Lemos de Castro (1971); Mayes & Holdich (1975); Sutton (1980); Al-Dabbagh (1981); Taiti & Ferrara (1989), entre outros, confirmam essa observação em vários trabalhos sobre ecologia e fisiologia de isópodos terrestres.

Os isópodos terrestres apresentam outras adaptações morfológicas para evitar a transpiração ou excessiva perda de água. Essas adaptações estão ligadas ao tegumento. As restrições ao ambiente aéreo parecem ser maiores em espécies anfíbias, como nas baratinhas-da-praia (*Ligia* spp), e evoluem para uma maior adaptação à escassez de umidade nas espécies plenamente terrestres, como *Armadillidium* spp (Cloudsley-Thompson, 1954).

Apesar de todas estas considerações, a adaptação à vida terrestre, nunca é total, e mesmo as espécies que vivem em ambientes estritamente terrestres procuram locais mais úmidos ou possuem hábitos que evitam a dessecação. Por exemplo: a maioria dos isópodos são de hábitos noturnos, ativos quando a temperatura cai e a umidade do ar aumenta, ou são endógenos a ambientes naturalmente mais úmidos.

A maioria dos animais que vive no folhicho pertence às formas atraqueadas e possuem tegumento fino. A grande ocorrência de formas atraqueadas na serapilheira indica que este habitat favorece as formas mais dependentes da umidade, pois os animais sem pseudotraquéias respiram pelo sistema branquial. Essas características conferem ao grupo a qualidade de bom indicador biogeográfico.

#### Isópodos terrestres na Mata Atlântica insular e continental (trecho sul<sup>3</sup>)

No inventário bibliográfico das espécies já citadas para a Mata Atlântica (sensu lato), encontrou-se referências a 31 espécies. As matas do Rio Janeiro e porções da

floresta do Planalto Paulistano foram melhor amostradas, e quase toda a coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro, que contém as espécies-tipo, refere-se a estas regiões. Poucos dados existem em relação ao trecho estudado, decorrendo daí a importância da coleção documental formada neste presente estudo. Os dados bibliográficos listam maior número de espécies já identificadas à família *Philosciidae*, principalmente ao gênero *Benthana*.

A partir das coletas efetuadas para o presente trabalho esse inventário foi acrescido, identificando-se 47 espécies na área de estudo, distribuídas em 12 famílias ocorrendo em ilhas e/ou porções continentais. Todas as espécies identificadas representam novas ocorrências para a Mata Atlântica do trecho sul. Destas, 11 são prováveis espécies novas. Esses dados se referem as espécies identificadas a nível de gênero e/ou espécie, sem incluir os animais identificados somente até família, que ainda requerem consulta a especialistas estrangeiros e exame de coleções depositadas em museus internacionais<sup>4</sup>. O inventário das espécies da serapilheira dos fragmentos insulares e continentais está relacionado na tabela a seguir.

#### DISTRIBUIÇÃO FAUNÍSTICA

A comunidade total identificada, nesta pesquisa, foi classificada em cinco modalidades de distribuição geográfica:

(2) Apesar dessa consideração muitos isópodos foram introduzidos fora do seu bio-reino natural pelo homem, através do transporte de plantas e principalmente terra. Nas ilhas, essa influência é pequena, pois a introdução é dificultada pelas próprias características das ilhas que dificultam a homocoria. A escolha do ambiente de mata ajudou também a diminuir essa influência, pois o interior da mata é menos perturbado por esse tipo de introdução.

(3) Segundo Hueck (1972), a Mata Atlântica do Trecho Sul localiza-se entre Cabo Frio (Rio de Janeiro) e Osório (Rio Grande do Sul). Sua maior expansão se deu em São Paulo, onde acompanhou os grandes rios do Estado e chega até a calha do Rio Paraná. Esses limites, apesar de incluírem vários tipos diferentes de florestas, como é o caso das matas da vertente atlântica e dos planaltos, podem ser adotados como macrodivisão.

(4) Trata-se mais especificamente de animais pertencentes as famílias *Philosciidae*, *Porcellionidae*, *Oniscidae*, *Scleropactidae* e *Armadillidae* coletados nas Ilhas: Mar Virado, As Ilhas, Bom Abrigo, Monte de Trigo, Anchieta, São Sebastião, além de Picinguaba e Juréia.

- Formas cosmopolistas, ou de distribuição ampla;
- Formas com distribuição gondwânica;
- Distribuição afro-brasileira;
- Distribuição endêmica sul-americana

Espécies de oniscídeos verdadeiramente cosmopolitas são raras (Dollfus, 1897). As espécies cosmopolitas mais conhecidas na literatura pertencem a família *Porcellionidae*

ou *Armadilliidiidae*. As espécies cosmopolitas são as mais resistentes à dessecação, sendo todas formas pseudo-traqueadas. Dos animais encontrados na Mata Atlântica, é espécie cosmopolita ou de ampla ocorrência: *Porcellionides pruinosus*, espécie mediterrânea, que ocorreu na Ilha Vitória, enterrada no solo, no bordo da mata próximo a área de assentamento caiçara. Espécies introduzidas foram raras no interior da floresta Atlântica.

Tabela - Espécies de isópodos terrestres da Mata Atlântica do trecho sul

Família	Espécies	Ocorrência	fonte
Trichoniscidae Bathytropidae	<i>Miktoniscos medcofi</i>	MAI, MAII	1
	<i>Dubioniscus marmoratus</i>	Vitória, MAI, MAII	1 e 2
	<i>Neotroponiscus argentinus</i>	MAII	1
	<i>Neotroponiscus lenkoi</i>	Mar Virado, Monte de Trigo, Vitória, São Sebastião	1 e 2
	<i>Neotroponiscus littoralis</i>	MAI	1
	<i>Neotroponiscus plaumani</i>	Vitória, MAIII	1 e 2
	<i>Neotroponiscus sp.1</i>	Monte de Trigo	1
	<i>Neotroponiscus sp.2</i>	MAIII	1
	Oniscidae	<i>Phalloniscus sp</i>	Prumirim, Mar Virado, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião, MAIII
<i>Calycuoniscus sp</i>		Bom Abrigo	1
Philosciidae	<i>Atlantoscia alceui</i>	Maranduba, Prumirim, As Ilhas, Tamanduá, Mar Virado, Bom Abrigo, Anchieta, São Sebastião, MAI, MAII, MAIII	1 e 2
	<i>Benthana dimorpha</i>	Mar Virado, Vitória, São Sebastião, MAI, MAII	1
	<i>Benthana morerai</i>	Monte de Trigo, MAII	1 e 2
	<i>Benthana olfersii</i>	Monte de Trigo, Bom Abrigo, MAII	1 e 2
	<i>Benthana picta</i>	MAI, MAIII	1
	<i>Benthana santosi</i>	Maranduba, Mar Virado, Bom Abrigo, São Sebastião, MAI, MAII, MAIII	1 e 2
	<i>Benthana shubarti</i>	Maranduba, Prumirim, As Ilhas, Mar Virado, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião, MAI, MAII, MAIII	1 e 2
	<i>Benthana sulcata</i>	Maranduba, As Ilhas, Tamanduá, Monte de Trigo, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião, MAII, MAIII	1 e 2
	<i>Benthana wernerii</i>	Maranduba, Prumirim, As Ilhas, Mar Virado, Monte de Trigo, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião, MAII, MAIII	1 e 2
	<i>Benthana sp1</i>	Maranduba, Prumirim, As Ilhas, Tamanduá, Mar Virado, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião	1
	<i>Benthana sp2</i>	Maranduba, Prumirim, As Ilhas, Tamanduá, Mar Virado, Monte de Trigo, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião, MAII, MAIII	1
	<i>Benthanoscia longicaudata</i>	MAII	1
	<i>Chaetophisloscia frontalis</i>	MAII	1

Familia	Espécies	Ocorrência	fonte
Platyarthridae	<i>Trichorhina heterophthalma</i>	Maranduba, Vitória, MAII	1 e 2
	<i>Trichorhina brasiliensis</i>	MAIII	1
	<i>Trichorhina tomentosa</i>	MAI	1
	<i>Trichorhina sp 1</i>	As Ilhas, Mar Virado, Vitória, São Sebastião, MAII	1
	<i>Trichorhina sp 2</i>	As Ilhas, Monte de Trigo, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião, MAII, MAIII	1
	<i>Trichorhina sp 3</i>	Prumirim, As Ilhas, Mar Virado, Monte de Trigo, Bom Abrigo, Vitória, São Sebastião, MAII, MAIII	1
	<i>Trichorhina sp 4</i>	Vitória	1
	<i>Trichorhina sp 5</i>	As Ilhas, Mar Virado, Monte de Trigo	1
Pudeoniscidae	<i>Brasiloniscus maculatus</i>	Vitória, MAI, MAII	1
	<i>Brasiloniscus verrucosus</i>	MAII	1
	<i>Pudeoniscus obscurus</i>	As Ilhas, Monte de Trigo, Bom Abrigo, MAII	1 e 2
	<i>Pudeoniscus birabeni</i>	As Ilhas, Bom Abrigo, MAI, MAII	1 e 2
	<i>Pudeoniscus sp 1</i>	Prumirim, As Ilhas, São Sebastião	1
Rhyscotidae	<i>Rhyscotus albidemaculatus</i>	MAI	1
Scleropactidae	<i>Circoniscus gaigei</i>	Maranduba, Vitória,	1
	<i>Circoniscus sp 1</i>	Maranduba, Mar Virado,	1
	<i>Circoniscus sp 2</i>	MAII,	1
	<i>Microsphaeroniscus bicolor</i>	MAII, MAIII	1
	<i>Microsphaeroniscus pallidus</i>	Mar Virado, Vitória, MAI,	1 e 2
	<i>Microsphaeroniscus violaceus</i>	MAII,	1
	<i>Microsphaeroniscus squamatus</i>	MAII,	1
Armadillidae	<i>Cubaris murina</i>	Vitória, MAI, MAII,	1
	<i>Reductoniscus gibbus</i>	Mar Virado, São Sebastião, MAII,	1 e 2
Porcellionidae	<i>Porcellionides pruinosus</i>	Vitória, MAI, MAII, MAIII	1

(1) Dados de levantamento bibliográfico

(2) Dados inventariados nessa pesquisa

MAI - Mata Atlântica setor I

MAII - Mata Atlântica setor II

MAIII - Mata Atlântica setor III

### Distribuição bem difundida ou distribuição generalizada

Neste estudo, seriam as formas que ocorreram tanto na região Neotropical, como em outras regiões da antiga Gondwana. A existência de espécies que compartilham diferentes regiões do antigo continente indica grande estabilidade e antiguidade no ambiente em que vivem, pois seus "ancestrais" teriam uma história comum. Apesar da América do Sul possuir grande número de espécies compartilhadas com a África, Austrália Nova Zelândia etc., os estudos sistemáticos, relativos à composição das espécies, têm revelado grande endemicidade para a América do Sul, ao contrário do que se pensava há 30 anos. Como exemplo de distribuição generalizada, tem-se o gênero *Trichorhina*, cuja

distribuição se estende pela Nova Caledônia, Austrália, Madagascar, África tropical, Antilhas e América tropical. Possui hoje mais de 50 espécies, sendo 24 neotropicais. É um grupo bastante homogêneo anatomicamente. No Brasil, as trichorhinas são conhecidas na Amazônia e Mata Atlântica. Foram relacionadas na fauna da Mata Atlântica 5 espécies ainda não identificadas, com ocorrências variáveis: duas espécies exclusivas de matas insulares (*Trichorhina sp4* e *Trichorhina sp5*), e três provavelmente com distribuição contínua na Mata Atlântica do trecho sul, (continental-insular: *Trichorhina sp1*, *Trichorhina sp2*, *Trichorhina sp3*). *Trichorhina heterophthalma* deve ter uma distribuição ampla no continente americano; provavelmente está insuficientemente amostrada na América do Sul, foi identificada na

América Central (Cuba, Antilhas) e América do Norte. Ocorre em ambientes endógenos como cavernas e, no caso desta pesquisa foi coletada dentro de madeira em decomposição na serapilheira. As demais Trichorhinas, apesar de não identificadas ao nível de espécie, tiveram uma distribuição continental ou estritamente insular.

#### Distribuição gondwânica tropical<sup>5</sup>

Inclui-se aqui *Phalloniscus*, cuja área de distribuição abrange Austrália, Tasmânia, Nova Zelândia e América do Sul. A espécie encontrada não corresponde a nenhuma das descritas para a região Neotropical. Sua distribuição nessa pesquisa abrange continente e ilha, o que pode sugerir uma distribuição anteriormente contínua na Mata Atlântica desse setor. Na família Oniscidae, ocorre também o gênero *Calycuoniscus*, para a qual as considerações feitas acima também são válidas. Nesse caso ainda há muito pouca coleta para conjecturas sobre sua distribuição. A ocorrência de uma espécie desse gênero para a Mata Atlântica é o primeiro registro para a região. Todas as demais já descritas na região neotropical ocorrem na floresta Amazônica. *Reductoniscus gibbus*, outro animal cujo gênero tem distribuição gondwânica ampla, ocorreu apenas nas matas insulares e em número reduzido. É um animal muito pequeno cuja coleta depende de amostradores especiais. Nesta pesquisa, foi coletada em funil de Berlese-Tullgren. Talvez a ausência de registro da ocorrência desse animal seja consequência das técnicas usuais de coleta de isópodos, normalmente capturados manualmente.

#### Distribuição afro-brasileira

A Família Rhyscotidae possui distribuição afro-brasileira, ocorrendo também na Mata Atlântica, mas não foi coletado nenhum animal. Na Mata Atlântica ocorre uma espécie: *Rhyscotus albidemaculatus*, coletada apenas no Rio de Janeiro.

#### Distribuição endêmica sul-americana

A maioria dos grupos encontrados na Mata Atlântica ocorre exclusivamente no domínio da floresta tropical. Na família Bathytropidae, os gêneros *Dubioniscus* e *Neotroponiscus* são provavelmente muito diversificados, apesar de pouco conhecidos ainda na América do Sul. Al-

gumas espécies do gênero *Neotroponiscus* têm distribuição que se estende para além da floresta tropical alcançando o sul da América do Sul, como *Neotroponiscus argentinus* e *Neotroponiscus plaumani*. Essas espécies também ocorrem na Mata Atlântica do trecho sul. Outras espécies do mesmo gênero ocorrem na Mata Atlântica, com distribuição ampla em todo o domínio como é o caso de *Neotroponiscus carolli*. São exclusivos da Mata Atlântica do trecho sul: *Dubioniscus marmoratus*, *Neotroponiscus lenkoi*, *Neotroponiscus littoralis*, *Neotroponiscus lobatus*. Dois aspectos chamam a atenção neste grupo: O primeiro é que a ocorrência, até o momento, de duas novas espécies de *Neotroponiscus*, confirma a observação de Lemos de Castro (1967) de que a diversidade deve ser muito maior do que atualmente se conhece. O segundo é que a distribuição de *Neotroponiscus lenkoi*, até o momento, parece estritamente insular.

A família **Pudeoniscidae**, única estritamente sul-americana, também deve apresentar uma diversidade de formas maior do que a conhecida. *Pudeoniscus birabeni* e *Pudeoniscus obscurus* só foram registrados para a Mata Atlântica do trecho sul, ocorrendo em matas continentais e insulares. Uma espécie, provavelmente nova, ocorreu somente nos fragmentos insulares.

O endemismo neotropical expressa-se significativamente no patamar dos gêneros. *Circoniscus* e *Microsphaeroniscus* são dois taxons exclusivamente americanos. *Microsphaeroniscus* ocorre apenas na Mata Atlântica do trecho sul. *Circoniscus* apresentou duas espécies não identificadas e compartilha com a Amazônia uma espécie: *Circoniscus gaigei*, ainda sujeita a confirmação.

O comentário final refere-se à família mais representativa desse estudo faunístico: **Philosciidae**. Essa família reúne artificialmente um grande número de formas, cujas relações filogenéticas são desconhecidas. São mais de 100 espécies já descritas no mundo todo. Dos gêneros Neotropicais, ocorrem na Mata Atlântica: *Atlantoscia*, *Benthana*, *Benthanoscia*, e *Chaetophiloscia*, das quais resalta-se apenas dois casos:

(5) Reúne os animais que ocorrem em mais de uma região austral, mas não em todas.

### *Atlantoscia*

Gênero de origem sul-americana com distribuição espalhada no continente e que ocupa uma grande diversidade de tipos de florestas tropicais. *Atlantoscia alceui* foi neste estudo, a espécie generalista que ocorreu em quase todas as localidades amostradas. Talvez essa espécie exemplifique um dos casos em que as modificações pretéritas e presentes tenham favorecido sua expansão, pois a modificação ambiental pode favorecer espécies generalistas. Uma espécie generalista poderia estar indicando que nas ilhas continentais o processo de isolamento pode ter favorecido formas mais versáteis como essa. *Atlantoscia* apresenta grande difusão em toda a área amostrada e é a mais comum em toda as localidades já amostradas na Mata Atlântica (sensu lato). *Atlantoscia alceui* seria uma boa espécie para estudos ecomorfofisiológicos, justamente pelas características de sua distribuição.

### *Benthana*

Gênero provavelmente endêmico da região sudeste e sul da América do Sul. Possui uma grande convergência anatômica nos grupos corredores de serapilheira. Ocupa sempre ambientes sombreados ou endógenos no interior de troncos em decomposição. Em *Benthana*, são comuns também as formas troglóbias de caverna. *Benthana* é talvez o grupo comum e mais importante na floresta tropical. Apresenta uma grande diversidade de formas e, curiosamente, a assembléia é sempre representada por mais de uma espécie convivendo juntas no mesmo habitat. A distribuição das espécies desse gênero indica grande semelhança entre a comunidade continental e insular na Mata Atlântica do trecho sul. Apenas uma espécie, provavelmente nova, não ocorreu apenas em mata insular. Considerando a grande estabilidade morfológica das benthanas, as restrições ao ambiente úmido (são atraqueados com respiração branquial), e a pouca capacidade de dispersão ativa desse grupo, os resultados obtidos sugerem que as florestas continentais e insulares, onde ocorreram mais de 14 espécies do gênero, são muito semelhantes faunisticamente. Essa semelhança pode estar relacionada com uma distribuição contínua do gênero no passado, em um tempo onde as florestas costeiras eram contínuas. Tal fato pode ter ocorrido durante o período em que o nível do mar era baixo e as ilhas atuais estiveram soldadas ao continente, permitindo livre acesso das ilhas ao continente. Essa afirmação não é conclusiva, e deverá orientar as hipóteses de estudo filogenético posterior desse grupo.

## OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO MAR, FRAGMENTOS FLORESTAIS INSULARES, E OS CENÁRIOS HIPOTÉTICOS

Estima-se que, durante os períodos glaciais do Quaternário, ocorreram vários ciclos transgressivos e regressivos do nível do mar (Shadeton & Opdyke, 1973; 1976). O último glacial Pleistocênico interessa em particular para a origem das ilhas do litoral Sudeste, pois parece ter sido o período em que ocorreram as maiores amplitudes de oscilações. Alguns esporões e maciços da Serra do Mar teriam se isolado em ilhas após esse período.

Esse isolamento foi importante na fragmentação inicial da antiga biota, pois interferiu na diversidade, impedindo ou selecionando fluxos gênicos. De modo geral, as ilhas do litoral paulista estão muito próximas ao continente. Apesar dessa proximidade, a maioria dos animais e plantas ombrófilos da floresta atlântica tem dificuldades para ultrapassar a barreira oceânica, pois o ambiente marinho difere significativamente dos espaços contínuos e estáveis do interior das florestas. A travessia do mar representa um teste à capacidade fisiológica de exposição às condições climáticas de mar aberto, tais como a insolação, temperaturas mais elevadas, variações de umidade, etc. Deve-se ressaltar que o trânsito humano e a ocupação de algumas ilhas introduziram algumas espécies exóticas tanto da flora, como da fauna, cujo efeito ainda não é bem conhecido. A biota das ilhas continentais, que já tinha uma composição semelhante ao continente, passou ainda pelo teste de sobrevivência quando a área se separou e foi reduzida, ou experimentou condições paleoclimáticas diferentes da atual. As ausências de certos elos na comunidade insular, como, por exemplo, o menor número de mamíferos, é uma característica bio-geográfica importante no processo de simplificação após o isolamento (Muller, 1973; Brown, 1983). As extinções locais, são mais um complicador a tornar cada ilha um ambiente distinto em si mesmo, com uma biota particular. Além disto, o isolamento e a fragmentação da antiga biota não foi homogênea e a biota esteve submetida às modificações climáticas.

Analisando vários modelos de evolução geológica propostos por Martin *et al* (1983) e Suguio *et al* (1978; 1985), admite-se as seguintes fases evolutivas do isolamento insular na costa Sudeste e Sul:

### Regressão Pliocênica

No máximo da regressão pliocênica, o nível do mar situava-se a 100 metros abaixo do atual (Maack, 1949). Toda

a plataforma continental brasileira projetava-se como terra contínua emersa. A biota costeira daquela época deveria estar em contato entre si, mas não há muitos dados concretos sobre a natureza dessa antiga biota.

### Pleistoceno

Durante a regressão marinha, há hipóteses de que ocorreu a instalação de semi-aridez e deslocamento da umidade na região costeira para porções oceânicas (Ab'Saber, 1977). Neste contexto as florestas deveriam ser diferentes das atuais (Ab'Saber, *op.cit.*). A análise faunística deste trabalho demonstra que mesmo com a semi-aridez, devem ter se preservado corredores de floresta que permitiram a sobrevivência dos organismos ombrófilos, mais sensíveis às mudanças na distribuição da umidade.

Sobre os movimentos positivos das oscilações do nível do mar, Suguio (1978) admite que o máximo da última transgressão ocorreu há 30.000 anos A.P.<sup>6</sup>

Na costa paulista, há registros de que, no máximo da transgressão Cananéia (Pleistoceno), o mar atingiu o sopé da Serra do Mar atual, em alguns setores como em Boracéia (Suguio, *op.cit.*), o que é comprovado pela datação dos sedimentos praias deixados próximos ao sopé da Serra do Mar. Esse é o período mais importante para a insularização dos antigos esporões da Serra do Mar, pois os movimentos transgressivos de maior amplitude foram os responsáveis pelo isolamento das ilhas atuais. Sobre a biota nesse período, infere-se de alguns trabalhos, que a retomada da umidade favoreceu o desenvolvimento e a re-expansão das florestas. Com os níveis marinhos mais elevados, as ilhas devem ter sido menores em área e o isolamento geográfico maior do que é hoje. Todos os trabalhos sugerem que a insularização ocorreu simultaneamente à expansão das florestas, mas há uma ambiguidade nessa hipótese, que os dados atuais ainda não permitem esclarecer. A floresta teria se expandido no momento de máximo isolamento transgressivo do mar, ou permanecido nas ilhas durante a ligação no período regressivo (que corresponde à instalação de uma provável semi-aridez pleistocênica).

### Holoceno

No Holoceno, novas oscilações ocorreram, mas de amplitudes menores. Essas variações mais recentes uniram várias ilhas mais próximas da costa, formando tómbolos

(Suguio, 1987). Durante as regressões holocênicas, houve períodos em que as ilhas mais próximas estiveram ligadas ao continente, mas outras áreas, outrora insulares, foram praticamente continentalizadas, como parece ser o caso do Maciço da Juréia. As ilhas mais afastadas, no entanto, estão há mais tempo isoladas do continente.

É razoável pensar que as oscilações não isolaram igualmente todas as ilhas paulistas nos diferentes ciclos transgressivos/regressivos. A área das ilhas variou muito devido aos movimentos eustáticos, enquanto o clima durante as regressões marinhas foi provavelmente mais árido e uniforme.

Hoje, à exceção de algumas áreas aplainadas, lajedos submersos e ilhas de deposição, as ilhas rochosas são geralmente formadas por cristas predominantemente gnáissicas, cobertas frequentemente por vegetação arbórea baixa com fisionomias distintas, provavelmente associada ao tipo de sucessão ecológica que se instalou após o isolamento geográfico. Nas ilhas rochosas, as matas baixas de encosta são predominantes, podendo ocorrer matas de palmeiras ou embaúbas. Ilhas rochosas protegidas e com declividades do entorno submerso suaves possuem praias arenosas de tamanho reduzido. A maioria das ilhas rochosas do Litoral Norte não apresenta praias deste tipo, sendo totalmente circundadas por costões rochosos.

Os fragmentos de Mata Atlântica das ilhas são, em geral, fisionomicamente semelhantes à mata continental. Apresentam, no entanto, florestas baixas e muitas vezes xeromórficas, provavelmente devido à ação dos ventos oceânicos e à maresia.

Uma peculiaridade das florestas insulares, observada em quase todas as ilhas visitadas, foi a predominância de matas sucessionais com palmeiras, principalmente com a ocorrência de *Barbosa pseudococus*, o Pati e *Syagrus romanzoiana*, o Jerivá. As matas têm aspecto de floresta sucessional com muitos elementos heliófilos, tais como embaúbas e quaresmeiras.

Todas as ilhas possuem campos gramíneos. Na maioria dos casos, a vegetação aberta é provavelmente de-

---

(6) Essas datações variam no entanto de região para região (Martin & Suguio, 1976; 1977; Martin, 1979).

corrência da declividade das encostas, dos solos rasos e litossolos, mas em muitas ilhas a ação antrópica é a responsável pelo desmatamento insular. Algumas áreas que sofreram deslizamentos naturais ou provocados, não recuperaram as matas no intervalo de até 30 anos, conforme análise das fotografias aéreas. É também frequente a ocorrência de campos de samambaia ou gleichenial (*Gleishenia spp*). Nas ilhas onde a exposição rochosa é maior, é comum a ocorrência de bromélias, cactáceas (*Cereus sp*) e outras plantas rupestres.

A drenagem, de um modo geral, é bastante reduzida com pequenas nascentes e canais pluviais, pois as ilhas rochosas são provavelmente antigos topos de esporões, onde a drenagem é naturalmente mais escassa. As ilhas maiores possuem alguns rios maiores. São Sebastião, a maior ilha deste setor da costa é a exceção, pois possui grande número de rios, córregos e riachos permanentes.

A ocupação humana das ilhas paulistas é pré-colonial, e seus primeiros habitantes foram os povos indígenas<sup>7</sup>, mas, na maioria dos casos, as ilhas são desabitadas, principalmente as pequenas. A ocupação caiçara é a predominante nos dias atuais, salvo nas ilhas maiores, onde o turismo trouxe a urbanização e conseqüentemente a população das cidades vizinhas.

#### COMPARAÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS DE ISÓPODOS DE SERAPILHEIRA DOS FRAGMENTOS DE MATA ATLÂNTICA INSULAR E CONTINENTAL

Diante das singularidades ecológicas dos isópodos de serapilheira e da homogeneidade das formas encontradas, descartou-se a explicação de que os animais encontrados tenham sido introduzidos ou se dispersado para as ilhas após o isolamento geográfico. Parece plausível sustentar a afirmação inicial de que existiram ligações pretéritas entre as florestas litorâneas e sua comunidade de serapilheira. Analisando os dados ambientais dos tipos de formações florestais, a fauna de isópodos acrescenta um dado curioso. As florestas continentais do trecho sul, amostradas nessa e em outras pesquisas, são sucessionais e semelhantes à do planalto ou do reverso da Serra do Mar, portanto menos úmidas do que as manchas que revestem as escarpas. Nas ilhas e no continente os tipos texturais de matas são muito semelhantes entre si, apesar das diferenças florísticas que certamente devem existir. Em geral, as matas insulares também

são, sucessionais, mais secas, abertas, com palmeiras e poucas epífitas. Os dados obtidos apontam maior semelhança entre a Mata Atlântica do trecho III e sete das ilhas do Litoral do Estado de São Paulo. A assembléia de isópodos encontrada nessas manchas de floresta apresenta graus de similaridade variável (figura 3), com índices inferiores a 0.5 (50%).

A semelhança ecológica entre as florestas e sua assembléia de isópodos de serapilheira é indicadora de uma possível ligação entre as formações florestais continental e insular. Essa ligação, através de florestas mesófilas, no período mais árido do Quaternário, poderia ter se estabelecido ao longo das drenagens ou em setores do relevo com maior umidade, num cenário de continuidade entre estas florestas.

As espécies de isópodos comuns entre estas áreas pertencem ao grupo atraqueado da família *Philosciidae* que foi encontrada em todos os pontos de coleta. *Atlantoscia alceui* - espécie generalista - foi particularmente comum a todas as áreas agrupadas ao nível do índice de similaridade de 40%. Do mesmo modo pode-se afirmar que, o grupo das bentanas foi o elo nessa aproximação faunística, pois várias espécies são compartilhadas entre as ilhas e o continente. Entre os *Trichorhina* - outro grupo com um número considerável de espécies na Mata Atlântica - *Trichorhina sp3*, apenas não foi coletada em Maranduba, mas como se trata de grupo taxonomicamente mal definido pouco se sabe sobre o significado dessa ausência. Merece destaque também, o fato da Ilha do Bom Abrigo estar entre as áreas semelhantes à Mata Atlântica do trecho III. Essa constatação corrobora a conjectura preliminar, que postula que a distribuição de algumas espécies de *Benthana* é contínua para todo o trecho sul da Mata Atlântica, reforçando a hipótese de homogeneidade na distribuição geográfica dos isópodos terrestres neste domínio. Além de indicar que a serapilheira dos diferentes tipos de florestas atlânticas contém uma fauna bastante semelhante e provavelmente associada à estabilidade das condições ecológicas deste ambiente, já apontada.

O índice de similaridade da Mata Atlântica do trecho II e do trecho III é de 30%, certamente um valor inferior ao esperado. Entretanto é prematuro interpretá-lo apenas como indicador de baixo grau de similaridade, pois as curvas de espécie indicam amostragem insuficiente.

(7) Na Ilha do Cardoso e Mar Virado, e outras da Baixada Santista, há registros de sambaquis. A pesquisa também identificou depósitos inéditos de conchas na Ilha Vitória (Ilhabela).

Totalmente distinto dos três setores está a Mata Atlântica do trecho III, que juntamente com a Ilha Vitória apresentou índice de semelhança abaixo de 1% quando agrupado às demais localidades. À exceção da Ilha Vitória, este setor foi o mais estudado por outros autores. Um dado importante a ser lembrado é que a maioria dos animais descritos para a Mata Atlântica é desse setor, sendo o trecho melhor amostrado na costa sudeste. As Matas Atlânticas do litoral Norte do Rio de Janeiro e Sul do Espírito Santo são climaticamente distintas do setor Paulista e talvez isto leve a uma diferença como a constatada no agrupamento.

Concluindo, pode-se dizer que as faunas de isópodos terrestres de serapilheira continental e insular têm espécies em comum, guardando no entanto singularidades subregionais ainda mal caracterizadas. As ocorrências exclusivas de ilhas: *Neotroponiscus lenkoi*, *Trichorhina* sp 4 e sp 5, *Pudeoniscus* sp 1 e *Benthana* sp 1, indicam que embora o isolamento das ilhas possa contribuir para o desenvolvimento de uma fauna própria, no caso das ilhas do litoral paulista os eventos de continuidade de formações florestais foram mais importantes indicando que de um modo geral, a fauna da região se desenvolveu como um conjunto.

#### Semelhanças faunísticas entre os fragmentos insulares de Mata Atlântica

Uma análise estatística entre comunidades não deve apoiar-se apenas numa estratégia de análise, portanto considerou-se o agrupamento por similaridade faunística entre ilhas como uma primeira aproximação. O índice mais elevado de similaridade foi de 0,66 ocorreu entre São Sebastião e Mar Virado. Essas duas áreas pertencem a famílias de ilhas distintas na gênese, mas possuem como traço comum uma notável diversidade de ambientes. O grupo dos *Philosciidae* e *Bathytropidae* foi provavelmente o grupo de aproximação das duas áreas. As duas ilhas apresentaram um número de espécies próximo, apesar de terem dimensões distintas e diferentes graus e isolamento geográfico. A relação número de espécies/espécies coletadas mostrou que a Ilha do Mar Virado teve uma boa amostragem enquanto que a fauna de isópodos da Ilha de São Sebastião ainda deverá revelar novas ocorrências. Os fatores área insular e isolamento não estariam determinando uma aproximação entre as áreas.

Com índices de semelhança faunística em torno de 0,5 e 0,6% da sua fauna estão As Ilhas-Bom Abrigo (14 espécies) e Maranduba (10 espécies) e Anchieta (14 espécies). Novamente as condições insulares não estariam determinando a similaridade. Outros fatores de ordem histórica,

talvez expliquem melhor esse agrupamento. Vale ressaltar que As Ilhas e a Ilha Anchieta foram as áreas melhor amostradas da pesquisa, sendo as Ilhas (13 espécies) a que apresentou maior diversidade e a Ilha Anchieta o maior número de espécies provavelmente novas.

As demais ilhas se agruparam com índices de semelhança muito baixos, chamando a atenção os casos de Monte de Trigo (6 espécies) e Vitória (10 espécies). A Ilha Vitória apresentou uma comunidade praticamente exclusiva, com 5 espécies registradas somente lá. Esse dado sugere que trata-se de área com endemismo, ainda não comprovado. A Ilha Vitória, que é a mais longe e está à mais tempo isolada, se assemelha muito a outro conjunto do mesmo setor - o arquipélago de Alcatrazes. Curiosamente, como a ilha é ocupada por população humana foi, também, o único caso a apresentar espécies de distribuição ampla (*Cubaris murina*) e cosmopolita (*Porcellionides pruinosus*).

O endemismo em isópodos terrestres se expressa regionalmente. Por outro lado, confirma a premissa inicial do trabalho, que a fauna de isópodos de serapilheira é conservadora e que os eventos climáticos do Quaternário, aparentemente não resultaram em uma endemização, nesta escala e tempo e espaço. Os resultados revelam também que as espécies que ocorrem nos fragmentos de matas dessas ilhas são aquelas que dependem do ambiente ombrófilo, compartilhado por espécies atraqueadas de diferentes famílias encontradas. Os dados sugerem também, que não são as "famílias" geológicas de ilhas que determinam a composição da comunidade, mas provavelmente as tipologias de florestas e a diversidade de ambientes manifestada na heterogeneidade destes espaços.

Outra conjectura, ainda muito inicial, é a de que Ilhas maiores, como a Ilha Anchieta e Bom Abrigo, sofreram simplificações faunísticas ainda maiores devido a intensa degradação de suas florestas, pois a diversidade encontrada as aproximou de ilhas com áreas significativamente menores como é o caso da Ilha de Maranduba e As Ilhas. Isto sugere que a simplificação biológica destas ilhas se deu no período recente e deveriam ser consideradas cuidadosamente na conservação ambiental destas ilhas.

#### CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS PARA ESTUDOS FUTUROS

A fauna é, sem dúvida, um componente essencial para se obter uma explicação consistente sobre a história

ambiental de uma região. Os estudos faunísticos no mundo tropical constituem um grande desafio decorrente da diversidade de formas. O desconhecimento que temos a respeito dos animais tropicais, principalmente Neotropicais, dificulta qualquer pesquisa sobre o seu significado em determinado ambiente. Por essa razão, mesmo que a pesquisa não tenha por objetivo a elaboração de um inventário, invariavelmente a informação taxonômica é básica. Apesar disto, e das lacunas ainda existentes nesse trabalho, obtive novos dados referenciais para estudos posteriores sobre a história do litoral paulista.

Como conclusão final, o que esse trabalho praticamente enunciou, através das hipóteses trabalhadas, foi:

- A fragmentação de uma provável área contínua de Mata Atlântica durante a última transgressão, acarretou, simultaneamente, o isolamento de populações que provavelmente ocupavam áreas contínuas. Houve preservação de "corredores" de comunicação entre fragmentos de florestas isolados. A semelhança faunística encontrada fundamenta estas conexões, pois a maior semelhança encontrada entre as localidades estudadas está, provavelmente, associada à ocorrência das bentanas e outras formas de isópodos atraqueados, extremamente dependentes de ambientes sombreados e úmidos, com dificuldade de atravessar formações abertas. A amplitude das curvas de variação do nível do mar, propostas para o Pleistoceno e Holoceno, sugere que as biotas insulares estiveram em comunicação durante a regressão pleistocênica. O isolamento deve ter se estabelecido na posterior retropicalização do clima.
- Durante a regressão holocênica é provável que as ilhas não tenham restabelecido a conexão com o continente. Neste Período deve ter ocorrido um aumento de área insular, formação de tómbolos, mas não a coalescência com ecossistemas continentais. Partindo desta observação, as semelhanças faunísticas encontradas, principalmente as espécies de *Benthana*, podem ser interpretadas dentro do cenário descrito a seguir:

As populações ancestrais ocupavam uma extensão contínua de florestas mesófilas<sup>8</sup>, quando as porções que deram origem às ilhas estavam conectadas ao continente. A paisagem de semi-árido proposta para as regiões mais baixas do relevo durante o máximo da maior regressão pleistocênica seria formada por mosaicos vegetacionais. A

semi-aridez holocênica não seria suficiente para destruir o ambiente de mata de setores do litoral.

Caso o cenário proposto se aproxime da verdade, como indicam os dados faunísticos, é possível que a retração de biotas úmidas tenha se dado de maneira lenta a permitir comunicação de florestas nas áreas que hoje são ilhas. Assim sendo, a comunidade de isópodos de serapilheira atual é resultado de fragmentação de populações ancestrais que ocupavam as florestas durante o Pleistoceno, e não por eventos de dispersão posteriores ao isolamento.

- Quase toda a fauna encontrada é endêmica da região Neotropical, reforçando a antiguidade dessa fauna que apesar de ombrófila é resistente ao clima. Esta consideração me parece importante na explicação da disjunção insular. Não foi identificado nenhum endemismo específico para nenhuma das ilhas estudadas, apesar de ter havido algumas ocorrências exclusivas. Em geral o endemismo das comunidades tropicais é abordado de forma a mesclar interpretações de escalas temporais distintas. É provável que as comunidades atuais em ilhas sejam compostas pelas formas que resistiram à redução de área ocorrida no processo de insularização, mas não foi o suficiente para que as populações se diferenciasssem. Apesar disto, algumas conjecturas podem ser levantadas a respeito da assembléia encontrada na ilha Vitória - que diferiu significativamente das demais. Talvez a exclusividade faunística possa ser identificada com estudos mais aprofundados para conjuntos de ilhas. Por enquanto parece que a população insular atual é representada pelo conjunto que sobreviveu às transformações pretéritas.
- A diversidade faunística das assembléias de serapilheira é elevada e ainda mal amostrada. Apesar de não termos dados conclusivos sobre esta diversidade, o número encontrado de 47 espécies só para este setor é superior ao número indicado por Vandel (1936) para toda a América do Sul sub-tropical (37 espécies), América Central (23 espécies) e América do Norte (40 espécies). Representa, também o maior número de espécies conhecidas de uma área limitada do Brasil.
- A família mais representativa no ambiente da serapilheira foi *Philosciidae*, especificamente o gênero *Benthana*

(8) Provavelmente semelhantes às florestas do planalto ou setores menos úmidos.

(endêmico da região Neotropical) e que compreende animais típicos de ambientes endógenos e sombreados. Foram identificadas 14 espécies do gênero *Benthana*. Esses animais são predominantemente de hábitos noturnos e muito abundantes na serapilheira, ocorrem em associação com outras espécies. Talvez seja o gênero mais diversificado na Mata Atlântica, com distribuição contínua para

muitas espécies. Além de Philosciidae, Bathytropidae e Pudeoniscidae também representam grupos com endemismo regional na Mata Atlântica. As famílias Philosciidae e Bathytropidae são, provavelmente bons indicadores de ambiente da serapilheira e portanto, os melhores grupos para estudos sistemáticos e biogeográficos.

#### ABSTRACT

The Insular studies are uncommon in Brazil (Angelo, 1992). The comparative studies of environment indicators are an important for the conservation strategies. The knowledge of dynamic isolated spaces can assist to selected protected areas and also helps to choose the better strategies of ecosystem's conservation.

This work presents the results of a comparative study of the isopod litter community, an important environment bioindicator. To select the islands, a huge catalogue (Angelo, 1989) and a collecting animal program was done.

The faunistic isopod inventory refers to ten islands from São Paulo's coast considering a series of environmental characteristics (area, location, forest vegetation and access).

The families *Philosciidae*, *Bathytropidae* and *Pudeoniscidae* represent the groups showing regional endemisms in the Atlantic Rainforest. *Philosciidae* and

*Bathytropidae* families are the most suitable groups for studying bioindicators biogeographically.

The most representative family on the litter environment is *Philosciidae*, specifically *Benthana* that includes animals typical from endogenous and shadowed environments.

The isopod litter faunas from insular and continental fragments of Atlantic rainforest are similar, specially the *Atracheata* (*Philosciidae*, *Bathytropidae*, *Plathyarthridae*). This similarity was interpreted as the result of past continuity of the forest connections between the forest fragments. Even during the semi-arid regressive periods in the Quaternary there should have been communication between the remaining forests. The Pleistocene semi-arid seems to have been the most favorable period for these connection. This conclusion is based on the hypothesis that parts of the dry forest survived alongside drainage areas and in the most humid sectors of the landscape, maintaining the continuity of the ancestral forest litter isopod (*Atracheata*) community.

#### BIBLIOGRAFIA CITADA

- AB'SABER, A. N., 1955. Problemas Paleogeográficos do Brasil de Sudeste. *Anuário Fac. Fil. Sedes Sapientiae, USP*. 12: 79-86.
- AB'SABER, A. N., 1962. A Serra do Mar e o Litoral de Santos. *Not. Geomorf. Campinas*, 5 (9110):70-77
- AB'SABER, A. N., 1965. A evolução geomorfológica. In: *A Baixada Santista: aspectos geográficos (As bases físicas)*. São Paulo. EDUSP 1:50-66.
- AB'SABER, A. N., 1977. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. *IGEOG-USP - Paleoclimas* 3: 1-19.
- AL-DABBAGH, K. Y. & W. Block, 1981. Population ecology of a terrestrial isopod in two Breckland grass heaths. *J. Anim. Ecol.* 50: 61-77.
- ALMEIDA, F. F. M., 1964. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. *Bol. Inst. Geog. (Geologia)*. São Paulo, 41:169-263
- ANGELO, S., 1989. *Ilhas do Litoral Paulista*. Secretaria do Meio Ambiente. Divisão de Reservas e Parques Estaduais e Universidade de São Paulo (Depto. de Geografia - FFLCH-USP), 49p.
- ANGELO, S., 1992. *Distribuição e ocorrência de isópodos terrestres (Crustacea - Oniscidea) em fragmentos de Mata Atlântica insular e continental do litoral paulista*. Dissertação de mestrado. Departamento de Geografia. FFLCH-USP.
- BROWN, J. H. A. C. Gibson, 1983. *Biogeography*. London. The C.V. Mosby Company. 643p.
- BURSELL, E., (1955). The transpiration of terrestrial isopods. *J. Exp. Biol.* 32:238-255
- CARBONARI, M. P., 1981. Ecossistema insular: importância de seu estudo. *Caderno Ciências da Terra-IGEOG-USP* 65p.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. 1956. Studies in diurnal rhythms VI. Bioclimatic observations in Tunisia and their significance in relation to the physiology of the fauna, especially woodlice, centipedes, scorpions and beetles. *Ann. Mag. nat. Hist.* (12) 9:305-329.
- CLOUDSLEY-THOMPSON, J. L. 1977. Problems of dispersal in some terrestrial arthropods. *Advanc. Sci. Lond.* 11 (41):73-75.

- CRUZ, O., 1974. **A Serra do Mar e o Litoral na área de Caraguatatuba: contribuição à geomorfologia tropical**, S. Paulo, tese de doutoramento. Depto. Geografia - FFLCH-USP
- EDNEY, E. B., 1953. Woodlice and the land habitat. *Biol. Rev.* 29 (2): 185-219.
- EDNEY, E. B., 1968. Transition from water to land in isopod crustaceans. *Am. Zool.* 8:309-326
- FREITAS, R. O., 1947. Geologia e petrologia da Ilha de São Sebastião. *Bolm. Fac. Cienc. Let. Univ. São Paulo - Geologia*, 3: 1-244.
- HUEDK, K., 1972. Florestas da América do Sul. Ed. Polígono. São Paulo - SP, 465 p.
- LEMOS DE CASTRO, A., 1967. Isopodes Terrestres da amazonia Brasileira. (Isopoda Oniscoidea). *Atas do Simpósio sobre a Biota Amazônica (zoologia)* 5: 311-336.
- LEMOS DE CASTRO, A., 1971. Isopodos terrestres introduzidos no Brasil. *Bol. Mus. Nac. Rio de Janeiro*, (282).
- MARTIN L., K. SUGUIO & J. M. FLEXOR, 1983. Le quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananéia (SP) et Barra de Guaratuba (RJ). *International Symposium on coastal evolution in the quaternary. São Paulo, Brasil*: 296-331.
- MUELLER, P., 1973. The dispersal centers of vertebrates in the Neotropical realm. *Biogeographica*, vol 2. The Hague, W. Junk.
- SHADETON & OPDYKE, 1973;
- SHADETON & OPDYKE, 1976
- SCHIERHOLZ, T. 1991. Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais. *Ciência Hoje* (12):71.
- SCHMALFUSS, H., 1975. Morphologie, Funktion der tergalen Langsrippen bei Länd isopoden (Oniscoidea, Isopoda, Crustacea). *Zoomorphologie*, 86:155-167.
- SCHMALFUSS, H., 1978. *Ligia simoni*: a model for the evolution of terrestrial isopods. *Stuttgarter Beitr. Naturk: (A)* 317:1-5.
- SCHMALFUSS, H., 1984. Ecomorphological Strategies in Terrestrial Isopods. In: *The Biology of Terrestrial Isopods. Symp. zool. Soc. Lond.* 53: 49-63.
- SILVEIRA, J. D., 1964. Morfologia do litoral. In: *Brasil, a terra e o homem. vol I: As bases físicas*. Cia. Ed. Nacional, 253-305.
- SUGUIO, K., 1978. The state of São Paulo coastal plain evolutive scheme and Brazilian Littoral Quaternary marine formations. *International Symposium on coastal evolution in the quaternary. São Paulo, Brasil*.
- SUGUIO, K. & L. MARTIN, L., 1978. Formações quaternárias marinhas do litoral Paulista e sul fluminense. *International Symposium on coastal evolution in the quaternary. São Paulo, Brasil*: 11-18.
- SUGUIO, K.; L. MARTIN; A. C. S. P. BITTENCOURT; J. M. L. DOMINGUEZ, 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. *Rev. Bras. Geociências*. 15 (4): 273-286
- SUGUIO, K. & L. MARTIN, L., 1987. Classificação das costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. *Anais Simpósio sobre ecossistemas da Costa Sul e sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos. ACIESP*. 1:1-28
- SUTTON, S.L., 1980. *Woodlice*. Oxford: Pergamon Press.
- TAITI, S. & FERRARA, F. 1989. Biogeography and ecology of terrestrial isopods from Tuscany. *Monit. Zool. Ital. Monogr.* 4:75-101.
- VANDEL, A., 1943. Essai sur l' origine, l' evolution et la classification des Oniscoidea (Isopodes Terrestres). *Bull. biol. F. Belg. (Suppl.)* 30: 1-136.
- VANDEL, A., 1974.
- VAN NAME, G.W. 1936. The American Land and Freshwater isopod crustacea. *Bull. Amer. Nat. Hist.*, 71: 1-535
- VERHOEFF, K. W., 1920. Zur Kenntnis der larven, des Brutsackes und der Bruten der Oniscoidea-Isopoden Aufsatz. *Zool. Anz.* 51:169-189.
- WALOFF, 1941. The mechanisms of humidity reactions of terrestrial isopods. *J. Exp. Biol. Cambridge* 18:115-135.



Figura 2 - Matriz de similaridade entre as ilhas e continente

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	0,3846											
3	0,3529	0,5000										
4	0,4000	0,3333	0,3077									
5	0,3158	0,4375	0,4000	0,1875								
6	0,1667	0,1875	0,4118	0,1538	0,2381							
7	0,4118	0,4667	0,5882	0,2857	0,3810	0,3889						
8	0,0000	0,1250	0,1500	0,0000	0,2500	0,1667	0,1429					
9	0,5000	0,4667	0,3500	0,2857	0,4500	0,2500	0,4000	0,1429				
10	0,3889	0,5333	0,5556	0,2667	0,6667	0,3000	0,5263	0,2500	0,5263			
11	0,1364	0,0952	0,1200	0,0556	0,2000	0,0000	0,1600	0,1905	0,1600	0,1538		
12	0,2258	0,1613	0,3226	0,1034	0,2647	0,2581	0,3548	0,1875	0,2353	0,3030	0,2647	
13	0,3158	0,3529	0,3333	0,1875	0,3043	0,2381	0,4500	0,1905	0,3810	0,4286	0,2000	0,3030

1. Ilha da Maranduba
2. Ilha do Prumirim
3. As Ilhas
4. Ilha Tamandua
5. Ilha do Mar Virado
6. Ilha Monte de Trigo
7. Ilha do Bom Abrigo
8. Ilha Vitória
9. Ilha Anchieta
10. Ilha São Sebastião
11. Mata Atlântica - Trecho I
12. Mata Atlântica - Trecho II
13. Mata Atlântica - Trecho III

Figura 03 - Agrupamento por similaridade das áreas estudadas

