

UFRRJ
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

DISSERTAÇÃO

**Variação espacial na estrutura das assembleias de peixes jovens em
três lagunas com diferentes gradientes de salinidade no Estado do Rio
de Janeiro**

Taynara Pontes Franco

2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL**

Variação espacial na estrutura das assembleias de peixes jovens em três lagunas com diferentes gradientes de salinidade no Estado do Rio de Janeiro

TAYNARA PONTES FRANCO

Sob a Orientação do Professor
Francisco Gerson Araújo

Dissertação Submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2013

597.098153

F825v

T

Franco, Taynara Pontes, 1986-

Variação espacial na estrutura das assembleias de peixes jovens em três lagoas com diferentes gradientes de salinidade no Estado do Rio de Janeiro / Taynara Pontes Franco. - 2013.

71 f.: il.

Orientador: Francisco Gerson Araújo.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal, 2013.

Bibliografia: 64-71.

1. Peixe - Rio de Janeiro (Estado) - Distribuição geográfica - Teses. 2. Comunidades de peixes - Rio de Janeiro (Estado) - Teses. 3. Ecologia Lacustre - Rio de Janeiro (Estado) - Teses. 4. Lagoas - Rio de Janeiro (Estado) - Condições ambientais - Teses. 5. Salinidade - Rio de Janeiro (Estado) - Teses. I. Araújo, Francisco Gerson, 1954-. II. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

TAYNARA PONTES FRANCO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em
Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM / / 2013.

Prof. Francisco Gerson Araújo Ph.D. - UFRRJ
(Orientador)

Prof. André Luiz Machado Pessanha Dr. - UEPB

Prof. Jayme Magalhães Santangelo Dr. - UFRRJ

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Francisco Gerson Araújo, pela confiança, orientação, dedicação e ensinamentos durante os últimos anos.

A minha mãe, pessoa que me dá suporte emocional pra me manter firme em minhas escolhas. Pelo amor, carinho, e acima de tudo, por acreditar em mim mais do que eu mesma.

Ao meu pai, por ceder sua casa para as coletas de campo, só pra poder ficar um pouquinho mais perto de mim. Pelo amor e pelo carinho que sempre me deu.

Aos meus grandes amigos Leonardo Neves, Tatiana Teixeira e Bianca Terra que tornaram essa trajetória mais fácil. Obrigada pela ajuda, pelo carinho, pelas dicas, pelo apoio e pela excelente convivência. A amizade de vocês foi um presente maravilhoso.

Aos queridos estagiários Caren, Gustavo, Rodrigo, Elisângela e Sérgio que me ajudaram bastante nas coletas e no laboratório.

A todo pessoal do laboratório de ecologia de peixes, Alex, Ana Paula, Adeilton, Carol, Débora, Hamilton, Iracema, Marcus, Márcia, Michel, Paulo, Rafael, Tailan, Wagner e todos os 300 estagiários desse laboratório, por ajudas no campo e no laboratório e pela agradável convivência!

As minhas amigas, simplesmente as melhores que existem, Karla, Rafaela, Monique e Fernanda. Agora nossa viagem sai!

Aos amigos da Rural, a casa é nossa!

Obrigada!

RESUMO

FRANCO, Taynara Pontes. **Variação espacial na estrutura das assembleias de peixes jovens em três lagunas com diferentes gradientes de salinidade no Estado do Rio de Janeiro.** 2013. 72 pg. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

Lagunas podem assumir diferentes gradientes de salinidade dependendo de sua localização geográfica, balanço hídrico, conexão com mar e outras condições ambientais, as quais influenciam a estrutura das assembleias de peixes que utilizam esses ambientes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da ictiofauna e eventuais variações na estrutura das assembleias de peixes em relação às variáveis ambientais, principalmente o gradiente de salinidade em três sistemas lagunares sufocados da Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro (Maricá, Saquarema e Araruama). A hipótese testada foi a de que diferentes assembleias de peixes usam lagunas com diferentes gradientes salinos, e que a riqueza de espécies é diretamente associada a salinidade até o valor da salinidade normal da água do mar (36), e que variações acima ou abaixo destes níveis poderiam restringir a ocorrência das espécies. Arrastos de praia e medições de variáveis ambientais foram realizados durante o Inverno de 2011 e Verão de 2012. Três zonas foram determinadas a partir da distância da conexão com o mar (Zona Interna – mais distante do canal de conexão com o mar e com menor influência marinha; Zona Central – parte mais central da laguna, e Zona Externa – mais próxima do canal de conexão com o mar e com maior influência marinha) e dez locais de coleta foram amostrados, com três réplicas cada, distribuídos entre estas zonas em cada laguna, totalizando 168 amostras. Variáveis ambientais de salinidade, temperatura, profundidade, transparência e turbidez foram medidas em cada arrasto realizado. Considerando todo o conjunto de amostras, as variáveis ambientais que mais contribuíram para a separação das lagunas foram salinidade (maior em Araruama e menor em Maricá) e a temperatura entre os dois períodos de coleta (Inverno e Verão). Foram coletados 57.083 indivíduos em 44 espécies de peixes. As famílias de maior representatividade foram Gerreidae com seis espécies, Clupeidae e Gobiidae com cinco espécies e Sciaenidae com quatro espécies. Vinte espécies foram comuns às três lagunas e as espécies de maior representatividade entre elas foram *Atherinella brasiliensis* e *Anchoa januaria* com frequência de ocorrência superiores a 65%. Apesar das diferenças no gradiente ambiental, principalmente na salinidade, somente a assembleia de peixes de Araruama diferiu das demais, embora com grande sobreposição de espécies. A maior riqueza foi encontrada na laguna hipersalina de Araruama (32 espécies), porém muito próxima da riqueza na laguna de Saquarema (30 espécies), embora com esta última tendo uma área bem menor, o que confirma a hipótese de maior riqueza em salinidade próxima da água do mar. As diferenças nas condições ambientais existentes entre as zonas das lagunas somente foram significativas na laguna de Maricá, o que pode estar relacionado ao seu caráter estuarino. A salinidade, transparência e turbidez foram os fatores que mais influenciaram as assembleias de peixes, com diferentes graus de influência dependendo da laguna, com Maricá tendo maior influência da transparência na assembleia de peixes, enquanto a turbidez teve maior influência no verão nas assembleias de peixes em Saquarema e Araruama. Estas informações servem de base para futuras avaliações da condição ambiental deste sistema visando a conservação destes recursos, porém outros estudos devem ser incorporados nas análises, principalmente as influências do habitat físico na estrutura das assembleias de peixes.

Palavras-chave: distribuição de peixes, sistemas lagunares, condição hipersalina, estrutura da assembleia.

ABSTRACT

FRANCO, Taynara Pontes. **Spatial variation in structure of juvenile fish assemblages in three coastal lagoons with different salinity gradient in Rio de Janeiro State.** 2013. 72 pg. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal). Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2013.

Coastal lagoons can have different salinity gradient depending on the geographical position, hydrological balance, type of sea connection and other environmental conditions, which influence structure of fish assemblages that uses these systems. The aim of this study was to assess the use of ichthyofauna and eventual changes in structure of fish assemblages in relation to environmental variables, mainly the salinity, in three choked lagoon systems of the coastal lowlands of Rio de Janeiro State (Maricá, Saquarema and Araruama). The raised hypothesis was that different fish assemblages use lagoons with different salinity gradient and that the species richness is directly associated to salinity with optimum at normal marine water (36), and that changes above or below this value can limit occurrence of species. Beach seines and environmental variables measurements were performed during the winter 2011 and the summer 2012. Three zones determined according to distance from the connection with the sea (Inner zone – the farthest area from the channel that connect the lagoon to the sea with lesser marine influence; Middle zone – the central part of the lagoon; and Outer zone - next to the channel that connect the lagoon to the sea, with more marine influence) and ten sites evenly distributed in each lagoon were sampled in three replicates, totaling 168 samples. Environmental variables of salinity, temperature, depth, transparency and turbidity were measured in each sampling occasion. Considering all pooled samples, the environmental variables that most contributed to lagoon separation was the salinity (higher in Araruama and lower in Maricá) and temperature between the two sampled periods (winter and summer). A total of 57,083 fishes were collected in 44 species. The more representative families were Gerreidae with six species, Clupeidae and Gobiidae with cinco species and Sciaenidae with four species. Twenty species were common to the three lagoons with more represented species being *Atherinella brasiliensis* and *Anchoa januaria* with frequency of occurrence higher than 65%. Despite of differences in environmental gradient, mainly the salinity, only the fish assemblage of Araruama lagoon differed from the other two lagoons, although with high fish sobreposition. The highest richness found in the hyperhaline Araruama lagoon (32 espécies) was very close of fish richness in the Saquarema lagoon (30 species), although the latter had a much smaller area, which confirm the hypothesis that the highest richness occur in salinity near to the marine water salinity. Differences in environmental conditions among the three lagoon zones were significantly only in Maricá lagoon, which may be related to its estuarine conditions. Salinity, transparency and turbidity were the most important factors influences fish assemblages depending on the lagoon, with Maricá having a higher influence of transparency on fish assemblages, while the turbidity had higher influence during the Summer in Saquarema and Araruama fish assemblages. Such information are a baseline to future evaluation of the environmental condition of these systems aiming the resources conservation, but other studies need to be incorporate to these analyses, mainly the influences of physical habitat on fish assemblages structure.

Key words : fish distribution, costal lagoons systems, hyperhaline condiction, assemblages structure.

ÍNDICES DAS TABELAS

Tabela 1. Valores de F (ANOVA multi-fatorial) e teste de Tukey para comparações das variáveis ambientais entre as lagunas (M – Maricá; S – Saquarema; A – Araruama), zonas (ZI – Interna, ZC – Central e ZE - Externa) e estações (Inverno e Verão) e para interações entre estes fatores. * $P < 0.05$ / ** $P < 0.01$	13
Tabela 2. Valores de F (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações das variáveis ambientais entre as zonas de cada laguna em cada estação.....	13
Tabela 3. Correlação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais com as variáveis ambientais.....	19
Tabela 4. Lista de espécies registradas agrupadas por ordem e família.....	23
Tabela 5. Número total de indivíduos ((N)), número por laguna (N), peso total em g (P) e Frequência de Ocorrência (F.O) nas lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama.....	26
Tabela 6. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa (g) de peixes por 100 m ² nas lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama, e valores de F e P da ANOVA mono-fatorial e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as lagunas.....	28
Tabela 7. Valores de R -estatístico e níveis de significância ($P < 0.01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias de peixes entre as lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama nas duas estações (Inverno e Verão). Dissimilaridade média entre as lagunas calculada pelo SIMPER também apresentada.....	30
Tabela 8. Espécies discriminantes de cada laguna no Inverno e no Verão, conforme a análise de SIMPER.....	33
Tabela 9. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa por 100 m ² nas três zonas da laguna de Maricá, e valores de F e P (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as zonas.....	34

Tabela 10. Valores de <i>R</i> -estatístico e significância ($P<0.01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias entre as zonas da laguna de Maricá no verão e no inverno. Dissimilaridade média entre as zonas, calculada pelo teste SIMPER.....	36
Tabela 11. Espécies discriminantes de cada zona da laguna de Maricá, conforme a análise de SIMPER.....	36
Tabela 12. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa por 100 m ² nas três zonas da laguna de Saquarema, e valores de <i>F</i> e <i>P</i> (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as zonas.....	37
Tabela 13. Valores de <i>R</i> -estatístico e significância ($P<0.01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias entre as zonas da laguna de Saquarema no inverno e no verão. Dissimilaridade média entre as zonas, calculada pelo teste SIMPER.....	38
Tabela 14. Espécies discriminantes de cada zona da laguna de Saquarema, de acordo com a análise de SIMPER.....	39
Tabela 15. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa por 100 m ² nas três zonas da laguna de Araruama, e valores de <i>F</i> e <i>P</i> (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as zonas.....	40
Tabela 16. Valores de <i>R</i> -estatístico e significância ($P<0.01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias entre as zonas da laguna de Araruama no verão e no inverno. Dissimilaridade média entre as zonas, calculada pelo teste SIMPER.....	41
Tabela 17. Espécies discriminantes de cada zona da laguna de Araruama, de acordo com a análise de SIMPER.....	42

Tabela 18. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Inverno.....	43
Tabela 19. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Verão.....	45
Tabela 20. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Saquarema durante o Inverno.....	47
Tabela 21. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Saquarema durante o Verão.....	49
Tabela 22. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Araruama durante o Inverno.....	51
Tabela 23. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Araruama durante o Verão.....	54

ÍNDICES DAS FIGURAS

Figura 1. Mapas das lagunas com indicação dos locais de coleta: Laguna de Maricá (a) com os locais 1, 2, 3 e 4 representando a Zona Interna, 5, 6 e 7 representando a Zona Central e 8, 9, 10 representando a Zona Externa; Lagunas de Saquarema e Araruama com os locais 1, 2 e 3 representando a Zona Interna, 4, 5 e 6 a Zona Central e 7, 8, 9 e 10 a Zona Externa.....	7
Figura 2. Médiase erro padrão da salinidade em cada zona das lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.....	14
Figura 3. Média e erro padrão da temperatura em cada zona daslagunas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.....	15
Figura 4. Média e erro padrão da profundidade em cada zona das lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.....	16
Figura 5. Média e erro padrão da transparência em cada zona das lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.....	17
Figura 6. Média e erro padrão da turbidez em cada zona das lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.....	18
Figura 7. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais com as amostras codificadas por lagunas (M- Maricá, S- Saquarema, A- Araruama).....	20
Figura 8. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais com as amostras codificadas por zonas (1- Zona Interna, 2- Zona Central, 3- Zona Externa).....	21

Figura 9. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais com as amostras codificadas por estação (1- Inverno, 2- Verão).....	22
Figura 10. Número de espécies esperadas de acordo com as curvas de rarefação (Coleman) baseadas no número de indivíduos para assembleias de peixes das três lagunas.....	29
Figura 11. Diagrama de ordenação dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais sobre a abundância de espécies no verão com as amostras codificadas por laguna (1- Maricá; 2- Saquarema; 3- Araruama).....	31
Figura 12. Diagrama de ordenação dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais sobre a abundância de espécies no Verão com as amostras codificadas por laguna (1- Maricá; 2- Saquarema; 3- Araruama).....	32
Figura 13. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Inverno. Espécies: Aclin – <i>Achirus lineatus</i> ; Anjan – <i>Anchoa januaria</i> ; Atbra – <i>Atherinella brasiliensis</i> ; Elsau – <i>Elops saurus</i> ; Euarg – <i>Eucinostomus argenteus</i> ; Eusp – <i>Eucinostomus</i> sp.; Gegen – <i>Genidens genidens</i> ; Jemul – <i>Jenynsia multidentata</i> ; Mimee – <i>Microgobius meeki</i> ; Mucur – <i>Mugil curema</i> ; Musp – <i>Mugil</i> sp.; Ornil – <i>Oreochromis niloticus</i> ; Poviv – <i>Poecilia vivipara</i>	44
Figura 14. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Verão. Espécies: Aclin – <i>Achirus lineatus</i> ; Anjan – <i>Anchoa januaria</i> ; Atbra – <i>Atherinella brasiliensis</i> ; Dirho – <i>Diapterus rhombeus</i> ; Elsau – <i>Elops saurus</i> ; Euarg – <i>Eucinostomus argenteus</i> ; Eusp – <i>Eucinostomus</i> sp.; Gegen – <i>Genidens genidens</i> ; Jemul – <i>Jenynsia multidentata</i> ; Mimee – <i>Microgobius meeki</i> ; Mucur – <i>Mugil curema</i> ; Musp – <i>Mugil</i> sp.; Ornil – <i>Oreochromis niloticus</i> ; Poviv – <i>Poecilia vivipara</i>	46

Figura 15. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Saquarema durante o Verão. Espécies: *Anjan* – *Anchoa januaria*; *Ansp* – *Anchoa* sp.; *Atbra* – *Atherinella brasiliensis*; *Braur* – *Brevoortia aurea*; *Brsp* – *Brevoortia* sp.; *Mimee* – *Microgobius meeki*; *Mucur* – *Mugil curema*; *Musp* – *Mugil* sp.; *Euarg* – *Eucinostomus argenteus*; *Eusp* – *Eucinostomus* sp.; *Poviv* – *Poecilia vivipara*; *Jemul* – *Jenynsia multidentata*.....48

Figura 16. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais s na laguna de Saquarema durante o Inverno. Espécies: *Anjan* – *Anchoa januaria*; *Ansp* – *Anchoa* sp.; *Atbra* – *Atherinella brasiliensis*; *Braur* – *Brevoortia aurea*; *Brsp* – *Brevoortia* sp.; *Mimee* – *Microgobius meeki*; *Mucur* – *Mugil curema*; *Musp* – *Mugil* sp.; *Euarg* – *Eucinostomus argenteus*; *Eusp* – *Eucinostomus* sp.; *Poviv* – *Poecilia vivipara*; *Jemul* – *Jenynsia multidentata*.....50

Figura 17. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Araruama durante o Inverno. Espécies: *Aclin* – *Achirus lineatus*; *Anjan* – *Anchoa januaria*; *Ansp* – *Anchoa* sp.; *Atbra* – *Atherinella brasiliensis*; *Braur* – *Brevoortia aurea*; *Brsp* – *Brevoortia* sp.; *Elsau* – *Elops saurus*; *Euarg* – *Eucinostomus argenteus*; *Eusp* – *Eucinostomus* sp.; *Gobol* – *Gobionelus boleossoma*; *Jemul* – *Jenynsia multidentata*; *Mifur* – *Micropogonias furnieri*; *Opogl* – *Ophistonema oglinum*; *Poviv* – *Poecilia vivipara*.....52

Figura 18. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Araurama durante o Inverno. Espécies: *Aclin* – *Achirus lineatus*; *Alvul* – *Albula vulpes*; *Anjan* – *Anchoa januaria*; *Ansp* – *Anchoa* sp.; *Atbra* – *Atherinella brasiliensis*; *Basop* – *Bathygobius soporator*; *Braur* – *Brevoortia aurea*; *Brsp* – *Brevoortia* sp.; *Elsau* – *Elops saurus*; *Euarg* – *Eucinostomus argenteus*; *Eusp* – *Eucinostomus* sp.; *Gobol* – *Gobionelus boleossoma*; *Jemul* – *Jenynsia multidentata*; *Mifur* – *Micropogonias furnieri*; *Opogl* – *Ophistonema oglinum*; *Poviv* – *Poecilia vivipara*.....55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
3.1. Área de estudo	4
3.2. Programa de amostragem	7
3.3. Tratamento estatístico.....	8
4. RESULTADOS	12
4.1. Variáveis ambientais	12
4.1.1. Padrão geral das variáveis ambientais.....	18
4.2. Comparações da ictiofauna entre as Lagunas	23
4.2.1. Composição	23
4.2.2. Indicadores de estrutura	28
4.3. Padrões da estrutura da assembleia	34
4.3.1. Laguna de Maricá	34
4.3.2. Laguna de Saquarema	37
4.3.3. Laguna de Araruama	40
4.4. Interações Peixes-Variáveis Ambientais	42
4.4.1. Laguna de Maricá	42
4.4.2. Laguna de Saquarema.....	46
4.4.3. Laguna de Araruama.....	51
5. DISCUSSÃO	56
6. CONCLUSÕES	63
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1. INTRODUÇÃO

Lagunas são corpos de águas rasas, orientados paralelamente à linha da costa, isoladas do mar por uma barreira de restinga ou recife e ligadas, pelo menos de forma intermitente, por um ou mais canais (BARNES, 1980; KJERFVE, 1986, 1994; KENNISH, 2010). Para que sejam consideradas lagunas, esses canais devem ser inferiores a 20% da barreira, durante a maré alta (BIRD, 1982). Podem ou não estar sujeitas a mistura das marés e dependendo das condições climáticas da região, exibem salinidades que variam de completamente doce a hipersalinas (KJERFVE *et al*, 1996).

A magnitude e estabilidade da variável ambiental de salinidade são condicionadas pela morfologia e tamanho dos sistemas, marés, descarga de água doce, e condições climáticas (VEJA-CENDEJAS & SANTILLANA, 2004). O balanço precipitação-
evaporação também desempenha um importante papel na circulação, caracterizando as lagunas em sistemas de concentração (quando o balanço de água doce é negativo, tornando-as hipersalinas em relação ao mar adjacente), ou de diluição (quando o balanço de água doce é positivo, tornando-as subalinas em relação ao mar adjacente) (MIRANDA *et al*, 2002).

A salinidade é considerada o principal fator físico-químico que afeta a riqueza de espécies marinhas em ambientes salobros, enquanto a abundância é afetada principalmente pela temperatura (THIEL *et al*, 1995; LEY *et al*, 1999; ATTRILL, 2002). A maioria dos peixes que vivem em ambientes de transição pode tolerar flutuações de salinidade, mas sua adaptação e distribuição variam de acordo com a sua tolerância fisiológica (BLABER, 1997). Estes sistemas são habitados por uma ictiofauna diversa, com algumas espécies residentes que passam toda sua vida, e outras usando subhabitats como área de berçário dos estágios iniciais de vida e retornando ao mar quando atingem

maior tamanho ou a maturidade sexual (WHITFIELD, 1999). Os peixes marinhos tendem a ser mais tolerantes a condições de baixas salinidades (> 15) do que altas, pois o ambiente hipersalino, como salinidade superior a 50, causa um estresse osmorregulatório que inibe a maior parte dos peixes, fazendo com que procurem o mar adjacente (THIEL *et al.*, 1995). Entretanto, as espécies que suportam essas condições tem a competição interespecífica diminuída e aumento de nichos. A riqueza de espécies diminui com o decréscimo da salinidade em direção a montante de estuários (THIEL *et al.*, 1995), mas os peixes que estão adaptados a viver em ambientes estuarinos tiram proveito da elevada concentração dos recursos disponíveis nestes sistemas (WHITFIELD, 1999).

Além da salinidade, deve-se considerar a influência de outros fatores abióticos, como a temperatura e a turbidez, que têm sido apontados como de grande importância em qualquer resposta ecológica pela comunidade de peixes em ambientes estuarinos (WHITFIELD & ELLIOTT, 2002). Da mesma forma que a morfologia e regimes de marés e descarga de água doce influenciam na salinidade de lagunas e estuários, os mesmos fatores influenciam avariação de temperatura, turbidez e transparência, que são variáveis determinísticas na distribuição de peixes jovens (THIEL *et al.*, 1995; WHITFIELD, 1999).

Por serem sistemas muito utilizados pelo homem, as lagunas recebem elevado grau de influência antrópica (CHITTARO *et al.*, 2009) fazendo com que muitas espécies percam seus habitats, prejudicando o desenvolvimento de indivíduos jovens, o que acarreta em um declínio das populações de peixes (HUGHES *et al.* 2002.; KENNISH 2002; DULVY *et al.* 2003; VANDERKLIFT & JACOBY, 2003). É importante reconhecer e descrever padrões espaciais de colonização e uso do habitat pela fauna de peixes, para responder a questões ecológicas, compreender o papel das águas costeiras como uma

fonte de recursos e adquirir conhecimentos que possam ser úteis para gerir o capital natural e humano que regulam atividades (BECK *et al.*, 2001; ELLIOTT & HEMINGWAY, 2002).

Lagunas ocupam 13% das zonas costeiras em todo o mundo; no Brasil, ocorrem ao longo de toda a costa, constituindo-se em um dos conjuntos de ecossistemas aquáticos continentais mais numerosos do país (ESTEVES, 1998). A Baixada Litorânea do Estado do Rio de Janeiro possui três sistemas lagunares sufocados (com uma única conexão com o mar), situados em municípios vizinhos e que apresentam condições de salinidade distintas entre si. As lagunas de Maricá e Saquarema têm condições predominantes de diluição (salinidades mais baixas que a água do mar), principalmente Maricá, enquanto a laguna de Araruama tem condições de concentração, mantendo permanentemente a condição de hipersalinidade (KJERFVE *et al.*, 1996; AZEVEDO, 2005; BONFIM *et al.*, 2010). Todas apresentam uma distinta conexão com o mar, sendo influenciadas em diferentes escalas pelas marés.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura da assembleia de peixes dos sistemas lagunares de Maricá, Saquarema e Araruama e associar suas eventuais variações com o gradiente de salinidade. Foram investigadas as variações espaciais das comunidades de peixes jovens e suas relações com as condições impostas pelas variáveis ambientais. A hipótese testada foi de que a riqueza de espécies é diretamente associada a salinidade até o valor da salinidade normal da água do mar (36), e que variações acima ou abaixo destes níveis restringem a ocorrência das espécies. Portanto, é de se esperar, que a ictiofauna da Laguna de Saquarema seja mais rica dos que a das outras duas lagunas. Para isto, tentou-se responder as seguintes perguntas:

1-As lagunas com diferentes gradientes de salinidade abrigam diferentes assembleias de peixes?

2-A laguna com salinidade mais próxima da água do mar suporta maior riqueza de espécies?

3- Existem diferenças na composição e estrutura das assembleias de peixes ao longo do gradiente salino dentro de cada uma das três lagunas?

4- Que outras condicionantes ambientais determinam a estrutura das assembleias de peixes?

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever as assembleias de peixes encontradas nas três lagunas da região da Baixada Litorânea do Rio de Janeiro;
- Comparar o gradiente salino entre e dentro das três lagunas com as assembleias de peixes encontradas;
- Determinar possíveis variações espaciais das assembleias de peixes;
- Relacionar a ocorrência das assembleias com as variáveis ambientais (temperatura, profundidade, transparência e turbidez).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudos

No estado do Rio de Janeiro, entre os municípios de Maricá (22° 55' 10" S e 42° 49' 07" O) e Arraial do Cabo (22° 57' 57" S - 42° 1' 40" O) , está inserida a Região dos

Lagos, atualmente denominada Região da Baixadas Litorâneas, que possui três sistemas lagunares sufocados (Maricá-Guarapina, Saquarema e Araruama), em uma área de cerca de 2.690 km². A região abrange municípios de Maricá, Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Armação de Búzios (SEMADS, 2001).

A formação da baixada litorânea ocorreu durante os últimos movimentos de transgressão e regressão no Holoceno, entre 5.000 e 7.000 anos atrás (TURQ *et al.*, 1999). A baixada litorânea é formada por variações laterais, paralelas à linha de costa, de altos arenosos com vegetação rasteira, típica de restinga e baixada alagadiças areno-argilosas, que compõem os charcos e mangues da região. O nível d'água é geralmente raso, com profundidades de alguns centímetros até uns poucos metros (ALMEIDA & SILVA JUNIOR, 2007). Um gradiente climático existe entre as lagunas com maior precipitação ocorrendo a oeste. Assim, o sistema de Maricá recebe mais chuvas do que o sistema de Saquarema que por sua vez recebe mais chuvas que o sistema de Araruama (KNOPPERS *et al.*, 1991).

Sistema lagunar de Maricá

O sistema lagunar de Maricá-Guarapina (22°56'S e 42°50'O) cobre uma área total de 34,7 km². As células lagunares que compõem esse sistema são as lagunas de Maricá, Barra, Guaratiba, Padre e Guarapina. Estas células são interconectadas e todo o sistema é conectado ao mar por um canal na extremidade da célula mais Oeste (Guarapina). Os rios tributários que deságuam na laguna de Maricá são Ubatiba, Madruga, Imbassai, Buriche, Retiro e Camburí (CRUZ *et al.*, 1996; PERRIN, 1999). Segundo CRUZ *et al.* (2006), na região ocorre clima quente e úmido sem inverno

pronunciado, com chuvas no verão e estiagem no inverno e a umidade relativa do ar varia de 80 a 90 % devido à influência da maritimidade. Dos três sistemas estudados é o que atinge maior nível de diluição da água (BONFIM *et al*, 2010). Konoppers *et al*. (1991), calculou o tempo de renovação de 50% da água da Zona Interna (Maricá) e Zona Externa (Guarapina) em 27 e 7 dias respectivamente.

Sistema lagunar de Saquarema

O complexo lagunar de Saquarema (22°55'S e 42°34'O) abriga uma série de lagunas rasas, possui uma área de 21,2 km² e uma profundidade média de 1,15 m. Apresenta uma salinidade média de 35, próxima a salinidade do mar (AZEVEDO, 2005). Possui quatro compartimentos conhecidos como Laguna de Mombaça, Laguna Jardim, Laguna do Boqueirão e Laguna de Fora. Os principais rios que compõem o sistema de drenagem são Bacaxá, dos Padres Secos, Córregos do Valão da Cachoeira, Jundiá, Tinguí e Mato Grosso. A maior parte dos aportes fluviais desagua na Laguna de Mombaça. Konoppers *et al*. (1991), calculou o tempo de renovação de 50% da água da Zona Interna (Mombaça) e Zona Externa (Fora) em 23 e 6 dias respectivamente.

Sistema lagunar de Araruama

A laguna de Araruama (22°53'S e 42°23'O) é considerada uma das maiores lagunas costeiras permanentemente hipersalinas do mundo e a maior do Brasil (KJERFVE, 1986). A laguna juntamente com o canal de entrada (canal de Itajurú) possui uma área de 210 km², com média de profundidade de 3 m e profundidade máxima de 17

m. Possui uma média de salinidade 52 (KJERFVE *et al*, 1996), resultado de condições climáticas semi-áridas. A laguna consiste de sete ou mais células elípticas de tamanhos variados, e está conectado ao oceano por um único canal de 14 km de extensão. Há um fluxo de pequenos riachos intermitentes que deságuam na laguna de Araruama, dentre eles estão Rio das Moças e Rio Matarama na porção ocidental da laguna e são as únicas fontes de escoamento notável (KJERFVE *et al*, 1996). A renovação de 50% da água de toda laguna leva em torno de 84 dias (KJERFVE, 1994). As margens da laguna são tomadas em sua maior parte por moradias e produtoras de sal (salinas).

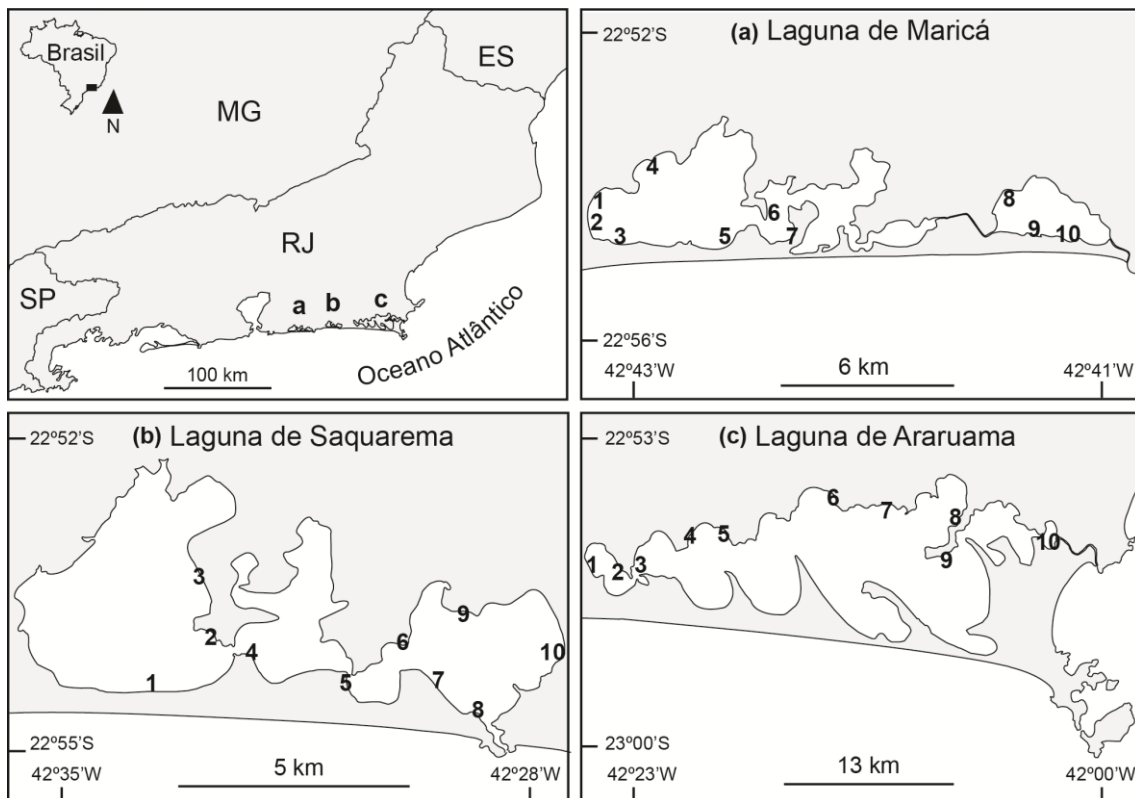


Figura 1. Mapas das lagunas com indicação dos locais de coleta: Laguna de Maricá (a) com os locais 1, 2, 3 e 4 representando a Zona Interna, 5, 6 e 7 representando a Zona Central e 8, 9, 10 representando a Zona Externa; Lagunas de Saquarema (b) e Araruama (c) com os locais 1, 2 e 3 representando a Zona Interna, 4, 5 e 6 a Zona Central e 7, 8, 9 e 10 a Zona Externa.

3.2 Programa de amostragem

As amostragens foram realizadas em três sistemas lagunares (Maricá, Saquarema e Araruama) da Região da Baixada Litorânea do Rio de Janeiro, distribuídas em três Zonas (Interna, Central e Externa) de cada laguna, nas estações de Inverno de 2011 durante os meses de Julho, Agosto e Setembro e Verão de 2012 durante os meses de Janeiro e Março. O desenho amostral compreendeu um total de 168 amostras (3 lagunas \times 2 estações do ano \times 3 zonas \times 2 a 4 locais \times 3 réplicas). Alguns locais não foram amostrados igualmente nas duas estações do ano, por condições desfavoráveis de tempo ou acesso. As coletas foram padronizadas, sendo sempre realizadas durante o período de luminosidade do dia (8-17h) em cada laguna e durante as marés de quadratura a fim de reduzir a influência da amplitude de marés. As três zonas foram definidas dentro de cada laguna de acordo com a proximidade do canal de conexão com o mar: Zona Interna (ZI) - área mais distante da conexão com o mar, com menor influência das marés e conseqüentemente menor salinidade; Zona Central (ZC) - área intermediária da laguna, onde a influência da conexão com o mar é maior do que na Zona Interna e menor do que na Zona Externa da laguna; e Zona Externa (ZE) - área mais próxima do canal de conexão com o mar, com maior influência marinha.

Coletas padronizadas dos peixes e variáveis ambientais foram realizadas para comparações espaciais. Para coleta dos peixes foram utilizadas redes de arrasto de praia (12 m \times 2,5 m; malha 7,5 mm) provida de uma corda de 30 metros amarrada em cada extremidade, aberta paralela á linha da margem a uma profundidade máxima 1,5 m e operada perpendicularmente à linha de costa.

Em cada amostragem foram coletadas as variáveis ambientais de salinidade com o salinômetro óptico, temperatura e condutividade, utilizando multisensor YSI 95,

profundidade e transparência com auxílio do Disco de Secchi. A turbidez foi medida com turbidímetro da Policontrol modelo AP2000. As variáveis eram medidas padronizadamente à meia rede em todos os locais de coleta.

3.3 Tratamento Estatístico

O número de espécies, abundância e biomassa foram padronizadas pela captura por unidade de esforço (CPUE), definida pela soma do número e peso dos peixes capturados por 100 m². Esse procedimento permitiu comparações quantitativas, espaciais, de indivíduos e espécies. Foi analisada a estrutura das assembleias de peixes e seus indicadores de abundância, biomassa e número de espécies. Espécies dominantes, definidas como aquelas que contribuíram com mais de 1% do número total de peixes (abundância relativa) e que tiveram frequência de ocorrência acima de 30% em cada laguna foram também analisadas em separado (NEVES *et al.*, 2011).

As comparações espaciais foram realizadas considerando as Lagunas (L) e Zonas de coleta (Z) nas Estações (E) de Verão e Inverno. Com os dados das variáveis abióticas foi utilizado o método de “Ranging” proposto por SNEATH & SOKAL (1973), que reduz o dado bruto a intervalos de valores entre 0 e 1, por subtrair o valor bruto do valor mínimo observado para cada variável e dividir este resultado pela diferença entre o valor máximo e o valor mínimo. Os dados das variáveis bióticas foram logaritmizados [$\text{Log}_{10}(x+1)$], onde x é o valor bruto previamente aos tratamentos estatísticos. Estes procedimentos foram feitos visando minimizar a influência das espécies abundantes, diminuir o efeito das diferentes unidades de medidas e tentar atender os requisitos das análises paramétricas.

(1) Variáveis ambientais

Comparações das variáveis ambientais entre as Lagunas (L), Zonas (Z) e Estações do ano (E) foram feitas utilizando Análise de Variância (ANOVA tri-fatorial). As variáveis ambientais também foram comparadas entre as zonas de cada laguna, utilizando ANOVA mono-fatorial. Foi aplicado o teste *a posteriori* de Tukey HSD para as diferenças significativas ($P < 0,05$) (ZAR, 1996). Padrões espaciais das variáveis ambientais foram avaliados através da Análise dos Componentes Principais (ACP) com o uso do pacote estatístico PRIMER versão 6.1.13 (CLARKE, 1993).

(2) Comparações entre as lagunas

Foram calculadas as frequências de ocorrências das espécies para cada laguna separadamente. O índice de rarefação de Coleman foi utilizado para a construção de curvas de rarefação em função do número de indivíduos por Laguna, de forma a possibilitar a análise da riqueza de espécies (GOTELLI & COWELL, 2001). Além disso, a riqueza de espécies para cada laguna foi estimada pelo método não paramétrico de Jackknife 1 (SMITH & VAN BELLE, 1984). As análises foram feitas no programa EstimateS 8.2 (COLWELL, 2006).

A comparação da estrutura da assembleia de peixes entre as três lagunas foi feita utilizando Análise de Similaridade (ANOSIM) sobre abundância numérica de todas as espécies. A análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER) foi utilizada para determinar a porcentagem de contribuição de cada espécie para a similaridade dentro de cada laguna e para a dissimilaridade entre os grupos. As análises ANOSIM e SIMPER

foram realizadas a partir da matriz de similaridade de Bray-Curtis, transformados pela raiz quadrada. Visando determinar os padrões de distribuição das amostras das três lagunas, foi utilizada a técnica de ordenação de Análise de Coordenadas Principais. Esta técnica sumariza a distância entre as amostras, através do diagrama dos dois primeiros eixos. Todas estas análises foram realizadas com o uso do pacote estatístico PRIMER versão 6.1.13 (CLARKE, 1993).

(3) Comparações dentro das lagunas

A comparação da estrutura da assembleia de peixes entre as zonas para cada estação foi feita utilizando Análise de Similaridade (ANOSIM) sobre abundância numérica das espécies. A análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER) foi utilizada para determinar a porcentagem de contribuição de cada espécie para a similaridade dentro de cada zona e para a dissimilaridade entre os grupos. As análises ANOSIM e SIMPER foram realizadas a partir da matriz de similaridade de Bray-Curtis. Estas análises foram realizadas com o uso do pacote estatístico PRIMER versão 6.1.13 (CLARKE, 1993).

Foi realizada uma análise estatística de significância usando o teste de Monte-Carlo obtido (1000 randomizações) para determinar a significância estatística dos valores ($p < 0.05$). As relações entre as variáveis ambientais (salinidade, temperatura, profundidade, transparência e turbidez) e as espécies dominantes foram avaliadas através da análise de correspondência canônica (CCA) sobre os dados transformados [$\text{Log}_{10}(x+1)$]. Esta última análise foi realizada utilizando o programa CANOCO versão 4.5. As relações foram interpretadas por diagramas que apresentam a variação dos dados

bióticos em função das variáveis ambientais, com as amostras codificadas pelas zonas em cada estação do ano.

4- RESULTADOS

4.1 Variáveis ambientais

Salinidade: Considerando todo o conjunto de informações, diferenças altamente significativas ($P < 0.01$) de salinidade foram encontradas entre as Lagunas e Zonas; variações entre as duas Estações foram de menor intensidade, em face dos valores de F terem sido relativamente mais baixos. Também foi registrada uma significativa interação entre Laguna e Zona (Tabela 1). As menores médias foram registradas em Maricá, seguido de Saquarema, enquanto Araruama apresentou os maiores valores, tanto para as amostras de Verão como para as de Inverno (Figura 2). As zonas apresentaram um gradiente crescente da ZI para a ZE.

Considerando cada Laguna e cada estação do ano em separado (Tabela 2), a salinidade apresentou padrões bem definidos de variação entre as zonas, indicados pelos elevados valores de F (ANOVA) para cada laguna, tanto para o Verão como para o Inverno. As Zonas Internas apresentaram as menores médias, seguido da ZC e ZE. A única exceção foi registrada para Laguna de Araruama no Inverno, quando a ZC apresentou maiores salinidades que a ZI.

Tabela 1. Valores de F (ANOVA multi-fatorial) e teste de Tukey para comparações das variáveis ambientais entre as lagunas (M – Maricá; S – Saquarema; A – Araruama),

zonas (ZI – Interna, ZC – Central e ZE - Externa) e estações (Inverno e Verão) e para interações entre estes fatores. *p<0.05 / ** p<0.01.

Variáveis Ambientais	Laguna (L)	Zona (Z)	Estação (E)	LxZ	LxE	ZxE	LxZxE
Salinidade	1311,0** A>S>M	140,0** ZE>ZC>ZI	7,0* V>I	32,0**	ns	ns	ns
Temperatura	17,9** S>M>A	6,6** ZI>ZE	703,1** V>I	16,2**	ns	8,0**	ns
Profundidade	21,3** A>M, S	4,8** ZI, ZE>ZC	23,4** I>V	4,8**	9,4**	ns	ns
Transparência	12,1** M, S>A	31,5** ZE>ZC>ZI	14,2** I>V	4,2**	9,1**	7,8**	4,7**
Turbidez	3,6* A>S, M	28,1** ZI>ZC, ZE	ns	8,3**	ns	ns	6,1**

Tabela 2. Valores de F (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações das variáveis ambientais entre as zonas de cada laguna em cada estação.

Variáveis Ambientais	Maricá		Saquarema		Araruama	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão
Salinidade	106,7** ZE>ZC>ZI	206,1** ZE>ZC>ZI	62,7** ZE>ZC>Z I	6,3** ZE>ZI	3,7* ZC>ZI	20,7** ZE, ZC>ZI
Temperatura	8,9** ZE>ZI, ZC	10,9** ZE>ZI, ZC	4,7** ZI>ZE	ns	30,2** ZI>ZC>Z E	17,9** ZI>ZC, ZE
Profundidade	6,2** ZI>ZE	Ns	ns	5,2* ZE>ZC	5,2* ZE>ZC	ns
Transparência	ns	58,6** ZE>ZI, ZC	5,6** ZE>ZI	9,3** ZE>ZI, ZC	34,6** ZE, ZC>ZI	37,9** ZE>ZI, ZC
Turbidez	45,5** ZI, ZC>ZE	Ns	13,9** ZI>ZC, ZE	3,5* ZI>ZE	4,3* ZI>ZC	21,8** ZI>ZC, ZE

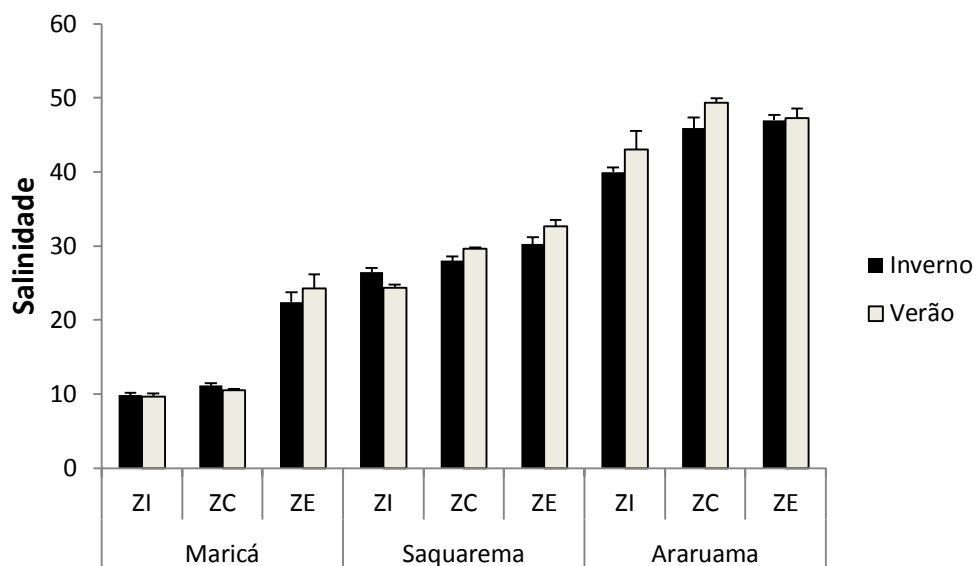


Figura 2. Médias \pm erro padrão da salinidade em cada zona das lagoas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.

Temperatura: Diferenças altamente significativas de temperatura também foram observadas, principalmente para Estação do Ano, onde encontramos as maiores médias no Verão. Também se registrou uma tendência de maior temperatura em Saquarema e menor em Araruama, bem como de maior na ZI e menor na ZE, embora com significativas interações Laguna vs. Zona e Zonas vs. Estação do Ano (Tabela 1; Figura 3).

Considerando-se isoladamente cada Laguna e Estação do Ano, observou-se que em Maricá as maiores temperaturas ocorreram na ZE nas duas estações do ano, enquanto em Araruama, na ZI (Tabela 2). Este padrão foi menos claro em Saquarema, cuja única diferença (ZI > ZE) de temperatura ocorreu no inverno.

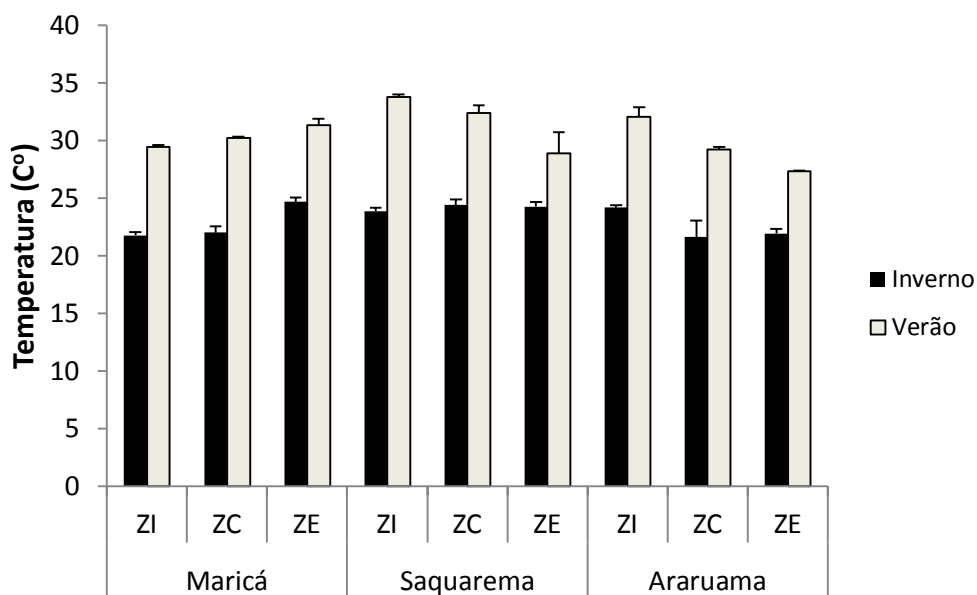


Figura 3. Médias \pm erro padrão da temperatura em cada zona das lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.

Profundidade: A profundidade apresentou diferenças altamente significativas principalmente entre as Estações e entre as Lagunas, assim como foram detectadas interações significativas entre Laguna vs. Estação, e entre Laguna vs. Zona. As médias de profundidade foram maiores na Laguna de Araruama do que nas demais e menores na ZC das Lagunas (Tabela 1; Figura 4).

A profundidade variou de 18 a 100 cm com as maiores médias registradas no Inverno, exceto em Araruama (Figura 4). As variações de profundidade foram significativas somente no inverno de Maricá e de Araruama e no Verão de Saquarema (Tabela1), sendo maior na ZI na laguna de Maricá e na ZE na Laguna de Araruama durante o Inverno. No verão, a Laguna de Saquarema apresentou maior profundidade na ZE comparada com a ZC (Tabela 2).

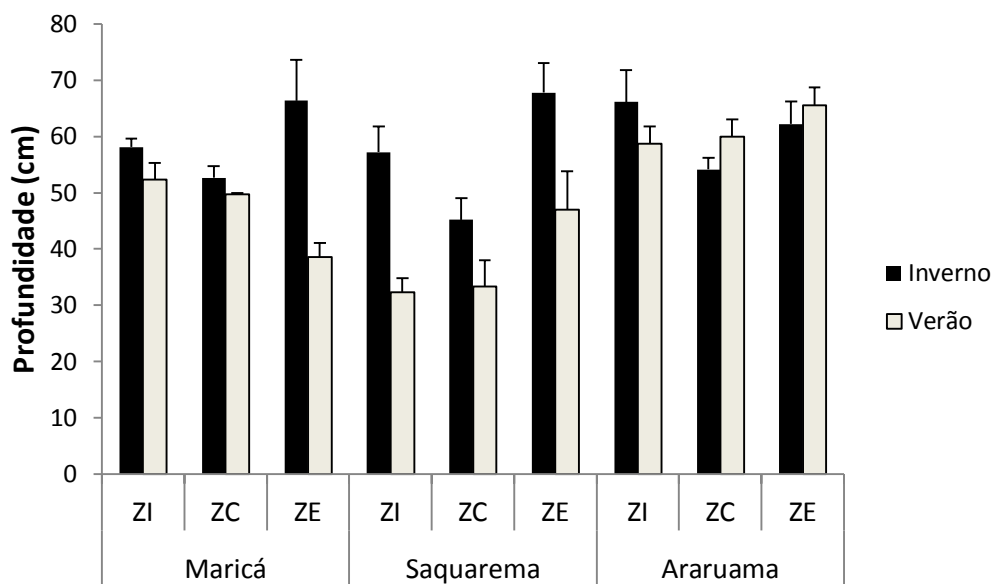


Figura 4. Médias \pm erro padrão da profundidade em cada zona das lagoas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.

Transparência: A variação de transparência da água parece ser mais conspícua entre as Zonas do que entre as Estações do ano e entre as Lagoas. Diferenças significativas de transparência foram observadas para todos os fatores e todas as interações entre os fatores (Tabela 1). Tendências de menores transparências para ZI foram encontradas, bem como para maiores valores no Inverno comparados com o Verão. As lagoas de Maricá e Saquarema apresentaram águas mais transparentes do que a Laguna de Araruama (Figura 5).

A transparência apresentou maiores valores na ZE de todas as lagoas, durante todas as estações, com exceção da Laguna de Maricá no Inverno que não apresentou significativa diferença entre as Zonas (Tabela 2).

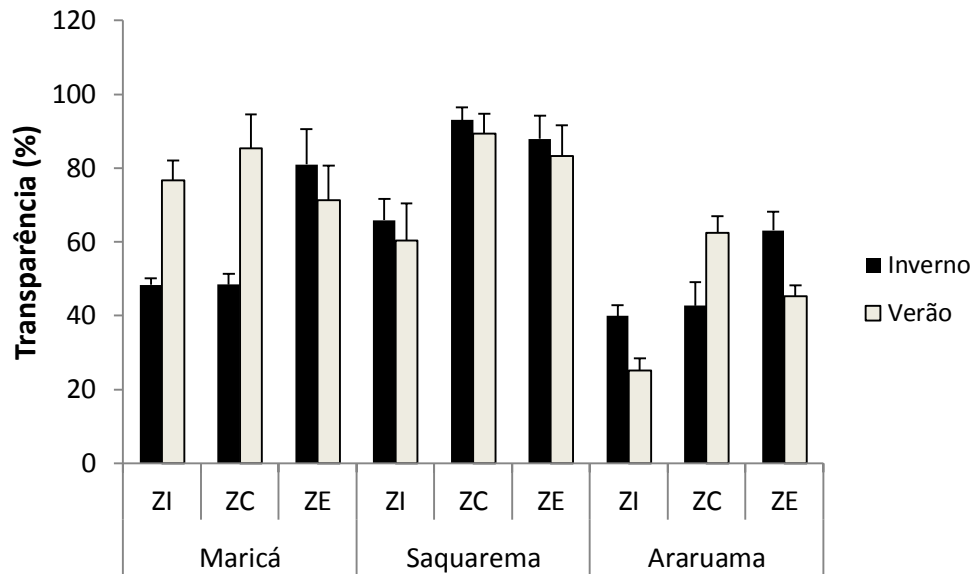


Figura 5. Médias \pm erro padrão da transparência em cada zona das lagoas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.

Turbidez: Diferenças altamente significativas foram observadas somente para Zonas. As interações entre Laguna vs. Zona, e Zona vs. Estação. A ZI teve as maiores médias (Tabela 1).

A turbidez apresentou diferenças altamente significativas para as duas Estações das Lagoas, exceto para o verão de Maricá. Sendo mais alta predominantemente na ZI das lagoas (Tabela 2). Entre as amostras de Verão e Inverno não ocorreu um padrão definido comparando as Zonas das lagoas (Figura 6).

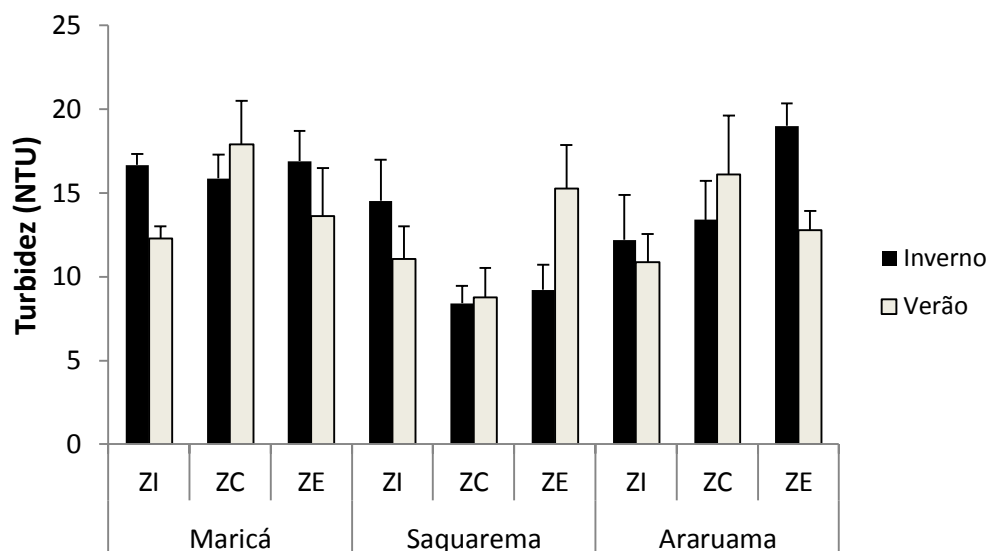


Figura 6. Médias \pm erro padrão da turbidez em cada zona das lagoas de Maricá, Saquarema e Araruama durante o inverno e verão.

4.1.1. Padrão geral das Variáveis Ambientais

Os diagramas de ordenação da Análise de Componentes Principais sobre as variáveis ambientais de todo o conjunto de informações, com as amostras representadas pelas Lagoas, Zonas e Estações (fatores fixos) apresentaram padrões diferenciados. Quando as amostras foram codificadas pelas Lagoas (Figura 7), observou-se um padrão de variação influenciado principalmente pela salinidade, que separou a Lagoa de Araruama (ambiente hipersalino) das lagoas de Saquarema (ambiente poli-eurihalino) e Maricá (ambiente meso-polihalino). Quando as amostras foram codificadas por Estação (Verão vs. Inverno) também foi observado um padrão de variação, com maior influência da temperatura (Figura 8). No entanto, quando as amostras foram codificadas pelas Zonas, não se observou um padrão diferenciado de

separação, indicando ser este fator o menos conspícuo para separação das amostras (Figura 9).

Os dois primeiros eixos da ordenação explicaram 69,4% do total da variância. O eixo 1 explicou 37,4%, enquanto o eixo 2 explicou 32,0%. No eixo 1 foi encontrada correlação positiva significativa com a salinidade e negativa com a temperatura, enquanto o eixo 2 apresentou correlação negativa significativa com a salinidade (Tabela 3).

Tabela 3. Correlação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais com as variáveis ambientais.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2
Salinidade	0,62	-0,76
Temperatura	-0,63	-0,49
Profundidade	0,38	0,15
Transparência	0,24	0,34
Turbidez	-0,11	-0,20
Autovalores	0,11	0,09
Variância Explicada (%)	37,4%	32%

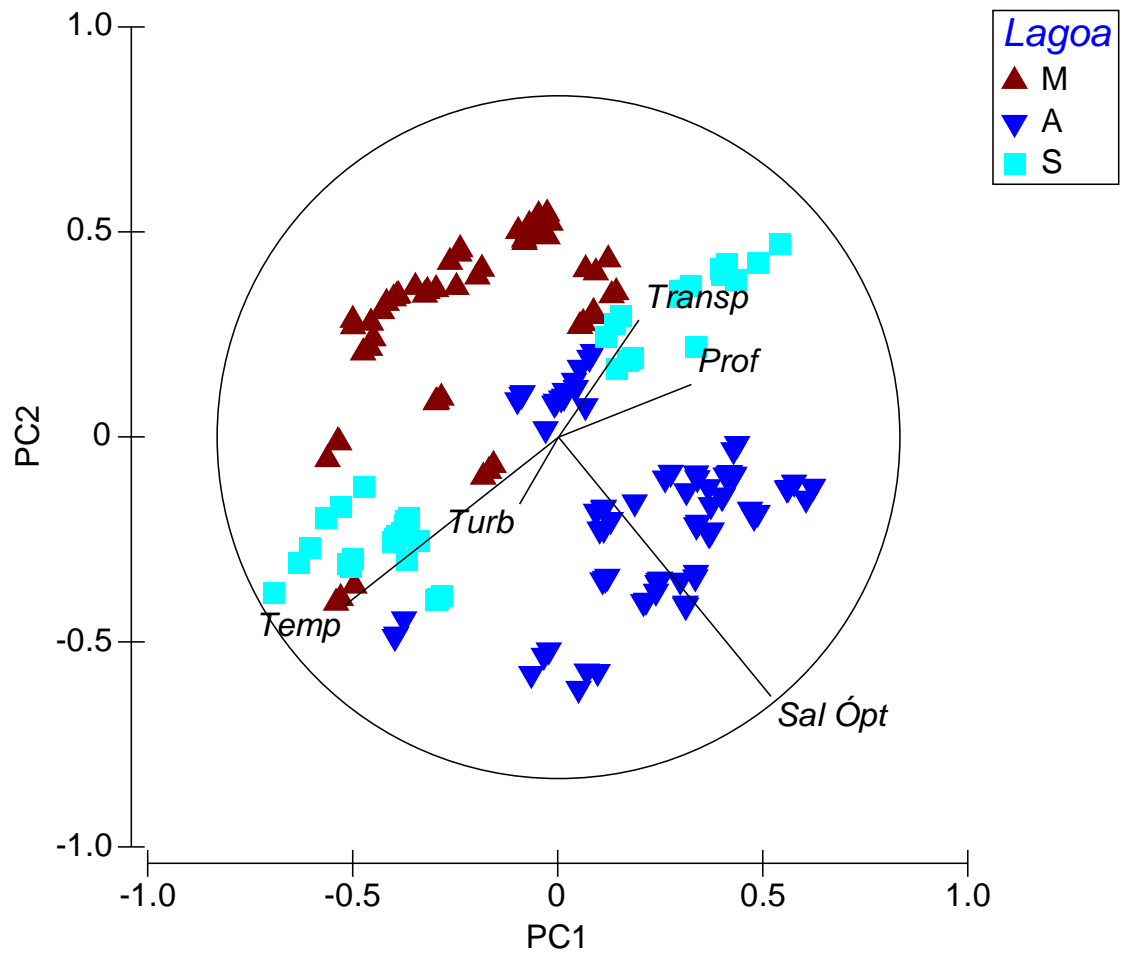


Figura 7. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais com as amostras codificadas por lagoa (M- Maricá, S- Saquarema, A- Araruama).

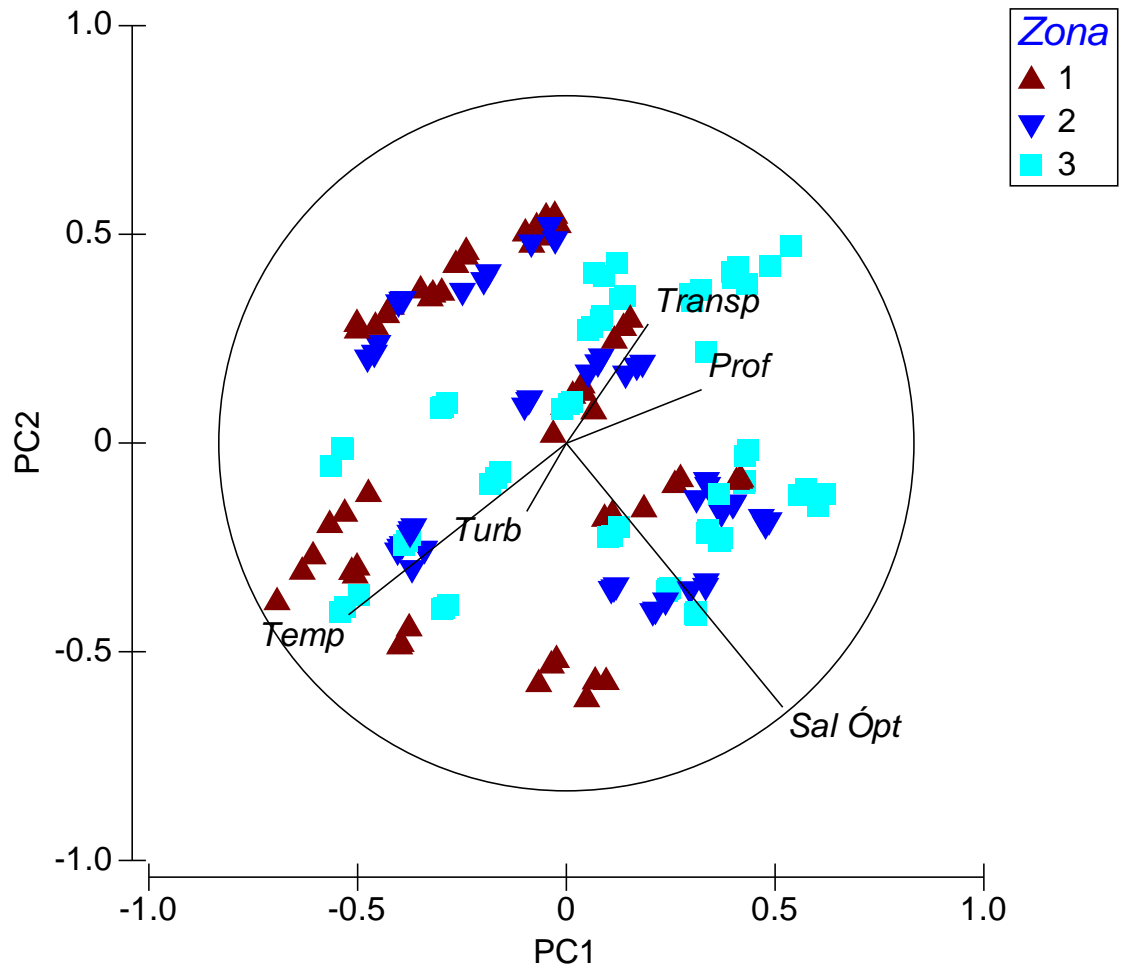


Figura 8. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais com as amostras codificadas por zonas (1- Zona Interna, 2- Zona Central, 3- Zona Externa).

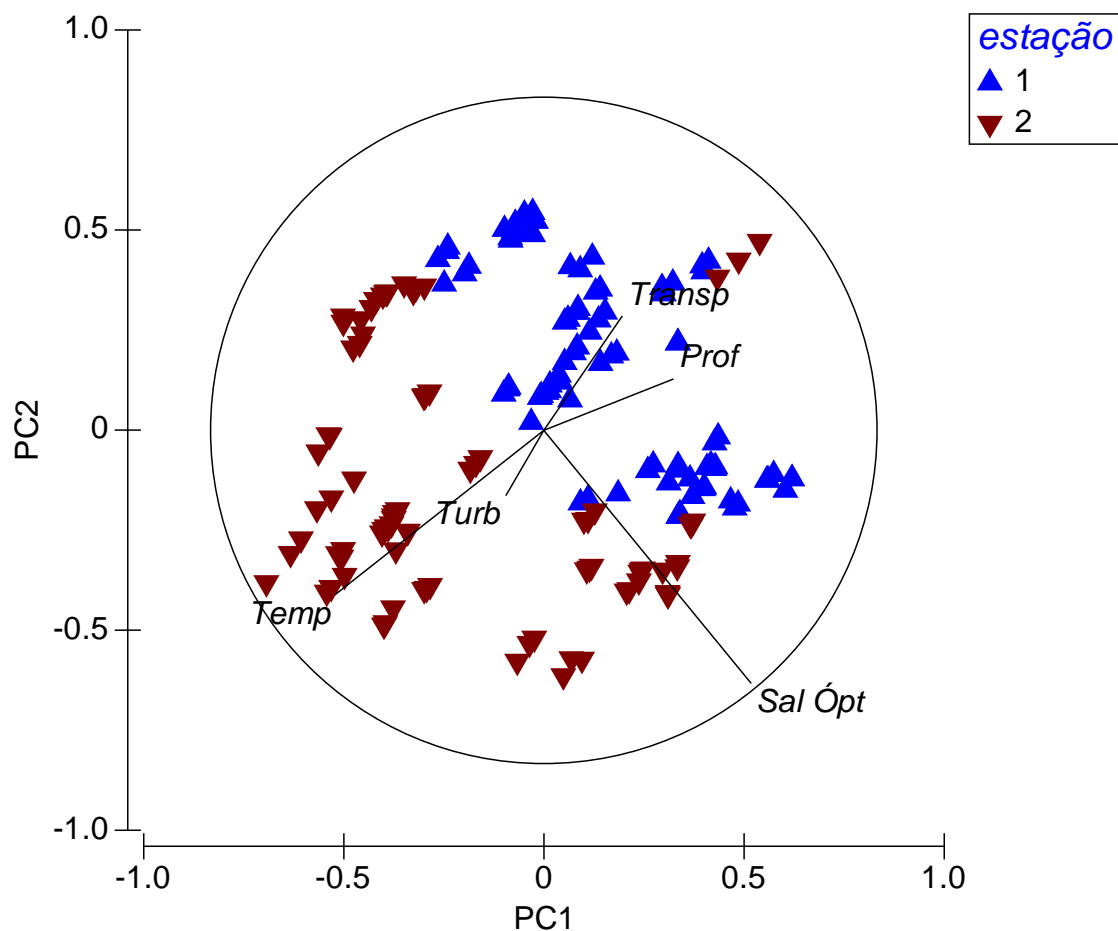


Figura 9. Diagrama de ordenação dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais sobre as variáveis ambientais com as amostras codificadas por estação (1- Inverno, 2- Verão).

Pode ser concluído, com base nestas análises das três lagunas, que as variáveis ambientais salinidade e temperatura foram os de maior influência para os fatores Lagunas e Estação, respectivamente, as quais apresentaram maiores correlações com os eixos 1 e 2 da Análise de Componentes Principais. Além disso, verificaram-se também padrões bem definidos para outras variáveis ambientais, além de interações significativas entre os fatores estudados. Portanto, os estudos das influências das variáveis ambientais nas assembleias de peixes serão realizados em separado para cada Laguna durante cada uma das duas diferentes Estações do Ano.

4.2 Comparações da Ictiofauna entre as Lagunas

4.2.1 Composição

Foram coletados 57.083 indivíduos de peixes de 44 espécies, 38 gêneros, 24 famílias e 12 ordens, em 168 amostras. As famílias de maior representatividade em número de espécies foi Gerreidae com seis espécies, seguido por Clupeidae e Gobiidae com cinco espécies cada, Sciaenidae com quatro espécies, e Sparidae e Engraulidae com três espécies cada (Tabela 4).

Tabela 4: Lista de espécies registradas agrupadas por ordem e família.

Ordem	Família	Espécie
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i> Linnaeus, 1766
Albuliformes	Albulidae	<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)
Clupeiformes	Engraulidae	<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)
		<i>Anchoa tricolor</i> (Spix e Agassiz, 1829)
		<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann e Marsh, 1900)
	Clupeidae	<i>Harengula clupeola</i> (Curvier, 1829)
		<i>Ophistonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)
		<i>Brevoortia aurea</i> (Spix e Agassiz, 1829)
		<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)
		<i>Platanichthys platana</i> (Regan, 1917)
Siluriformes	Ariidae	<i>Genidens genidens</i> (Curvier, 1829)
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy e Gaimard, 1825)
Beloniformes	Hemiramphidae	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)
	Belonidae	<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)
Cyprinodontiformes	Anablepidae	<i>Jenynsia multidentata</i> (Jenyns, 1842)
	Poeciliidae	<i>Poecilia vivipara</i> Bloch e Schneider, 1801
Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Cosmocampus elucens</i> (Poey, 1868)
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)
	Pomatomidae	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)
	Carangidae	<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)
	Gerreidae	<i>Diapterus rhombeus</i> (Curvier, 1829)
		<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842
		<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird e Girard, 1855
		<i>Eucinostomus gula</i> (Baird e Girard, 1824)
		<i>Eugerres brasilianus</i> (Curvier, 1830)

Continuação tab. 4		<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)
	Haemulidae	<i>Orthopristis ruber</i> (Curvier, 1830)
	Sciaenidae	<i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)
		<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)
		<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)
	Sparidae	<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)
		<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)
		<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)
	Gobiidae	<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)
		<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)
		<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan e Gilbert, 1882)
		<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)
		<i>Microgobius meeki</i> Evermann e Marsh, 1899
	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)
Pleuronectiformes	Achiridae	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)
	Paralichthyidae	<i>Citharichthys spilopterus</i> Gunther, 1862
Tetraodontiformes	Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)

A laguna de Araruama teve o maior número de espécies (36) seguido de Saquarema (34) e Maricá (28). Vinte espécies foram comuns às três lagunas, porém, somente *Anchoa januaria* e *Atherinella brasiliensis*, apresentaram frequência de ocorrência superior a 30% nas três lagunas, seguidas por *Achirus lineatus* com 20%. As espécies mais comuns (FO superior a 30%) encontradas em Maricá foram *Atherinella brasiliensis*, *Anchoa januaria*, *Jenynsia multidentata*, *Microgobius meeki* e *Poecilia vivipara*; Em Saquarema foram mais comuns *Atherinella brasiliensis*, *Anchoa januaria*, *Eucinostomus argenteus*, *Achirus lineatus*, *Microgobius meeki*, *Micropogonias furnieri*, *Mugil curema*, *Mugil* sp. e *Elops saurus*, e em Araruama foram *Anchoa januaria*, *Atherinella brasiliensis*, *Elops saurus*, *Brevoortia aurea*, *Anchoa* sp., *Achirus lineatus*, *Jenynsia multidentata* e *Brevoortia* sp. (Tabela 5).

Dezoito espécies foram exclusivas de uma única laguna, cinco de Maricá, cinco de Saquarema e sete de Araruama. Destas, somente *Oreochromis niloticus* em Maricá e *Albula vulpes* e *Ophistonema oglinum* em Araruama tiveram abundância relativa

superior a 1%. Duas espécies foram exclusivas das lagoas de Maricá e Saquarema (*Eucinostomus gula* e *Eucinostomus melanopterus*), uma exclusiva de Maricá e Araruama (*Diapterus auratus*) e sete de Saquarema e Araruama (*Brevoortia* sp., *Anchoa lyolepis*, *Diplodus argenteus*, *Cosmocampus elucens*, *Archosargus probatocephalus*, *Citharichthys spilopterus* e *Platanichthys platana*) (Tabela 5).

Tabela 5: . Número total de indivíduos ((N)), número por laguna (N), peso total em g (P) e Frequência de Ocorrência (F.O) nas lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama .

	Três Lagunas			Maricá			Saquarema			Araruama		
	(N)	N	P	FO	N	P	FO	N	P	FO		
<i>Anchoa januaria</i>	20274	5687	3266,32	66,67	6191	1550,99	80,70	8883	2383,77	100		
<i>Atherinella brasiliensis</i>	17376	6900	11316,53	94,44	5635	6060,45	94,74	4436	4754,12	95,24		
<i>Anchoa</i> sp.	4173	784	160,36	9,26	2536	161,79	29,82	873	37,69	42,86		
<i>Poecilia vivipara</i>	2371	2214	885,82	31,48	18	16,21	19,30	141	198,27	9,52		
<i>Brevoortia aurea</i>	1765	2	1,31	3,70	18	45,05	7,02	1747	1290,67	58,73		
<i>Jenynsia multidentata</i>	1659	1364	511,25	55,56	55	78,22	24,56	240	150,11	31,75		
<i>Mugil curema</i>	1561	696	675,74	33,33	856	1706,8	36,84	10	369,99	7,94		
<i>Mugil</i> sp.	1510	277	57,52	27,78	1218	324,68	36,84	15	1,67	14,29		
<i>Brevoortia</i> sp.	1486	0	0	0,00	25	2,21	3,51	1461	105,73	30,16		
<i>Microgobius meeki</i>	1303	940	232,49	37,04	360	49,62	45,61	3	1,11	4,76		
<i>Eucinostomus argenteus</i>	1271	156	392,5	25,93	1026	3307,35	61,40	89	116,02	20,63		
<i>Eucinostomus</i> sp.	469	379	11,27	12,96	62	5,01	15,79	28	3,34	4,76		
<i>Bathygobius soporator</i>	272	1	8,06	1,85	8	32,56	10,53	263	181,1	4,76		
<i>Albula vulpes</i>	256	0	0	0,00	0	0	0,00	256	550,5	7,94		
<i>Elops saurus</i>	226	24	368,43	18,52	75	475,66	31,58	161	572,67	69,84		
<i>Micropogonias furnieri</i>	190	8	8,02	3,70	161	257,33	43,86	22	341,24	19,05		
<i>Achirus lineatus</i>	178	48	83,15	27,78	81	105,39	47,37	60	200,41	34,92		
<i>Ctenogobius boleosoma</i>	131	16	5,41	14,81	76	26	19,30	39	16,41	7,94		
<i>Harengula clupeola</i>	118	9	14,56	7,41	104	93,58	14,04	5	0,82	3,17		
<i>Genidens genidens</i>	105	90	136,43	7,41	13	166,81	10,53	2	1,17	3,17		
<i>Oreochromis niloticus</i>	92	92	59,44	11,11	0	0	0,00	0	0	0		
<i>Diapterus rhombeus</i>	65	33	53,02	5,56	18	24,1	10,53	14	6,98	6,35		
<i>Hyporhamphus unifaciatu</i>	60	1	3,8	1,85	13	27,25	7,02	46	272,74	22,22		

Continuação tab. 5

<i>Ophistonema oglinum</i>	44	0	0	0,00	0	0	0,00	44	66,06	15,87
<i>Pogonias cromis</i>	18	0	0	0,00	0	0	0,00	18	281,03	15,87
<i>Anchoa lyolepis</i>	11	0	0	0,00	9	2,45	7,02	2	0,12	1,59
<i>Diplodus argenteus</i>	10	0	0	0,00	6	8,83	5,26	4	1,49	4,76
<i>Trachinotus falcatus</i>	9	9	8,52	9,26	0	0	0,00	0	0	0,00
<i>Cosmocampus elucens</i>	9	0	0	0,00	8	4,05	3,51	1	0,22	1,59
<i>Diapterus auratus</i>	8	6	10,11	1,85	0	0	0,00	3	54,52	4,76
<i>Sardinella brasiliensis</i>	8	0	0	0,00	0	0	0,00	8	1,05	4,76
<i>Sphoeroides spengleri</i>	7	0	0	0,00	7	49,29	3,51	0	0	0,00
<i>Centropomus undecimalis</i>	6	6	92,09	3,70	0	0	0,00	0	0	0,00
<i>Menthicirrhus americanus</i>	6	0	0	0,00	0	0	0,00	6	40,88	6,35
<i>Citharichthys spilopterus</i>	5	0	0	0,00	3	222,3	5,26	2	71,3	3,17
<i>Archosargus probatocephalus</i>	5	0	0	0,00	3	0,93	5,26	2	0,37	1,59
<i>Awaous tajasica</i>	4	4	50,6	7,41	0	0	0,00	0	0	0,00
<i>Eucinostomus gula</i>	3	2	4,03	1,85	1	2,76	1,75	0	0	0,00
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	3	2	0,23	3,70	1	0,05	1,75	0	0	0,00
<i>Menthicirrhus litoralis</i>	3	0	0	0,00	0	0	0,00	3	2,69	3,17
<i>Platanichthys platana</i>	3	0	0	0,00	2	0,43	1,75	1	0,17	1,59
<i>Gobionellus oceanicus</i>	3	0	0	0,00	3	6,29	3,51	0	0	0,00
<i>Orthopristis ruber</i>	3	0	0	0,00	3	6,89	3,51	0	0	0,00
<i>Anchoa tricolor</i>	1	1	4,62	1,85	0	0	0,00	0	0	0,00
<i>Eugerres brasilianus</i>	1	0	0	0,00	0	0	0,00	1	30,26	1,59
<i>Pomatomus saltatrix</i>	1	0	0	0,00	0	0	0,00	1	2,27	1,59
<i>Calamus penna</i>	1	0	0	0,00	1	5,72	1,75	0	0	0,00
<i>Strongylura timucu</i>	1	0	0	0,00	1	0,17	1,75	0	0	0,00
Total	57084	19751	18421,63		18597	14827,2		18890	12109	
Numero de amostras		51				57			60	

4.2.2 Indicadores de Estrutura

Comparações espaciais do número de espécies entre as lagunas apresentaram diferenças significativas somente na estação de Inverno, com os maiores valores nas lagunas de Saquarema e Araruama e os menores na laguna de Maricá. Comparações de abundância entre as lagunas apresentaram diferenças significativas somente na estação de Verão, com os maiores valores em Maricá e menores em Araruama, enquanto comparações da biomassa apresentaram diferenças significativas ($P < 0.05$) tanto no Verão quanto no Inverno, sendo maiores Maricá e menores em Araruama (no Verão) e Saquarema (no Inverno) (Tabela 6).

Tabela 6. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa (g) de peixes por 100 m² nas lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama, e valores de F e P da ANOVA mono-fatorial e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as lagunas.

	Média±EP			F	P	Tukey
	<i>Inverno</i>	Maricá	Saquarema			
Nº. de espécies	5,8±0,4	6,9±0,5	6,6±0,3	7,2	0,001*	S,A>M
Abundância	97,9±13,5	116,0±15,5	119,3±12,2	0,6	ns	
Biomassa	150,5±22,9	131,2±23,8	76,1±9,4	3,6	0,033*	M>S
<i>Verão</i>						
Nº. de espécies	5,3±0,4	7,1±0,3	6,7±0,4	2,2	ns	
Abundância	156,7±30,9	106,9±13,6	83,3±12,3	3,4	0,037*	M >A
Biomassa	86,4±17,5	46,7±9,7	51,6±5,2	4,1	0,020*	M>A

De acordo com as curvas de rarefação, a riqueza esperada para uma amostragem com 18000 indivíduos em cada laguna, foi de 28 espécies para Maricá, 34 para

Saquarema e 36 para Araruama (Figura 10). A riqueza estimada pelo índice de Jackknife 1 foi de 33 espécies para Maricá, 39 para Saquarema e 42 para Araruama.

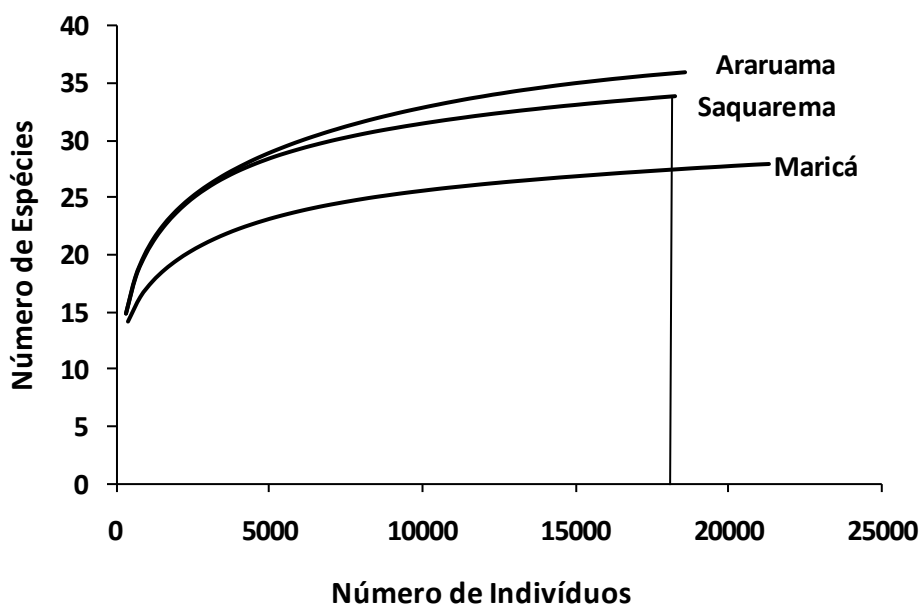


Figura 10: Número de espécies esperadas de acordo com as curvas de rarefação (Coleman) baseadas no número de indivíduos para assembleias de peixes das três lagunas.

A estrutura da assembleia de peixes dos três sistemas lagunares apresentou diferenças espaciais significativas de acordo com o ANOSIM ($P < 0.01$) tanto para as coletas de Verão, quanto para o Inverno (Tabela 7). Apesar de apresentarem diferenças significativas, os baixos valores de R demonstram que muitas espécies apresentaram sobreposição entre as lagunas, principalmente entre Maricá e Saquarema (Tabela 7). Comparações entre a laguna de Araruama com as outras duas lagunas apresentaram os maiores valores de R , sugerindo diferença mais conspícua na assembleia de peixes de Araruama em relação às outras duas lagunas.

A menor dissimilaridade foi encontrada entre as Lagunas de Maricá e Saquarema, indicando que a estrutura das assembleias de peixes nestas duas lagunas é composta por espécies semelhantes.

Tabela 7. Valores de *R*-estatístico e níveis de significância ($P < 0.01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias de peixes entre as lagunas de Maricá, Saquarema e Araruama nas duas estações (Inverno e Verão). Dissimilaridade média entre as lagunas calculada pelo SIMPER também apresentada.

Lagunas	ANOSIM		SIMPER
	<i>R</i>	<i>P</i>	Dissimilaridade Média %
<i>Inverno</i>	R Global = 0,26	0,001	
Marica × Saquarema	0,15	0,001	50,3
Maricá × Araruama	0,30	0,001	62,9
Saquarema x Araruama	0,34	0,001	59,7
<i>Verão</i>	R Global = 0,21	0,001	
Marica × Saquarema	0,07	0,020	59,5
Maricá × Araruama	0,32	0,001	61,6
Saquarema x Araruama	0,27	0,001	61,5

Os diagramas da Análise de Coordenadas Principais sobre os dados de espécies de todo o conjunto de informações, com amostras representadas pelas Lagunas no Inverno (Figura 11) e no Verão (Figura 12) não apresentaram padrões bem definidos. No inverno os dois primeiros eixos explicaram 39,0% da variação. Enquanto no Verão os dois primeiros eixos explicaram 46,9% da variação. No Inverno não foi observado nenhum padrão de separação conspícuos entre as amostras codificadas pelas lagunas (Figura 11), enquanto no verão observou-se uma tendência de separação com as amostras da Laguna de Araruama sendo posicionadas no lado esquerdo do diagrama e os das outras lagunas na parte central e no lado direito (Figura 12).

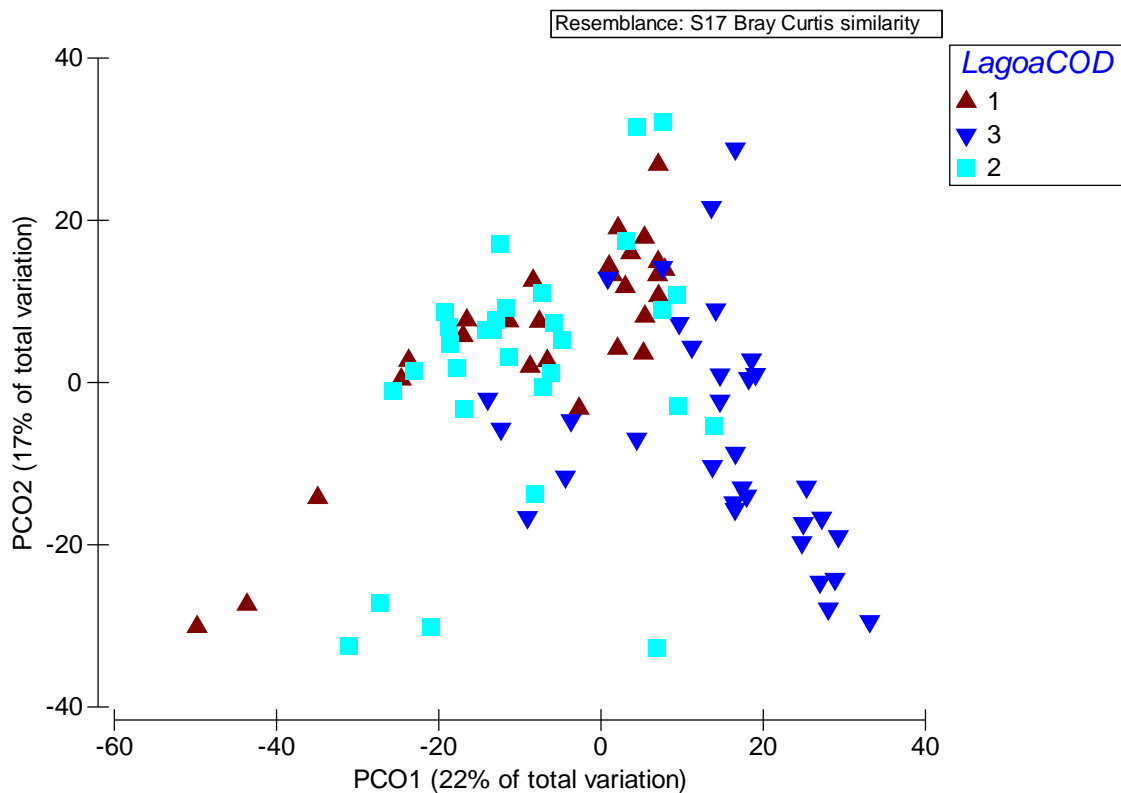


Figura 11. Diagrama de ordenação dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais sobre a abundância de espécies no Inverno com as amostras codificadas por lagoa (1, Maricá; 2, Saquarema; 3, Araruama).

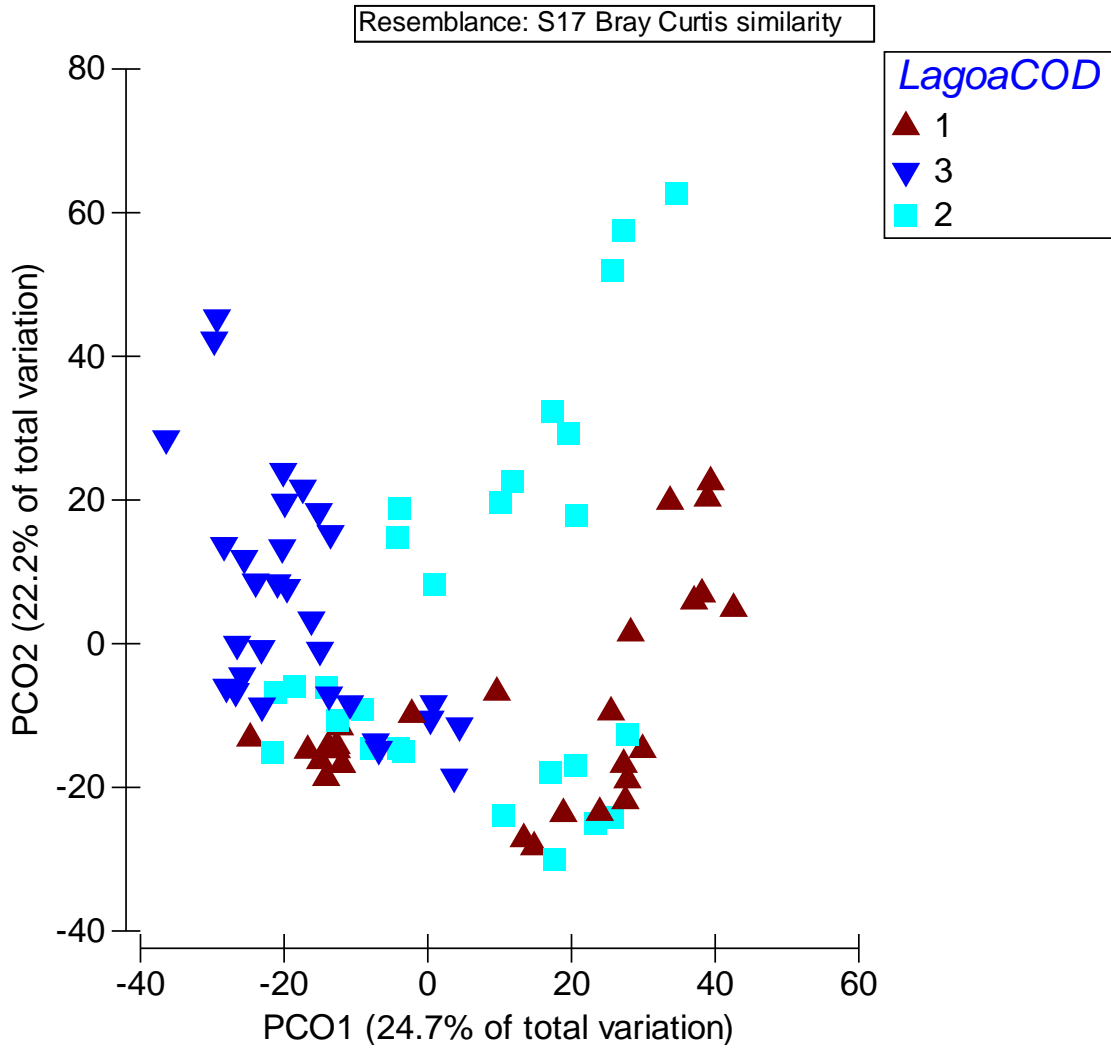


Figura 12. Diagrama de ordenação dois primeiros eixos da análise de coordenadas principais sobre a abundância de espécies no Verão com as amostras codificadas por laguna (1, Maricá; 2, Saquarema; 3, Araruama).

Atherinella brasiliensis e *Anchoa januaria* foram as espécies de maior representatividade em todas as lagoas tanto no Inverno quanto no Verão segundo a análise de SIMPER (Tabela 8). Outras espécies com considerável representatividade (>10%) foram *Jenynsia multidentatana* laguna de Maricá e *Eucinostomus argenteus* em Saquarema no Verão. *Anchoa* sp. foi uma espécie típica de Saquarema, enquanto *Elops*

saurus e *Brevortia aurea* foram típicas de Araruama no verão. *Mugil liza*, *Micropogonias furnieri* e *E. argenteus* foram típicos de Saquarema e *Brevortia aurea* foi típica de Araruama no inverno. As demais espécies que apareceram como representativas foram inferiores a 5%.

Tabela 8. Espécies discriminantes de cada laguna no Inverno e no Verão, conforme a análise de SIMPER.

Similaridade média (%)	Maricá	Saquarema	Araruama
	Contribuição (%)		
Inverno	58,5	49,4	56,2
<i>A. januaria</i>	44,3	32,6	41,6
<i>A. brasiliensis</i>	41,8	38,8	34,6
<i>Mugil</i> sp.		5,4	
<i>M. furnieri</i>		5,4	
<i>E. argenteus</i>		5,3	
<i>M. meeki</i>		4,4	
<i>B. aurea</i>			7,4
<i>E. saurus</i>			4,4
Verão	43,7	41,6	45,1
<i>A. brasiliensis</i>	58,6	47,1	37,3
<i>J. multidentata</i>	11,1		
<i>A. januaria</i>	10,6	18,5	39,6
<i>E. argenteus</i>	5,1	10,6	
<i>P. vivípara</i>	4,5		
<i>Anchoa</i> sp.		8,2	4,7
<i>M. curema</i>		4,1	
<i>M. meeki</i>		3,4	
<i>E. saurus</i>			7,2
<i>B. áurea</i>			5,5

4.3 Padrões da estrutura da assembleia

4.3.1 Laguna de Maricá

Comparações espaciais do número de espécies entre as zonas de coleta apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) tanto no Inverno quanto no Verão, com os maiores valores médios na ZE. As médias de abundância e biomassa não foram diferir significativamente entre as zonas no Inverno enquanto no Verão foram maiores na ZC (Tabela 9).

Tabela 9. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa por 100 m² nas três zonas da laguna de Maricá, e valores de F e P (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as zonas.

	Média±EP			F	P	Tukey
<i>Inverno</i>	ZI	ZC	ZE			
Nº de espécies	4,1±0,4	5,7±4,2	7,3±0,3	17,8	0,00**	ZE>ZC>ZI
Abundância	92,4±18,9	108,8±37,1	98,2±18,7	0,1	ns	
Biomassa	125,2±30,5	55,0±15,6	40,3±10,1	2,9	ns	
<i>Verão</i>						
Nº. de espécies	5,1±0,5	5,1±0,5	7,2±0,7	5,1	0,015*	ZE > ZI, ZC
Abundância	93,0±14,8	318,8±62,3	58,4±13,6	14,0	0,00**	ZC>ZI, ZE
Biomassa	214,0±43,1	136,4±40,4	74,2±19,4	3,9	0,03*	ZC>ZE

A estrutura da assembleia de peixes da Laguna de Maricá apresentou diferenças espaciais significativas de acordo com o ANOSIM ($P < 0,01$) tanto para as coletas de Inverno, quanto para o Verão, com exceção das zonas ZI e ZC no Inverno (Tabela 10). Apesar de apresentarem diferenças significativas, baixos valores de R indicam grande

sobreposição na ictiofauna entre todas as zonas, com exceção da ZI x ZE no inverno (Tabela 10).

A maiores dissimilaridades foram registradas entre as zonas Central e Externa no Inverno e no Verão, e entre as zonas Interna e Externa no inverno de acordo com a análise de SIMPER (Tabela 10).

Atherinella brasiliensis foi a espécie de maior representatividade em toda laguna de Maricá tanto no Inverno como no Verão, principalmente na Zona Interna no verão quando contribuiu com 71,7% da similaridade média, de acordo com a análise de SIMPER (tabela 11). No inverno, *Anchoa januaria* foi a espécie de maior representatividade, principalmente na Zona Interna, seguida de *A. brasiliensis*. As espécies *J. multidentata*, *P. vivipara* e *M. meeki* também foram representativas na ZC, enquanto *E. argenteus*, *A. lineatus* e *M. curema* foram representativas na ZE durante o Verão. No Inverno as espécies *M. curema*, *Mugil* sp., e *Eucinostomus* sp. foram representativas na ZE (Tabelas 11).

Tabela 10. Valores de *R*-estatístico e significância ($P < 0,01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias entre as zonas da laguna de Maricá no verão e no inverno. Dissimilaridade média entre as zonas, calculada pelo teste SIMPER também apresentada.

Zonas	ANOSIM		SIMPER
	<i>R</i>	<i>P</i>	Dissimilaridade Média %
Maricá Inverno	<i>R</i> Global = 0,48	0,001	
ZI × ZC	0,16	0,087	37,1
ZI × ZE	0,78	0,001	62,8
ZC × ZE	0,52	0,002	60,9
Maricá Verão	<i>R</i> Global = 0,43	0,001	
ZI × ZC	0,38	0,009	64,1
ZI × ZE	0,43	0,001	57,7
ZC × ZE	0,54	0,002	77,8

Tabela 11. Espécies discriminantes de cada zona da laguna de Maricá, conforme a análise de SIMPER.

Similaridade média (%)	ZI	ZC	ZE
	Contribuição (%)		
Inverno	67,8	61,1	51,4
<i>A. januaria</i>	61,4	45,7	13,6
<i>A. brasiliensis</i>	34,5	36,2	27,4
<i>M. meeki</i>		8,8	
<i>M. curema</i>			31,9
<i>Mugil</i> sp.			15,6
<i>Eucinostomus</i> sp.			7,4
Verão	67,1	40,1	45,1
<i>A. brasiliensis</i>	71,7	33,5	47,5
<i>A. januaria</i>	16,5	8,6	
<i>J. multidentata</i>	6,1	21,7	2,2
<i>P. vivípara</i>		19,5	
<i>M. meeki</i>		11,0	
<i>E. argenteus</i>			16,0
<i>A. lineatus</i>			13,4
<i>M. curema</i>			12,8

4.3.2 Laguna de Saquarema

Comparações espaciais do número de espécies, abundância e biomassa de peixes entre as zonas de coleta da laguna de Saquarema no Inverno, o número de espécies foi maior na ZC comparado com ZE. A abundância também não diferiu entre as zonas, embora as maiores biomassas tenham sido detectadas na ZE. No Verão não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) no Verão (Tabela 12).

Tabela 12. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa por 100 m² nas três zonas da laguna de Saquarema, e valores de F e P (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as zonas.

	Média±EP			F	p	Tukey
<i>Inverno</i>	ZI	ZC	ZE			
N de espécies	7,8±0,5	7,9±0,5	6,1±0,5	4,3	0,02*	ZC > ZE
Abundância	118,2±16,3	116,4±39,0	114,1±24,7	0	ns	
Biomassa	30,2±4,1	23,9±4,9	76,2±21,5	3,7	0,03*	ZE > ZI, ZC
<i>Verão</i>						
N de espécies	7,6±1,0	5,9±0,9	7,2±0,6	1,1	ns	
Abundância	78,5±11,6	147,9±33,9	34,3±13,2	2,7	ns	
Biomassa	77,9±13,3	147,6±46,4	168,0±51,4	1,4	ns	

A estrutura da assembleia de peixes da Laguna de Saquarema apresentou diferenças espaciais significativas de acordo com o ANOSIM ($P < 0,01$) tanto para as coletas de Inverno, quanto para o Verão, com exceção das zonas ZI e ZE no Inverno (Tabela 13). Apesar de apresentarem diferenças significativas, baixos valores de *R* demonstram grande sobreposição nos grupos de peixes, o que torna estas diferenças pouco conspícuas (Tabela 13).

A maior dissimilaridade entre as Zonas Central e Externa e a menor dissimilaridade entre as Zonas Interna e Central também foram registradas pelo SIMPER tanto para a estação de Inverno quanto para Verão (Tabela 13).

Atherinella brasiliensis foi a espécie de maior representatividade em toda laguna de Saquarema no Inverno e no Verão de acordo com o SIMPER. No Inverno, *Anchoa januaria* teve elevada representatividade em todas as Zonas, enquanto *Micropogonias furnieri* foi representativa somente na ZI e ZC. Outras espécies representativas desta estação do ano foram *Mugil* sp.e *M. meeki* na ZI e *Eucinostomus argenteus* na ZC. No Verão *A. januaria* foi representativa na ZI e ZC, enquanto *Anchoa* sp. foi representativa na ZI e na ZE. Além destas, *E. argenteus* e *Mugil curema* foram representativas na ZE e *Achirus lineatus* na ZC. (Tabela 1).

Tabela 13. Valores de *R*-estatístico e significância ($P < 0,01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias entre as zonas da laguna de Saquarema no inverno e no verão. Dissimilaridade média entre as zonas, calculada pelo teste SIMPER também apresentada.

Zonas	ANOSIM		SIMPER
	<i>R</i>	<i>P</i>	Dissimilaridade Média%
Inverno	<i>R</i> Global = 0,15	0,006	
ZI × ZC	0,17	0,018	48,9
ZI × ZE	0,13	0,065	56,0
ZC × ZE	0,18	0,023	64,7
Verão	<i>R</i> Global = 0,29	0,001	
ZI × ZC	0,34	0,005	58,6
ZI × ZE	0,19	0,036	65,4
ZC × ZE	0,33	0,003	72,5

Tabela 14. Espécies discriminantes de cada zona da laguna de Saquarema, de acordo com a análise de SIMPER.

Similaridade média (%)	ZI	ZC	ZE
Saquarema			
Contribuição (%)			
Inverno	64,7	46,8	39,2
<i>A. brasiliensis</i>	36,8	38,9	36,7
<i>A. januaria</i>	32,9	22,2	43,4
<i>M. furnieri</i>	7,5	10,2	
<i>Mugil</i> sp.	7,4	4,4	3,2
<i>M. meeki</i>	7,0		
<i>E. argenteus</i>		8,9	4,6
<i>E. saurus</i>		4,1	
<i>Anchoa</i> sp.		3,9	
<i>H. clupeola</i>			4,1
Verão	51,7	52,4	30,6
<i>A. brasiliensis</i>	39,1	40,3	47,2
<i>A. januaria</i>	21,8	47,3	
<i>Anchoa</i> sp.	19,7		20,6
<i>A. lineatus</i>	5,4		
<i>M. meeki</i>	4,2		
<i>E. argenteus</i>		6,2	20,6
<i>M. curema</i>			8,9
<i>G. genidens</i>			2,2

4.3.3 Laguna de Araruama

Comparações espaciais do número de espécies, abundância e biomassa entre as zonas da Laguna de Araruama não apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) tanto no Inverno quanto no Verão (Tabela 15).

Tabela 15. Média e Erro Padrão (EP) do número de espécies, abundância (número) e biomassa por 100 m² nas três zonas da laguna de Araruama, e valores de F e P (ANOVA mono-fatorial) e teste de Tukey para comparações destas variáveis entre as zonas.

	Média±EP			F	P
	<i>Inverno</i>	<i>ZI</i>	<i>ZI</i>		
N de espécies	6,3±0,3	7,1±0,7	6,5±0,4	0,7	Ns
Abundância	91,6±15,5	57,0±17,1	96,8±25,2	0,9	Ns
Biomassa	108,4±20,1	61,4±18,4	62,9±8,6	2,88	Ns
<i>Verão</i>					
N de espécies	7,8±0,6	6,3±0,5	6,5±0,4	1,9	Ns
Abundância	159,9±27,7	105,4±11,3	99,1±18,0	2,7	Ns
Biomassa	52,9±11,8	40,1±2,4	59,2±9,1	1,2	Ns

A estrutura da assembleia de peixes da Laguna de Araruama apresentou diferenças espaciais significativas de acordo com o ANOSIM ($P < 0,01$) tanto para as coletas de Inverno, quanto para o Verão (Tabela 16). Apesar de apresentarem diferenças significativas, baixos valores de R indicam grande sobreposição entre os grupos de peixes, o que torna estas diferenças pouco consistentes (Tabela 16).

As maiores dissimilaridades foram registradas entre as Zonas Interna e Externa no Inverno e no Verão, e a menor dissimilaridade entre as Zonas e Interna e Central no Inverno e Central e Externa no Verão, também foram registradas pelo SIMPER.

Atherinella brasiliensis foi a espécie de maior representatividade em toda laguna de Saquarema no Inverno e no Verão de acordo com o SIMPER (Tabela 17). No inverno, *Anchoa januaria* também teve elevada representatividade em todas as Zonas. *Brevoortia aurea*, seguida de *Anchoa* sp. e *J. multidentata* foram representativas da ZI no Inverno, enquanto no verão, *B. aurea* foi representativa da ZI e ZC, *E. saurus* da ZC e *E. argenteus* da ZE.

Tabela 16. Valores de *R*-estatístico e significância ($P < 0,01$) da ANOSIM para comparações da estrutura das assembleias entre as zonas da laguna de Araruama no inverno e no verão. Dissimilaridade média entre as zonas, calculada pelo teste SIMPER também apresentada.

Zonas	ANOSIM		SIMPER
	R	P	R
<i>Inverno</i>	<i>R</i> Global = 0,25	0,002	
ZI × ZC	0,27	0,012	44,4
ZI × ZE	0,35	0,002	55,4
ZC × ZE	0,18	0,035	50,9
<i>Verão</i>	<i>R</i> Global = 0,26	0,001	
ZI × ZC	0,26	0,003	57,2
ZI × ZE	0,35	0,002	60,7
ZC × ZE	0,15	0,037	49,2

Tabela 17. Espécies discriminantes de cada zona da laguna de Araruama, de acordo com a análise de SIMPER.

Similaridade média (%)	ZI	ZC	ZE
Araruama	Contribuição (%)		
Inverno	60,3	61,2	49,8
<i>A. januaria</i>	36,1	47,0	39,4
<i>A. brasiliensis</i>	22,5	25,8	48,4
<i>Brevoortia</i> sp.	16,5		
<i>Anchoa</i> sp.	6,3		
<i>J. multidentata</i>	6,1		
<i>E. saurus</i>	5,2		
<i>B. aurea</i>		13,9	4,4
Verão	45,5	58,5	53,4
<i>A. januaria</i>	41,4	29,5	44,8
<i>A. brasiliensis</i>	20,6	43,9	37,4
<i>B. áurea</i>	17,1	9,4	
<i>A. vulpes</i>	4,9		
<i>B. soporator</i>	4,5		
<i>A. sp.</i>	4,4		5,2
<i>E. saurus</i>		9,9	
<i>E. argenteus</i>			6,0

4.4 Interações Peixes-Variáveis Ambientais

4.4.1 Laguna de Maricá

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica para as amostras de Inverno da laguna de Maricá explicaram 86,1% da porcentagem cumulativa da variância (Tabela 18). Todas as variáveis ambientais, as quais apresentaram $P < 0,01$ para o teste de permutação de Monte-Carlo, contribuíram para a distribuição das espécies. O eixo 1 explicou 68,6% das relações espécie-ambiente sendo relacionado positivamente com salinidade, temperatura e transparência e negativamente com a turbidez. O eixo 2 explicou 17,5% das relações entre as espécies e as variáveis ambientais (Tabela 18). *Mugil curema*, *E. argenteus* e *Eucinostomus* sp. foram associadas às maiores

temperaturas, salinidades e transparência da ZE, enquanto, *J. multidentata*, *M. meeki* e *P. vivipara* foram associadas a maiores valores de turbidez (Figura 13).

Tabela 18. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Inverno.

Eixos Laguna	1	2	3	4
Autovalores	0.62	0.16	0.10	0.02
Correlações espécie-ambiente	0.97	0.70	0.79	0.34
Porcentagem cumulativa da variância				
De dados das espécies	31.9	40.0	45.2	46.4
De relações espécies-ambiente	68.6	86.1	97.3	100.0
Soma de todos os autovalores não condicionados				1.946
Soma de todos os autovalores canônicos				0.904
Correlações das variáveis ambientais com os eixos do CCA				
Salinidade	0.89	0.06	0.29	0.01
Temperatura	0.81	0.22	-0.13	0.14
Transparência	0.96	-0.03	0.01	-0.03
Turbidez	-0.83	-0.17	-0.26	0.10

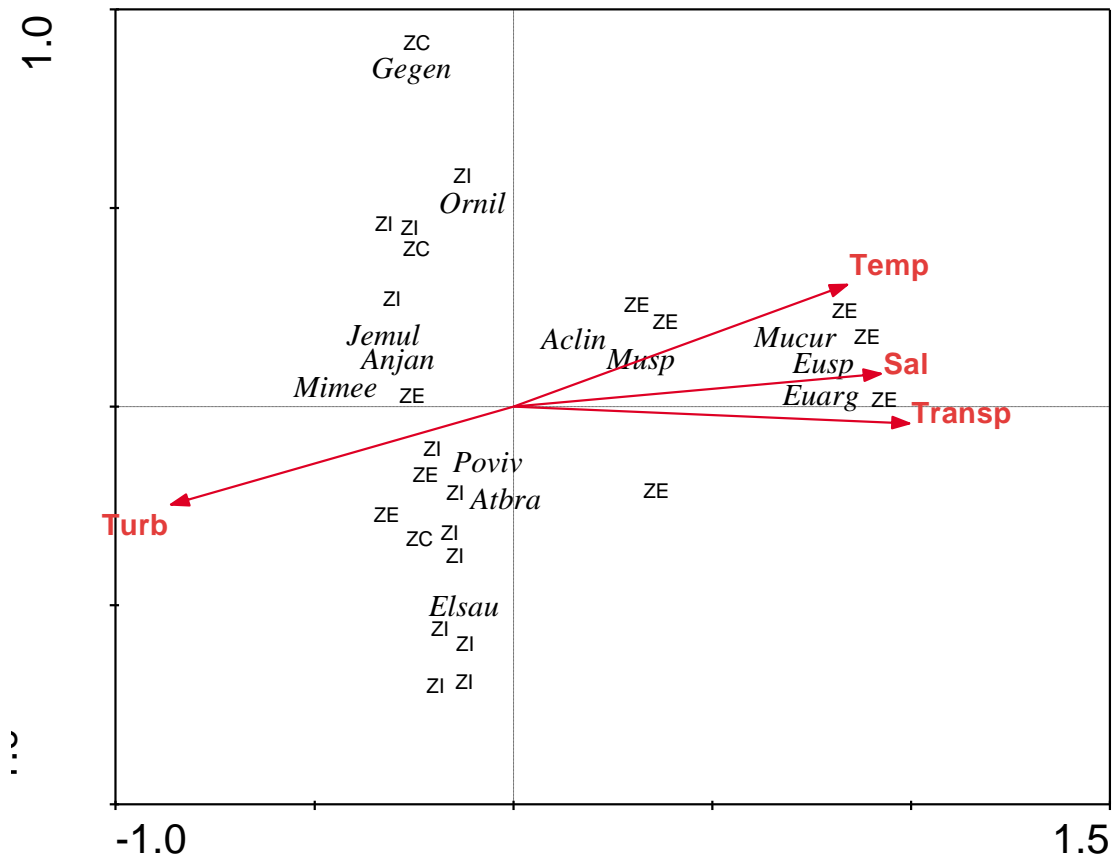


Figura 13. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Inverno. Espécies: Aclin – *Achirus lineatus*; Anjan – *Anchoa januaria*; Atbra – *Atherinella brasiliensis*; Elsau – *Elops saurus*; Euarg – *Eucinostomus argenteus*; Eusp – *Eucinostomus* sp.; Gegen – *Genidens genidens*; Jemul – *Jenynsia multidentata*; Mimee – *Microgobius meeki*; Mucur – *Mugil curema*; Musp – *Mugil* sp.; Ornil – *Oreochromis niloticus*; Poviv – *Poecilia vivipara*.

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica para as amostras de Verão de Maricá explicaram 67,8% da porcentagem cumulativa da variância (Tabela 19). As variáveis ambientais que mais contribuíram para a distribuição das espécies foram salinidade, profundidade e transparência, as quais apresentaram $P < 0,01$ para o teste de permutação de Monte Carlo. O eixo 1 explicou 42,3% das relações espécie-

ambiente sendo relacionado positivamente com turbidez. O eixo 2 explicou 25,5% das relações entre as espécies e as variáveis ambientais sendo positivamente relacionada com a salinidade e negativamente com a profundidade e transparência (Tabela 8). *Mugil curema*, *A. lineatus*, *E. saurus*, *D. rhombeus* e *E. argenteus* foram associadas as maiores salinidades da ZE. *Eucinostomus argenteus* e *Eucinostomus* sp. foram associadas às maiores temperaturas e transparências da ZE, enquanto *M. meeki* e *A. januararia* à maior turbidez das zonas ZC e ZI (Figura 15).

Tabela 19. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Verão.

Eixos Laguna	1	2	3	4
Autovalores	0.51	0.31	0.24	0.15
Correlações espécie-ambiente	0.82	0.84	0.77	0.72
Porcentagem cumulativa da variância				
De dados das espécies	20.0	32.0	41.2	47.1
De relações espécies-ambiente	42.3	67.8	87.1	99.8
Soma de todos os autovalores não condicionados				2.576
Soma de todos os autovalores canônicos				1.217
Correlações das variáveis ambientais com os eixos do CCA				
Salinidade	-0.18	0.63	0.38	-0.24
Temperatura	-0.14	0.44	0.30	0.40
Profundidade	-0.20	-0.69	-0.12	-0.10
Transparência	-0.04	-0.63	0.50	-0.06
Turbidez	0.58	0.44	-0.27	-0.20

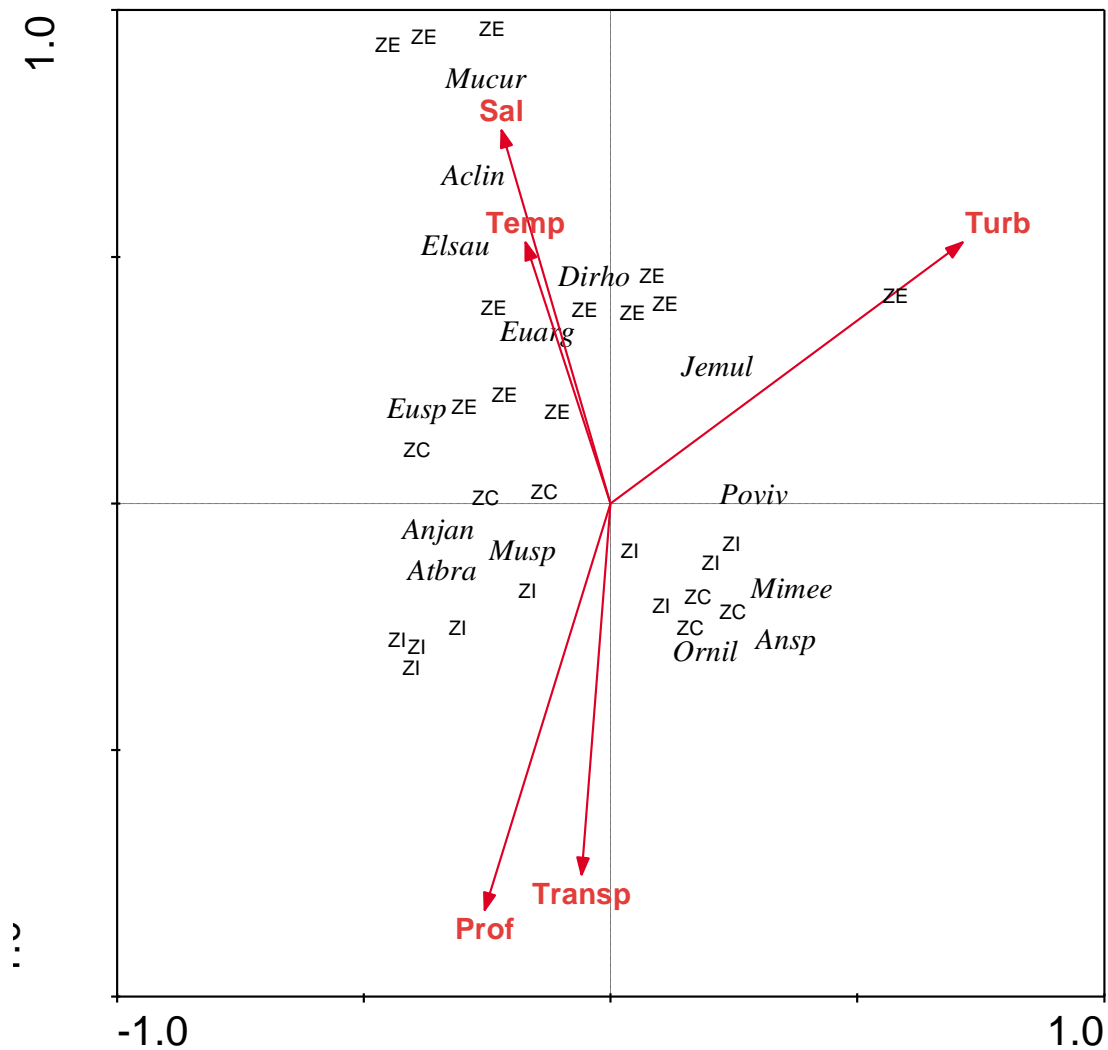


Figura 14. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Maricá durante o Verão. Espécies: Aclin – *Achirus lineatus*; Anjan – *Anchoa januaria*; Atbra – *Atherinella brasiliensis*; Dirho – *Diapterus rhombeus*; Elsau – *Elops saurus*; Euarg – *Eucinostomus argenteus*; Eusp – *Eucinostomus* sp.; Gegen – *Genidens genidens*; Jemul – *Jenynsia multidentata*; Mimeo – *Microgobius meeki*; Mucur – *Mugil curema*; Musp – *Mugil* sp.; Ornil – *Oreochromis niloticus*; Poviv – *Poecilia vivipara*.

4.4.2 Laguna de Saquarema

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica para as amostras de Inverno de Saquarema sumarizaram 56,0% da porcentagem cumulativa da variância (Tabela 20). As variáveis ambientais que mais contribuíram para a distribuição das espécies foram a salinidade e transparência que apresentaram $P < 0,01$ para o teste de permutação de Monte-Carlo. O eixo 1 explicou 31,3% das relações espécie-ambiente sendo positivamente relacionada com a temperatura, enquanto o eixo 2 explicou 24,7% sendo positivamente relacionado com a salinidade e a transparência (Tabela 11). *Mugil curema* foi associada a maiores valores de salinidade e transparência da ZE, enquanto *M. meeki*, *A. lineatus* e *M. furnieri* foram associadas a baixas salinidades as ZI. *Mugil* sp., *E. argenteus* e *Eucinostomus* sp. a maiores temperaturas e turbidez, enquanto *J. multidentata*, *G. boleossoma* e *H. clupeola* a maiores profundidades (Figura 15).

Tabela 20. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais medidas na laguna de Saquarema durante o Inverno.

Eixos Laguna	1	2	3	4
Autovalores	0.38	0.30	0.28	0.15
Correlações espécie-ambiente	0.75	0.94	0.77	0.76
Porcentagem cumulativa da variância				
De dados das espécies	13.9	24.8	35.1	40.7
De relações espécies-ambiente	31.3	56.0	79.0	91.7
Soma de todos os autovalores não condicionados				2.738
Soma de todos os autovalores canônicos				1.215
Correlações das variáveis ambientais com os eixos do CCA				
Salinidade	-0.01	0.83	-0.04	-0.29
Temperatura	0.47	-0.17	0.13	-0.49
Profundidade	0.23	0.35	0.00	0.52
Transparência	0.19	0.80	0.33	0.02
Turbidez	0.22	-0.59	-0.23	0.28

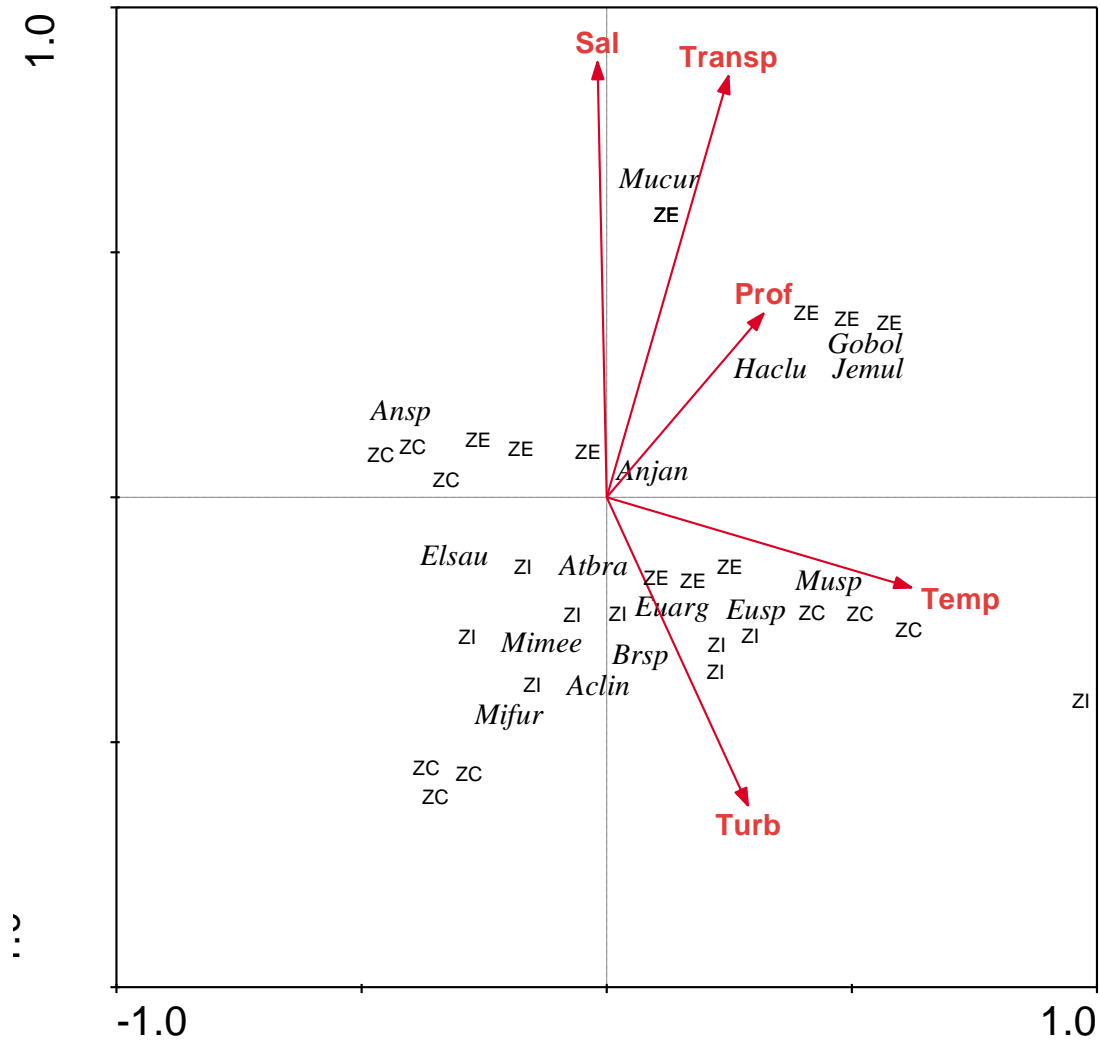


Figura 15. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Saquarema durante o Inverno. Espécies: Aclin – *Achirus lineatus*; Anjan – *Anchoa januaria*; Ansp – *Anchoa* sp.; Atbra – *Atherinella brasiliensis*; Brsp – *Brevoortia* sp.; Elsau – *Elops saurus*; Euarg – *Eucinostomus argenteus*; Eusp – *Eucinostomus* sp.; Gobol – *Gobionelus boleossoma*; Haclu – *Harengula clupeiola*; Jemul – *Jenynsia multidentata*; Mifur – *Micropogonias furnieri*; Mimee – *Microgobius meeki*; Mucur – *Mugil curema*; Musp – *Mugil* sp..

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica para as amostras de Verão da laguna de Saquarema sumarizaram 88,6% da porcentagem cumulativa da variância (Tabela 21). As variáveis ambientais que mais contribuíram para a distribuição das espécies foram transparência, turbidez e temperatura que apresentaram $P < 0.01$ para o teste de permutação de Monte Carlo. O eixo 1 explicou 66,2% das relações espécie-ambiente sendo relacionado positivamente com a transparência e negativamente com a temperatura e a turbidez. O eixo 2 explicou 22,4% das relações entre as espécies e as variáveis ambientais (Tabela 21). *Mugil curema*, *Mugil* sp, *G. boleossoma* e *J. multidentata* foram associadas às maiores transparências da ZE, *M. meeki*, *M. furnieri*, *E. saurus*, *A. lineatus* e *A. januarua* foram associadas a maior turbidez das zonas mais internas e *E. argenteus*, *Eucinostomus* sp. e *H. clupeola* às maiores salinidades (Figura 16).

Tabela 21. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais medidas na laguna de Saquarema durante o Verão.

Eixos Laguna	1	2	3	4
Autovalores	0.231	0.078	0.023	0.017
Correlações espécie-ambiente	0.829	0.438	0.537	0.304
Porcentagem cumulativa da variância				
De dados das espécies	13.5	18.0	19.3	20.3
De relações espécies-ambiente	66.2	88.6	95.1	100.0
Soma de todos os autovalores não condicionados				1.715
Soma de todos os autovalores canônicos				0.348
Correlações das variáveis ambientais com os eixos do CCA				
Salinidade	0.12	-0.08	0.31	-0.23
Temperatura	-0.53	-0.30	-0.09	0.08
Transparência	0.66	0.06	-0.17	-0.15
Turbidez	-0.61	0.02	-0.34	-0.05

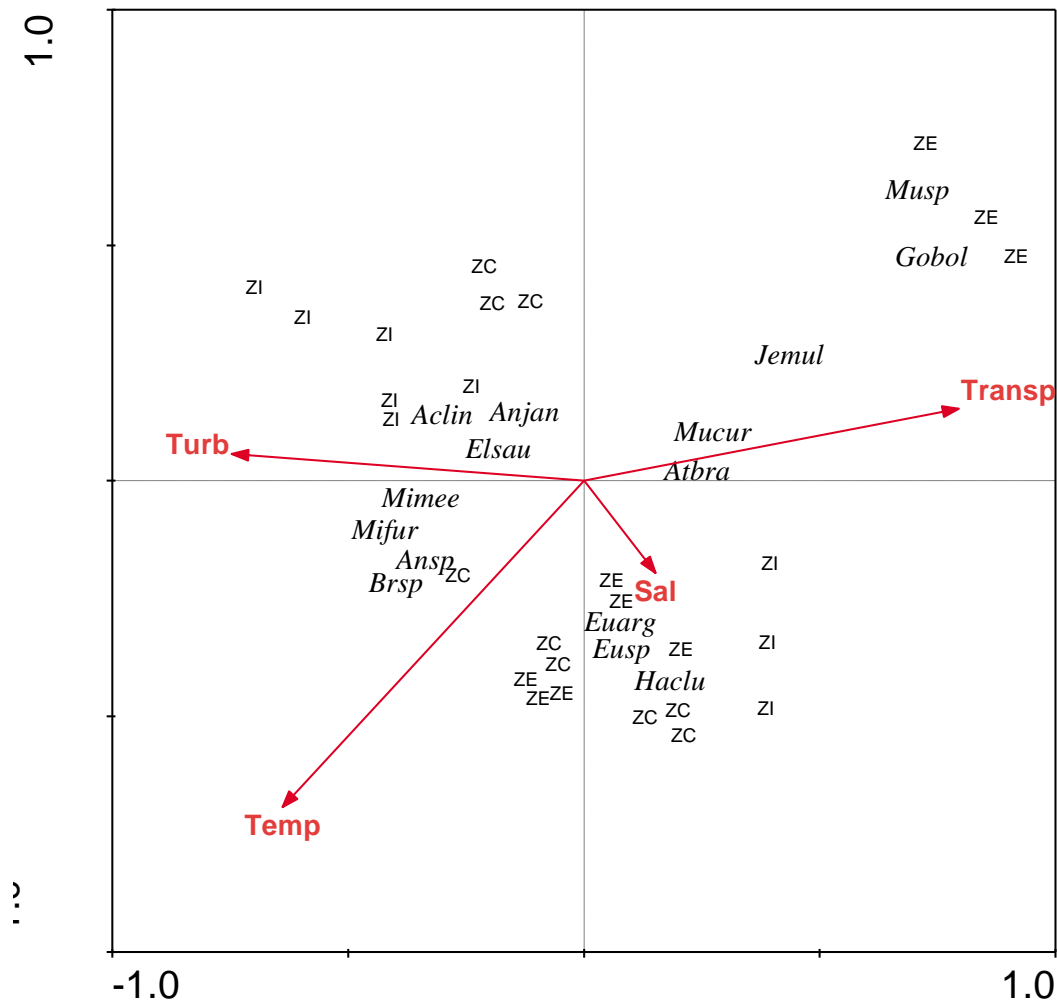


Figura 16. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Saquarema durante o Verão. Espécies: Aclin – *Achirus lineatus*; Anjan – *Anchoa januaria*; Ansp – *Anchoa* sp.; Atbra – *Atherinella brasiliensis*; Brsp – *Brevoortia* sp.; Elsau – *Elops saurus*; Euarg – *Eucinostomus argenteus*; Eusp – *Eucinostomus* sp.; Gobol – *Gobionelus boleossoma*; Haclu – *Harengula clupeola*; Jemul – *Jenynsia multidentata*; Mifur – *Micropogonias furnieri*; Mimee – *Microgobius meeki*; Mucur – *Mugil curema*; Musp – *Mugil* sp..

4.4.3 Laguna de Araruama

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica para as amostras de Inverno de Araruama sumarizaram 88,8% da porcentagem cumulativa da variância (Tabela 22). As variáveis ambientais que mais contribuíram para a distribuição das espécies foram a transparência e a turbidez que apresentaram $P < 0,01$ para o teste de permutação de Monte-Carlo. O eixo 1 explicou 61,8% das relações espécie-ambiente sendo relacionado positivamente com a transparência, a turbidez e a salinidade e negativamente com a temperatura. O eixo 2 explicou 27,0% das relações entre as espécies e as variáveis ambientais sendo relacionado positivamente com a salinidade (Tabela 22). *Poecilia vivipara*, *Eucinostomus* sp., *E. argenteus* e *G. boleossoma* foram associadas a maiores valores de turbidez e transparência. *Micropogonias furnieri*, *H. unifasciatus*, *A. januarina* e *A. lineatus* aos maiores salinidades enquanto *Anchoa* sp., *Brevoortia* sp., *B. aurea*, *O. oglinum* e *E. saurus* apresentaram padrão inverso (Figura 17).

Tabela 22. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais medidas na laguna de Araruama durante o Inverno.

Eixos Laguna	1	2	3	4
Autovalores	0.44	0.19	0.07	0.01
Correlações espécie-ambiente	0.97	0.73	0.73	0.34
Porcentagem cumulativa da variância				
De dados das espécies	32.9	47.3	52.5	53.2
De relações espécie-ambiente	61.8	88.8	98.6	100.0
Soma de todos os autovalores não condicionados				1.329
Soma de todos os autovalores canônicos				0.708
Correlações das variáveis ambientais com os eixos do CCA				
Salinidade	0.51	0.57	0.24	0.01
Temperatura	-0.59	-0.44	-0.04	0.17
Transparência	0.92	-0.22	0.03	-0.03
Turbidez	0.79	-0.07	-0.39	0.05

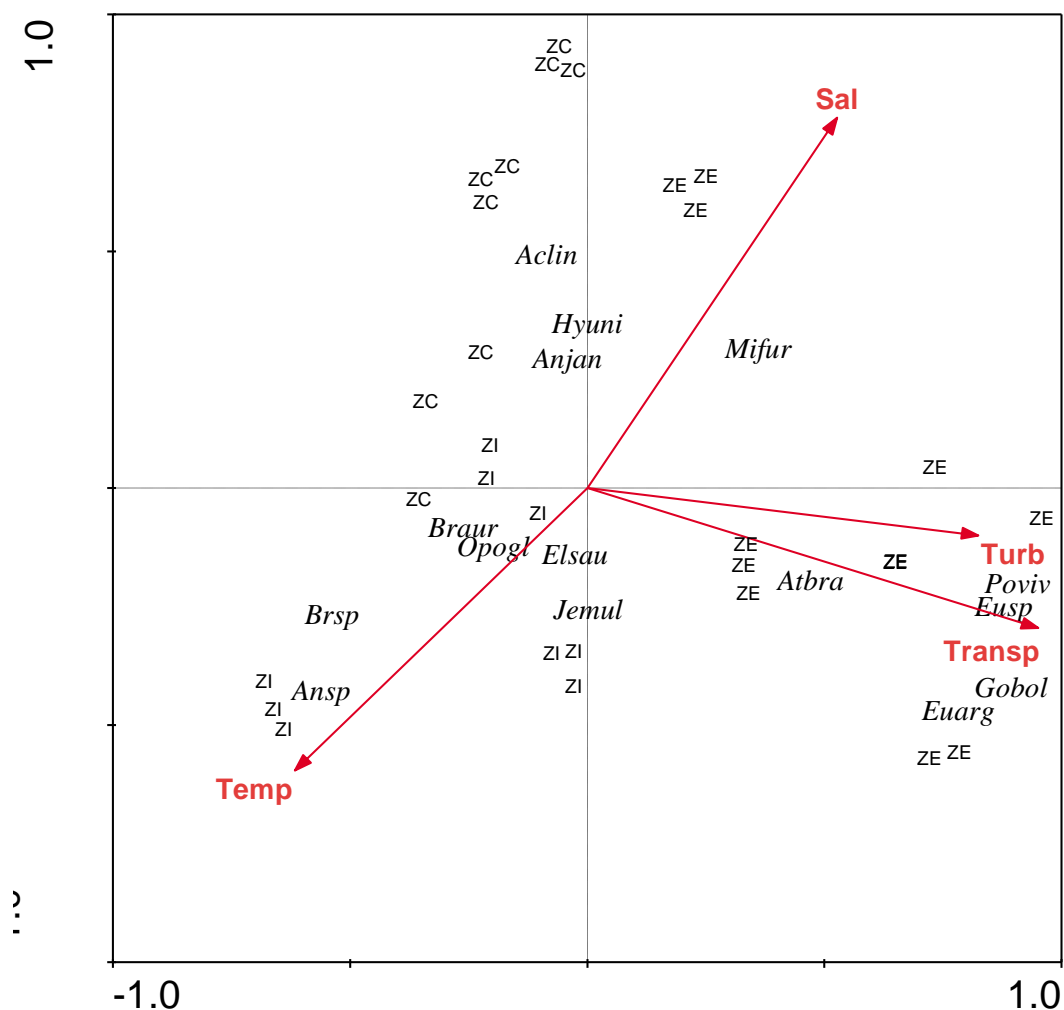


Figura 17. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Araruama durante o Inverno. Espécies: Aclin – *Achirus lineatus*; Anjan – *Anchoa januaria*; Ansp – *Anchoa* sp.; Atbra – *Atherinella brasiliensis*; Braur – *Brevoortia aurea*; Brsp – *Brevoortia* sp.; Elsau – *Elops saurus*; Euarg – *Eucinostomus argenteus*; Eusp – *Eucinostomus* sp.; Gobol – *Gobionelus boleossoma*; Jemul – *Jenynsia multidentata*; Mifur – *Micropogonias furnieri*; Opogl – *Ophistonema oglinum*; Poviv – *Poecilia vivipara*.

Os dois primeiros eixos da análise de correspondência canônica para as amostras de Verão de Araruama sumarizaram 88,0% da porcentagem cumulativa da variância

(Tabela 23). O eixo 1 explicou 49,0% das relações espécie-ambiente sendo relacionado negativamente com a temperatura. O eixo 2 explicou 39,0% das relações entre as espécies e as variáveis ambientais sendo relacionado positivamente com a turbidez e temperatura e negativamente com a transparência e salinidade (Tabela 23). *Brevoortia áurea* foi associada a maiores valores de turbidez da ZI. *Achirus lineatus*, *A. januaria*, *H. unifasciatus*, *Brevoortia* sp. e *O. oglinum* foram associadas as maiores salinidades e transparências (Figura 18).

Tabela 23. Sumário da análise de correspondência canônica para as espécies dominantes e variáveis ambientais medidas na laguna de Araruama durante o Verão.

Eixos Laguna	1	2	3	4
Autovalores	0.51	0.40	0.09	0.03
Correlações espécie-ambiente	0.90	0.90	0.79	0.29
Porcentagem cumulativa da variância				
De dados das espécies	22.0	39.5	43.5	44.9
De relações espécies-ambiente	49.0	88.0	96.9	100.0
Soma de todos os autovalores não condicionados				2.317
Soma de todos os autovalores canônicos				1.041
Correlações das variáveis ambientais com os eixos do CCA				
Salinidade	-0.14	-0.48	-0.24	-0.23
Temperatura	-0.43	0.57	0.27	0.15
Transparência	0.03	-0.53	0.61	-0.08
Turbidez	0.09	0.87	-0.17	0.04

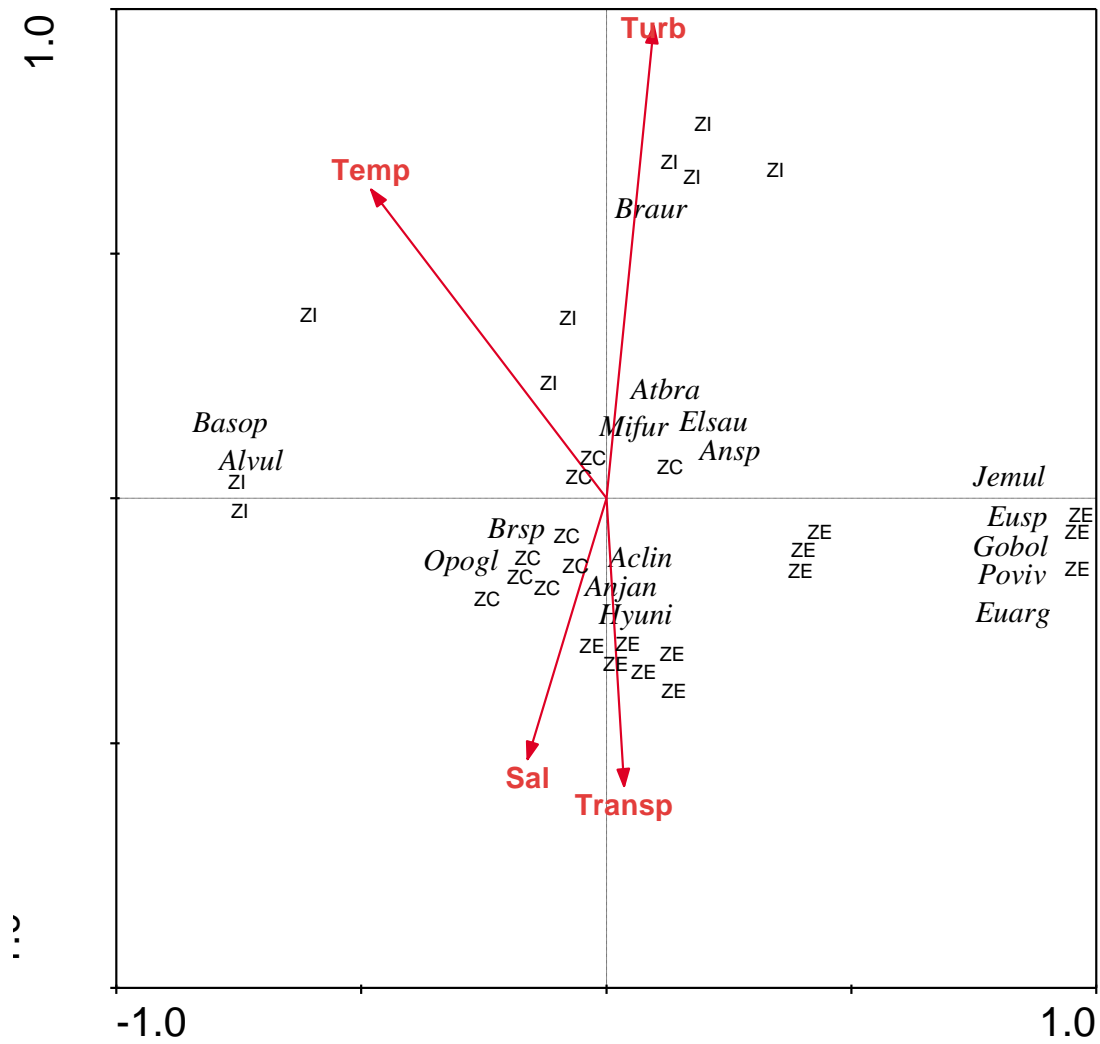


Figura 18. Diagrama de ordenação da análise de correspondência canônica sobre a abundância de espécies dominantes em função das variáveis ambientais na laguna de Araurama durante o Inverno. Espécies: Aclin – *Achirus lineatus*; Alvul – *Albula vulpes*; Anjan – *Anchoa januaria*; Ansp – *Anchoa* sp.; Atbra – *Atherinella brasiliensis*; Basop – *Bathygobius soporator*; Braur – *Brevoortia aurea*; Brsp – *Brevoortia* sp.; Elsau – *Elops saurus*; Euarg – *Eucinostomus argenteus*; Eusp – *Eucinostomus* sp.; Gobol – *Gobionelus boleossoma*; Jemul – *Jenynsia multidentata*; Mifur – *Micropogonias furnieri*; Opogl – *Ophistonema oglinum*; Poviv – *Poecilia vivipara*.

5. DISCUSSÃO

As assembleias de peixes jovens das diferentes lagunas estudadas indicaram que a laguna hipersalina de Araruama tem a estrutura da assembleia de peixes significativamente diferente das assembleias das lagunas de Maricá e Saquarema. Os valores de $R < 0,25$ de ANOSIM, para comparações de lagunas como os casos de Maricá \times Saquarema no Verão e Inverno representam grupos que não podem ser distinguidos, enquanto comparações destas duas lagunas com Araruama ($0,25 < R < 0,4$) indicam que as assembleias apresentam algum nível de separação, mas os grupos de peixes ainda são fortemente sobrepostos (CLARKE & GORLEY, 2006).

A condição de concentração (hipersalinidade) em Araruama (33-51) comparada com a condição de diluição de Maricá (8-30) e Saquarema (23-36) pode ter sido o fator que mais influenciou na diferenciação das assembleias de peixes, com apenas poucas espécies dominantes em cada laguna. Boa parte da fauna dominante das lagunas de Maricá e Saquarema se sobrepõe (todas as espécies dominantes de Saquarema, são dominantes em Maricá), enquanto em Araruama somente três das nove espécies dominantes foram também dominantes nas duas outras lagunas.

Nas lagunas de Maricá e Saquarema foi observado um gradiente de diluição de salinidade da ZE para ZI, enquanto em Araruama foi verificado hipersalinidade, principalmente em ZC e ZE. Os peixes marinhos, de acordo com WHITFIELD (1999) são mais tolerantes a condições de baixas salinidades (> 15), como as condições dominantes nas lagunas de Maricá e Saquarema, comparados às condições de hipersalinidade (> 50), como encontradas em Araruama. Por esse modelo, deveríamos esperar que a laguna de Araruama tivesse uma menor riqueza de espécies do que as demais, uma vez que sua ZE hipersalina limitaria a entrada da ictiofauna na laguna. No entanto, a riqueza em

Araruama (36 espécies) foi muito próxima da riqueza em Saquarema (34 espécies), o que pode ser explicado pela sua maior área. De acordo com a relação espécie-área (SCHOENER, 1976), áreas maiores tendem a ter maior riqueza de espécies por dispor de maior diversidade de habitats favorecendo, desta forma, a biodiversidade. Apesar de não ter sido encontrada diferença significativa na riqueza de espécies entre Araruama e Saquarema, esta última tem uma área de cerca 10 vezes menor que a primeira, o que parcialmente confirma a hipótese de maior riqueza de espécies em salinidades próximas da água do mar. A laguna de Saquarema também possui a menor amplitude de salinidade, o que torna o sistema mais estável e mais assemelhado com as condições marinhas do que as outras duas lagunas. A teoria de REMANE & SCHLIEPER (1971) afirma que a riqueza de espécies diminui com o decréscimo da salinidade em direção a parte superior dos estuários. Este mesmo padrão foi reportado por THIEL *et al* (1995) no estuário do rio Elba, Alemanha.

Comparando a riqueza de espécies encontradas nos sistemas lagunares fluminenses (28 em Maricá, 34 em Saquarema e 36 em Araruama) com outras lagunas encontramos uma riqueza relativamente baixa nestas lagunas fluminenses. A laguna hipersalina de Rio Lagartos foi reportada com uma riqueza de 81 espécies (VEGA-CENDEJAS & SANTILLANA, 2004), e as lagunas diluídas de Celestún e Terminos tiveram a riqueza de 56 e 106 espécies respectivamente (SOSA-LÓPEZ, *et al*, 2005; ARCEO-CARRANZA *et al*, 2010). Outras lagunas também foram registradas com riquezas relativamente maiores como o caso de Koycegiz na Turquia, onde AKIN *et al* (2005) reportaram 42 espécies, e em Carretas-Pereyra no México onde VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ *et al.*(2008) reportaram 40 espécies. Deve-se ressaltar que comparações de riqueza são dependentes da intensidade de esforço realizado em cada ambiente, e apenas sevem como informações básicas, tendo pouca validade para estudos comparativos.

Embora Araruama e Saquarema tenham as maiores riquezas de espécies, as maiores abundâncias e biomassas de peixes foram encontradas em Maricá que recebe maior aporte de água doce do que as demais, haja vista suas condições de diluição. Esse fenômeno além de tornar a amplitude de salinidade maior, tornando-a a mais estuarina de todas, faz com que um grande aporte de energia vinda do continente fique “armadilhada” no sedimento do sistema (MIRANDA *et al*, 2002). Adicionalmente, este padrão de maior abundância corrobora a expectativa de que áreas estuarinas são ricas em nutrientes que servem direta ou indiretamente de alimento para espécies de peixes adaptadas a se desenvolver nestes ambientes, atingindo grandes abundâncias (ELLIOT & MCLUSKY, 2002S; ELLESLAGH & AMARA, 2008). Os resultados encontrados na laguna Carretas-Pereyra no México corroboram com a teoria de que os estuários e lagunas diluídas suportam uma baixa diversidade de espécies e uma elevada abundância de espécies dominantes, uma vez que esta laguna é dominada por apenas quatro espécies que representaram 50% do total de peixes (VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ *et al*, 2008). O estresse ambiental comum em ambientes com amplas variações de salinidade, como em estuários, é um fator limitante para a distribuição de espécies, porém somente algumas espécies estuarinas são aptas a tolerar amplas variações de condições abióticas (SELLESLAGH & AMARA, 2008). Dessa forma, determinadas espécies tiram proveito destes ambientes conhecidos como áreas de criação passando parte do seu ciclo de vida dentro de laguna e estuários (DAY *et al*, 1989; ARAÚJO, 1992; ROBERTSON & BLABER, 1992; ARAÚJO *et al*, 1998).

Sete espécies foram exclusivas da laguna de Araruama, não ocorrendo em Maricá e Saquarema (*A. vulpes*, *O. oglinum*, *P. cromis*, *S. brasiliensis*, *M. litoralis*, *E. brasilianus* e *P. saltatrix*). Estas espécies tiveram tamanho de populações limitadas indicadas pelas baixas abundâncias relativas. Destas, somente *O. oglinum* e *A. vulpes*

tiveram abundância relativa superior a 1%. A fauna desta laguna foi composta predominantemente de peixes que parecem ser adaptados ao ambiente hipersalino, como *B. aurea* que são dominantes na laguna nas duas estações do ano examinadas. Três espécies (*A. januaria*, *A. brasiliensis* e *B. aurea*) constituíram 79,5% do número de indivíduos da laguna, o que também se aproximou da situação de Rio Lagartos, onde apenas três espécies constituíram em 64,4% da abundância (VEGA-CENDEJAS & SANTILLANA, 2004). Em Maricá, quatro espécies (*A. januaria*, *A. brasiliensis*, *P. vivipara* e *J. multidentata*) representaram 81% da abundância da laguna e em Saquarema cinco espécies (*A. januaria*, *Anchoa* sp., *A. brasiliensis*, *Mugil* sp., e *E. argenteus*) representaram 89% da abundância relativa da laguna.

Um gradiente de ambiental de salinidade entre a ZI e a ZE foi encontrado para praticamente todas as lagunas nos dois períodos do ano, com exceção do Inverno de Araruama. No entanto, estas mudanças do gradiente salino parecem influenciar apenas parcialmente a estrutura das assembleias de peixes. O gradiente de salinidade foi mais conspícuo na Laguna de Maricá no Inverno entre a ZI (média de 9,8) e na ZE (média de 25), uma provável indicação do maior aporte de água doce. A assembleia de peixes diferiu entre as três zonas, com o maior número de espécies na ZE tanto no Verão quanto no Inverno, o que pode estar relacionado aos maiores valores de salinidade, temperatura e transparência. THIEL *et al.* (1995) relaciona a diminuição na riqueza de espécies estuarinas com a diminuição da salinidade e o aumento da abundância com o aumento da temperatura. Já, VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ *et al* (2008) relaciona a diminuição da riqueza de espécies com maiores transparências. Espécies como *E. argenteus*, *A. lineatus* e *M. curema* foram típicas da ZE, enquanto as maiores abundâncias e biomassas foram registradas no Verão para a ZC que teve grande contribuição das espécies *J. multidentata*, *P. vivipara* e *M. meeki*.

Oreochromis niloticus que é uma espécie introduzida, secundária de água doce (origem na água salgada) só ocorreu em locais de menor salinidade na laguna de Maricá, e é comumente encontrada em zonas oligo-mesohalinas de estuários e lagunas (AKIN, *et al.* 2005; NEVES *et al.*, 2011). Por se tratar de uma espécie não-nativa, um acompanhamento da flutuação das populações desta espécie se torna necessário, haja vista a potencialidade de alteração de estrutura de populações nativas que esta espécie pode acarretar.

A laguna de Saquarema não apresentou separação evidente entre zonas, pois os baixos valores de R ($<0,18$) demonstraram uma sobreposição dos grupos principalmente na estação de Inverno. Durante o Verão, a estrutura da assembleia de peixes na ZC foi levemente diferente da ZI (R 0,33) e ZE (0,34). O número de espécies não diferiu significativamente entre as zonas no Verão, porém foi maior no Inverno da ZC. A abundância não se diferenciou, enquanto a biomassa foi maior na ZE durante o Inverno. Em geral, a laguna de Saquarema apresenta maior estabilidade das variáveis ambientais estudadas, principalmente de salinidade e temperatura. Espécies como *E. argenteus* e *Mugil curema* foram representativas na ZE associadas principalmente a maiores valores de transparência. *Microgobius meeki*, *Anchoa* sp. e *Brevoortia* sp. foram associadas aos maiores valores de turbidez das zonas mais internas da laguna.

A laguna de Araruamatambém não apresentou separação evidente na estrutura das assembleias de peixes entre as zonas já que os valores de R foram baixos ($0,18 < R < 0,35$). A maior diferença foi encontrada entre as zonas mais distantes entre si, Interna e Externa. O número de espécies, abundância e biomassa também não foram diferentes entre as zonas, sugerindo que a laguna apesar de possuir um fator limitante para muitas espécies (hipersalinidade) é um ambiente estável e que a distribuição dos grupos pode estar relacionada a outras variáveis não medidas, como características do habitat e

relações interespecíficas. Algumas poucas espécies como *Brevoortia aurea*, *M. curema* e *J. multidentata* foram mais abundantes na ZI da laguna que possui maiores valores de turbidez.

Além da salinidade, outras variáveis ambientais, como a transparência e a turbidez influenciaram a distribuição das assembleias de peixes nas três lagunas estudadas. A transparência apresentou uma significativa explicação na distribuição das espécies dominantes em todas as lagunas, com maior intensidade em Maricá, onde foi a variável mais correlacionada com o eixo 1 da CCA. Todas as lagunas apresentaram maior transparência na ZE e menores nas zonas mais internas. Esta variável é influenciada pela maior entrada de material em suspensão através de rios e chuvas (MOREIRA-TURQ, 2000). O material proveniente do continente aumenta a concentração de nutrientes na água que por sua vez incrementa a produtividade, podendo acarretando a proliferação de algas (ALLEN & HORN, 1975). Diversas espécies de peixes se aproveitam dessa produtividade e utilizam os recursos alimentares disponíveis no ambiente durante a fase inicial de vida. Dessa forma a transparência pode ser relacionada à distribuição de espécies em ambientes estuarinos como encontrado por diversos autores (SOSA-LÓPEZ *et al*, 2007; VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ *et al*, 2008; VENDEL *et al*, 2010). Na laguna Terminos, México, foi encontrada uma relação negativa entre a transparência a riqueza de espécies (SOSA-LÓPEZ *et al*, 2007), assim como encontrado por VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ *et al* (2008) que relacionou a riqueza, abundância e diversidade de peixes inversamente proporcional a transparência no sistema lagunar de Carretas-Pereyra, México.

Os maiores valores de turbidez foram relacionados à ZI de todas as lagunas nas duas estações, com exceção de Maricá no período do verão. As relações entre as espécies dominantes foram melhor explicadas pela turbidez no Verão em Saquarema e

nas duas estações em Araruama. Mudanças no nível de turbidez, entretanto, são dependentes de fatores aleatórios e de curta duração, como direção e velocidade dos ventos, somados à baixa profundidade das lagunas. JOHNSTON *et al.* (2007) reportou que a turbidez por ser dependente de vários outros fatores, é uma variável difícil de ser explicada. A turbidez é considerada uma importante característica para a função de berçário de ambientes estuarinos (ROBERTSON & BLABER, 1992), devido a predação visual ser menos efetiva em menores níveis de luz (BLABER & BLABER, 1980), e possuir maior oferta de alimento favorecendo a sobrevivência de indivíduos jovens (WHITFIELD, 1999). Além disso, ela fornece orientação da entrada de peixes jovens que migram do mar para lagunas e estuários (BLABER, 1997).

Foi demonstrado neste estudo que as três lagunas da baixada litorânea do Rio de Janeiro desempenham um importante papel para peixes jovens, e que a salinidade é um fator discriminante no uso destas lagunas. Estas informações servem de base para futuras avaliações da condição ambiental deste sistema visando a conservação destes recursos, porém outros estudos devem ser incorporados nas análises, principalmente as influências do habitat físico na estrutura das assembleias de peixes.

6. CONCLUSÕES

1. A assembleia de peixes diferiu entre a laguna hipersalina de Araruama e as duas outras mais diluídas de Maricá e Saquarema, o que pode ser atribuído ao gradiente de salinidade, que faz com que espécies adaptadas à hipersalinidade como *Ophistonema oglinum* e *Albula vulpes* sejam exclusivas de Araruama (33-51) enquanto espécies adaptadas às condições estuarinas (7-34) como *Eucinostomus argenteus* e *Mugil curema* foram abundantes de Maricá e Saquarema. No entanto existe uma grande sobreposição da ictiofauna entre as três lagunas, o que torna estas diferenças pouco consistentes.
2. A maior riqueza de espécies foi encontrada na laguna hipersalina de Araruama (32), e em Saquarema (30), embora com esta última tenha uma área bem menor (cerca de 10 vezes), o que parcialmente confirma a hipótese de maior riqueza de espécies ocorrem em lagunas costeiras com salinidade próxima da água do mar. Por outro lado, maiores abundâncias e biomassas foram encontradas em Maricá, o que pode ser explicado pela condição “estuarina” deste sistema, onde o aporte de energia proveniente da drenagem continental é armadilhado no sistema.
3. As diferenças nas condições ambientais existentes entre as zonas das três lagunas não foi suficiente para determinar mudanças significativas na estrutura das assembleias de peixes, com exceção da Laguna de Maricá, que apresentou de caráter mais estuarino, uma provável indicação do maior aporte de água doce.
4. A salinidade, transparência e turbidez foram os fatores que mais influenciaram as assembleias de peixes, com diferentes graus de influência

dependendo da laguna, com Maricá tendo maior influência da transparência, enquanto a turbidez teve maior influência no verão em Saquarema e Araruama.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIN, S., BUHAN, E., WINEMILLER, K. O., & YILMAZ, H. 2005. Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoon–Estuary, Turkey: Spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 64: 671-684.
- ALLEN, L. G., & HORN, M. H. 1975. Abundance, diversity and seasonality of fishes in Colorado Lagoon, Alamitos Bay, California. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 3:371-380.
- ALMEIDA, G. M. & SILVA JUNIOR, G. C. 2007. Fatores hidrogeológicos no estudo da intrusão salina em aquíferos costeiros da região litorânea do município de Maricá - RJ. *Anu. Inst. Geocienc.* [online], 30 (2): 104-117.
- ARAÚJO, F.G. 1992. Temporal and spatial changes in the fish community structure in the upper and middle Thames Estuary. Tese de doutorado. King's College, 331 p.
- ARAÚJO, F. G., CRUZ-FILHO, A. G., AZEVEDO, M. C. C. & SANTOS, A. C. A. 1998. Structure of demersal fish community in the Sepetiba Bay, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, 58: 417-430.
- ATTRILL, M.J. 2002. A testable linear model for diversity trends in estuaries. *Journal of Animal Ecology*, 71: 262-269.
- ARCEO-CARRANZA, D., VEGA-CENDEJAS, M. E., LUIS, J., & MIRELLA, M. 2010. Influencia del hábitat en las asociaciones nictimerales de peces en una laguna costera tropical Influence of habitat type on diel fish associations in a tropical coastal lagoon, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81: 823-837.

- AZEVEDO, F.B.B. 2005. Modelagem da capacidade de suporte da laguna de Saquarema - RJ após uma abertura de conexão permanente com o mar. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 117 p.
- BARNES, R. S. K. 1980. Coastal lagoons. Cambridge: Cambridge University Press, 106 p.
- BECK, M. W., HECK JR., K. L., ABLE, K. W., CHILDERS, D. L., EGGLESTON, D. B., GILLANDERS, B. M., HALPERN, B., HAYS, C. G., HOSHINO, K., MINELLO, T. J., ORTH, R. J., SHERIDAN, P. F., WEINSTEIN, M. P. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BioScience*, 51: 633-641.
- BIRD, E. C. F. 1982. Changes on barriers and spits enclosing coastal lagoons. *Oceanologica Acta*, 45-3.
- BLABER, S.J.M. 1997. Fish and fisheries of tropical estuaries. Fish and Fisheries Series 22, Chapman & Hall, London, United Kingdom.
- BLABER, S. J. M. & BLABER, T. G. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *Journal of Fish Biology*, 17:143-162.
- BONFIM, C. S., VITELA, C. G. & GUEDES, D. C. 2010. Foraminíferos Bentônicos em Sedimentos de Fundo da Lagoa de Maricá, Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 33: 9-19.

- CLARKE, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117-143.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. 2006. *PRIMER v6*.Primer-E Ltd., Plymouth, UK.
- COLWELL, R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. *Ultimo acesso em Novembro de 2012*.
- CHITTARO, P. M., FINLEY, R. J. & LEVIN, P. S. 2009. Spatial and temporal patterns in the contribution of fish from their nursery habitats. *Oecologia*,160: 49-6.
- CRUZ, C.B.M., CARVALHO JÚNIOR, W., BARROS, R.S., ARGENTO, M.S.F. & MAYR, L.M. 1996. Impactos ambientais no sistema lagunar de Maricá. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*. INPE, 137-141.
- CRUZ, A.; SILVA JÚNIOR, G. C. & ALMEIDA, G.M. 2006. Modelagem hidrogeoquímica do aquífero freático da restinga de Piratininga, Niterói-RJ. *In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Curitiba. Anais*,1:1-19.
- DAY JR., J. W., HALL, C. A.S., KEMP, W. M., YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., 1989. *Estuarine Ecology*.Wiley, New York, 558 pp.
- DULVY, N. K., SADOVY, Y., REYNOLDS, J. D. 2003. Extinction vulnerability in marine populations.*Fish*, 4: 25-64.

ELLIOTT, M., HEMINGWAY, K.L. 2002. Fishes in Estuaries. Blackwell Science, Oxford, 352.

ELLIOTT, M., MCLUSKY, D.S., 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 55: 815-827.

ESTEVEVES, F.A. 1998. Lagoas Costeiras: Origem, Funcionamento e possibilidades de Manejo. *In: ESTEVEVES, F. A. ed. Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ)*. Rio de Janeiro, NUPEM, 63-87.

GOTELLI, N.J., COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4, 379-391.

HUGHES, J.E., DEEGAN, L.A., WYDA, J.C., WEAVER, M.J., WRIGHT, A. 2002. The effects of Eelgrass habitat loss on estuarine fish communities of southern New England. *Estuaries*, 25: 235-249.

KJERFVE, B. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. In Wolfe, D. (ed.), *Estuarine Variability*. Academic Press, New York, USA, 509: 63-81.

KJERFVE, B. 1994. Coastal lagoons processes. Edited by KJERFVE, B. Elsevier Oceanography Series, 60.

- KJERFVE, B., SCHETTINI, C.A.F., KNOPPERS, B., LESSA, G. & FERREIRA, H.O. 1996. Hydrology and Salt Balance in a Large, Hypersaline Coastal Lagoon: Lagoa de Araruama, Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 42: 701-725.
- KNOPPERS, B., CARMOUZE, J. P. & MOREIRA-TURCQ, P. F. 1999. Nutrient dynamics, metabolism and eutrophication of eight coastal lagoons of the state of Rio de Janeiro, Brazil. In Knoppers, B., E. Bidone & J. Abrão (eds), *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems of Eastern Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Brazil.
- KNOPPERS, B.; KJERFVE, B. & CARMOUZE, J.P. 1991. Trophic state and water turn-over time in six choked coastal lagoons in Brazil. *Biogeochemistry* 14:149-166.
- KENNISH, M. J. 2000. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation*, 29: 78-107.
- KENNISH, M. J. & PAERL, H. W. 2010. *Coastal Lagoons: Critical habitats of environmental change*. Boca Raton: CRC Press, 387 p.
- LEY, J. A., MCIVOR, C. C. & MONTANGUE, C. L. 1999. Fishes in mangrove prop-root habitats of northeastern Florida Bay: distinct assemblages across an estuarine gradient. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 48: 701-723.
- MIRANDA, L. B., CASTRO, B. M., KJERFVE, B. 2002. *Princípios de oceanografia física de estuários*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 210 p.

- MOREIRA-TURCQ, P. F. 2000. Impact of a low salinity year on the metabolism of a hypersaline coastal lagoon (Brazil), 429: 133-140.
- NEVES, L. M., TEIXEIRA, T. P., & ARAÚJO, F. G. 2011. Structure and dynamics of distinct fish assemblages in three reaches (upper, middle and lower) of an open tropical estuary in Brazil. *Marine Ecology*, 32: 115-131.
- PERRIN, P. 1999. Physiography and surface formations of the east Fluminense coast, state of Rio de Janeiro, Brazil. *In: KNOPPERS, B; BIDONE, E. & ABRÃO, J.J. (eds) Environmental Geochemistry of Coast Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brazil, 11-23.*
- REID, G.K. & WOOD, R.D. 1976. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*, second ed. D. Van Nostrand Company, New York.
- REMANE, A. & SCHLIEPER, C. 1971. *Biology of brackish water*. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.
- ROBERTSON, A. I. & BLABER, S. J. M. 1992. Plankton epibenthos and fish communities. *In Tropical Mangrove Ecosystems (Robertson, A. I. & Alongi, D., eds). Springer-Verlag, New York, pp. 173-224.*
- SCHOENER, T. W. 1976. The species–area relation within archipelagos: models and evidence from island land birds. *Proceedings of the International Ornithological Congress 16: 628-642.*

- SELLESLAGH, J., AMARA, R., 2008. Environmental factors structuring fish composition and assemblages in a small macrotidal estuary (eastern English Channel). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 79: 507-517.
- SEMADS. 2001. Ambiente das Águas no Estado do Rio de Janeiro. Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, Projeto PLANÁGUA-SEMADS/GTZ, Rio de Janeiro.
- SMITH E., & VAN BELLE G. 1984. "Nonparametric Estimation of Species Richness." *Biometrics*, 40: 119-129.
- SNEATH, P. H. A. & SOKAL, R. R. 1973. *Numerical Taxonomy*. Freeman, San Francisco. 573 p.
- SOSA-LÓPEZ, A., MOUILLOT, D., DO CHI, T. & RAMOS-MIRANDA, J. 2005. Ecological indicators based on fish biomass distribution along trophic levels: an application to the Terminos Coastal lagoon. *ICES Journal of Marine Science*, 62: 353-358.
- SOSA-LÓPEZ, A., MOUILLOT, D., RAMOS-MIRANDA, J., FLORES-HERNANDEZ, D., & CHI, T. DO. 2007. Fish species richness decreases with salinity in tropical coastal lagoons. *Journal of Biogeography*, 34: 52-61.
- THIEL, R., SEPÚLVEDA, A., KAFEMANN, R. & NELLEN, W. 1995. Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe Estuary. *Journal of fish biology*, 46: 47-69.
- TURCQ, B; MARTIN, J; FLEXOR, J.M; SUGUIO, K; PIERRE, C & TASAYACO-ORTEGA, L. 1999. Origin and evolution of the Quaternary coastal Plain between Guaratiba and Cabo Frio, state of Rio de Janeiro, Brazil. In: KNOPPERS, B; BIDONE, E & ABRÃO,

- J.J. (eds) Environmental Geochemistry of Coast Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brazil, 25-46.
- VANDERKLIFT, M. A., JACOBY, C.A. 2003. Patterns in fish assemblages 25 years after major seagrass loss. Marine Ecology Progress Series, 247: 225-235.
- VEGA-CENDEJAS, M. E., SANTILLANA, M.H., 2004. Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Rio Lagartos, Yucatan, Mexico. Estuarine, Coastal and Shelf Sciences 60: 285-294.
- VENDEL, A. L., BOUCHEREAU, J., & CHAVES, P. D. T. 2010. Environmental and Subtidal Fish Assemblage Relationships in Two Different Brazilian Coastal Estuaries. Assemblage, 53: 1393-1406.
- VELÁZQUEZ-VELÁZQUEZ, E., VEGA-CENDEJAS, M. E., & NAVARRO-ALBERTO, J. 2008. Spatial and temporal variation of fish assemblages in a coastal lagoon of the Biosphere Reserve La Encrucijada, Chiapas, Mexico. Revista de biología tropical, 56: 557-74.
- WHITFIELD, A.K., 1999. Ichthyofaunal assemblages in estuaries: a South African case study. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 9: 151-186.
- WHITFIELD, A.K., ELLIOTT, M. 2002. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. Journal of Fish Biology, 61: 229-250.
- ZAR, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. New Jersey: Prentice-Hall.