

RESEARCH ARTICLE

## Colonização de mini-ilhas artificiais por invertebrados marinhos na Praia da Urca, Rio de Janeiro

### Colonization of artificial mini-islands by marine invertebrates at Urca Beach, Rio de Janeiro

Mauro José Cavalcanti<sup>1\*</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-2389-1902>

<sup>1</sup>Ecoinformatics Studio, Caixa Postal 18123, CEP 20720-970 Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\*Email: maurobio@gmail.com

Received: 15, February 2024 / Accepted: 18, March 2024 / Published: 21, March 2024

**Resumo** O processo de colonização de mini-ilhas artificiais submersas por invertebrados marinhos na Praia da Urca, Rio de Janeiro, sudeste do Brasil, foi acompanhado a partir da teoria da biogeografia insular e da análise de curvas de colonização e de relações espécie-área, buscando-se compreender os efeitos da área e da distância sobre esse processo. As mini-ilhas consistiam de 4 lajotas de barro de dois diferentes tamanhos (350 cm<sup>2</sup> e 700 cm<sup>2</sup>) colocadas duas a duas respectivamente a 2 m e 5 m de distância da praia e demarcadas por boias. O exame das mini-ilhas foi feito semanalmente, por um período de 21 dias, na maré baixa, através de mergulhos em apneia, registrando-se o número de espécies presentes a cada observação. Construíram-se curvas de colonização plotando-se o número de espécies contra o tempo decorrido. As curvas de espécie-área foram ajustadas através de regressão linear, sendo o número de espécies registrado em cada mini-ilha comparado pelo Índice de Similaridade Biótica para a curva de potenciação (ISB<sub>p</sub>). Polychaeta, Anthozoa e Bryozoa foram os táxons dominantes ao longo do estudo, em relação à densidade de indivíduos, sendo Mollusca o táxon mais diversificado, com 7 espécies presentes. Foram encontradas 21 espécies de invertebrados marinhos, pertencentes a sete filos. As curvas de colonização mostraram uma ligeira tendência à aproximação de um equilíbrio do número de espécies ao término do estudo. As ilhas pequenas foram mais similares entre si do que as ilhas grandes, atribuindo-se tal efeito à maior área disponível nestas últimas para o recrutamento de larvas de um maior número de espécies.

**Palavras-Chave:** biogeografia insular, invertebrados bentônicos, modelo do equilíbrio, organismos incrustantes, relações espécie-área.

**Abstract** The colonization process of submersed planar marine islands by marine invertebrates at Urca Beach, Rio de Janeiro, southeastern Brazil, was followed through the theory of island biogeography and the analysis of colonization curves and species-area relations, seeking to compare the distance and area effects on that process. The islands consisted of 4 clay plates of two different sizes (350 cm<sup>2</sup> and 700 cm<sup>2</sup>), put on the sea-bottom in groups of two at 2 m and 5 m of the beach, respectively, and marked by buoys. The islands were examined weekly at low tide by skin diving, during 21 days, being recorded the number of species at each observation. Colonization curves were computed by plotting the number of species against time, Species-area curves were fitted by linear regression analysis, being the number of species recorded at each observation on each island compared by the Biotic Similarity Index for the power-curve (ISB<sub>p</sub>). Polychaeta, Anthozoa, and Bryozoa were the dominant taxa along the study, in relation to the number of individuals, being Mollusca the most diverse taxon, with 7 species present. Twenty-one species of marine invertebrates were found, belonging to seven phyla. The colonization curves showed a slight tendency to approach an equilibrium number of species by the end of the study. The small islands were more similar between them than the large islands, being such an effect attributed to the larger area available on those islands to larval recruitment of a greater number of species.

**Keywords:** equilibrium mode, fouling organisms, island biogeography, benthic invertebrates, species-area relation.

## Introdução

O estudo das biotas insulares tem contribuído para a compreensão de diversos fenômenos biogeográficos e ecológicos, como colonização, dispersão, extinção, competição e especiação. Dos primeiros estudos qualitativos, puramente descritivos, chegou-se posteriormente à introdução de métodos quantitativos e experimentais, sobretudo com o desenvolvimento da teoria da biogeografia insular a partir do início dos anos de 1960. Segundo o modelo proposto por MacArthur & Wilson (1963, 1967) a composição das biotas insulares é mantida por um equilíbrio dinâmico entre o número de espécies recém-imigradas e o número de espécies que se tornam extintas numa dada ilha, sendo as taxas de imigração e extinção determinadas pelo tamanho da ilha e por sua distância da fonte de colonização.

A teoria da biogeografia insular tem sido testada por vários pesquisadores, que a tem aplicado em diversos campos de estudo, procurando determinar a ocorrência do número de espécies em equilíbrio previsto pela teoria a partir da análise de curvas de colonização e de relações espécies-área.

Contudo, até o momento a maior parte da pesquisa experimental em biogeografia de ilhas tem sido relacionada com pequenas ilhas oceânicas ou áreas isoladas de habitat, envolvendo organismos terrestres (sobretudo aves e insetos). Embora haja vários estudos sobre a colonização de objetos submersos por organismos marinhos, visando a prevenção de incrustantes de estruturas

submarinas (Allen & Wood, 1950; Kensler & Crisp, 1965; Bastida, 1971), poucos têm sido realizados dentro do âmbito da teoria da biogeografia insular, podendo-se mencionar somente os de Patrick (1967) e, principalmente, Schoener (1974a, b), Schoener et al. (1978) e Schoener & Schoener (1981).

Considerando-se também os poucos dados disponíveis sobre os processos de colonização de organismos marinhos bentônicos em águas tropicais (Goodbody, 1961), cuja aplicação pode ser importante na prevenção de incrustantes de instalações marinhas, às quais podem causar sérios danos (como, por exemplo, vem ocorrendo nos tubulões do Emissário Submarino de Ipanema, segundo Secchin & Castro (1982)), faz-se oportuno um estudo desses processos a partir da teoria da biogeografia insular, analisando-se um experimento com mini-ilhas artificiais submarinas, com o objetivo de compreender os efeitos da área e da distância sobre o processo de colonização dessas mini-ilhas por invertebrados marinhos.

## Material e Métodos

Área de estudo – O local de estudo foi a Praia da Urca, localizada dentro da Baía de Guanabara, na cidade do Rio de Janeiro (Figuras 1 e 2), escolhida pela diversidade relativamente grande de espécies de invertebrados marinhos nela encontrada e pela facilidade de acesso. O desnível de marés na área é da ordem de 60 cm, sendo o fundo rochoso e recoberto de areia grossa. Não se observou a presença de vegetação

submarina no local, podendo-se atribuir sua ausência à herbivoria por ouriços-do-mar, muito numerosos no local. Embora não tenha sido

possível medir fatores físico-químicos do meio, a turbidez da água no local parece ter-se mostrado bastante variável.



Figura 1 – Mapa do litoral do Rio de Janeiro, com a área de estudo delimitada pelo quadrado.

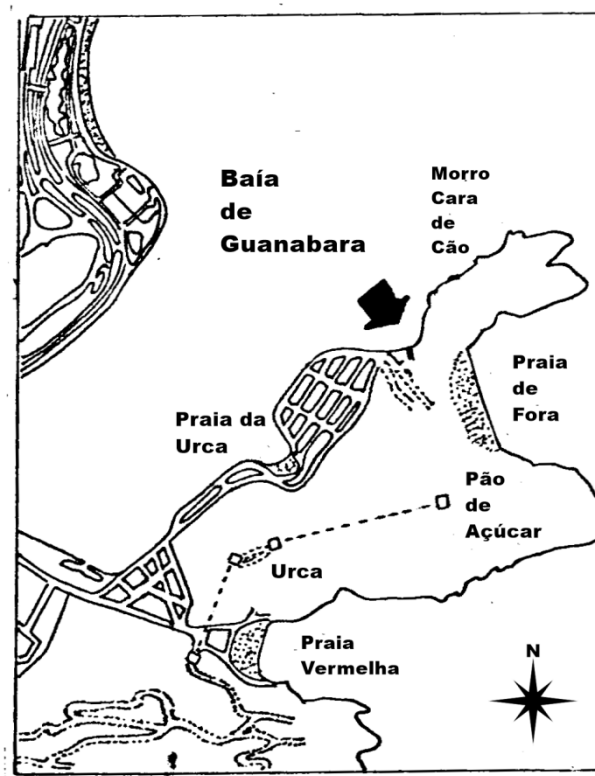


Figura 2 – Detalhe da área de estudo, com a seta indicando o ponto de colocação das mini-ilhas.

Procedimento – As mini-ilhas artificiais utilizadas neste estudo consistiam de lajotas unitárias de barro de 7x25 cm (175 cm<sup>2</sup>) cada, montadas lado a lado e unidas com cimento, de modo a formar quatro ilhas de dois diferentes tamanhos: 14x25 cm (350 cm<sup>2</sup>) e 21x25 cm (700 cm<sup>2</sup>). Após a montagem, as mini-ilhas foram colocadas duas a duas no fundo, respectivamente a 2 m e a 5 m de distância da praia (considerada a partir do início da linha de maré baixa), sendo demarcadas por boias improvisadas com bolas de isopor de 20 cm de diâmetro e cabos de náilon. As boias foram pintadas com tinta plástica amarela a fim de permitir a sua rápida localização. As mini-ilhas foram colocadas a uma profundidade não superior a 5 metros na maré alta, de modo que pudessem ser alcançadas facilmente por mergulhos em apneia.

As mini-ilhas foram designadas como: P1 (pequena e próxima), P2 (pequena e distante), G1 (grande e próxima) e G2 (grande e distante), de acordo com o tamanho e a distância da praia de cada uma.

As observações foram efetuadas em média uma vez por semana, na maré baixa, durante o período de duração do estudo (21 dias), perfazendo um total de 5 observações. As mini-ilhas eram trazidas à praia por mergulhadores em apneia e examinadas cuidadosamente, anotando-se o número de morfoespécies presentes a cada observação, em cada mini-ilha, e procedendo-se à coleta de indivíduos (em função das dificuldades

de amostragem, apenas o número de espécies em cada observação foi computado, não sendo considerado o número de indivíduos). Os espécimes coletados eram anestesiados com cloreto de magnésio em cristais, fixados em formol a 4% e levados aos laboratórios do Departamento de Zoologia para identificação. Após cada exame, as mini-ilhas eram repostas no fundo, nos mesmos pontos de colocação iniciais.

Tratamento estatístico – O número de espécies em equilíbrio em cada mini-ilha foi estimado através da função-potência:

$$S = cA^z(1)$$

onde S é o número de espécies, A é a área, c é uma constante de proporcionalidade, dependente da área e do táxon sob estudo, e z é o coeficiente faunístico, dado pela inclinação da reta de regressão log S x log A (Hamilton et al., 1963; MacArthur & Wilson, 1963, 1967; Connor & McCoy 1979). Convertendo-se para logaritmos, a equação (1) toma a forma da função linear

$$\log S = \log c + z \cdot \log A(2)$$

sendo os parâmetros c e z obtidos pelo método dos mínimos quadrados (Sokal & Rohlf 1981).

A similaridade na composição de espécies entre as mini-ilhas foi comparada pelo índice de Similaridade Biótica para a curva de potenciação, derivado por Benson (1982) a partir das relações espécies-área:

$$ISB_p = J_o / (S1 + S2 - (S1^{z-1} + S2^{z-1})^z) (3)$$

onde J<sub>o</sub> é o número de espécies compartilhadas entre as duas amostras sendo comparadas, S1 e S2

são os respectivos números de espécies nas duas amostras e  $z$  é o coeficiente faunístico da reta de regressão obtido pela equação (2).

As curvas de colonização para cada mini-ilha foram construídas plotando-se o número de espécies presentes contra o tempo (Simberloff, 1969; Schoener, 1974a, b; Schoener et al., 1978).

## Resultados

Diversidade de espécies – O Apêndice mostra as espécies de invertebrados colonizadores das mini-ilhas artificiais na Praia da Urca durante o período de observação. Foram encontrados sete filos de invertebrados marinhos (Cnidaria, Platyhelminthes, Annelida, Bryozoa, Mollusca, Arthropoda e Echinodermata), compreendendo um total de 21 espécies, 16 das quais (76,2% do total) foram identificadas a nível específico. O número total de espécies nas ilhas G1 e G2 e a respectiva mediana (M) para cada um foi de 12 (M = 6) e 10 (M = 4), respectivamente, sendo os respectivos totais para as ilhas P1 e P 2 e as respectivas medianas (M) de 13 (M = 6) e 9 (M = 4). Polychaeta, Anthozoa e Bryozoa foram os táxons dominantes ao longo do estudo, em relação à

densidade de indivíduos, sendo que Mollusca foi o grupo mais diversificado, com sete espécies colonizadoras. Nas ilhas P1 e G1, os poliquetas tubícolas *Hydroides norvegicae* *Cirriformia tentaculata* apresentaram uma grande densidade de indivíduos, recobrando toda a superfície das lajotas em cerca de duas semanas, aproximadamente, após o início do estudo. Observou-se ainda uma predominância da craca *Chthamalus stellatus* sobre *Amphibalanus amphitrite*, a outra espécie de cirripédio presente na colonização das mini-ilhas.

Relação espécies-área – As Tabelas 1 e 2 apresentam os dados ordenados através de sorteio das áreas absolutas e cumulativas das mini-ilhas artificiais, o número de espécies em cada observação e o número de espécies diferentes, acumulado para as ilhas P1/P2 e G1/G2, respectivamente. O sorteio da sequência das observações teve como finalidade eliminar um eventual efeito da sequência temporal das observações (por exemplo, através de variações de temperatura, salinidade, pH, turbidez, pressão de predação e quantidade de nutrientes) sobre a avaliação da relação aqui examinada.

Tabela 1 – Amostragens das ilhas P1 e P2, por ordem de sorteio, com os respectivos valores de áreas absolutas e cumulativas, número de espécies na amostra e número acumulado de espécies diferentes. O número que antecede cada amostra indica a sequência temporal de amostragem.

Amostra	Área (cm <sup>2</sup> )	Área cumulativa (cm <sup>2</sup> )	nº de espécies na amostra	nº de espécies cumulativo
1-P2	350	350	3	3
4-P1	350	700	6	7
5-P2	350	1050	5	8
5-P1	350	1400	7	9
4-P2	350	1750	6	11
3-P2	350	2100	4	12
2-P2	350	2450	4	12
1-P1	350	2800	4	13
3-P1	350	3150	7	15
2-P1	350	3500	5	16

Tabela 2 – Amostragens das ilhas G1 e G2, por ordem de sorteio, com os respectivos valores de áreas absolutas e cumulativas, número de espécies na amostra e número acumulado de espécies diferentes. O número que antecede cada amostra indica a sequência temporal de amostragem.

Amostra	Área (cm <sup>2</sup> )	Área cumulativa (cm <sup>2</sup> )	nº de espécies na amostra	nº de espécies cumulativo
2-G1	700	700	6	6
1-G2	700	1400	2	7
5-G2	700	2100	8	10
3-G2	700	2800	3	10
5-G1	700	3500	8	14
4-G1	700	4200	6	15
3-G1	700	4900	7	15
2-G2	700	5600	4	15
1-G1	700	6300	2	16
4-G2	700	7000	4	17

As curvas de espécies-área mostradas nas Figuras 3 e 4 foram ajustadas através de regressão linear, com a variável A representando a área cumulativa, transformada em logaritmo decimal, da qual foram obtidos os valores de c e z. Foram obtidas as seguintes equações de regressão:

$$P1/P2: \log S = -1,07 + 0,64 \log A$$

$$G1/G2: \log S = -0,63 + 0,49 \log A$$

O número cumulativo de espécies estimado para cada mini-ilha pelas equações de regressão obtidas não diferiu significativamente dos números obtidos para as ilhas P1/P 2 ( $\chi^2 = 0,81$ ;  $P < 0,01$ ) e G1/G2 ( $\chi^2 = 0,74$ ;  $P < 0,01$ ).

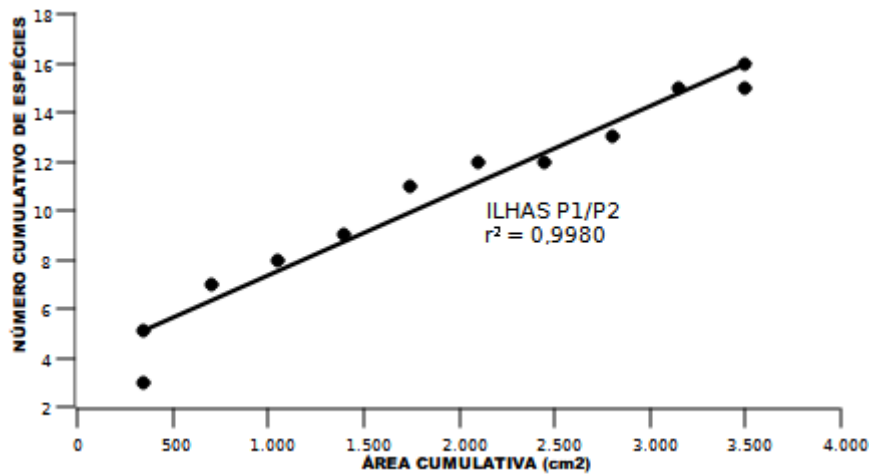


Figura 3 – Relação entre a área cumulativa e o número acumulado de espécies para as ilhas P1/P2.

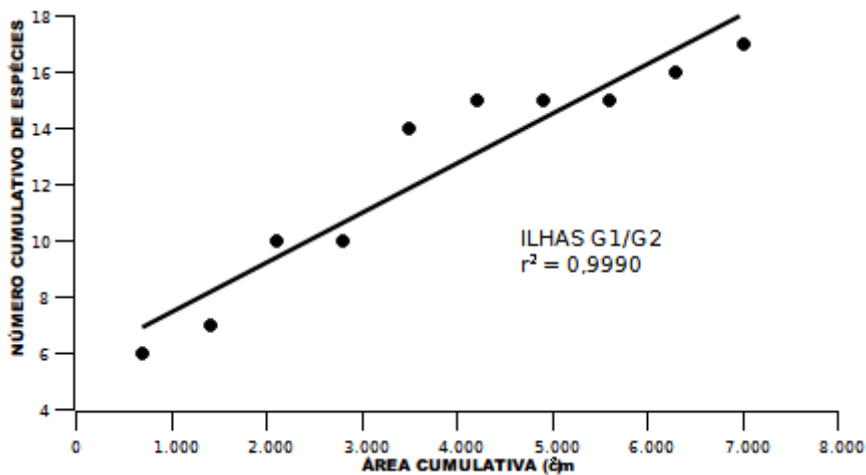


Figura 4 – Relação entre a área cumulativa e o número acumulado de espécies para as ilhas G1/G2.

Similaridade biótica – Os valores do índice de Similaridade Biótica para a curva de potenciação foram 0,76 e 1,30, respectivamente, para as ilhas G1/G2 e P1/P2. Os valores do  $ISB_p$  foram maiores para as ilhas pequenas do que para as ilhas grandes, indicando que as primeiras foram mais similares entre si quanto à composição em espécies.

Curvas de colonização – As Figuras 5 e 6 representam as curvas de colonização para as ilhas P1/G1 e P2/G2, respectivamente. Todas as curvas

mostram uma rápida subida inicial do número de espécies, tendendo a ocorrer uma separação das curvas entre as mini-ilhas ao final do período de observação (como observado também por Schoener 1974b). Nas ilhas G1 e G2, nota-se uma tendência das curvas para continuarem subindo ao longo de todo o período de observação, apesar das flutuações observadas no número de espécies, o que permite considerá-las como curvas do Tipo A de Schoener (1974a). As ilhas P1 e P2, porém,

apresentam curvas de forma convexa, como as do Tipo B de Schoener (1974a).

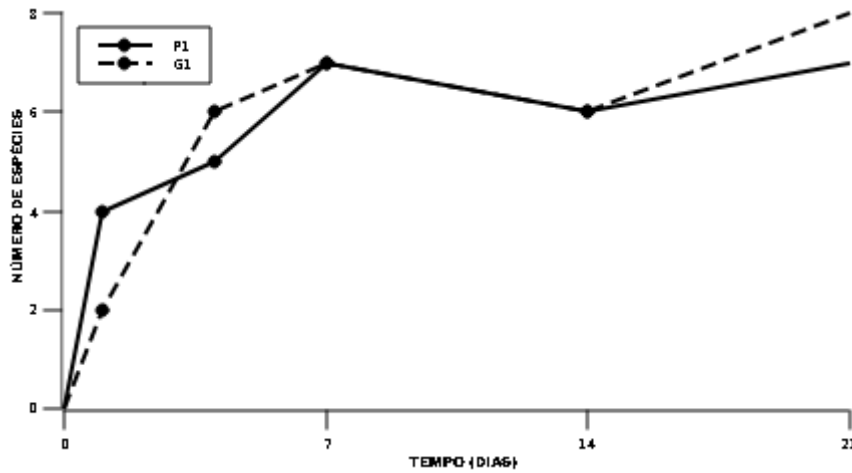


Figura 5 – Curvas de colonização para as mini-ilhas P1 e G1. O número de espécies por ilha é plotado contra o tempo em dias.

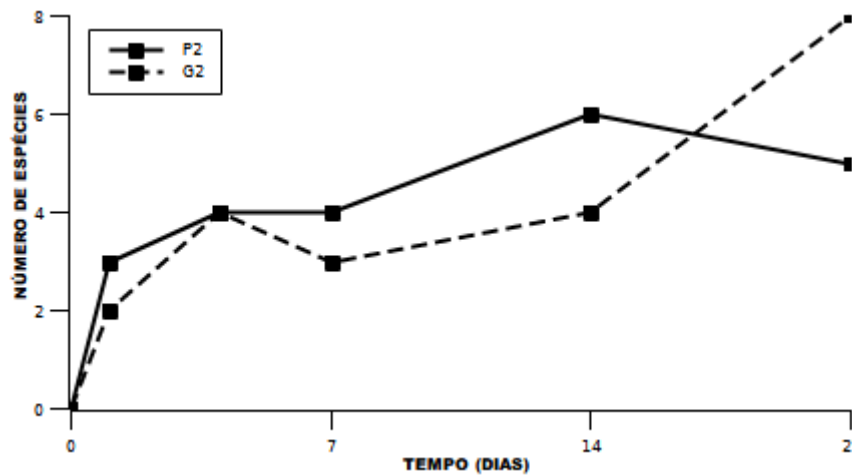


Figura 6 – Curvas de colonização para as mini-ilhas P2 e G2. O número de espécies por ilha é plotado contra o tempo em dias.

## Discussão

O exame das curvas de colonização permite fazer inferências quanto à aproximação de um número de espécies em equilíbrio numa ilha ou habitat insular. Schoener (1974a) distinguiu três tipos de curvas de colonização para ilhas marinhas planas: a) as que crescem ao longo de

todo o período de observação; b) as que tendem a cair ao fim do período de observação e c) as que caem bem antes do fim do período de observação. Note-se, porém, que o período de observação em todas as curvas examinadas por Schoener (1974a) não foi inferior a um ano, com observações mensais.



Em geral, infere-se o equilíbrio a partir da forma da curva; quando esta é convexa, supõe-se que o número de espécies atingiu o equilíbrio (Tipo C de Schoener, 1974a). De acordo com Schoener (1974a), as ilhas artificiais marinhas planas (como as utilizadas neste estudo) não demonstram a aproximação de um equilíbrio, na maioria dos casos examinados. Isto é atribuído ao fato de que o número de espécies disponível para a colonização é muito maior do que o número de espécies que, efetivamente, colonizam essas pequenas ilhas bidimensionais; além disso, as taxas de imigração de ilhas artificiais marinhas planas mostram uma queda pronunciada depois que a ilha está coberta de organismos (Schoener & Schoener, 1981), o que é mais evidente nos mares tropicais (Schoener et al., 1978). Algumas críticas podem ser feitas aos resultados de Schoener (1974a). Primeiro, as ilhas artificiais comparadas diferiam bastante em tamanho, não se levando em consideração a distância dessas ilhas da fonte de colonização ou o tipo de organismos colonizadores. Segundo, esses estudos foram realizados em diferentes ambientes, com variações de temperatura e marés bastante diversas entre si. Sutherland & Karlson (1977) sugeriram ainda que as perturbações ambientais na área de estudo poderiam constituir-se num importante fator que impedisse as ilhas bidimensionais de atingir o equilíbrio.

As curvas de colonização obtidas neste estudo assemelham-se às obtidas por Schoener (1974b) para mini-ilhas tridimensionais em águas das Bahamas, com as curvas para as ilhas pequenas e grandes crescendo juntas no início e

tendendo a separar-se ao fim do período de observação.

As curvas para as ilhas P1 e P2 apresentam uma forma razoavelmente convexa, o que pode indicar a aproximação de um equilíbrio no número de espécies, enquanto que as ilhas maiores, em função do maior espaço disponível, levariam mais tempo para atingir um eventual equilíbrio. Contudo, a comparação das curvas obtidas aqui com as da literatura pode não ser possível, visto que os períodos de observação de outros autores foram, via de regra, consideravelmente mais longos que os deste estudo.

Pode-se ainda observar que a predação por gastrópodos e estrelas-do-mar, bem como a competição por espaço entre organismos bentônicos sesséis, que se constituem em importantes fatores ecológicos em ambientes marinhos (Goodbody, 1961; Paine, 1966; Schoener et al., 1978), poderiam explicar o desaparecimento de algumas das espécies observadas nas lajotas apenas uma vez. As perturbações ambientais que porventura tenham ocorrido durante o período de observação também podem ter um papel importante na produção das flutuações observadas no número de espécies (Sutherland & Karlson, 1977; Ayling, 1981; Mook, 1981). A maior diversidade de gastrópodos observada ao longo do período de observação poderia ser devida, pelo menos em parte, à maior densidade de presas nas mini-ilhas mais próximas (representada, no caso, pela grande concentração de poliquetas tubícolas).

Quanto aos valores de Similaridade Biótica obtidos para as ilhas pequenas, superiores aos obtidos para as ilhas grandes, podem ser atribuídos ao maior espaço disponível nas primeiras para o recrutamento de larvas de um maior número de espécies. De qualquer forma, a área parece ter-se constituído no principal fator limitante a colonização das mini-ilhas, sendo a distância importante apenas no que diz respeito à densidade de indivíduos (como observado em relação aos poliquetos tubícolas, mais numerosos, sob inspeção visual, nas ilhas P1 e G1).

### **Conclusão**

Muito embora em mares tropicais a colonização de objetos submersos por organismos do bentos seja relativamente rápida (Schoener et al., 1978), não é possível afirmar com precisão que as mini-ilhas artificiais utilizadas neste estudo tenham atingido o equilíbrio previsto pela teoria da biogeografia insular, passível de ser estimado apenas conhecendo-se as taxas de imigração e extinção, o que não seria possível devido principalmente à curta duração do período de observação. Contudo, pelo menos no caso das ilhas menores, as curvas de colonização mostraram uma razoável tendência a convexidade ao término do estudo, sugerindo a aproximação de um equilíbrio do número de espécies. Parece claro que a área das mini-ilhas constituiu-se num fator mais importante que a distância na determinação da composição em espécies das mini-ilhas, ao contrário do observado por Schoener et al. (1978). Um estudo posterior, cobrindo um período

de tempo maior, seria necessário para a obtenção de resultados mais consistentes.

### **Agradecimentos**

Agradeço ao Comando do 22º Grupo de Artilharia Costeira, na pessoa do seu então comandante, Cel. Monteiro Campos, que forneceu a permissão para a realização do trabalho nas dependências da Fortaleza de São João, na Praia da Urca, Rio de Janeiro. Sou também grato a Flávia C. Rebelo, pelas fotos submarinas e pela identificação dos Polychaeta, a Mônica R. F. Pontes, pela identificação dos Mollusca e a Carlos O. de Freitas, pela identificação dos Echinodermata, bem como a Raimundo Quezada Doria, Sílvio C. dos Anjos, Márcio Z. Cardoso, Maria Cristina F. Francisco, Cláudia V. A. Dansa e Flávio A. M. Santos, pelo incentivo constante e valiosas sugestões. Estou especialmente agradecido a Rosane Rodrigues de Freitas, Osvaldo Puça Brito dos Santos, Renner Luiz Cerqueira Baptista e Ana R. de Figueiredo pela inestimável ajuda no difícil trabalho de campo, e sobretudo ao Prof. Sérgio Bonecker (Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, UFRJ), sem cujo interesse e apoio este trabalho não teria sido possível. Desejo ainda expressar meus agradecimentos ao Sub-Reitor de Patrimônio e Finanças da UFRJ, que concedeu auxílio-viagem ao autor, para apresentação deste trabalho no XII Congresso Brasileiro de Zoologia, em Campinas, São Paulo. Sou grato a Paulo Roberto Duarte Lopes, Luis Geraldês-Primeiro e

Maiby Glorize pelas valiosas sugestões que em muito contribuíram para o aperfeiçoamento do manuscrito original. O autor permanece, contudo, responsável por quaisquer erros ou omissões.

## Referências

- Allen, P. E. & Wood, E. J. F. 1950. Investigations on underwater fouling. II. The biology of fouling in Australia. Results of a year's research. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 1: 92-105.
- Ayling, A. M. 1981. The role of biological disturbance in temperate subtidal encrusting communities. *Ecology* 62: 830-847.
- Bastida, R. O. 1971. Las incrustaciones biológicas en las costas argentinas. La fijación mensual en el puerto de Mar del Plata durante tres años consecutivos. *Corrosion y Protección* 2: 1-17.
- Benson, W. W. 1982. A relação “espécies-área” na comparação de comunidades: Similaridade biótica. *Ciência e Cultura* 34 (Suplemento): 548-549.
- Connor, E. F. & McCoy, E. D. 1979. The statistics and biology of the species-area relationship. *American Naturalist* 113: 791-833.
- Goodbody, I. 1961. Inhibition of the development of a marine sessile community. *Nature*, 190: 282-283.
- Hamilton, T. H., Rubinoff, I., Barth Jr., R. H. & Bush, G. L. 1963. Species abundance: Natural regulation of insular variation. *Science* 142: 1575-1577.
- Kensler, C. B. & Crisp, D. J. 1965. The colonization of artificial crevices by marine invertebrates. *Journal of Animal Ecology* 34: 507-516.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373-387.
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Nook, D. H. 1981. Effects of disturbance and initial settlement on fouling community structure. *Ecology* 62: 522-526.
- Paine, R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. *American Naturalist* 100: 65-75.
- Patrick, R. 1967. The effect of invasion rate, species pool, and size of area on the structure of the diatom community. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 58: 1335-1342.
- Schoener, A. 1974a. Colonization curves for planar marine islands. *Ecology* 55: 818-827.
- Schoener, A. 1974b. Experimental zoogeography: Colonization of marine mini-islands. *American Naturalist* 108: 715-738.
- Schoener, A., Long, E. R. & DePalma, J. R. 1978. Geographic variation in artificial island colonization curves, *Ecology* 59: 367-382.
- Schoener, A. & Schoener, T. W. 1981. The dynamics of the species-area relation in marine fouling systems. I. Biological correlates of changes in the species-area curve. *American Naturalist* 118, 339-360.

Secchin, C. A. & Castro, C. B. 1982. Um ecossistema novo no Emissário de Ipanema. *Revista Geográfica Universal* 89: 104-115.

Simberloff, D. S. 1969. Experimental zoogeography of islands: A model for insular colonization. *Ecology* 50: 296-314.

Sokal, R. R. & Rohlf, F. J. 1981. *Biometry*. W. H. Freeman, San Francisco.

Sutherland, J. & Karlson, R. 1977. Development and stability of the fouling community at Beaufort, North Carolina, *Ecological Monograph* 47: 425-446.

## Apêndice

Invertebrados colonizadores das mini-ilhas artificiais, no período abril-maio de 1984 (NI = não-identificado).

Classe	Família	Gênero e Espécie	P1				G1				P2				G2							
			1	4	7	14	21	1	4	7	14	21	1	4	7	14	21	1	4	7	14	21
Anthozoa	Actiniidae	<i>Bunodosoma caissarum</i> Corrêa in Belém, 1987	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X								X
		<i>Anemonia sargassensis</i> Hargitt, 1908										X										
Hydrozoa	Campanulariidae	<i>Obelia dichotoma</i> (Linnaeus, 1758)				X				X												
Polychaeta	Serpulidae	<i>Hydroides norvegica</i> Gunnerus, 1768	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cirratulidae	<i>Cirriformia tentaculata</i> (Montagu, 1808)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Polynoidae	Gen. sp. NI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bryozoa	Vesiculariidae	<i>Zoobotryon verticillatum</i> (Delle Chiaje, 1822)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Bugulidae	<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	X	X				X	X	X			X	X	X						X	X
Crustacea	Balanidae	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	X	X	X				X													
	Chthamalidae	<i>Chthamalus stellatus</i> (Poll, 1791)	X	X				X	X	X	X	X	X								X	X
	Grapsidae	<i>Pachygrapsus transversus</i> (Gibbes, 1850)						X		X												
	Caprellidae	<i>Caprella</i> sp. Lamarck, 1801	X										X									
Echinoidea	Toxopneustidae	<i>Lytechinus variegatus</i> (Lamarck, 1816)										X									X	
Turbellaria		Gen. sp. NI	X								X											
Amphineura	Chitonidae	<i>Chiton</i> sp. Linnaeus, 1758																			X	X
Gastropoda	Fascioliariidae	<i>Leucozonia nassa</i> (Gmelin, 1791)				X																
	Tegulidae	<i>Agathistoma viridulum</i> (Gmelin, 1791)																				X
	Calyptraeidae	<i>Crepidatella dilatata</i> (Lamarck, 1822)																				X
		Gen. sp. NI	X																			X
Bivalvia	Lucinidae	<i>Clathrolucina costata</i> (d'Orbigny, 1846)								X												
Nudibranchia	Dendrodorididae	<i>Dendrodoris krebsii</i> (Mörch, 1863)				X			X													