

ENSAIO DE QUANTIFICAÇÃO DOS MACRO-INVERTEBRADOS BÊNTECOS MARINHOS DAS CALDEIRINHAS (MONTE DA GUIA)

J. M. N. AZEVEDO, M. O. REGO & S. ÁVILA

Depto de Biologia, Universidade dos Açores, PT-9500 Ponta Delgada (Açores), PORTUGAL

RESUMO

A quantificação dos macro-invertebrados bênticos marinhos das Caldeirinhas (Monte da Guia) é feita através do método de contagem em quadrados. Os resultados obtidos são analisados na perspectiva de avaliar a precisão e rapidez das estimativas de densidade populacional obtidas com esse método. Conclui-se que podem ser obtidas estimativas com um grau de precisão aceitável em termos de gestão com um esforço de amostragem reduzido, desde que a densidade seja superior a 2 ind/100m².

INTRODUÇÃO

O Monte da Guia é uma zona de Paisagem Protegida designada pelos Decretos Legislativos Regionais 1/80/A, de 31 de Janeiro e 13/84/A, de 31 de Março. Este antigo vulcão possui no seu interior duas caldeiras inundadas pelo mar, que constituem uma reserva natural marinha. A respectiva designação foi baseada em estudos de natureza qualitativa, só recentemente aí tendo sido efectuados estudos quantitativos de espécies marinhas, a maioria dos quais durante a Expedição Científica "Açores 1989 - Ecologia e Taxonomia do Litoral Marinho" (Martins *et al.*, 1992).

A nível internacional, a criação de áreas protegidas está cada vez mais dependente de estudos de base extremamente bem fundamentados (Kenchington, 1990). Nesse âmbito, estudos de natureza quantitativa são essenciais para demonstrar o valor relativo de uma dada área, ou os efeitos perniciosos de uma dada prática. A continuação no tempo desses estudos quantitativos das comunidades animais e vegetais é, por seu lado, um instrumento essencial na gestão racional de qualquer área protegida, permitindo avaliar o resultado das medidas de protecção implementadas e sugerir eventuais alterações a essa política.

Nos Açores são raros e muito pontuais os estudos de caracterização de habitats e de cartografia bêntica no meio marinho. A relativa facilidade com que têm sido delimitadas reservas marinhas está relacionada com a reduzida pressão humana nas respectivas áreas. Em zonas em que essa pressão seja maior, corre-se o risco de perder biótopos importantes para a vida marinha, por falta de estudos de base e de carácter global que comprovem o valor relativo dos mesmos.

Técnicas simples de quantificação constituem o fulcro dos estudos de base acima referidos. O presente trabalho representa uma contribuição metodológica para esta problemática, tendo como objectivo básico testar uma dessas técnicas de quantificação - o método das contagens em "quadrados". Pretendeu-se conhecer a relação entre o esforço envolvido a nível do trabalho de campo e a precisão dos resultados obtidos. O grau de precisão de estimativas de densidade pode ser avaliado pela razão entre o semi-intervalo de confiança e a média, sendo tanto maior quanto menor for essa razão. Valores da ordem dos 25% são considerados aceitáveis para efeitos de gestão, enquanto que valores da ordem dos 10% ou mesmo 5% devem ser atingidos em trabalhos de investigação (Krebs, 1989). Um segundo objectivo deste trabalho foi o de obter uma familiarização com os métodos de tratamento matemático deste tipo de dados, avaliando a possibilidade de desenvolver ferramentas informáticas que padronizem o respectivo tratamento. Os macro-invertebrados bênticos foram escolhidos como modelo dada a sua relativa abundância, reduzida mobilidade e facilidade de detecção.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estabelecidos três transectos no interior do Monte da Guia: um longitudinal, aproximadamente no sentido N-S, atravessando ambas as Caldeiras (T1), e dois longitudinais, perpendiculares ao primeiro, passando pelo centro de cada uma das Caldeiras (T2 e T3). Cada transecto era constituído por um cabo de nylon estendido junto ao fundo e marcado de 10 em 10 metros com uma chumbada de pesca e uma etiqueta plástica indicando a distância em metros desde o ponto de início. De modo a permitir a reconstituição do perfil batimétrico de cada transecto, a profundidade a que se localizava cada uma das marcas foi medida com um profundímetro digital com precisão de ± 10 cm. Não foi feita nenhuma correcção relacionada com o nível da maré.

Todas as observações foram feitas em mergulho com escafandro autónomo. Os dados foram registados *in loco* com lápis de carvão em placas de fórmica despolida, de onde eram posteriormente transferidos para um caderno de campo. As contagens foram efectuadas em unidades de 10 m², correspondente à faixa de 1 m de largura entre cada marca de 10 m do transecto e adiante designadas por

“quadrados”. A largura da faixa foi delimitada por uma vara com 1 metro de comprimento que os mergulhadores deslocavam ao longo do transecto, disposta perpendicularmente a este e tocando-lhe com uma extremidade. Os invertebrados localizados entre a linha do transecto e a ponta da vara foram identificados e contados.

A partir do número de indivíduos contados numa dada área, e conhecendo-se a relação entre a área prospectada e a área total em cada zona, é possível obter directamente uma estimativa do número de indivíduos de cada espécie aí presentes. Não é no entanto possível conhecer o grau de segurança estatística da estimativa assim obtida. Existem felizmente técnicas padronizadas que permitem conhecer o erro de estimativas resultantes de contagens deste tipo. No presente trabalho seguiu-se basicamente o procedimento preconizado por Krebs (1989).

Para cada espécie, e em cada área, foi calculada a respectiva distribuição de frequências de ocorrência (i.e., o número de quadrados com 0, 1, 2, ..., n indivíduos). Procurou-se depois ajustar a cada caso uma distribuição teórica, tendo sido testada primeiro a de Poisson. O não ajuste deste modelo indica que os organismos têm uma distribuição agregada, não aleatória. Nesses casos procurou ajustar-se a distribuição binomial negativa, a qual é a mais frequentemente encontrada neste tipo de estudos (Krebs, 1989). Nos casos em que os testes estatísticos indicam um bom ajustamento ($p < 0,05$) de um modelo teórico à distribuição observada, podem derivar-se dele estimativas da densidade dos organismos, assim como medidas da confiança estatística associada a essas estimativas. No presente caso utilizaram-se intervalos de confiança de 95%.

Com base nos parâmetros das distribuições teóricas ajustadas foram finalmente feitas estimativas do esforço de amostragem necessário para se atingir o grau de precisão de 25%.

Todo o processo de análise dos dados foi informatizado, o que facilitará o tratamento futuro de dados deste tipo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas leituras de profundidade efectuadas, apresentam-se na Fig. 1 os perfis dos transectos e uma carta batimétrica deles derivada. Constatou-se que a área abrangida pelos transectos podia ser dividida em 5 zonas: o fundo notavelmente plano e horizontal de ambas as caldeiras, as quais são aproximadamente circulares, os respectivos bordos e a rampa de ligação entre ambas. A caldeira mais interna (aqui designada por Caldeira Rasa) tem uma profundidade média de 6 m e uma área, a essa profundidade, estimada em 23 900 m². O fundo da caldeira mais externa (aqui designada por Caldeira Funda) situa-se a aproximadamente 25 m e ocupa uma área estimada em 18 380 m². Ligando estas formações circulares existe uma Rampa com cerca

de 18 m de altura por 170 m de largura, com um declive bastante acentuado (40°) e uma área estimada em 2 540 m². Como o número de quadrados localizados nos bordos das Caldeiras foi muito reduzido, a presente análise limitar-se-á apenas às três restantes zonas.

A técnica utilizada para as contagens revelou-se fácil de aplicar e bastante rentável em termos de esforço: o tempo médio de leitura de cada unidade de amostragem de 10 m² foi de 2 minutos. O número de quadrados que podem ser lidos em cada mergulho varia na razão inversa da profundidade do local, uma vez que quanto maior a profundidade maior o consumo de ar e, portanto, menor o tempo disponível. À profundidade de 24 m, por exemplo, o tempo de mergulho sem descompressão é de cerca de 25 minutos, o que permite ler cerca de 12 quadrados. Este tipo de trabalho de campo envolve no entanto uma série de outras actividades antes e depois do mergulho (enchimento de garrafas, preparação e manutenção do equipamento, tempo de deslocação de e para o local, etc.), que não foram contabilizadas no presente trabalho mas que se devem ter em mente ao planear uma estratégia de amostragem.

As espécies contadas em número suficiente para poderem ser tratadas estatisticamente foram os equinodermes *Sphaerechinus granularis* (ouriço-do-mar), *Holothuria* sp., *Cucumaria* sp. (holotúrias) e *Ophidiaster ophidianus* (estrela-do-mar), e os poliquetas *Hermodice carunculata* e *Spirographis* sp. *Cucumaria* sp. apenas foi observada na Caldeira Rasa; as restantes espécies distribuíam-se por todas as zonas, embora por vezes em número insuficiente para permitir a análise estatística da respectiva densidade. Em poucas espécies foi detectado um padrão de dispersão aleatório, traduzido pelo ajustamento a uma distribuição de Poisson. Na escala de amostragem utilizada, a distribuição da maioria das espécies seguia um padrão agregado, descrito pela distribuição binomial negativa de forma estatisticamente significativa (Tabela 1).

A Rampa foi, das zonas em análise, aquela em que foi registada a densidade máxima para a maioria das espécies (Fig. 2), sendo esse máximo, na generalidade dos casos, estatisticamente significativo. A explicação para este facto não é imediata. No caso de *Spirographis*, que é um suspensívoro, pode argumentar-se que o declive bastante acentuado daquela zona (cf. Fig. 1) facilita a captura dos organismos planctónicos transportados na coluna de água. Sendo *O. ophidianus* um predador de ouriços do mar (JMNA, obs. pess.), é provável que a sua presença em maior número esteja ligada ao igualmente maior número de *S. granularis*. Já quanto à elevada densidade desta última espécie não nos é possível avançar nenhum mecanismo de explicação.

As estimativas de abundância obtidas no presente trabalho apresentaram um grau de precisão que variou, com uma única excepção, entre os 28 e os 75% (Tabela 2). A generalidade destes valores está

Figura 1. Perfis dos transectos efectuados (A) e carta batimétrica das Caldeiras do Monte da Guia, deles derivada (B).

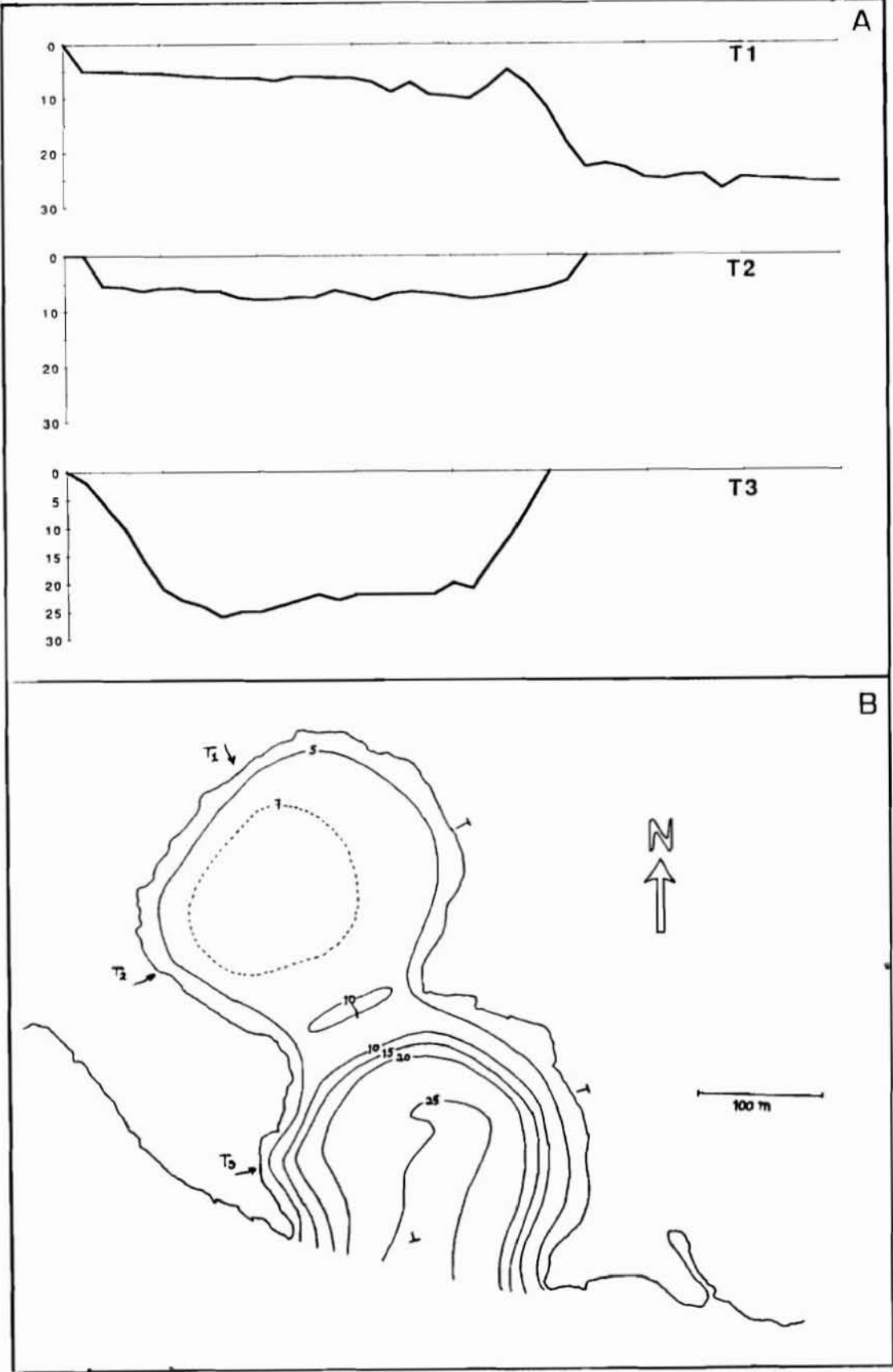


Tabela 1. Esforço de amostragem em cada zona (Q - número de quadrados lidos), número de exemplares contados (n) e distribuição teórica ajustada (Dist.): Poisson ou Binomial Negativa (Binom-).

		Caldeira rasa Q = 70	Rampa Q = 22	Caldeira funda Q = 60
<i>Sphaerechinus</i>	n	35	107	27
	Dist.	Binom -	Binom -	Binom -
<i>Spirographis</i>	n	29	210	155
	Dist.	Binom -	Binom -	Binom -
<i>Holothuria</i>	n	19	7	12
	Dist.	Binom -	Poisson	Poisson
<i>Cucumaria</i>	n	68	-	-
	Dist.	Binom -	-	-
<i>Ophidiaster</i>	n	17	18	1
	Dist.	Binom -	Poisson	-
<i>Hermodice</i>	n	2	2	27
	Dist.	-	-	Poisson

acima do requerido para efeitos de gestão. No entanto os cálculos efectuados indicam que, na Caldeira Funda e na Rampa, um esforço de 5 homens/hora de mergulho (ligeiramente superior ao que pôde ser efectuado durante a Expedição) permite obter estimativas da densidade dos macro-invertebrados bênticos marinhos com precisão de 25%. Quanto à Caldeira Rasa, o esforço a efectuar para obter o mesmo grau de precisão é bastante maior. Isto fica a dever-se à bastante menor densidade aí observada para a generalidade das espécies. De facto, pôde constatar-se que existe uma relação exponencial inversa entre a densidade estimada e o esforço de amostragem requerido, para um dado grau de precisão (Fig. 3). Se admitirmos como razoável um esforço de 20 homens/hora

(correspondente aproximadamente a uma semana de trabalho de dois mergulhadores), conclui-se que o mesmo só produzirá estimativas com uma precisão igual ou inferior a 25% se a densidade fôr superior a $2 \text{ ind}/100\text{m}^2$.

Trabalhos preliminares como o aqui apresentado têm portanto a sua razão de ser na obtenção de estimativas as quais, mesmo que pouco precisas, fornecem elementos essenciais para a elaboração de um plano de amostragem definitivo. O presente trabalho demonstra também que é possível obter dados quantitativos fiáveis com um esforço de amostragem relativamente reduzido e utilizando técnicas simples e não destrutivas.

Tabela 2. Grau de precisão da estimativa de densidade obtida no presente trabalho (Erro(%)), e tempo de mergulho (em homem/hora) necessário para obter um grau de precisão de 25%.

		C. rasa	Rampa	C. funda
<i>Sphaerechinus</i>	Erro (%)	43	34	36
	Tempo (H/h)	18,3	0,9	2,4
<i>Spirographis</i>	Erro (%)	62	35	31
	Tempo (H/h)	73,9	1	2,2
<i>Holothuria</i>	Erro (%)	28	75	
	Tempo (H/h)	11,6	5,5	
<i>Culumaria</i>	Erro (%)	41		
	Tempo (H/h)	10		
<i>Ophidiaster</i>	Erro (%)	488	46	
	Tempo (H/h)	70	2,1	
<i>Hermodice</i>	Erro (%)			39
	Tempo (H/h)			4,7

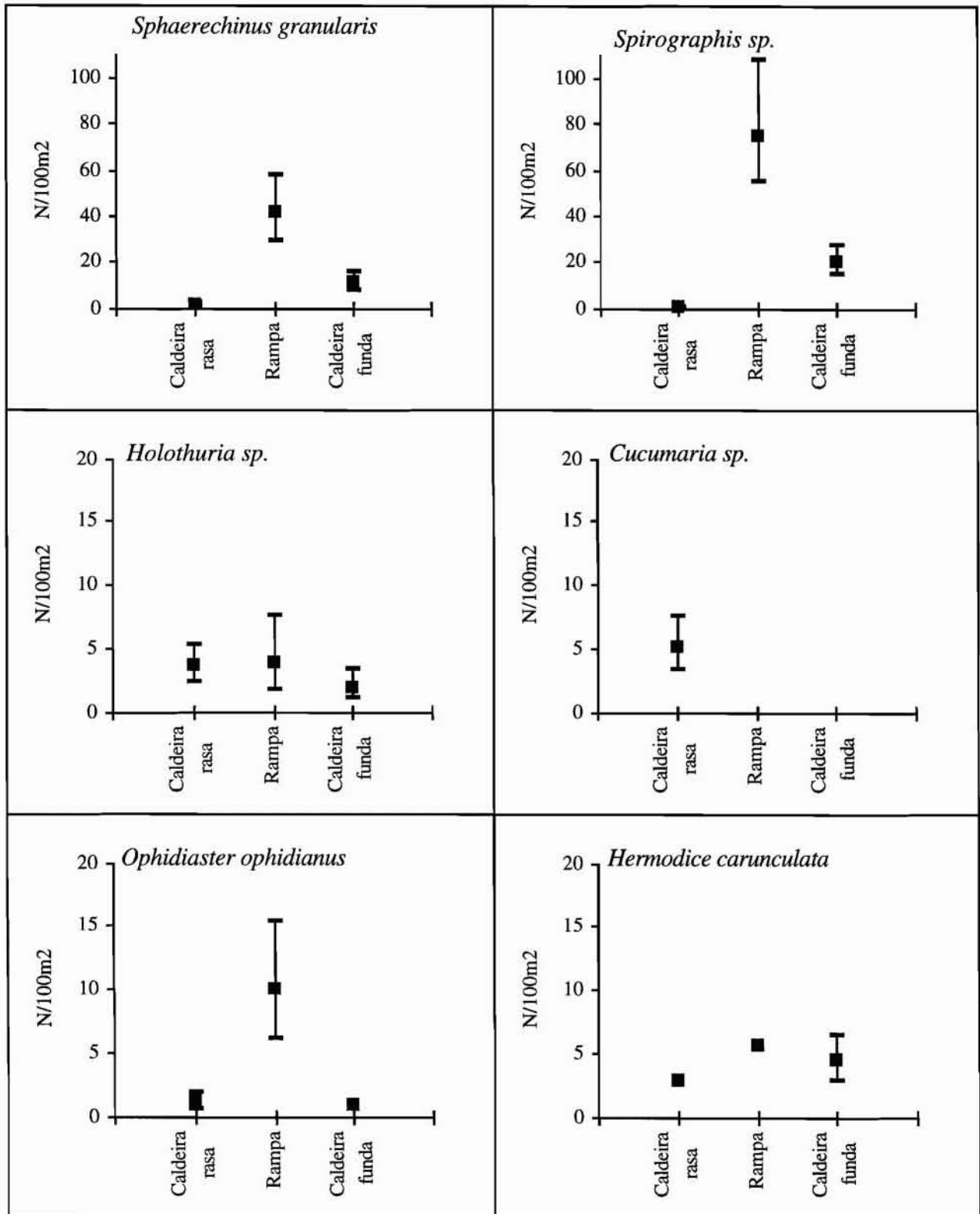


Figura 2. Densidade estimada dos macro-invertebrados bênticos do Monte da Guia (média \pm intervalo de confiança de 95%).

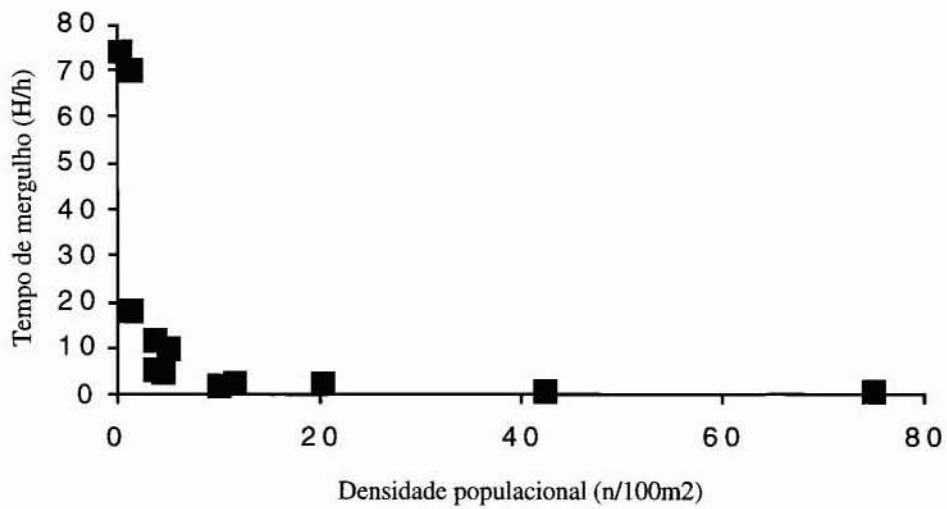


Figura 3. Relação entre a densidade populacional e o esforço de amostragem (em homem/hora) necessário para obter estimativas dessa mesma densidade com uma precisão de 25%.

BIBLIOGRAFIA

- KENCHINGTON, R. A., 1990. *Managing Marine Environments*, iv + 248. Taylor & Francis, New York.
- KREBS, C. J., 1989. *Ecological Methodology*, xii + 654 pp. Harper & Row, New York.
- MARTINS, H. R., R. S. SANTOS, S. J. HAWKINS & R. D. NASH, 1992. Expedition Azores 89: Ecology and taxonomy of the fauna and flora of the marine littoral. An introduction. *Arquipélago*, Life and Marine Sciences, 10: 39-43.