



VARIAÇÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS NAS POPULAÇÕES DE PEIXES DA ZONA DE RIO DO ESTUÁRIO DO MAMBUCABA, ANGRA DOS REIS - RJ

Alves, M. A. O ¹

Penedo, D. M ¹; L. M. Neves ¹; T. P. Teixeira ¹; T. P. Franco ¹; F. G. Araújo ¹

1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Biologia Animal, BR 465, Km 7, 23890 000, Seropédica, RJ, Brasil. Telefone: 21 37873983-matheuseng@hotmail.com

INTRODUÇÃO

As zonas de rio estuarinas são caracterizadas como a parte fluvial do estuário, com salinidade praticamente igual a zero, mas ainda sujeita a variação de maré (Kjerfve, 1987). Tais áreas podem ser estressantes para populações de peixes, com as baixas salinidades limitando a distribuição tanto de espécies de água doce a jusante, quanto de espécies marinhas a montante (Haedrich, 1983). A água de drenagem continental e a influência das marés são as forças determinantes das condições ambientais locais, que provocam mudanças, principalmente de salinidade e temperatura, em escalas regulares (provocadas pelas marés) e irregulares (provocadas pela enchente dos rios) (Blaber, 2000). A adaptação essencial para os peixes que usam os sistemas estuarinos é a habilidade de se ajustar às mudanças na salinidade. Esta mudança pode ser gradual, como geralmente ocorre em estuários temporariamente fechados, ou repentina como freqüentemente ocorre em estuários dominados pela maré (Whitfield, 1999). As flutuações de salinidade desempenham o papel principal na estruturação das assembleias de peixes em zonas estuarinas, devido as diferentes tolerâncias à salinidade existentes entre as espécies (Martino & Able, 2003). Tanto a composição de espécies quanto a abundância parecem responder a mudanças na salinidade (Thiel *et al.*, 1995). Além das mudanças das variáveis físico - químicas da água, a estrutura dos habitats desempenha um importante papel na estruturação das assembleias de peixes que ocupam as margens de zonas superiores de estuários. Mesohabitats como margens ocupadas por macrófitas aquáticas, gramíneas, troncos e raízes formadoras de bancos rasos são responsáveis pela elevada complexidade estrutural e a heterogeneidade espacial dos estuários (Keefer *et al.*, 2008). O rio Mambucaba, que desemboca na Baía da Ilha Grande, insere - se em uma área relativamente bem protegida do costa do Rio de Janeiro. A zona de rio estuarina possui margens com características distintas do habitat localizadas ao longo de um gradiente de salinidade, constituindo uma boa oportunidade para avaliar, dentre estes fatores, o mais determinante na estruturação da assembleia de peixes e suas

possíveis influencias nos padrões espaciais e temporais das espécies.

OBJETIVOS

2. Objetivos

Determinar os fatores determinantes das variações espaciais e temporais na abundância das populações de peixes na zona de rio do estuário do Mambucaba, e investigar as influências das variáveis ambientais (temperatura, salinidade, condutividade, oxigênio dissolvido e turbidez) e da estrutura dos habitats (tipo de vegetação ripária) na distribuição das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

3.1-Área de Estudo

O Estuário do Rio Mambucaba (23 ° 01' 37.30"S - 44 ° 31' 15.22" W) localiza - se no sudeste do Estado do Rio de Janeiro, na parte noroeste da Baía da Ilha Grande e representa o limite natural dos municípios de Angra dos Reis e Paraty. Possui extensão aproximada de 5 km, desde a região costeira adjacente até o limite superior do estuário, com o canal estuarino apresentando 3 Km e largura máxima de 100 metros na região de mistura. A largura da boca é de aproximadamente 30 m durante a maré mais baixa no período menos chuvoso do ano (agosto e setembro) e de aproximadamente 100 m durante a maré mais alta no período de maiores chuvas (fevereiro e março). A vazão média é de 37,9m³/s em fevereiro e de 13,8 m³/s em agosto, condicionada pelo regime de chuvas, com índice pluviométrico representando entre 30 a 40% do total anual entre abril e setembro, com 60 a 70%, entre outubro e março. A amplitude de marés na área é de 1,3 m, e a entrada da cunha salina no estuário se dá principalmente durante as marés de sizígia.

Coletas preliminares das variáveis ambientais de salinidade e temperatura foram realizadas em agosto e setembro de

2007, durante situações de maré enchente e vazante, para definir os limites da zona de rio (ZR). No estuário do rio Mambucaba a ZR possui vegetação ripária constituída principalmente por gramíneas na margem esquerda e árvores na margem direita, e o canal principal mais profundo com 5 metros em média.

3.2 - Programa de Amostragem

Amostragens sistemáticas (2 meses por estação do ano) foram realizadas entre outubro de 2007 e agosto de 2008, na ZR do estuário do rio Mambucaba. As coletas foram realizadas durante a maré enchente de sizígia (lua cheia ou nova), após cerca de 2hs da baixamar. Os peixes foram coletados em dois locais (R1 e R2) situados na margem esquerda do rio: **R1** - Distante 3,0 km da embocadura do rio. Margem com vegetação ripária composta por gramíneas e algumas árvores; algumas áreas marginais apresentam pouca cobertura de gramíneas devido ao sombreamento das árvores. Presença de cobertura no fundo, como troncos e raízes esparsas. **R2** - distante 2,6 Km da embocadura do rio. Margem composta predominantemente por gramíneas, com o fundo predominantemente arenoso. A maior exposição deste tipo de vegetação, permite seu maior desenvolvimento, cobertura e proteção das margens, tornando a vegetação mais disponível como abrigo e alimento para os peixes. Os peixes foram coletados nesta zona com peneiras circulares de 70 cm de diâmetro e malha de 1 mm. Três series de 30 peneiradas foram realizadas em cada local, procurando cobrir uma maior área possível dentro do local. A unidade amostral foi considerada como o somatório dos peixes capturados em 30 peneiradas.

Os peixes coletados foram fixados em formalina 10% no campo, e após 48 horas transferidos para álcool 70%. Cada indivíduo teve seu comprimento total medido em milímetros (precisão de 0,1 mm) e peso total em gramas (precisão de 0,01 g). Em cada amostragem de peixes foram medidas as variáveis ambientais de temperatura, salinidade, condutividade, oxigênio dissolvido e turbidez. As medições foram realizadas próximas à superfície (aproximadamente 0,3 m) e próximas ao fundo. Foram realizadas três medições de cada variável ambiental de superfície e três de fundo em cada local.

3.3 - Tratamento Estatístico

Comparações das variáveis ambientais entre os locais de coleta (L) e estações do ano (E) foram feitas utilizando Análise de Variância (ANOVA bi - fatorial). As variáveis ambientais também foram comparadas entre as estações do ano dentro de cada local, utilizando ANOVA mono - fatorial. Foi aplicado o teste *a posteriori* de Tukey HSD para as diferenças significativas ($p < 0,05$). Padrões espaço - temporais das variáveis ambientais de fundo foram avaliados através da Análise dos Componentes Principais (ACP).

A comparação da estrutura da assembléia de peixes entre os locais e entre estações foi feita utilizando Análise de Similaridade (ANOSIM) sobre abundância numérica de todas as espécies. A análise de Percentagem de Similaridade (SIMPER) foi utilizada para determinar a porcentagem de contribuição de cada espécie para a similaridade dentro de cada grupo (local de coleta ou estação) e para a dissimilaridade entre os grupos. Análises multidimensionais não - métricas (MDS) foram realizadas para determinação

dos padrões das amostras codificadas por local e estação. As análises ANOSIM, SIMPER e MDS foram realizadas a partir da matriz de similaridade de Bray - Curtis, com os dados tendo sido previamente sofrido a transformação raiz quarta. Estas análises foram realizadas com o uso do pacote estatístico PRIMER versão 5.2.4 (Clarke & Warwick, 1994).

As relações entre as variáveis ambientais de fundo (temperatura, salinidade, turbidez, oxigênio dissolvido e profundidade) e as espécies abundantes foram avaliadas através do coeficiente não - paramétrico de correlações de postos de Spearman e análise de correspondência canônica (CCA) sobre os dados [$\text{Log}_{10}(x+1)$] transformados. Esta última análise foi realizada utilizando o programa CANOCO versão 4.5. As relações foram interpretadas por diagramas "tripplot", que apresentam a variação dos dados bióticos em função das variáveis ambientais, com as amostras plotadas pelos locais de coleta e pelas estações do ano.

RESULTADOS

O total de 2265 indivíduos que pesaram 3193,45 gramas, representando 18 espécies, 11 famílias e 17 gêneros foram coletados em 45 amostras (R1, 21; R2, 24) realizadas na zona de rio (ZR) do estuário do rio Mambucaba. As famílias que apresentaram o maior número de indivíduos foram Eleotridae (74,5%), Characidae (10,4%), Syngnathidae (10,3%) e Cichlidae (1,8%) e o número máximo de representantes em cada família foi de 2 espécies. *Dormitator maculatus* apresentou a maior abundância numérica com 1658 indivíduos ou 73,2% do total coletado, seguido de *Astyanax sp* com 236 indivíduos ou 10,4% e *Microphis brachyurus lineatus* com 221 ou 9,76% do total coletado. O restante das espécies com abundância relativa maior que 1% foram *Geophagus brasiliensis* e *Eleotris pisonis* que contribuíram com 3,1% do total coletado. Destas espécies *Dormitator maculatus*, *Microphis brachyurus lineatus* e *Astyanax sp* apresentaram frequência de ocorrência superior a 60%, *G. brasiliensis* e *E. pisonis* ocorreram em 37,7 e 44,4% das amostras respectivamente. A estrutura da assembléia de peixes que usa as margens da ZR foi característica de áreas limítrofes entre a zona baixa de rio e as cabeceiras de estuários, indicado pela elevada abundância de peixes da família Eleotridae, como *D. maculatus* e *E. pisonis*, e Syngnathidae, como *M. brachyurus lineatus*, espécies típicas deste ambiente de transição (Teixeira, 1994; Miranda - Marure *et al.*, 004). *Dormitator maculatus* foi o principal componente da assembléia de peixes da ZR, como indicado pela sua elevada abundância e constância (FO >95%).

Comparações do número de indivíduos e peso total apresentaram diferenças significativas entre os locais da zona de rio, com os maiores valores médios registrados em R2 e os menores em R1. Sazonalmente, maiores abundâncias numéricas e de peso foram registradas no outono e menores na primavera, enquanto o número de espécies apresentou os maiores valores na primavera, outono e inverno e menores no verão. Tais diferenças devem - se principalmente as maiores abundâncias de *D. maculatus* no local R2 ($p < 0,01$, ANOVA), e as maiores capturas desta espécie no outono.

Diferenças espaciais significativas ($p < 0,05$) foram detectadas através do ANOSIM, embora o baixo valor do R global (0,098) indique inconsistências nesta separação. *D. maculatus* foi a principal espécie responsável pela dissimilaridade entre os locais da zona de rio, que apresentaram dissimilaridade média de 47,57%. Esta espécie apresentou um maior número de indivíduos do que R1 na maioria das amostras realizadas, o que resultou em uma separação espacial razoável pela ordenação do MDS, mesmo com o valor de R muito próximo a zero.

Na ZR o maior registro de salinidade foi 1,5 no período de menores chuvas (inverno), desta maneira fatores associados ao habitat parecem ser mais determinantes do padrão espacial encontrado do que variações de salinidade. A elevada abundância de *D. maculatus* em R2 está associada às coberturas de gramíneas nas margens. Winemiller & Ponwith (1998) estudando aspectos ecológicos de peixes da família Eleotridae em canais do rio Tortuguero da Costa Rica, reportou que *D. maculatus* e *E. pisonis* foram quase exclusivamente coletados entre raízes e massas densas de macrófitas flutuantes, alimentando - se principalmente de detritos vegetais e uma menor proporção de filamentos de algas e diatomáceas. Blaber (2000) reportou que *D. maculatus* e *E. pisonis* ocorrem principalmente dentro das matas situadas nas margens e alimentam - se, além de detritos, de larvas de insetos que ficam entre as raízes. As maiores densidades de gramíneas nas margens de R2 são provavelmente responsáveis pelas maiores abundâncias neste local, quando comparadas com R1.

As pequenas variações de salinidade registradas neste trecho do rio, provavelmente não influenciam os padrões de abundância de *D. maculatus*, que apresentou picos no verão e outono, coincidindo com as menores salinidades. NORDLIE (1993) avaliando em laboratório a tolerância à salinidade de *D. maculatus* encontrou uma ampla faixa de tolerância desde água doce até salinidades de 75. A salinidade, no entanto, pode ser um fator limitante na ocorrência de *Astyanax* sp, que apresentou correlação negativa com este parâmetro ambiental. Esta última espécie também esteve associada às águas de menor temperatura e maior oxigênio dissolvido, o padrão determinado através de CANOCO e da correlação de Spearman, uma indicação de sua associação com os maiores aportes de água doce no sistema.

As variações sazonais das espécies dominantes na ZR, apontadas pelo ANOSIM, foram principalmente atribuídas à ausência de *Astyanax* sp na primavera e sua permanência durante as demais estações, o que resultou nos maiores valores de R registrados entre a primavera e as demais estações ($R > 0,4$). *D. maculatus* ocorreu durante todo o ano, porém maiores capturas tanto em número como peso foram registradas no verão e outono ($p < 0,01$, ANOVA) no local R2. Durante a primavera e inverno ocorre uma brusca diminuição destes peixes indicando movimentos para fora desta área neste período, embora indivíduos de menor tamanho (baixa contribuição no peso) permaneçam na área. Estes padrões consistentes de uso sazonal da área podem estar associados a processos migratórios ou movimentos para fora da área de amostragem. Winemiller & Ponwith (1998), reportou que na Laguna Tortuguero ocorrem densos agre-

gados de Eleotrideos em movimentos contínuos dos rios para zonas estuarinas onde ocorre a desova durante o período seco; após este período foram observadas migrações rio acima dos jovens. Os agregados de indivíduos maiores observados em R2 durante o verão e outono constituem o estoque reprodutivo que se desloca no inverno e primavera para zonas mais tipicamente estuarinas para desova. Teixeira (1994) avaliando o período reprodutivo de *D. maculatus* observou que o tamanho de maturidade sexual dos machos é de 51 mm e das fêmeas de 43mm, e a desova ocorre canais estuarinos sob a influência das marés, com os ovos possuindo filamentos que se agregam ao substrato e eclodindo nestes locais. As demais espécies coletadas não apresentaram um padrão consistente de variações espaciais e temporais através do ANOVA e ANOSIM.

CONCLUSÃO

5 - Conclusões

A assembléia de peixes da zona de rio foi composta por espécies de água doce e por espécies típicas de zonas altas de estuário, refletindo o limite de influência das marés (salinidade = 0.1-1.5). *Dormitator maculatus* foi espécie dominante, associada à vegetação marginal composta principalmente por gramíneas.

(Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq/CT - Hidro pela concessão da bolsa de mestrado (Processo no 133023/2007 - 9).)

REFERÊNCIAS

6 - Referências bibliográficas

- Blaber, S. J. M. 2000. Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation. Oxford, Blackwell Science, 372 p.
- Clarke, K. R. & Warwick, R. W. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory. 859 p.
- Haedrich, R. L. 1983. Estuarine fish. In Ecosystems of the World. Vol. 26: Estuaries and Enclosed Seas (Ketchum, B. H., ed.), pp. 183-207. Amsterdam: Elsevier.
- Keefer, M. L.; Peery, C. A.; Wright, N.; et al., 2008. Evaluating the NOAA Coastal and Marine Ecological Classification Standard in estuarine systems: A Columbia River Estuary case study. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 78: 89 - 106.
- Kjerfve, B. 1987. Estuarine Geomorphology and Physical Oceanography. In. (Day Jr., J. W.; Hall, C. H. A. S.; Kemp, W. M. & Yáñez - Arancibia, A.; eds.). Estuarine Ecology. New York, Wiley, pp. 47 - 48.
- Martino, E. J. & Able, K. W. 2003. Fish assemblages across the marine to low salinity transition zone of a temperate estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 56: 969-987.
- Miranda - Marure, M. E.; Martínez - Pérez, J. A. & Brown - Peterson, N. J. 2004. Reproductive biology of the opossom pipefish, *Microphis brachyurus lineatus*, in Tecolutla Estuary, Veracruz, Mexico. Gulf and Caribbean Research, 16: 101-108.

Nordlie, F. G. & D. C. Haney, 1993. Euryhaline adaptations in the fat sleeper, *Dormitator maculatus*. *Journal of Fish Biology*, 43: 433-439.

Teixeira, R. L. 1994. Abundance, reproductive period, and feeding habits of eleotrid fishes in estuarine habitats of north - east Brazil. *Journal of Fish Biology*, 45: 749-761.

Thiel, R.; Sepulveda, A.; Kaferman, R. & Nellen, W. 1995. Environmental factors as forces structuring the fish commu-

nity of the Elbe estuary. *Journal of Fish Biology*, 46: 47 - 69.

Whitfield A.K. 1983. Factors influencing the utilization of southern African estuaries by fishes. *South African Journal of Science*, 79: 362-365.

Winemiller, K. O. & Ponwith, B. J. 1998. Comparative ecology of eleotrid fishes in Central America coastal streams. *Environmental Biology of Fishes*, 53: 373 - 384.