

EFEITOS DA CONECTIVIDADE ENTRE AMBIENTES AQUÁTICOS NA ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM LAGOAS COSTEIRAS DO PARQUE NACIONAL DA RESTINGA DE JURUBATIBA, RIO DE JANEIRO, BRASIL

Effects of connectivity between aquatic environments in the fish community structure in coastal lagoons of the Restinga of Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro State, Brazil

Jorge Iván Sánchez-Botero¹, Danielle Sequeira Garcez², Erica Pellegrini Caramaschi³

RESUMO

Atributos das comunidades de peixes (composição, diversidade, riqueza, abundância e biomassa) foram comparados nas lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta, localizadas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (RJ), durante períodos de conectividade com ambientes adjacentes, avaliados em função das variações de salinidade e pluviosidade. Alterações na estrutura da ictiofauna destes ambientes não foram significativas. Este fato está relacionado à homogeneidade nas médias das pluviosidades durante os períodos de seca e chuva avaliados, as quais mantiveram a conectividade com ambientes dulcícolas (poças, canais, brejos e riachos) e impediram a desconectividade. Entretanto, a baixa representatividade de espécies de origem marinha nas lagoas indicou pouca influência das ressacas na variação da salinidade e na entrada de peixes marinhos nestes ambientes. Com os resultados obtidos sugere-se que a escassa variação na estrutura da ictiofauna das lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta se relaciona à permanente conectividade com sistemas dulcícolas adjacentes produzida pelas altas pluviosidades durante os anos de amostragem. Permitem também concluir que, embora o registro histórico aponte frequências relativamente altas de ressacas fortes e moderadas, estas não foram suficientes para modificar a estrutura das comunidades das lagoas consideradas.

Palavras-chaves: peixes, conectividade, lagoas costeiras, Brasil.

ABSTRACT

Fish community attributes (composition, diversity, richness, abundance and biomass) were compared between Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista and Preta coastal lagoons located at Restinga of Jurubatiba National Park (RJ), during periods of connectivity to adjacent habitats, appraised by variations in salinity and rainfall. Changes in the structure of the ichthyofauna in this environment were not significant. This fact is related to the homogeneity in the mean pluviosity during the dry and rainy season periods studied that kept connectivity with freshwater environments (pools, channels, marshes and streams) thus preventing disconnectivity. However, the low presence of marine species in the lagoons indicated little influence of swells on the salinity variation, as well as in the entrance of marine fishes into those environments. With the results it is suggested that the scarce variation in the ichthyofauna structure in the five lagoons is related to the connectivity to adjacent freshwater environments due to intensive rainfall during the studied period. It is also possible to conclude that, although the historical reports show relatively high frequencies of moderate and strong overtopping of the sea, these were not sufficient to modify the community structures in the above-mentioned lagoons.

Key words: fishes, connectivity, coastal lagoons, Brazil.

¹ Professor Adjunto, Departamento de Biologia, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, CE 60455-970. E-mail: jisbar@gmail.com.

² Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Av. da Abolição, 3207, CE 60165-081.

³ Profa. Dra. do Instituto de Biologia, Laboratório de Ecologia de Peixes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.

INTRODUÇÃO

A maior parte dos estudos relacionados à conectividade e desconectividade entre ambientes aquáticos e seus efeitos na ictiofauna foram realizados em bacias hidrográficas. Nestes casos os pulsos de alagamento e secas prolongadas foram os fatores que induziram a conectividade com ambientes lênticos ou lóticos, adjacentes a estas bacias. Porém, processos relacionados à dinâmica da ictiofauna e outras comunidades, como migração e recrutamento, além das mudanças na estrutura destas, foram descritos para ambientes diversos (Junk, 1984; Junk *et al.*, 1989; Winemiller & Jepsen, 1998; Ward *et al.*, 1999; Henry, 2003; Petry *et al.*, 2003). Em ambientes de lagoas costeiras a conectividade e desconectividade que afetam a estrutura da ictiofauna referem-se comumente a contatos com o oceano adjacente (Albaret & Ecoutin, 1989; Pollard, 1994; Andreatta *et al.*, 2002). Nas lagoas costeiras Tortugero e Jaloiva (Costa Rica), conectadas com ambientes marinhos, ambientes lóticos e/ou lênticos, flutuações climáticas e enchentes influenciaram as variações da estrutura da ictiofauna (Winemiller & Leslie, 1992). No estuário da lagoa dos Patos (RS), Garcia & Vieira (2001) e Garcia *et al.* (2001) identificaram os efeitos hidrodinâmicos dos fenômenos “El Niño” e “La Niña” na estrutura, distribuição e recrutamento na assembléia de peixes.

As lagoas costeiras localizadas na região do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, local deste estudo, foram formadas como resultado do desenvolvimento de um cordão arenoso, associado à praia atual, que represou o curso dos rios que buscavam saída para o mar (Panosso *et al.*, 1998). Nestes ambientes o balanço hidrológico com períodos secos durante o inverno (junho, julho e agosto) e chuvas durante o verão (dezembro, janeiro e fevereiro), afeta diretamente a conectividade das lagoas com ecossistemas lênticos e lóticos adjacentes embora não haja registros sistemáticos desses eventos. Durante os períodos de alta pluviosidade, aumenta o nível das lagoas e respectivamente sua área de inundação, incrementando seu volume de água e diminuindo os teores de salinidade (Hollanda-Carvalho *et al.*, 2003). Logo, durante os períodos de estiagem, quando diminuem as precipitações, acontece a desconexão entre biótopos e, pela topografia e fatores morfométricos, formam-se canais e poças isoladas, incrementando a heterogeneidade da paisagem. A conexão destas lagoas com o ambiente marinho adjacente acontece principalmente durante os meses de março e agosto, quando a frequência das ressacas é maior na região costeira do estado de Rio de Janeiro (Santos, 2001), provocando a entrada de água do mar nas lagoas,

possivelmente, com larvas e peixes juvenis. A intensidade e duração dos processos de conexão destas lagoas com ambientes adjacentes afetam suas características físicas, químicas e biológicas. De fato, Hollanda-Carvalho *et al.* (2003) descrevem a relação direta entre a variação temporal, a influência de variáveis abióticas e a heterogeneidade espacial na riqueza de peixes em lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Esse estudo revelou, também, que a composição das assembléias de peixes varia entre biótopos adjacentes. Segundo Winemiller *et al.* (2000) e Suárez *et al.* (2001) a variação da estrutura da ictiofauna entre biótopos adjacentes pode depender dos fatores intrínsecos de cada espécie, acessibilidade, qualidade do habitat e recursos disponíveis. Entretanto, as variações anuais na intensidade e duração de épocas das cheias ou chuvas, leva a flutuações marcantes na abundância relativa das espécies favorecendo algumas e sendo restritiva a outras (Agostinho *et al.*, 1997).

As lagoas costeiras Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta, localizadas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, possuem eventuais contatos com ambientes dulcícolas (pelo incremento da pluviosidade) e/ou marinhos adjacentes (por ressacas) que podem ser considerados distúrbios, já que possibilitam a dispersão de peixes e modificam o regime hidro-salino afetando, conseqüentemente, a estrutura da ictiofauna. O presente estudo compara atributos das comunidades de peixes (composição, diversidade, riqueza, abundância e biomassa) destas lagoas durante períodos de potencial conectividade com ambientes adjacentes, avaliados em função das variações históricas de pluviosidade, o registro anual deste parâmetro e a salinidade.

ÁREA DE ESTUDO

O Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba localizado ao nordeste do Estado do Rio de Janeiro, nas coordenadas 22°05' - 22°20'S e 41°15' - 41°45'W, possui 18 lagoas costeiras separadas do oceano adjacente por um cordão arenoso contínuo, que varia de 60 a 100 m (média = 78m, CV=20,5%) de largura (Hollanda-Carvalho *et al.*, 2003). Entre estas, as lagoas Cabiúnas, Carapebus, Paulista e Preta, possuem bacia de drenagem permanente. Poças, brejos e canais anexos se conectam com as lagoas durante períodos de chuvas e se desconectam durante períodos de estiagem. Valores médios das variáveis físicas e químicas destes ambientes são apresentados por Enrich-Prast *et al.* (2004), destacando-se variações de salinidades de 1,1 (lagoa Cabiúnas) até 53,4 (lagoa Preta) e pH de 5,54 (lagoa Comprida) até 8,43 (lagoa

Preta). Esta região possui clima tropical quente úmido ("AW" na classificação de Köppen) com períodos de chuva no verão e estiagem no inverno (Henriques *et al.*, 1988) (Figura 1).

A lagoa Cabiúnas possui área de 0,34 km², profundidade média de 2,37 m (Panosso *et al.*, 1998) e aporte fluvial constante de uma bacia de drenagem anexa de 45km². Seu contorno dendrítico (Reis *et al.*, 1998) possibilita o estabelecimento de amplas áreas de macrófitas aquáticas.

A lagoa Comprida possui área de 0,13 km² e profundidade média de 1,6 m (Panosso *et al.*, 1998). O pH é ácido, favorecido pelos compostos húmicos e fúlvicos provenientes da drenagem dos solos da região e pelos baixos índices de salinidade (Esteves *et al.*, 1984). Neste ambiente foram registradas cinco espécies de macrófitas aquáticas dominantes (Aguiaro, 1994) e sua cor escura deve-se à presença de compostos húmicos e fúlvicos presentes neste corpo de água (Esteves, 1998).

A lagoa Carapebus possui área de 6,5 km², bacia de drenagem de 126 km² e profundidade média de 2,4 m (Panosso *et al.*, 1998). Sua extensa bacia de drenagem abrange a área urbana de Carapebus e os canais da região. Este fato resulta na presença de efluentes domésticos, os quais promovem aumento da produtividade primária, favorecendo conseqüentemente, uma ampla colonização por macrófitas aquáticas neste ambiente (Attayde & Bozelli, 1999).

A lagoa Paulista, com área de 1,22 km² (SEMADS, 2001), também é alimentada por um rio. O pH variou em torno de 6,6 e salinidades registradas neste ambiente variaram entre 3 e 26 (Farjalla *et al.*, 2001; Enrich-Prast *et al.*, 2004).

A lagoa Preta, com área de 5,30 km² (SEMADS, 2001), é alimentada pelo rio Preto; sua profundidade e pH variam em torno de 0,6 m e 8,39, respectivamente, sendo caracterizada como salobra (Hollanda-Carvalho *et al.*, 2003; Enrich-Prast *et al.*, 2004).

MATERIAL E MÉTODOS

Nas Lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta em agosto/2003 e 2004 (estação seca) e fevereiro/2003 e 2004 (estação chuvosa), foram realizadas coletas diurnas de peixes e obtidos valores de salinidade com um termosalinômetro de campo (YSI modelo 30SET). Os dados mensais de pluviosidade foram fornecidos pela estação evaporimétrica da Agropecuária Carapebus LTDA. As coletas de peixes foram diurnas e realizadas com o uso de: a) redes de espera de 15 m de comprimento, 1,5 m de altura e 15, 20, 25 e 30 mm entre nós adjacentes, expostas durante um mínimo de quatro horas em áreas limnéticas, com esforço total obtido pela somatória dos tempos de exposição das redes e os dados convertidos a m²hora; b) rede de arrasto de 11,5 m x 1,8m e 15 mm entre nós adjacentes realizando dois arrastos de 15 m em regiões litorâneas arenosas, que somaram no total 172,5 m² por campanha, em cada lagoa, e os dados foram convertidos a m²; c) duas réplicas de oito lances cada, com picaré de 1,5 m de comprimento, 1,2 m de altura e 5 mm entre nós adjacentes, em áreas litorâneas cobertas por macrófitas aquáticas (exceto na lagoa Preta que não apresentou este habitat), que somaram 28,8 m² por campanha, em cada lagoa, e os dados foram convertidos a m². Os atributos riqueza (número de espécies), abundân-

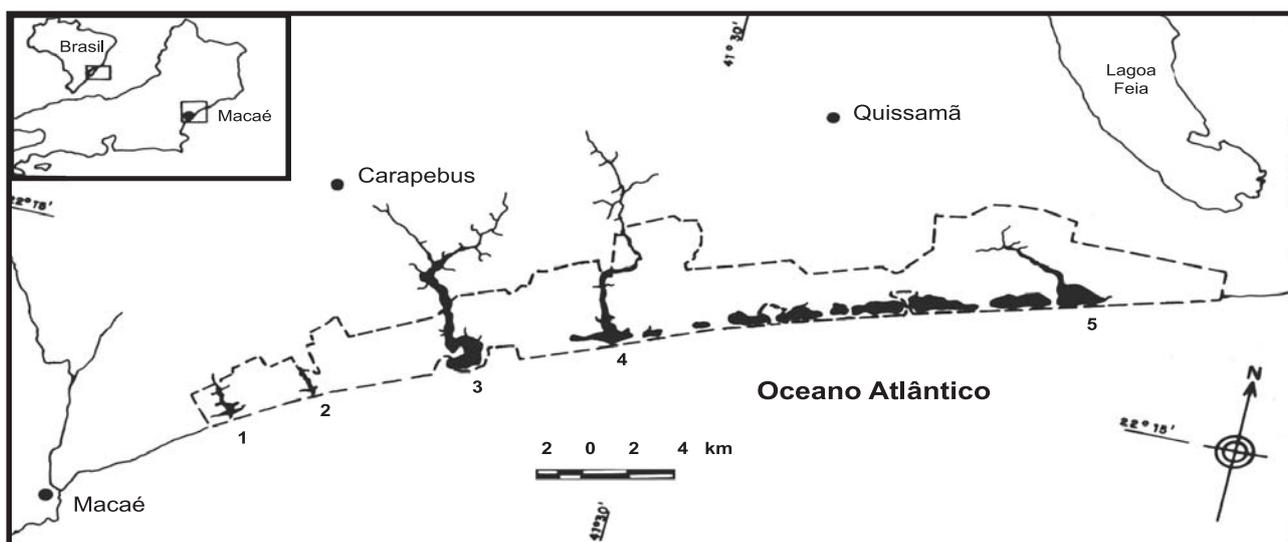


Figura 1 - Lagoas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, onde foram realizadas as coletas de peixes e medições de salinidade. (Lagoas: 1. Cabiúnas, 2. Comprida, 3. Carapebus, 4. Paulista, 5. Preta). (---) Limite do Parque.

cia (número de indivíduos) e biomassa (peso em gramas) das comunidades de peixes foram convertidos para captura por unidade de esforço (CPUE), expressa em m²-hora no caso das capturas com redes de espera e, m² no caso das capturas com rede de arrasto e picaré. Os peixes capturados foram fixados em formalina 10% e, posteriormente, conservados em álcool 70%. Foram identificados através de bibliografia especializada e pesados (g). As espécies capturadas foram classificadas de acordo as guildas funcionais indicando seu uso e importância para lagoas costeiras (Figueiredo & Menezes, 1980; Araújo, 1983; Oliveira, 1989; Fischer *et al.*, 2004; Froesen & Pauly, 2004), em: residente de lagoas costeiras (RLC), que completam todo seu ciclo de vida nestes ambientes; marinha dependente (MD), que se reproduzem no mar e usam as lagoas costeiras como berçário para larvas e juvenis, ou adultos que permanecem por longos períodos; e dulcícolas (D), que não possuem aparentemente requerimentos salinos, suportando eventualmente condições oligohalinas.

As capturas em áreas de macrófitas aquáticas somaram 16 réplicas e nos ambientes limnético e litoral de areia, somaram vinte réplicas cada, com dois fatores: lagoas e períodos. O fator lagoa teve cinco tratamentos em ambientes limnético e litoral de areia nas cinco lagoas avaliadas e quatro tratamentos em ambientes de macrófitas aquáticas nas lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus e Paulista. O fator período teve dois tratamentos: seca e chuva. Duas variáveis abióticas, salinidade e pluviosidade, foram acrescentadas às análises como covariáveis. Portanto, considerou-se que a variação na riqueza (arrasto e picaré: espécies/m²; redes de espera: espécies/m²hora), abundância (arrasto e picaré: indivíduos/m²; redes de espera: indivíduos/m²hora) e biomassa de peixes (arrasto e picaré: g/m²; redes de espera: g/m²-hora), poderiam estar relacionadas a estes dois fatores (covariáveis) ou por fatores ao acaso. As duas covariáveis foram representadas pelas médias. Na pluviosidade foram obtidas as médias entre o mês da coleta e o anterior a esta, durante os períodos chuvosos (janeiro e fevereiro) e secos (julho e agosto). As médias de salinidade foram obtidas pelos valores da superfície e fundo da coluna da água (Tabela I).

Os dados das variáveis bióticas e abióticas apresentaram distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov; P<0,05) (Lilliefors, 1967). O efeito das lagoas, períodos, salinidade e pluviosidade na riqueza, abundância e biomassa da ictiofauna foi testado com uma análise de covariância (Sokal & Rohlf, 1995). A diversidade foi comparada entre os períodos de seca e chuva para cada lagoa com o teste de Hutcheson (1970), segundo Zar (1984), sendo:

Tabela I - Valores médios e desvio padrão (±) de variação da salinidade e pluviosidade nas lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta durante os períodos de chuva (C) e seca (S), no período 2003 - 2004.

Lagoa	Períodos	Salinidade	Pluviosidade	
Cabiúnas	C	0,40 ± 0,14	Período de chuva 103,12 ± 55,32	
	S	3,25 ± 4,31		
Comprida	C	0,10 ± 0,00		
	S	0,15 ± 0,07		
Carapebus	C	3,80 ± 0,42		Período de seca 62,85 ± 3,32
	S	4,45 ± 4,03		
Paulista	C	2,20 ± 1,56		
	S	2,10 ± 2,40		
Preta	C	67,65 ± 45,75		
	S	45,30 ± 27,29		

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{S_{H1-H2}}$$

onde,

$H'_1 = n \log n - \sum f_i \log f_i / n$ diversidade no período de seca

$H'_2 = n \log n - \sum f_i \log f_i / n$ diversidade no período de chuva

$S^2 =$ variância das diversidades

$S^2_{H1} = \sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 / n$ no período de seca

$S^2_{H2} = \sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 / n$ no período de chuva

$f_i =$ frequência absoluta de cada espécie no conjunto total, durante o período de seca ou chuva.

Posteriormente, os valores calculado e tabelado de t (com graus de liberdade $v = (S^2_{H1} + S^2_{H2})^2 / (S^2_{H1}) / n_1 + (S^2_{H2})^2 / n_2$) foram comparados. Portanto, o teste de hipótese indica que, com $\alpha=0,05$, se o t calculado for maior que o t tabelado, as diversidades H'_1 e H'_2 são diferentes. Desta forma, foi testada a significância das diferenças de diversidade entre amostras, nos períodos seco e chuvoso, para cada lagoa avaliada.

As médias da pluviosidade dos períodos seco (julho, agosto, setembro) e chuvoso (janeiro, fevereiro e março), em 1997 - 2004, foram comparados com o teste t pareado (Centeno, 1999). As pluviosidades e salinidades entre períodos seco e chuvoso foram comparadas com o teste não paramétrico de Mann-Whitney (Vieira, 2004).

RESULTADOS

Nas cinco lagoas foram coletadas 20 espécies de peixes, de 11 famílias e seis ordens, sendo 80% de ori-

gem dulcícola e 20% marinha. Destas últimas, três espécies são consideradas residentes de lagoas costeiras (RLC) e uma marinha dependente (MD) (Tabela II).

Para as espécies de origem dulcícola, houve 25 ocorrências durante os períodos de seca e chuva conjuntamente, 12 ocorrências no período de cheia e uma no período da seca. Para as espécies de origem marinha, houve quatro ocorrências durante os períodos de seca e chuva conjuntamente, duas ocorrências no período de cheia e duas no período da seca (Tabela II; Figura 2).

A riqueza de espécies, abundância e biomassa ictífica entre os períodos de seca e chuva e entre as lagoas, nos ambientes limnéticos cobertos por estandes de macrófitas aquáticas e litorâneo arenoso da barra, não apresentaram diferenças significativas (Tabela III).

Os valores de diversidade entre os períodos de seca e chuva apresentaram diferenças significativas para as lagoas Cabiúnas e Comprida e não significativas para as lagoas Carapebus, Paulista e Preta (Tabela IV).

Tabela II - Ordens, famílias, espécies de peixes e guilda funcional (D: dulcícola; MD: marinha dependente; RLC: residente de lagoas costeiras), coletadas em cinco lagoas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, durante os períodos de seca (S) e chuva (C), no período 2003 - 2004.

Ordem	Família	Espécies	Guilda	Cabiúnas	Comprida	Carapebus	Paulista	Preta
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Platanichthys platana</i>	RLC	SC		C		
	Engraulididae	<i>Lycengraulis grossidens</i>	MD	C				
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax bimaculatus</i>	D	C				
		<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i>	D	SC	SC	SC	SC	
		<i>Hyphessobrycon luetkenii</i>	D	SC				
		<i>Hyphessobrycon reticulatus</i>	D		C			
		<i>Oligosarcus hepsetus</i>	D	SC		SC		
	Curimatidae	<i>Cyphocharax gilbert</i>	D	C				
	Erythrinidae	<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	D		C			C
<i>Hoplias malabaricus</i>		D	SC	SC		C	C	
Siluriformes	Auchenipteridae	<i>Trachelyopterus striatulus</i>	D	C				
	Ariidae	<i>Genidens genidens</i>	RLC			S		
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella brasiliensis</i>	RLC	SC		SC	S	SC
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	D		SC	C	C	
		<i>Phaloptycus januarius</i>	D			SC		
		<i>Poecilia vivipara</i>	D	SC	SC	SC	SC	SC
	Anablepidae	<i>Jenynsia multidentata</i>	RLC		C	SC	S	SC
Perciformes	Cichlidae	<i>Cichlasoma facetum</i>	D	SC	SC	SC		
		<i>Geophagus brasiliensis</i>	D	SC	SC	SC	SC	
		<i>Tilapia rendalli</i>	D			C		

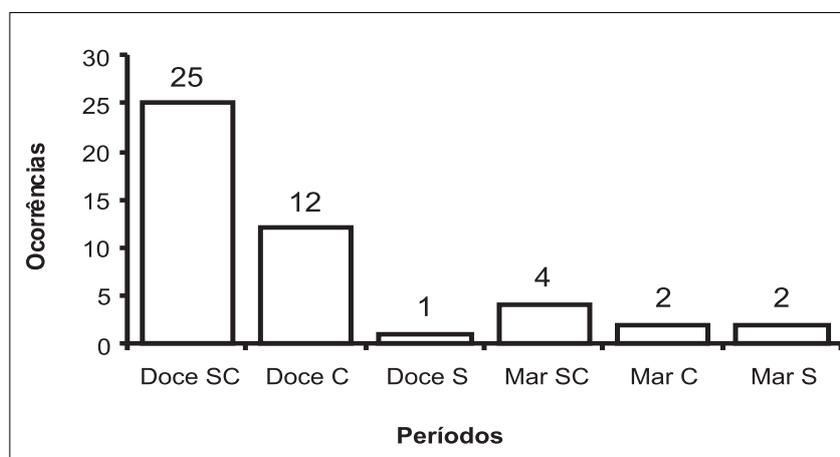


Figura 2 - Número de ocorrências de espécies de peixes de origem dulcícola (Doce) e marinha (Mar) durante os períodos seco (S) e chuvoso (C) no período 2003 - 2004 nas lagoas Cabiúnas, Carapebus, Comprida, Paulista e Preta.

Tabela III - Resultados das análises de covariância da riqueza de espécies, abundância e biomassa de peixes em ambientes limnético, litorâneo arenoso, e estandes de macrófitas aquáticas, em relação aos períodos (seca e chuva), lagoas, salinidade e pluviosidade.

	Riqueza de espécies			Abundância			Biomassa		
	QM	F	p	QM	F	p	QM	F	p
Limnética									
FATORES									
Período	0,000	0,108	0,751	0,000	0,002	0,970	6,808	0,136	0,721
Lagoa	0,000	0,550	0,705	0,002	0,774	0,572	39,021	0,782	0,567
Interação	0,000	0,316	0,860	0,001	0,487	0,746	36,345	0,728	0,597
COVARIÁVEIS									
Salinidade	0,000	0,429	0,531	0,001	0,494	0,502	0,371	0,007	0,933
Pluviosidade	0,000	0,999	0,347	0,000	0,850	0,778	4,595	0,092	0,769
Macrófitas aquáticas									
FATORES									
Período	0,000	0,806	0,395	0,002	0,041	0,845	0,161	0,198	0,668
Lagoa	0,000	0,640	0,649	0,038	0,905	0,505	0,552	0,681	0,624
Interação	0,000	0,099	0,980	0,074	1,765	0,229	0,163	1,434	0,307
COVARIÁVEIS									
Salinidade	0,000	0,512	0,494	0,077	1,839	0,212	0,356	0,439	0,526
Pluviosidade	0,000	0,145	0,713	0,144	3,425	0,101	3,189	3,931	0,083
Litorânea arenosa									
FATORES									
Período	0,006	2,862	0,142	31,589	0,361	0,570	0,003	0,001	0,973
Lagoa	0,005	2,318	0,175	164,220	1,876	0,235	4,461	1,606	0,284
Interação	0,000	0,219	0,880	136,368	1,558	0,294	0,827	0,298	0,826
COVARIÁVEIS									
Salinidade	0,011	5,155	0,064	40,415	0,462	0,522	11,384	4,098	0,089
Pluviosidade	0,000	0,026	0,878	173,861	1,986	0,208	10,961	3,946	0,094

Observação: QM = quadrados médios; F = teste de Fisher; $p > 0,05$ = diferença não significativa.

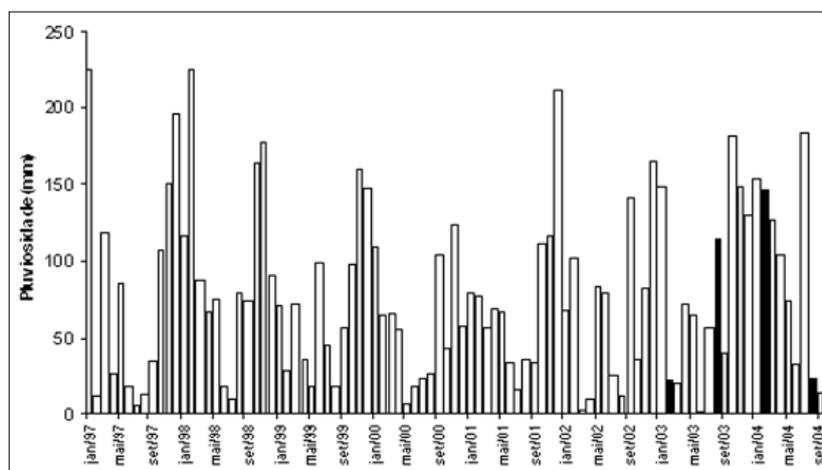


Figura 3 - Valores mensais de pluviosidade (mm) entre janeiro de 1997 e setembro de 2004. As barras em preto indicam a pluviosidade dos períodos de amostragem deste estudo. Fonte: Estação Evaporimétrica Agropecuária Carapebus Ltda, Macaé/RJ.

Valores mensais de precipitação registrados na área do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, entre janeiro de 1997 e setembro de 2004, mostraram padrões de variação menores (julho, agosto, setembro) e maiores (janeiro, fevereiro e março), com diferenças significativas entre estes (teste t pareado, $t = 2,97$; $p = 0,020$) (Figura 3).

Valores de pluviosidade entre os períodos de seca e chuva relacionados a este estudo não apresentaram diferença significativa (Mann-Whiney, $U' = 75000$; $p = 0,063$). Situação similar foi observada entre os valores de salinidade para os mesmos períodos (Mann-Whiney, $U' = 47000$; $p = 0,853$).

Tabela IV - Comparação entre valores da diversidade estimados para os períodos seco e chuvoso nas lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta, no período 2003 - 2004.

Lagoas	Diversidade		Valor de t	Valor de p
	seco	chuvoso		
Cabiúnas	1,94	2,45	5,24	< 0,05
Comprida	1,09	0,75	3,45	< 0,05
Carapebus	2,22	2,10	0,34	> 0,05
Paulista	1,64	1,42	1,55	> 0,05
Preta	0,99	0,62	2,49	> 0,05

Observação: p < 0,05 = diferença estatisticamente significativa; P > 0,05 = diferença não-significante.

DISCUSSÃO

Durante os períodos de coleta de peixes registrados neste estudo, os valores da pluviosidade superaram a média dos últimos sete anos (103,11 e 71,63 mm nos períodos chuvoso e seco, respectivamente). Este fato provocou a conectividade das lagoas com ambientes anexos, mantendo a estrutura da ictiofauna com dominância dulcícola estável, ou seja, sem variações na sua riqueza, abundância e biomassa. Já as diferenças de diversidade nas lagoas Cabiúnas e Comprida entre os períodos de seca e chuva deveram-se a ocorrência de espécies de peixes novas nestes ambientes. Para a lagoa Cabiúnas foram registradas ocorrências exclusivas durante o período de chuvas, de *Astyanax bimaculatus*, *Trachelyopterus striatulus* e *Cyphocharax gilbert* e, para a lagoa Comprida de *Hoplerythrinus unitaeniatus*, *Hyphessobrycon reticulatus* e *Jenynsia multidentata*. Nesta última lagoa, das sete espécies capturadas, *Hyphessobrycon bifasciatus* representou 89% do total das capturas durante o período de chuvas, diminuindo a equitabilidade e, conseqüentemente, a diversidade. Em particular, *J. multidentata*, mostrou tendência em aumentar sua abundância nos períodos de menor salinidade e maiores temperaturas na lagoa Rodrigo de Freitas/RJ (Andreatta *et al.*, 1997), sendo registrada atividade reprodutiva ao longo de todo o ano (Novaes & Andreatta, 1996). Entretanto, a ocorrência de *H. unitaeniatus*, registrada durante este estudo no período de chuvas de 2004 para a lagoa Comprida, pode estar indicando sua conectividade com outros ambientes dulcícolas continentais (poças, canais e brejos). As novas ocorrências das demais espécies durante este período (chuvas) foram provavelmente favorecidas pela diminuição da salinidade, maior conectividade com outros ambientes e/ou aumento no recrutamento destas populações. Algumas destas (*A. bimaculatus*, *P. striatulus* e *C. gilbert*) foram também registradas durante períodos de estiagem na lagoa Cabiúnas (Hollanda-Carvalho *et al.*, 2003).

Registros de ocorrências de espécies de origem marinha (4) durante os períodos de seca e chuva avaliados foram relativamente baixos quando comparados com estudos anteriores (Aguiaro, 1994; Reis *et al.*, 1998; UFRJ/Petrobrás, 1998; Hollanda-Carvalho, 2002). Estes resultados mostram que os eventuais contatos com o oceano adjacente não influenciaram a variação da estrutura da ictiofauna ou que a capacidade reprodutiva das espécies residentes de lagoas costeiras nestes ambientes sofreu influência de algum outro fator durante estes períodos. Desta forma, conclui-se que as ressacas durante estes períodos não foram suficientemente fortes (ondas maiores de 2 m, segundo Santos, 2001) para ultrapassar a barra arenosa que separa as lagoas do oceano e, assim, possibilitar a entrada de peixes de origem marinha. Conseqüentemente, valores de baixa salinidade foram dominantes (média=2,06; mínima de 0,10 e máxima de 7,30) nas lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus e Paulista, sendo a ampla variabilidade observada (Cv=115%) influenciada pelo balanço positivo ou negativo de água doce, onde a precipitação, descarga fluvial e evaporação desempenham um papel fundamental (Miranda *et al.*, 2002). Já a lagoa Preta apresentou salinidade média de 56 (CV = 59%), influenciada possivelmente pelos processos de percolação registrados neste ambiente (*observação pessoal*) que junto às variações de pH (Hollanda-Carvalho *et al.*, 2003) estariam limitando o estabelecimento de uma variada ictiofauna e favorecendo o domínio de poucas espécies com ancestrais marinhos, como *P. vivipara* e *J. multidentata*, ou residentes de lagoas costeiras, como *A. brasiliensis*, resistentes a variações de salinidade.

A planície da restinga, que abrange as 18 lagoas localizadas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, apresenta uma topografia homogênea na paisagem (Jamel, 2004). A partir deste modelo foi assumido que as lagoas amostradas (Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta) apresentavam igual possibilidade de conexão com ambientes adjacentes, mas possíveis variações na sua estrutura ictíica. No entanto, a lagoa Carapebus apresentou em média maior biomassa e abundância ictíica nos estandes de macrófitas e área limnética. A captura de 11 indivíduos de *Genidens genidens* durante o período de estiagem de 2003, com peso médio de 167g (CV = 22%) influenciou os maiores valores de biomassa na lagoa, porém, sem apresentar diferenças significativas com os demais ambientes lagunares. Entretanto, o maior número (1.327) de indivíduos de *Phalloptycus januarius* durante o período de chuvas de 2004, representando 70% da comunidade, não foi suficiente para marcar diferenças estatísticas

entre os períodos de seca e chuva nesta lagoa. Dentre os ecossistemas avaliados, a lagoa Carapebus apresenta a maior área (6,70 km²), constante aporte fluvial, densa cobertura de macrófitas aquáticas e, antes da criação do Parque, sofria esporádicas aberturas da barra que a separa do oceano adjacente. Esta heterogeneidade ambiental influenciou nesta lagoa o segundo maior número de espécies registradas (24) dentre as lagoas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (Hollanda-Carvalho, 2002), favorecendo as maiores abundâncias e biomassas ictíicas. Por outro lado, nos levantamentos da ictiofauna das lagoas do Parque nunca foram registradas mais de três espécies na lagoa Preta, sendo esta inclusive dentre as lagoas que possuem bacia de drenagem, a de menor riqueza ictíica. Este fato se relaciona a flutuações na salinidade (CV=59%), o que pode ter limitado o estabelecimento, crescimento ou recrutamento de espécies de peixes sensíveis a esse fator; e, à diminuição da possibilidade de entrada de larvas e juvenis na lagoa por ação das ressacas, devido à extensa barra de areia que a separa do mar adjacente (Caramaschi *et al.*, 2004).

A ausência de diferenças na riqueza, abundância e biomassa da ictiofauna, além da constância diferenciada das espécies dulcícolas (*Hyphessobrycon bifasciatus*, *Oligosarcus hepsetus*, *Hoplias malabaricus*, *Poecilia vivipara*, *Ciclasoma facetum* e *Geophagus brasiliensis*) e residentes de lagoas costeiras (*Jenynsia multidentata*, *Atherinella brasiliensis* e *Platanichthys platana*) nas lagoas avaliadas, podem ter sido responsáveis pela reduzida variação (não significativa estatisticamente) da estrutura destas comunidades durante os períodos de seca e chuva, por ambientes. Estes fatos são indicadores de estabilidade parcial destas comunidades. Como linha de investigação, dadas as observações pontuais deste estudo, propõe-se que estas comunidades se enquadram nos modelos de "pontos múltiplos de estabilidade", proposto por Sutherland (1974), e o de "inércia", proposto por Orians (1980), onde ambos identificam a formação de diferentes comunidades estabelecidas após os períodos de seca e chuva. Com os resultados obtidos sugere-se que a praticamente nula variação na estrutura da ictiofauna das lagoas Cabiúnas, Comprida, Carapebus, Paulista e Preta se relaciona à contínua conectividade com sistemas dulcícolas adjacentes, favorecida pelas altas pluviosidades durante os anos de amostragem. Permitem também concluir que, embora o registro histórico aponte frequências relativamente altas de ressacas fortes e moderadas, estas não foram suficientes para modificar a estrutura das comunidades das lagoas consideradas. Este estudo corrobora as-

sim, os trabalhos de Junk *et al.* (1989), Winemiller & Leslie (1992), Winemiller & Jepsen (1998), Winemiller *et al.* (2000), Garcia & Vieira (2001), Garcia *et al.* (2001) e Petry *et al.* (2003), sobre a influência dos fatores climáticos como principais agentes modificadores da relação entre as variações do ambiente e estrutura da ictiofauna.

Agradecimentos - Os autores agradecem ao Laboratório de Limnologia/Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); ao M.Sc. Pedro Hollanda de Carvalho pela colaboração na identificação das espécies de peixes; aos M.Sc. Rafael Pereira Leitão e Victor Trivério Cardoso; aos estagiários Ellen Martins Câmara, Pedro Henrique Soares e equipe do Laboratório de Ecologia de Peixes/UFRJ pela valiosa assistência nas coletas de campo. Este estudo foi patrocinado pela CAPES, FAPERJ e Peld/CNPq, e faz parte da Tese de Doutorado realizada pelo primeiro autor no PPE-UFRJ, Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiaro, T. *Estrutura da comunidade de peixes de três lagoas costeiras da região de Macaé (RJ)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 114 p., Rio de Janeiro, 1994.
- Agostinho, A.A.; Julio, H.F.; Gomes, L.C.; Bini, L.M. & Agostinho, C.S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna, p. 179-208; in Vazzoler, A.E.A.M.; Agostinho, A.A. & Segatti Hahn, N. (eds.), *Planície de inundação do alto rio Paraná. Maringá*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, 1997.
- Araújo, F.G. *Distribuição, abundância, movimentos sazonais e hábitos alimentares de bagres marinhos (Siluriformes, Ariidae) no estuário da lagoa dos Patos (RS), Brasil*. Dissertação de Mestrado, Fundação Universitária do Rio Grande, 189 p., Rio Grande, 1983.
- Albaret, J.J. & Ecoutin, J.M. Communication merlagune: impact d'une réouverture sur l'ichtyofaune de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Rev. Hydrobiol. Tropical*, v.22, n.1, p.71-81, 1989.
- Andreatta, J.V.; Manzano, F.V.; Baptista, M.G.S.; Teixeira, D.E.; Oliveira L.O.V.; Longo, M.M.; Freret, N. V. & Valois, A.S. Assembléia de peixes da lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. *Bioikos*, Campinas, v.16, p. 19-28, 2002.
- Andreatta, J.V.; Marca, A.G.; Soares, C.L. & Santos, R.S. Distribuição mensal dos peixes mais representativos da lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v.14, p.121-134, 1997.
- Attayde, J.L. & Bozelli, R.L. Environmental hetero-

- geneity patterns and predictive models of chlorophyll *a* in a Brazilian coastal lagoon. *Hydrobiologia*, v.390, p.129-139, 1999.
- Caramaschi, E.P.; Sánchez-Botero, J.I.; Hollanda-Carvalho, P.; Brandão, C.A.S.; Soares, C.L.; Novaes, J.L.C. & Araújo, R.B. Peixes das lagoas costeiras de Macaé: estudos de caso, p.309-337, in Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. (orgs), *Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. PELD/CNPq, RiMa, São Carlos, 2004.
- Centeno, A.J. *Curso de estatística aplicada à biologia*. Editora da Universidade Federal de Goiás, 234 p., Goiânia, 1999.
- Enrich-Prast, A.; Bozelli, R.; Esteves, F.A. & Meireles, F.P. Lagoas costeiras da Restinga de Jurubatiba: descrição de suas variáveis limnológicas, p. 245-253, in Rocha, C.F.; Scarano, F.R. & Esteves, F.A. (orgs.), *Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. PELD/CNPq, RiMa, São Carlos, 2004.
- Esteves, F.A.; Ishii, I.H.; & Camargo, A.F.M. Pesquisas limnológicas em 14 lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro, p. 441-442, in Lacerda, L.D.; Araújo, S.D.S.; Cerqueira, R. & Turco, B. (orgs.), *Restingas: origem, estrutura, processos*. CEUFF, Niterói, 1984.
- Esteves, F.A. Lagoas costeiras: origem, funcionamento e possibilidades de manejo, p. 63-87, in Esteves, F.A. (ed.), *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.
- Farjalla, V.F; Faria, B.M.; Esteves, F.A. & Bozelli, R.L. Bacterial density and biomass, and relations with abiotic factors in 14 coastal lagoons of Rio de Janeiro State, p. 65-75, in Faria, B.M.; Farjalla, F. & Esteves, F.A. (eds.), *Aquatic microbial ecology in Brazil*. Séries Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro, 2001.
- Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A. *Manual dos peixes marinhos do sudeste do Brasil. III Teleostei (2)*. MUZUSP, 90 p., São Paulo, 1980.
- Fischer, L.G.; Pereira, D.L.E. & Vieira, J.P. *Peixes estuários e costeiros*. Ecoscintia, 126 p., Rio Grande, 2004.
- Froese, R. & Pauly, D. *Fish base. World Wide Web electronic publication*. www.fishbase.org (visited on 07/2007), 2004.
- Garcia, A.M. & Vieira, J.P. O aumento da diversidade de peixes no estuário da lagoa dos Patos durante o episódio *El Niño* 1997-1998. *Atlântica*, Rio Grande, v.23, p.85-96, 2001.
- Garcia, A.M.; Vieira, J.P. & Winemiller, K.O. Dynamics of the shallow-water fish assemblages of the Patos lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. *J. Fish Biol.*, v.59, p.1218-1238, 2001.
- Henriques, R.P.B.; Araujo, D.S.D.; Esteves, F.A. & Franco, A.C. Análise preliminar das comunidades aquáticas da Lagoa Cabiúnas, Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v.2, p.783-802, 1988.
- Henry, R. Os ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos: conceitos, tipos, processos e importância. Estudo de aplicação em lagoas marginais ao rio Paranapanema na zona de sua desembocadura na Represa Jurumirim., p.1-28, in Henry, R (org), *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. RiMa, São Carlos, 2003.
- Hollanda-Carvalho, P. *Caracterização e distribuição da ictiofauna de lagoas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brasil*. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 72 p., 2002.
- Hollanda-Carvalho, P.; Sánchez-Botero, J.I.; Caramaschi, E.P. & Bozelli, R.L. Temporal variation of community richness in coastal lagoons of the Restinga de Jurubatiba National Park, Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensis*, v.15, n.3, p.31-40, 2003.
- Jamel, C.E.G. Caracterização da vegetação da Restinga de Jurubatiba com base em sensoriamento remoto e sistema de informação geográfico: estado atual e perspectivas, p.25-42, in Rocha, C.F.D.; Esteves, F.A. & Scarano, F.R. (orgs.), *Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. PELD/CNPq, RiMa, São Carlos, 2004.
- Junk, W.J. Ecology of the várzea floodplain on the Amazonian white-water rivers, p. 215-244, in Sioli, H. (ed.), *The Amazon: limnology and landscape ecology*. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, 1984.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B. & Sparks, R.E. The flood pulse concept in river-floodplain ecosystems, p.110-127, in Dodge, D.P. (ed.), *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publication in Fisheries and Aquaculture Science, Ottawa, 1989.
- Lilliefors, H.W. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality. *Biometrika*, v.62, n.3, p. 399-402, 1967.
- Miranda, L.B.; Castro, B.M. & Kjerfve, B. *Princípios de Oceanografia Física em estuários*. EDUSP, 414 p., São Paulo, 2002.
- Novaes, J.L. C. & Andreatta, J.V. Aspectos reprodutivos de *Jenynsia lineata* Jenyns, 1824 (Osteichthyes, Anablepidae) da Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro. *Acta Biologica Leopoldinensia*, v.18, p.129-139, 1996.
- Oliveira, E.S. *Reprodução, crescimento, idade, hábitos alimentares e pesca de Genidens genidens (Pisces, Ariidae) no sistema lagunar de Maricá, RJ*. Monografia de

- Graduação, Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 85 p. 1989.
- Orians, G.H. Diversidad, estabilidad y madurez en los ecosistemas naturales, p. 174-189, in Lowe-McConnell, R.H. & Van Dobben, W.H. (eds.), *Conceptos unificadores en Ecología*. Blume Ecología, 1980.
- Panosso, R.F.; Attayde, J.L. & Muehe, D. Morfometria das lagoas Imboassica, Comprida e Carapebus: implicações para seu funcionamento e manejo, p.91-105, in: Esteves, F.A. (ed.), *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.
- Petry, A.C.; Agostinho, A.A. & Gomes, L.C. Fish assemblages of tropical floodplain lagoons: exploring the role of connectivity in a dry year. *Neotrop. Ichthyol.*, v.1, n.2, p.111-119, 2003.
- Pollard, D.A. A comparison of fish assemblages and fisheries intermittently open and permanently open coastal lagoons on the south coast of New South Wales, south-eastern Australia. *Estuaries*, v. 17, n. 3, p.631-646, 1994.
- Reis, R.A.; Aguiaro, T. & Caramaschi, E.P. Distribuição espacial da ictiofauna nas Lagoas Cabiúnas e Comprida, p.313-225, in: Esteves, F.A. (ed.), *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.
- Santos, C.L. *Dinâmica sazonal e os efeitos das ressacas nas praias de Niterói (Rio de Janeiro)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 151 p., 2001.
- SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). *Ambiente das águas no Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável*. Ed. Weber, 230 p., Rio de Janeiro, 2001
- Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research*. W.H. Freeman, 3rd edition, 887 p., San Francisco, 1995.
- Súarez, Y.R.M.; Petrere Jr., M. & Catella, A.C. Factors determining the structure of fish communities in Pantanal lagoons (MS, Brazil). *Fisheries Management and Ecology*, v. 8, p.173-186, 2001.
- Trivério-Cardoso, V. *Dieta e estrutura populacional do peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy and Gaimard, 1825) (Teleostei, Atherinopsidae) na lagoa costeira Cabiúnas, Macaé-RJ*. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro. 52 p., 2004.
- Sutherland, J.P. Multiple stable points in natural communities. *The American Naturalist*, v.108, n.964, p.859-873, 1974.
- UFRJ/PETROBRAS. *Estudos ecológicos das lagoas do Norte Fluminense*. Relatório Técnico, 150 p., Rio de Janeiro, 1998.
- Vieira, S. *Bioestatística: tópicos avançados*. Editora. Campus Ltda., 212 p., Rio de Janeiro, 2004.
- Ward, J.V.; Tockner, K. & Schiemer, F. Biodiversity of floodplain river ecosystems: ecotones and connectivity. *Regulated Rivers: Research and Management*, v.15, p.125-139, 1999.
- Winemiller, K.O. & Jepsen, D.B. Effects of seasonality and fish movement on tropical river food webs. *J. Fish Biol.*, v.53 (Supplement A), p.267-296, 1998.
- Winemiller, K.O. & Leslie, M.A. Fish assemblages across a complex, tropical freshwater/marine ecotone. *Environ. Biol. Fish.*, v.34, p.29-50, 1992.
- Winemiller, K.O.; Tarim, S.; Shormann, D. & Cotner, J.B. Fish assemblage structure in relation to environmental variation among Brazos River oxbow lakes. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, v.129, p.451-468, 2000.
- Zar, J.H. *Bioestatistical analysis*. Prentice-Hall Inc., 718 p., Englewood Cliffs, 1984.