



COMPLEMENTARIDADE E PRECISÃO DE MÉTODOS DE AMOSTRAGEM DE SUBSTRATO NÃO CONSOLIDADO NO ACESSO A COMUNIDADES MACROZOOBENTÔNICAS

Carla Alecrim Colaço Ramos^{1*}

Gabriel Barros Gonçalves de Souza¹; Clarissa Machado Pinto Leite¹; Francisco Barros¹

1 - Curso de Pós - Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia. Rua Barão de Geremoabo s/n., Campus de Ondina, Salvador, Bahia, 40170 - 290, Brasil *Email: ramos.carla@gmail.com

INTRODUÇÃO

As comunidades macrobentônicas provêm importantes serviços e benefícios ecossistêmicos, apresentando grande importância econômica para as comunidades litorâneas (e.g. Lana, 1996). Esses organismos exercem um papel ecológico chave nos ecossistemas aquáticos costeiros e estuarinos, contribuindo para a decomposição de matéria orgânica (e.g. Gray, 1981), ciclagem de nutrientes, metabolismo de poluentes e aeração do sedimento (e.g. Lenihan & Micheli, 2001). A aeração pode ser promovida por bioturbadores, animais que utilizam o substrato não consolidado para forragear e como refúgio (Lenihan & Micheli, 2001). Na diminuição do fluxo de água nos espaços intersticiais e agregação do sedimento agem os organismos ditos estabilizadores (Rhoads, 1974). Os dois grupos podem viver na superfície, sendo chamados de epifaunais, ou escavar, como os endofaunais (Castro & Huber, 2005).

Animais macrobentônicos ocupam horizontes distintos no perfil de sedimentos de infralitoral em consequência da competição interespecífica (Castro & Huber, 2005) e de suas características ecofisiológicas (Sommerfield & Clarke, 1997). Gray (1981) relatou que o tipo do sedimento e especialmente o tamanho dos grãos são os fatores físicos mais importantes que influenciam as comunidades de substrato não consolidado e que a composição do sedimento é diretamente relacionada à percolação da água no mesmo. Desta maneira, em áreas com baixo hidrodinamismo, especialmente compostas por sedimentos lamosos, que apresentam partículas finas e maior quantidade de matéria orgânica, a transição para a zona anóxica pode ocorrer a poucos centímetros da superfície (Levinton, 2001; Castro & Huber, 2005). Em contrapartida, substratos arenosos contêm menos matéria orgânica e são mais permeáveis permitindo um aumento na distribuição vertical dos organismos (Levinton, 2001; Castro & Huber, 2005). Tais particularidades inerentes a uma dada comunidade costumam não serem levadas em consideração durante avaliações e monitoramentos biológicos (Andrew & Mapstone, 1987).

A escolha de um amostrador de substrato não consolidado deve associar, além dos custos relacionados à logística (Andrew & Mapstone, 1987; Boyd, 2006), o conhecimento teórico sobre o objeto de estudo (Blomqvist, 1991) e o funcionamento do amostrador utilizado (Sabino & Villaça, 1999). O amostrador escolhido deve ser eficiente na amostragem da comunidade, visando maior exatidão e precisão (Sabino & Villaça, 1999; Muzaffar & Colbo, 2002). Contudo, diferentes amostradores apresentam restrições técnicas variadas. Os coletores do tipo pegador de fundo, como o *van Veen*, devido as suas dimensões e funcionamento, amostram melhor a superfície do substrato (Eleftheriou & Moore, 2005). Por outro lado, os coletores do tipo *corers* manuais representam melhor um perfil vertical da distribuição dos organismos bentônicos no sedimento (Blomqvist, 1991). Entretanto, em virtude do procedimento de fechamento manual destes *corers*, seu diâmetro é relativamente pequeno, contemplando uma área superficial menor no substrato. Desta forma, dadas as diferentes características, a utilização de mais de um tipo de amostrador de forma complementar pode acarretar em ganho de qualidade da amostragem de uma comunidade. Segundo Vane - Wright *et al.*, (1991), complementaridade é o grau de representação de uma área para incluir a totalidade de espécies encontradas.

A preocupação com a quantidade de subamostras a ser coletada é particularmente interessante em situações em que ela possa se adequar à agregação dos organismos, comum em substratos não consolidados (Morrisey *et al.*, 1992; Boyd *et al.*, 2006), ou às feições topográficas que influenciem na disposição dos mesmos (Andrew & Mapstone, 1987). Devido a essa heterogeneidade ambiental, o problema de representatividade é comum em muitos estudos ecológicos (Morrisey *et al.*, 1992). Então, definir bem a quantidade de subamostras a ser utilizada pode ser importante para conferir maior precisão na amostragem da comunidade amostrada. Protocolos padronizados de amostragem permitem comparações de estudos realizados em locais diferentes, visto que comparações

de dados provenientes de diferentes técnicas metodológicas podem levar a conclusões espúrias (Stoner, 1983; Belovsky *et al.*, 004). Sendo assim, estudos de avaliação metodológica podem esclarecer aspectos importantes e contribuir para padronizações de protocolos.

OBJETIVOS

Este estudo teve por objetivo avaliar a complementaridade de dois amostradores pontuais, um *corer* manual e um pegador de fundo do tipo *van Veen*, através da similaridade encontrada na estrutura da comunidade macrobentônica de substratos não consolidados. Foram elencadas duas hipóteses: (i) em substrato arenoso o amostrador que penetra mais profundamente no substrato, *corer*, é complementar ao *van Veen* na representação da estrutura da comunidade macrobentônica; e (ii) no substrato lamoso, devido à distribuição vertical restrita dos organismos macrobentônicos, os amostradores estudados não são complementares. Adicionalmente, objetivou-se avaliar a precisão obtida nas coletas realizadas com métodos de amostragens com amostras pontuais e com subamostragens, que podem captar mais eficientemente a distribuição heterogênea dos organismos do que os primeiros.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O presente trabalho foi realizado na Baía de Todos os Santos-BTS (12°50' S e 38°38' W), considerada a segunda maior baía costeira brasileira, com aproximadamente 1233 km² (Cirano & Lessa, 2007). Foram estudadas duas áreas da BTS: Praia de Inema (12°49'013" S e 30°29'577" W) de substrato lamoso e Praia da Ribeira (12°54'224" S e 38°30'290" W) de substrato arenoso, localizadas nas porções nordeste e leste, respectivamente. A Praia de Inema localiza-se próximo a Baía de Aratu, a qual é caracterizada pela presença de manguezais e sedimentos argilosos (CRA, 2001). Já a Praia da Ribeira encontra-se nas proximidades entre o canal de Salvador e a Baía de Itapagipe. Os sedimentos no canal de Salvador são caracterizados por fácies arenosas siliciclásticas marinhas (média a grossa), com grãos constituídos de quartzo e biodetritos de carbonato (Cirano & Lessa, 2007).

Tipos de amostradores e métodos de amostragem. Os amostradores utilizados foram dois tipos de *corers* manuais, nomeados como *corer* curto (CC) e *corer* longo (CL), com 15 e 41 cm de altura e 1,2 e 3,2 L, respectivamente, e de mesmo diâmetro (10 cm), contemplando uma área de amostragem superficial no substrato de 78,5 cm², coletados por mergulhadores; e um pegador de fundo *van Veen* (VV), contemplando uma área de amostragem superficial no substrato de 448 cm² e 3,2 L. Para avaliar a complementaridade dos amostradores nos substratos arenosos e lamosos, compararam-se as amostragens de CL e VV. Os amostradores somente seriam considerados complementares caso houvesse diferença na composição de suas amostras. Amostras compostas por três subamostragens de CC somadas foram comparadas a amostras pontuais de VV para avaliar uma possível diferença na precisão destes métodos

de amostragem, já que as primeiras podem captar mais eficientemente a distribuição heterogênea dos organismos do que amostras pontuais.

Delineamento amostral. Em cada área de estudo (Praia de Inema e Praia da Ribeira), foram distribuídas 18 unidades amostrais (UAs), sendo seis para cada amostrador, dispostas de forma intercalada, sistematicamente a uma distância de 30 m entre as UAs. As estações registradas com GPS foram as amostradas com o pegador *van Veen*. Com o barco localizado sobre as mesmas, estimou-se visualmente a direção das UAs de CC e CL, que foram definidas com o auxílio de um cabo de 30 m. Porém, não foi possível ser fiel ao desenho inicial idealizado, devido à deriva do barco. Nas UAs amostradas com CC, as três subamostragens foram realizadas com distâncias não padronizadas entre si (= 1 m) por um mesmo mergulhador que voltava à superfície a cada coleta.

As amostragens foram realizadas nos dias 17 e 18 de abril de 2008. As amostras foram lavadas em campo sob malha de 0,5 mm e armazenadas em sacos plásticos com álcool a 70% para posterior triagem. Os organismos foram morfotipados com o auxílio de literatura pertinente e ajuda de especialistas.

Análises. Para avaliar a complementaridade entre os amostradores VV e CL, realizou-se o procedimento NMDS a partir de uma matriz de similaridade de estrutura da comunidade, obtida com o coeficiente de Bray - Curtis. Diferenças significativas entre as amostras foram testadas através do ANOSIM, com 999 permutações realizadas. O nível de significância selecionado para as hipóteses foi de 5%, considerado razoável baseando-se no risco mais custoso de incorrer no erro do tipo II, aceitar erroneamente que os métodos por não serem complementares poderiam ser utilizados indiscriminadamente em estudos posteriores. Para avaliar a precisão dos métodos de amostragem com amostras pontuais de VV e compostas por três subamostragens de CC, empregou-se novamente a análise de ordenação NMDS. Segundo McCune & Grace (2002), é possível avaliar esta característica analisando as distâncias entre as réplicas geradas nas análises multivariadas. Observou-se a dispersão das amostras de cada grupo no plano formado, assumindo que amostras mais dispersas, menos similares entre si, é resultado de uma menor precisão do método de amostragem dada a distribuição espacial dos organismos nos substratos não consolidados em questão. Além disso, as similaridades médias dentro e entre os grupos e os desvios padrão foram calculados a partir de valores da matriz de similaridade, obtida com o coeficiente de Bray - Curtis. Todos os procedimentos foram realizados através do programa PRIMER v5.

RESULTADOS

Foram coletados 562 organismos pelo CC, 111 pelo CL e 653 pelo VV no substrato arenoso e 43 organismos pelo CC, 20 pelo CL e 28 pelo VV no substrato lamoso. A equivalência de CC e VV na areia foi provavelmente devido à área superficial maior abrangida e profundidade similares. As amostras obtidas por CL na areia apresentaram

abundância total dos organismos menor quando comparadas com os outros amostradores. Este resultado pode ser explicado pela maior concentração de macrozoobentos nas primeiras camadas do substrato mesmo considerando maior amplitude na distribuição vertical dos organismos neste tipo de sedimento (Levinton, 2001; Castro & Huber, 2005). Já no substrato lamoso, embora CL tenha obtido novamente menor quantidade de organismos, as amostras de CC apresentaram abundância total maior que VV. Uma das réplicas amostradas pelo CL no substrato lamoso não apresentou organismos e, por isso, optou - se por sua eliminação nas análises, uma vez que quando levada em consideração, mascarou a dispersão das demais amostras ao longo do plano gerado pelos eixos do NMDS.

Entretanto, houve dificuldade na manipulação de CL, fato já reportado por Blomqvist (1991), que relatou problemas que ocasionam subestimativas pelo uso inapropriado de amostradores desse tipo, o que impossibilita a convicção acerca dos seus resultados. Esta má utilização poderia causar ressuspensão e perda do sedimento apreendido, além de um fenômeno conhecido como *core shortening*, no qual ocorre a penetração total do amostrador no sedimento, mas o mesmo não é completamente preenchido. O mesmo autor listou estudos que pesquisaram este fenômeno e concluíram que a sua causa não seria a perda de água intersticial e posterior compactação do sedimento capturado, mas sim a entrada deficiente do sedimento durante a penetração.

Complementaridade dos amostradores. Para a matriz de abundância de espécies da comunidade encontrada no substrato arenoso, foram extraídos dois eixos com 8% de stress no NMDS. Os dois agrupamentos distintos formados foram explicados pelo ANOSIM que apresentou diferença significativa para o modelo ($p = 0,002$). Porém, a diferença significativa constatada pelo ANOSIM entre os dados de estrutura da comunidade acessados por VV e CL ocorreu devido às abundâncias distintas das espécies mais importantes na dissimilaridade entre os grupos, não caracterizando complementaridade entre os amostradores estudados neste substrato. Como relatado anteriormente, o pegador de fundo *van Veen* amostrou mais organismos que CL, indicando que apesar da maior amplitude na distribuição dos organismos em substrato arenoso (Levinton, 2001; Castro & Huber, 2005), os invertebrados coletados no presente estudo apresentaram maiores densidades nas primeiras camadas do substrato.

Em relação à matriz de estrutura da comunidade encontrada no substrato lamoso, foram extraídos dois eixos no NMDS. Foi observada uma tendência de agrupamento das réplicas amostradas por CL e VV. O ANOSIM não apresentou diferença significativa para o modelo ($p = 0,27$), de forma a evidenciar a não complementaridade entre os amostradores.

Precisão dos métodos de amostragem. Para a matriz de abundância de espécies da comunidade encontrada no substrato arenoso, foram extraídos dois eixos com 16% de stress no NMDS. Quando analisada a dispersão entre as amostras coletadas por CC e VV, observou - se que esses amostradores apresentaram precisão similar neste substrato, já que os pontos dentro de cada grupo apresentaram distâncias semelhantes entre si no NMDS. As sim-

ilaridades médias dentro de cada grupo foram semelhantes, sendo 44,80 (+8,64) para CC e 46,11 (+16,79) para VV. Como esperado, a similaridade encontrada entre os grupos de 45,25 também apresentou - se próxima dos valores para dentro dos grupo. Desta forma, a agregação dos organismos em substratos não consolidados, apontada por Morrisey *et al.*, (1992) e Boyd *et al.*, (2006), não ficou evidenciada para este substrato na escala abordada.

Ao considerar a matriz de estrutura da comunidade encontrada no substrato lamoso, foram extraídos dois eixos com 7% de stress no NMDS. Os pontos relacionados às amostras de CC permaneceram agrupados, ao contrário dos representantes de VV que se apresentaram mais dispersos. Uma maior similaridade média foi encontrada para as amostras de CC, 21,04 (+6,77), em relação as de VV, 6,32 (+10,26). A similaridade entre os grupos foi de 10,48. Sendo assim, neste substrato houve uma maior precisão do método que utilizou subamostragens de CC. Este resultado também foi obtido por Boyd (2006) para substrato formado por cascalho ao simular amostras de dois tamanhos de um tipo de pegador, quando o menor deles apresentou estimativas de abundância mais precisas do que o maior quando os organismos estavam agregados.

Para Benedetti - Cecchi *et al.*, (1996), a adequação de um método necessita ser avaliada em qualquer situação particular, conforme observado no presente estudo. Ou seja, mesmo com estudos de avaliação metodológica que procuram solucionar aspectos ainda duvidosos em relação aos métodos utilizados, afirma - se a necessidade de estudos pilotos para realizar planejamentos eficazes.

CONCLUSÃO

A complementaridade dos amostradores estudados não foi detectada em nenhum dos dois substratos, contrariando a expectativa advinda da teoria acerca da distribuição vertical mais ampla no sedimento arenoso e corroborando a hipótese da distribuição vertical mais restrita do macrobentos no sedimento lamoso. Em relação à precisão dos métodos de amostragem abordados, as amostras compostas foram mais similares entre si do que as pontuais apenas no substrato lamoso, apontando para uma distribuição agregada dos organismos apenas nesse substrato, considerando a escala espacial abordada no estudo.

(Os autores deste estudo são bolsistas da CAPES ou CNPq. Nossos agradecimentos a M. A. A. Costa, L. M. Mota, A. K. P. Roriz, A. M. Costa, C. G. B. Neto, F. S. Oliveira, E. G. Silva and G. Carvalho, W. Magalhães e O. Falcão pela ajuda no campo e/ou no laboratório. Agradecemos também ao Programa de Pós - graduação em Ecologia e Biomonitoramento/UFBA pelo suporte financeiro e estrutural para realização deste trabalho.)

REFERÊNCIAS

Aguado - Giménez, F.; Marín, A.; Montoya, S.; Marín - Guirao, L.; Piedecausa, A. & García - García, B. 2007. Comparison between some procedures

- for monitoring offshore cage culture in western Mediterranean Sea: Sampling methods and impact indicators in soft substrata. *Aquaculture* 271: 357–370.
- Andrew, N. L. & Mapstone, B. D. 1987.** Sampling and description of spatial pattern in marine ecology. *Oceanography and Marine Biology, Annual Review*, 25: 39 - 90.
- Arasaki, E.; Muniz, P. & Pires - Vanin, A. M. S. 2004.** A Functional Analysis of the Benthic Macrofauna of the São Sebastião Channel (Southeastern Brazil). *Marine Ecology* 25(4): 249–263.
- Belovsky, G. E.; Botkin, D. B.; Cowl, T. A.; Cummins, K. W.; Franklin, J. F.; Hunter J. M. L.; Joern, A.; Lindenmayer, D. B.; Macmahon, J. A.; Margules C. R. & Scott, J. M. 2004.** Ten suggestions to strengthen the science of ecology. *BioScience* 54: 345 - 351.
- Benedetti - Cecchi, L.; Airoidi, L.; Abbiati, M. & Cinelli, F. 1996.** Estimating the abundance of benthic invertebrates: a comparison of procedures and variability between observers. *Marine Ecology Progress Series* 138: 93 - 101.
- Blomqvist, S. 1991.** Quantitative sampling of soft - bottom sediments: problems and solutions. *Marine Ecology Progress Series* 72: 295 - 340.
- Boyd, S. E.; Barry, P. J.; Nicholson, M. 2006.** A comparative study of a 0.1m² and 0.25m² Hamon grab for sampling macrobenthic fauna from offshore marine gravels. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86:1315 - 1328.
- Castro P. & Huber, M. E. 2005.** *Marine Biology*. The McGraw - Hill Companies, New York.
- Cirano, M. & Lessa, G. C. 2007.** Oceanographic characteristics of Baía de Todos os Santos, Brazil. *Revista Brasileira de Geofísica* 25(4): 363 - 387.
- CRA. 2001.** *Avaliação da qualidade das águas costeiras superficiais: Baía de Todos os Santos Praias de Salvador*. Relatório Técnico / Avaliação Ambiental. Salvador-Bahia.
- Eleftheriou, A.; Moore, D. C. 2005.** Macrofauna Techniques. In: Eleftheriou, A.; McIntyre, A. (Eds.). *Methods for the study of marine benthos*. Oxford: Blackwell Science, 3 ed., p. 160 - 228.
- Gray, J. S. 1981.** *The ecology of marine sediments*. Cambridge University Press, 185 p.
- Lana, P. C.; Camargo, M. G.; Brogim, R. A. & Isaac, V. J. 1996.** *O Benthos da Costa Brasileira: Avaliação Crítica e Levantamento Bibliográfico (1856 - 1996)*. Rio de Janeiro, Femar. 432p.
- Lenihan, H. S. & Micheli, F. 2001.** Soft - sediment Communities. pp: 253. In Bertness, M. D.; Gaines, S. D.; Hay, M. E. *Marine Community Ecology*. Editora Sinauer Associates, New York.
- Levin, S. A. 1994.** Patchiness in marine and terrestrial systems: from individuals to populations. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 343: 99 - 103.
- Levinton, J. S. 2001.** *Marine Biology: Biodiversity, Ecology and Exploring Marine Biology: Laboratory and Field Exercises*. 2nd Ed. Oxford University Press, USA.
- McCune, B. & J. B. Grace. 2002.** *Analysis of ecological communities*. Oregon, mjm, 300 p.
- Morrisey, D. J.; Howitt, L.; Underwood, A. J.; Stark, J. S. 1992.** Spatial variation in soft - sediment benthos. *Marine Ecology Progress Series* 81: 197 - 204.
- Muzaffar, S. B. & Colbo, M. H. 2002.** The effects of sampling technique on the ecological characterization of shallow, benthic macroinvertebrate communities in two Newfoundland ponds. *Hydrobiologia* 477: 31–39.
- Rhoads, D. C. 1974.** Organism - sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanography and Marine Biology, Annual Review*, 12: 263 - 300.
- Sabino, C. M. & Villaga, R. 1999.** Estudo comparativo de métodos de amostragem de comunidades de costão. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 407 - 419.
- Somerfield, P. J. & Clarke, K. R. 1997.** A Comparison of Some Methods Commonly Used for the Collection of Sublittoral Sediments and Their Associated Fauna. *Marine Environmental Research* 43(3): 145 - 156.
- Stoner, A. W.; Greening, H. S.; Ryan, J. D. & Livingston, R. J. 1983.** Comparison of macrobenthos collected with cores and suction sampler in vegetated and un-vegetated marine habitats. *Estuaries* 6: 76–82.
- Vane - Wright, R. I.; Humphries, C. J.; Williams, P. H. 1991.** What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological Conservation* 55(33): 235 - 254.