

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

**DISSERTAÇÃO**

**Aspectos da Estrutura Populacional da *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba e Diferenciação Morfológica entre Duas Localidades da Costa Sudeste-Sul do Brasil**

**Joaquim Neto de Sousa Santos**

**2006**



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

**ASPECTOS DA ESTRUTURA POPULACIONAL DA *Anchoa januaria*  
(Actinopterygii, Engraulidae) NA BAÍA DE SEPETIBA E  
DIFERENCIAÇÃO MORFOLÓGICA ENTRE DUAS LOCALIDADES  
DA COSTA SUDESTE-SUL DO BRASIL**

**JOAQUIM NETO DE SOUSA SANTOS**

*Sob a orientação do Professor*

**Francisco Gerson Araújo**

Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UFRRJ, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências** em Biologia Animal.

Seropédica, RJ  
Fevereiro de 2006

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

**JOAQUIM NETO DE SOUSA SANTOS**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, área de concentração em Ecologia de Peixes, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências – Biologia Animal.**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 22 / 02 / 2006

---

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

---

Paulo Andreas Backup (Ph D) - UFRJ

---

Cassiano Monteiro Neto (Ph D) - UFF

## AGRADECIMENTOS

Em especial ao meu orientador Francisco Gerson Araújo e ao meu amigo Marcio de Araújo Silva, os meus sinceros agradecimentos, não só pela orientação acadêmica mais também, pela amizade e por todo incentivo concedido. Os quais foram decisivos para o termino do presente trabalho.

Aos meus pais, Emílio e minha querida mamãe Valcedina (em memória). Aos meus 11 irmãos: Dãozinho, Nice, Gilsão, Gilda, Carlúcio, Rosires, Laeste, Cosme, Damião, Betim, Juliana e Ana Carolina, que tanto contribuíram para minha formação humanística e pelo meu caráter.

A minha querida namorada Rosilene, pela paciência e ajuda nas anotações dos dados morfométricos e a sua família Rosária, Rosilaine e Rosiane (pelas descontrações, sinceridade e conselhos preciosos) que me acolheram nos finais de semana em sua residência. As quais me proporcionam muita felicidade.

Aos meus amigos Ruan, André Pessanha, Antônio Gomes Filho, Ana Paula, Márcia e Benjamin que participaram efetivamente durante a elaboração deste trabalho, seja pelo incentivo ou na elaboração de mapas e figuras.

A minha amiga Anaflopes pela boa vontade e capacidade de realizar excelentes desenhos de *Cetengraulis edentulus*, que ficou fora da dissertação.

Aos colegas e amigos do laboratório, Bianca, Iracema, Silvana, Renata “Mendes”, Renata, Teani, Richard, Cláudio, Amilton, Léo, Tatiane, Gizele, Aline, Eduardo, Vinicius, André Santista, Marcos, Raquel, Vagner e Fernanda, Deca e Paulo pelas brincadeiras que me fizeram esquecer as coisas chatas da vida.

A José Lima Figueiredo do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), pela boa vontade no empréstimo dos espécimes do presente estudo, referente aqueles do Paraná.

A CAPES pelo fornecimento da bolsa durante os dois anos de mestrado.

À Deus, por ter dado-me saúde para concluir esta etapa tão importante da minha vida.

## RESUMO GERAL

SANTOS, Joaquim Neto de Sousa. **Aspectos da Estrutura Populacional da *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba e Diferenciação Morfológica entre Duas Localidades da Costa Sudeste-Sul do Brasil**. Seropédica: UFRRJ, 2006. 65 p. (Dissertação, Mestrado em Biologia, Biologia Animal).

Foi descrita a proporção sexual de *Anchoa januaria* (Steindachner 1879) na baía de Sepetiba, visando testar a hipótese de que o dimorfismo sexual ocorre devido aos diferentes papéis reprodutivos dos sexos, apresentando variações espaço-temporal ao longo do desenvolvimento dos indivíduos. Também foi testado se ocorrem variações morfo-merísticas na espécie em duas áreas da costa Sudeste-Sul do Brasil, devido a um eventual isolamento, favorecido pelo comportamento do grupo. Foram utilizados peixes coletados na baía de Sepetiba, entre setembro de 1998 e agosto de 1999, bem como examinada coleção ictiológica do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, para tomada de informações sobre os peixes da costa Paraná (baía de Paranaguá e rio Itiberê). A estrutura da população de *A. januaria* apresentou-se estratificada, com somente os adultos (CT= 60-80 mm) ocorrendo na parte baixa de rios, provavelmente uma área de desova da espécie, e jovens e adultos (CT=32-80 mm), utilizando as praias como área de criação. Fêmeas atingiram maior tamanho que machos, associado ao maior comprimento do intestino, o que pode possibilitar maior acúmulo de energia para investimento reprodutivo. A proporção sexual dos “cardumes de desova” é bem balanceado (1 fêmea : 1,02 machos) nos rios, e com maioria de fêmeas nas praias (1,63 fêmeas : 1 machos). Estudos morfométricos comparativos entre os espécimes do Rio de Janeiro (C.S.F. e b.S) e do Paraná (r. Itiberê e b. P.) indicaram heterogeneidade nas estruturas corporais, com maior integração para os indivíduos do Paraná, cuja população é mais homogênea, sugerindo que estes últimos encontram-se em um ambiente mais estável para seu desenvolvimento. Dois grupos morfológicos foram detectados, apontando para uma possível separação de populações. Tais diferenças podem estar ligadas ao pouco contato genético entre os espécimes das duas localidades, que pode ser favorecido pelo comportamento reprodutivo e a baixa tolerância a altas salinidades desta espécie.

**Palavras chave:** estrutura de tamanho, dimorfismo sexual, morfologia, Engraulidae.

## GENERAL ABSTRACT

SANTOS, Joaquim Neto de Sousa. **Aspects of the population structure of the anchovy *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) in the Sepetiba Bay and morphological differentiation between two locals in the Southeastern-South coast of Brazil.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 65 p. (Dissertação, Mestrado em Biologia, Biologia Animal).

Sex ratio of *Anchoa januaria* (Steindachner 1879) was described in the Sepetiba bay. The aim was to test the hypothesis that sexual dimorphism occur due to different reproductive roles, and that there is spatial and temporal changes along the individual development. Additionally we search for morpho-meristics variation in the species between two areas along the Southeastern-South Brazilian coast due to eventual isolation that could be favored by the group behavior. We collected fishes from the Sepetiba bay, between september 1998 and august 1999, and examined fishes from Paraná coast deposited in the Museu de Zoologia from University of São Paulo. A stratified structure of *A. januaria* population was detected, with the lower river reaches showing adults (CT=60-80 mm) only, while juveniles and adults (CT=32-80 mm) occurred in the beach which are used as rearing grounds. Females reach larger size than males, and it is associated to larger intestine length, which enable accumulate a larger amount of energy to the reproductive process. Sex ratio of the “spawning schools” is well balanced (1 female : 1.02 male) in the river sites, and females biased in the beaches (1.63 female : 1 male ). Comparative morphometric studies between specimens from Rio de Janeiro (C.S.F e b.S), and Paraná (r. I e b.P) indicate heterogeneity in corporal structure, with higher integration for Paraná individuals, which population is more homogenous, suggesting that individuals are using a more stable environment for its development. Two distinct groups were detected suggesting a possible populations segregation. Such differences could be linked to absence of genetic interchanges between the species from the two locals, favored by reproductive behavior and low tolerance to salinity of this species.

**Key word:** size structure, sexual dimorphism, morphology, Engraulidae

# ÍNDICE DE TABELAS

Págs

<b>Capítulo I -</b>	Estrutura de Tamanho e Proporção Sexual da Manjuba <i>Anchoa januaria</i> (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba,RJ.	
Tabela I -	Valores da estrutura de tamanho(CT) de A.januaria por local amostrado.....	7
Tabela II -	Teste X2 para comparações da proporção sexual por classes de tamanho de A. <i>januaria</i> na Baía de Sepetiba. Fe: Frequência esperada; CT: comprimento total; n: número de indivíduos.....	8
Tabela III -	Valores do comprimento do intestino de machos e fêmeas de A. <i>januaria</i> por classe de comprimento total (CT).....	9
Tabela IV -	Teste X2 para comparações da proporção sexual por local de coleta de A. <i>januaria</i> na Baía de Sepetiba. Fe: Frequência esperada; CT: comprimento total; n: número de indivíduos.....	10
Tabela V -	Teste X2 para comparações da proporção sexual por mês de amostragem de A. <i>januaria</i> na Baía de Sepetiba. Fe: Frequência esperada.....	11
Tabela VI -	Teste X2 para comparações da proporção sexual por mês de amostragem de A. <i>januaria</i> nos rios. Fe: Frequência esperada.....	12
<b>Capítulo II -</b>	Diferenciação Morfológica de <i>Anchoa januaria</i> (Actinopterygii, Engraulidae) entre Duas Localidades da Costa Sudeste-Sul do Brasil.	
Tabela I -	Áreas amostradas e características das amostras de A. <i>januaria</i> .....	22
Tabela II -	Variações no número de caracteres merísticos de A <i>januaria</i> entre Paraná (baía de Paranaguá e rio Itiberê) e do Rio de Janeiro (baía de Sepetiba e Canal do rio São Francisco).....	25
Tabela III -	Teste t-Student para comparação de médias dos raios da nadadeira peitoral, dorsal e anal de A. <i>januaria</i> . SD= desvio padrão. N = Número de indivíduos; gl = graus de liberdade.....	25
Tabela IV -	Resultados da MANOVA para comparação dos caracteres morfométricos de A. <i>januaria</i> entre as quatro subáreas estudadas (Rio de Janeiro vs Paraná).....	31
Tabela V -	Valores de P do teste de Bonferroni para comparação da altura da cabeça de A. <i>januaria</i> entre as quatro subáreas.....	32
Tabela VI -	Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do comprimento da cabeça de A. <i>januaria</i> entre as quatro subáreas.....	33
Tabela VII -	Valores de P do teste de Bonferroni para comparação da altura do corpo de A. <i>januaria</i> entre as quatro subáreas.....	34
Tabela VIII-	Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do comprimento da maxila de A. <i>januaria</i> entre as quatro subáreas.....	35
Tabela IX -	Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do diâmetro do olho de A. <i>januaria</i> entre as quatro subáreas.....	36

Tabela XI- Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do comprimento da nadadeira peitoral de <i>A. januaria</i> entre as quatro subáreas.....	37
Tabela XII - Pesos e contribuições relativas de cada variável da análise de componentes principais sobre os caracteres morfométricos de <i>A. januaria</i> .....	40
Tabela XIII Eixos canônicos com as variáveis que explicaram a discriminação dos espécimes de <i>A. januaria</i> .....	42
Tabela XIV Número de espécimes de <i>A. januaria</i> corretamente classificados de acordo com cada localidade.....	43
<b>Capítulo I -</b> Estrutura de Tamanho e Proporção Sexual da Manjuba <i>Anchoa januaria</i> (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba,RJ.	
Figura 1 - Figura 1- Área de estudo, locais amostrados: Pedra de Guaratiba (B1), Sepetiba (B2), Coroa Grande (B3), Muriqui (B4), Canal de São Francisco (R1) e rio da Guarda (R2).....	5
Figura 2 - Representação do comprimento médio de <i>A. januaria</i> por local de amostragem: Praias arenosas: Pedra de Guaratiba (B1), Sepetiba (B2), Coroa Grande (B3) e Muriqui (B4); Rios: Canal do rio São Francisco (R1) e Rio da Guarda (R2).....	7
Figura 3 - Estrutura sexual da população de <i>A. januaria</i> durante um ciclo anual de amostragem.....	8
Figura 4 - Representação gráfica da correlação linear entre o comprimento do intestino versus comprimento total dos espécimes para machos e fêmeas de <i>A. januaria</i> ....	9
Figura 5 - Representação gráfica dos valores médios do comprimento total do intestino de machos e fêmeas por classe de comprimento total de <i>A. januaria</i> .....	10
Figura 6 - Estrutura sexual de <i>A. januaria</i> por local amostrado, Pedra de Guaratiba (B1), Sepetiba (B2), Coroa Grande (B3), Muriqui (B4), Canal do rio São Francisco (R1) e rio da Guarda (R2).....	11
Figura 7 - Variações mensais de machos e fêmeas de <i>A.januaria</i> , nas praias da baía de Sepetiba.....	12
Figura 8 - Proporção sexual de machos e fêmeas de <i>A.januaria</i> , nos rios.....	13
<b>Capítulo II -</b> Diferenciação Morfológica de <i>Anchoa januaria</i> (Actinopterygii, Engraulidae) entre Duas Localidades da Costa Sudeste-Sul do Brasil	



Figura 1 -	Área de estudo: 1= Canal do rio São Francisco, 2 = baía de Sepetiba, 3 = rio Itiberê, 4 = baía de Paranaguá e CEPR = Complexo Estuárino do Paranaguá....	21
Figura 2 -	Quatorze medidas morfométricas utilizadas no presente estudo de <i>A. januaria</i> .....	23
Figura 3 -	Regressão linear da altura do corpo sobre o comprimento padrão de <i>A. januaria</i> .	26
Figura 4 -	Regressão linear da altura da cabeça sobre a altura do corpo de <i>A. januaria</i> .....	26
Figura 5 -	Regressão linear do comprimento da cabeça sobre o comprimento padrão de <i>A. januaria</i> .....	27
Figura 6 -	Regressão linear do comprimento da maxila sobre o comprimento da cabeça de <i>A. januaria</i> .....	28
Figura 7 -	Regressão linear do comprimento da boca sobre o comprimento da cabeça de <i>A. januaria</i> .....	28
Figura 8 -	Regressão linear do diâmetro do olho sobre o comprimento da cabeça de <i>A. januaria</i> .....	29
Figura 9 -	Regressão linear do comprimento da nadadeira peitoral sobre o comprimento padrão de <i>A. januaria</i> .....	30
Figura 10 -	Figura 10-Regressão linear da altura do pedúnculo caudal sobre altura do corpo de <i>A. januaria</i> .....	30
Figura 11 -	Média e erro padrão (barras verticais) da altura da cabeça de <i>A. januaria</i> , após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas subáreas.....	32
Figura 12 -	Média e erro padrão (barras verticais) do comprimento da cabeça de <i>A. januaria</i> , após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas subáreas.....	33
Figura 13 -	Média e erro padrão (barras verticais) da altura do corpo de <i>A. januaria</i> , após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas.....	34
Figura 14 -	Média e erro padrão (barras verticais) do comprimento da maxila de <i>A. januaria</i> , após transformação de Aitchinson dos dados log-transfo, nas quatro subárea....	35
Figura 15 -	Média e erro padrão (barras verticais) do diâmetro do olho de <i>A. januaria</i> , após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas...	36
Figura 16 -	Média e erro padrão (barras verticais) do comprimento da nadadeira peitoral de <i>A. januaria</i> , após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas.....	37
Figura 17 -	Distribuição dos valores próprios, com percentagens da variância para cada autovalor da ACP das quatorze variáveis morfométricas de <i>A. januaria</i> .....	38
Figura 18 -	Análise dos componentes principais em relação aos dados morfométricos independentes do tamanho para as quatro subáreas: 1 – Canal do rio São Francisco, 2- baía de Sepetiba, 3- rio Itiberê e 4- baía de Paranaguá.....	39
Figura 19 -	Projeção das quatorze variáveis morfométricas de <i>A. januaria</i> no espaço das componentes principais I e II.....	41
Figura 20 -	Gráfico de dispersão dos escores individuais das amostras combinadas de <i>A. januaria</i> do Canal do rio São Francisco (quadrados escuros), baía de Sepetiba (quadros claros), rio Itiberê (triângulos escuros) e baía de Paranaguá (triângulos claros).....	42

## SUMÁRIO

Páginas

1- INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	2
CAPÍTULO I Estrutura de Tamanho e Proporção Sexual da Manjuba <i>Anchoa januaria</i> (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba	
3- INTRODUÇÃO.....	3
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	4
4.1- Área de Estudo.....	4
4.2- Programa de Amostragem e Análise dos Dados.....	5
5- RESULTADOS.....	6
5.1- Estrutura de Tamanho.....	6
5.2- Dimorfismo Sexual.....	8
5.3- Variação Espacial na Proporção Sexual.....	10
5.3- Variação Temporal na Proporção Sexual.....	11
6- DISCUSSÃO.....	13
7- CONCLUSÃO.....	15
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
CAPÍTULO II Diferenciação Morfológica de <i>Anchoa januaria</i> (Actinopterygii, Engraulidae) entre Duas Localidades da Costa Sudeste-Sul do Brasil	
9- INTRODUÇÃO.....	18
10- MATERIAL E MÉTODOS.....	19
10.1- Área de Estudo.....	19
10.2- Procedência dos Espécimes.....	22
10.3- Coleta de Dados Morfométricos e Merísticos.....	22
10.4- Análise dos Dados.....	23
11- RESULTADOS.....	24
11.1- Caracterização Merística.....	24
11.2- Caracterização Morfométrica Sobre os Dados Brutos.....	26
11.3- Caracteres Morfométricos Independentes do Tamanho.....	31
11.3- Análise Multivariada: Análise de Componentes Principais (ACP).....	37
11.4- Análise Discriminante.....	41
12- DISCUSSÃO.....	43
13- CONCLUSÕES.....	46
14- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
15- DISCUSSÃO GERAL.....	51
16- CONCLUSÃO GERAL.....	52
17- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

## 1- INTRODUÇÃO GERAL

Os peixes da família Engraulidae, vulgarmente conhecidos como “manjubas”, apresentam ampla distribuição geográfica, sendo encontrados predominantemente em águas tropicais e subtropicais das Américas (MCGOWAN & BERRY 1983). Destaca-se por sua grande abundância em regiões costeiras semi-abertas que funcionam como áreas de desenvolvimento e criação nas primeiras fases do ciclo de vida. Do ponto de vista ecológico são relevantes, pois desempenham importante papel na cadeia alimentar dos oceanos, servindo de alimento para muitas espécies de peixes e aves marinhas (HILDEBRAND 1963), sendo um dos principais contribuintes do fluxo de energia ao longo da cadeia alimentar, visto que são os maiores consumidores de zooplâncton entre os peixes (BAIRD & ULANOWICZ 1989).

A similaridade entre as espécies, e a variabilidade de importantes caracteres taxionômicos, torna difícil a sua identificação, até mesmo para os ictiólogos. Esta dificuldade é maior ainda nas formas jovens que não podem ser identificadas pelos mesmos caracteres utilizados nas formas adultas, devido às modificações que os peixes sofrem durante o seu desenvolvimento (BERRY 1971).

A grande abundância desses organismos em ambientes costeiros faz com que adotem estratégias reprodutivas e comportamentais para coexistirem. Por exemplo, uma segregação espacial entre as espécies mais abundantes já foi detectada por SILVA & ARAÚJO (2000) na baía de Sepetiba, com *Anchoa tricolor* (Agassiz 1829) sendo mais abundante na zona externa da baía (Muriqui e Itacuruça) e de maior influência do mar aberto (maior salinidade e menor temperatura), enquanto *Anchoa januaria* (Steindachner 1879) é mais abundante na zona interna (Sepetiba e Pedra de Guaratiba) e de maior influência dos contribuintes de drenagem continental (menor salinidade e maior temperatura).

Algumas espécies apresentam ampla dispersão de seus ovos e larvas como, por exemplo, *A. tricolor*, que desova em mar aberto, ficando os ovos e larvas a deriva das correntes marinhas. Outras são mais restritas a áreas costeiras como baías e embocaduras de rios, exemplo, *A. januaria* que sobem os rios para desovarem, com os juvenis sendo recrutados para os estuários e praias próximas (SILVA & ARAÚJO 2000). *A. januaria* ocorre no Atlântico Ocidental da Venezuela a Santa Catarina e, segundo CERVIGON (1969), o seu comportamento reprodutivo, pode contribuir para o isolamento dos espécimes em suas diferentes áreas de ocorrências e, conseqüentemente o fluxo gênico pode ser restringido ou interrompido, tendendo a formar populações isoladas. E como cada ambiente tem suas particularidades, ela deve se adaptar aos diferentes condicionantes ambientais (bióticas e abióticas para ter sucesso). Dentre estas adaptações existe a mudança de forma ou de suas estruturas corporais.

Este trabalho visa investigar aspectos da estrutura da população de *A. januaria*, na baía de Sepetiba, abordando proporção sexual, dimorfismo sexual, ligado ao crescimento dos sexos e comportamento reprodutivo. Adicionalmente comparamos a morfologia dos espécimes do Rio de Janeiro (Canal do rio São Francisco e baía de Sepetiba) com aqueles do Paraná (rio Itiberê e baía de Paranaguá).

Este trabalho foi dividido em dois capítulos:

O primeiro Capítulo objetivou descrever a estrutura da população de *A. januaria* na baía de Sepetiba para testar a hipótese dos diferentes papéis reprodutivos dos sexos estarem associados com o dimorfismo sexual e com a estrutura de tamanho.

As perguntas a serem respondidas são: 1) Existe segregação sexual durante parte do ciclo de vida desta espécie? 2) Esta segregação é causada pelo comportamento reprodutivo? Existem diferenças morfológicas associadas a um eventual crescimento diferenciado entre os sexos?

O segundo Capítulo objetivou comparar os espécimes em duas localidades (Rio de Janeiro e Paraná) para testar a hipótese de variações geográficas dos caracteres morfológicos.

As perguntas a serem respondidas são: 1) A população de *A. januaria* apresenta heterogeneidade nos caracteres morfométricos e merísticos nas áreas estudadas? 2) Qual ambiente favorece maior desenvolvimento das estruturas corporais? 3) Os dois ambientes condicionam diferentes níveis de integração? É possível discriminar populações na costa sudeste-sul do Brasil?

## 2- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIRD, D. & ULANOWICZ, R.E. 1989. The seasonal dynamics of the Chesapeake Bay. *Ecol. Monogr.*59: 329-364

CERVIGÓN, F. 1969. Lãs espécies de los gêneros *Anchovia* y *Anchoa* (Pisces: Engraulidae) de Venezuela y areas adyacentes del mar caribe y atlántico hasta. *Fund. La Salle de Cie. Nat.* 193-251.

HILDEBRAND, S.F.1963. Family Engraulidae. In Fishes of the Western North Atlantic. Mem. Sears. Fdn *Mar. Res.*, New Haven, 1 (3): 152-249

SILVA, M.A. & F.G. ARAÚJO. 2000. Distribution and relative abundance of anchovies (Clupeiformes-Engraulidae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Paraná, 43 (4): 379-385.

## **CAPITULO I**

# **ESTRUTURA DE TAMANHO E PROPORÇÃO SEXUAL DA MANJUBA *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) NA BAÍA DE SEPETIBA, RJ**

## RESUMO

SANTOS, Joaquim Neto de Sousa. **Estrutura de Tamanho e Proporção Sexual da Manjuba *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) na Baía de Sepetiba.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 65 p. (Dissertação, Mestrado em Biologia, Biologia Animal).

Foi descrita a proporção sexual de *Anchoa januaria* (Steindachner 1879) uma das espécies de Engraulidae mais abundante na baía de Sepetiba, testando a hipótese que o dimorfismo sexual ocorre devido aos diferentes papéis reprodutivos. Os indivíduos foram capturados durante um programa de amostragem realizado entre setembro de 1998 e agosto de 1999, com rede de arrasto em seis *sites*: quatro praias arenosas e dois rios. A estrutura da população dos rios foi composta somente de indivíduos adultos, variando de 60-80 mm de comprimento total (CT), já nas praias foi composta de juvenis e adultos, variando de 32-80 mm de comprimento total. As fêmeas apresentaram maior abundância nas classes acima de 67 mm (CT) com maior intestino em todas as classes de tamanho ( $t$ -test = 16.49:  $P < 0.01$ ). O maior tamanho das fêmeas é provavelmente devido ao maior intestino que, conseqüentemente apresenta maior área de absorção de nutrientes, a qual proporciona maior taxa de crescimento. O maior intestino das fêmeas pode ser um fator seletivo para maior produção de óvulos, otimizando o sucesso reprodutivo da espécie. A predição de alto investimento energético foi confirmado para *A. januaria* na baía de Sepetiba, com a população formando provavelmente “cardumes de desova” bem balanceado nos rios durante a reprodução, e cardumes com maior abundância de fêmeas nas praias da baía.

**Palavras chave:** comportamento reprodutivo, dimorfismo sexual, manjubas, Brasil.

## ABSTRACT

SANTOS, Joaquim Neto de Sousa. **Size structure and sex ratio of the anchovy *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) in bay Sepetiba, Brazil.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 65 p. (Dissertação, Mestrado em Biologia, Biologia Animal).

Sex ratio for a very abundant anchovy (*Anchoa januaria* Steindachner, 1879) was described in a tropical bay in southeastern Brazil, aiming to test the hypothesis that sexual dimorphism occur due to differentiated reproductive roles and fish behavior. A fishing sampling programme was carried out between september 1998 and august 1999, using beach seines at six sites: four sandy beaches and two lower rivers reaches. Populations structure in the rivers sites were comprised by adults only, ranging from 60-80 mm Total Length (TL), while at sandy beaches both juveniles and adults were found, ranging from 32-80 mm TL. Females outnumbered males in sizes higher than 67 mm TL and had larger intestines (t-test = 16.49:  $P < 0.01$ ) with such difference increasing according to fish size. Increased length size in females is probably related to higher growth rate as they present larger intestine absorbing area for nutrients. Selection should favors an enlarged intestine in females for production of large number of eggs optimizing success in reproduction. The predictions of higher energetic investment in reproduction by females were confirmed for *A. januaria* in the Sepetiba bay, with populations forming well-balanced “spawning schools” in lower river reaches during reproduction, and females-dominated schools in rearing areas in the bay, and indication of differentiated reproductive roles linked to sexual dimorphism.

**Key words:** reproductive behavior, sexual dimorphism, anchovies, Brazil.

### 3- INTRODUÇÃO

Diferentes pressões seletivas agindo sobre os sexos podem resultar no desenvolvimento de dimorfismo sexual em caracteres morfológicos (ANDERSON 1994). A magnitude e direcionamento do dimorfismo, tanto em caracteres externos ou internos podem ser atribuídos aos diferentes papéis reprodutivos dos sexos. Segundo HEDRICK & TEMELES (1989) o dimorfismo sexual relacionado ao tamanho ocorre com certa frequência nos animais. Por exemplo, fêmeas tendem a ter maiores gônadas que os machos, com mais reservas energéticas nos óvulos, enquanto os machos apresentam pequenas gônadas, mas com alta produção de espermatozóides (ANDERSON 1994). Entretanto, poucos estudos têm se dedicado ao exame de outras diferenças em estruturas internas do corpo.

A caracterização da estrutura populacional das espécies está relacionada, dentre outros, ao tamanho dos indivíduos e com a proporção sexual; podendo o tamanho dos indivíduos apresentar variações de acordo com a taxa de crescimento de cada sexo. Geralmente, as diferenças no crescimento entre os sexos são influenciadas pelas características biológicas específicas de cada sexo (YAMAMOTO 2004), ou por dimorfismo sexual em estruturas anatômicas dos indivíduos, o qual pode constituir um fator adaptativo. Uma das categorias mais comum de dimorfismo sexual em peixes é a variação no tamanho do corpo; machos podem ser maiores que fêmeas ou vice-versa (MCMILLAN 1999; FLETCHER 1999).

O dimorfismo sexual também pode estar relacionado ao tamanho de órgãos internos, como fígado e intestino, o qual pode ser atribuído a diferenças no papel reprodutivo dos indivíduos (CASSELMAN 2004). Segundo RANDALL *et al.* (1996), as fêmeas podem apresentarem como mecanismo adaptativo, órgãos associados com aquisição de nutrientes maiores que os machos, os quais constituem o fator chave para alocação de energia e produção de gametas. Em tais casos, o intestino funciona como um órgão essencial para absorção dos nutrientes. Diferenças no comprimento do intestino pode provocar o crescimento diferenciado entre os sexos, visto que, quanto maior o intestino, maior é a área de absorção de nutrientes e possivelmente maior é a taxa de crescimento.

A alocação de maior quantidade de energia para um rápido crescimento e alcançar a plenitude da reprodução (produzir o maior número possível de prole) é característica das espécies r-estrategistas. Os membros da família Engraulidae se enquadram nessa categoria, com: pequeno investimento na prole, elevada taxa de crescimento, precoce reprodução, alta mortalidade das formas larvais e juvenis e curta longevidade (CUBILLOS & ARANCIBIA 1993). Segundo WANG & HOUDE (1995) *Anchoa mittchilli* (Valenciennes, 1848), um congênere de *Anchoa januaria* (Steindachner 1879), na baía de Cheasepeake apresenta um rápido crescimento na fase larval e juvenil, as quais são mais susceptíveis a predação, podendo ser uma estratégia desses organismos, para aproveitar a oferta de alimento e fugir dos predadores. Para SAITO & NAKANO (1999), essa taxa de crescimento dos juvenis constitui o fator determinante da primeira maturação e do tamanho dos indivíduos adultos. Possivelmente, esse rápido crescimento nos Engraulidae, pode ser diferenciado entre os sexos, resultando em diferenças na proporção sexual, quando comparamos os sexos em classes de tamanho.

Em algumas espécies de Engraulidae, têm sido encontradas diferenças no nível de significância da proporção sexual, ex. VOUGLITOIS *et al.* (1987), verificou para *A.*



*mittchilli*, uma proporção em favor de fêmeas (1.93:1) na baía de Barnegat, já na baía de Chesapeake, este fato não se confirmou para a mesma (1.16:1) NEWBERGER & HOUDE (1995). No entanto, este ainda não é um fenômeno claramente explicado ressalta LAPOLLA (2001). As possíveis explicações para o fato acima, até hoje sugeridas foram baseadas nos estádios fisiológicos da reprodução (AKA *et. al* 2004). ALHEIT *et al* (1984), relatam que fêmeas com ovócitos já hidratados da anchoveta peruana *Engraulis rigens* (Jenyns 1842), quando prontos para desovarem, parecem atrair os machos, formando-se “cardumes de desova” com predominância de machos, que se segregam do cardume normal durante a noite, período em que ocorre a desova. Outros Engraulidae apresentam migrações entre áreas de alimentação e desova durante o seu ciclo de vida, com variações na proporção sexual entre essas áreas. FUNAMOTO & AOKI (2002), encontraram maior frequência de desova para *Engraulis japonicus* (Temminck & Schlegel 1846) em mar aberto, quando comparado com a desova em áreas mais protegidas e, esta variação foi atribuída a proporção sexual mais balanceada em mar aberto.

A espécie em questão, *A. januaria*, encontra-se preferencialmente em habitats cuja salinidade varia de 7,94–31,31 ‰ (CERVIGON 1969), sendo encontrada tanto em rios como em praias, concentrando-se em locais que sofrem maior influência dos contribuintes de drenagem continental (SILVA & ARAÚJO, 2000), há poucas informações sobre a ecologia reprodutiva da espécie na costa brasileira. Segundo SERGIPENSE (1995), *A. januaria* da baía de Sepetiba apresenta rápido crescimento no primeiro ano de vida, quando provavelmente atingem a maturidade sexual. O tamanho de primeira reprodução de *A. januaria* na baía de Paranaguá (PR) é em torno dos 65 mm de comprimento total (CT), com esta espécie apresentando uma elevada taxa de crescimento nos três primeiros meses de vida, realizando migrações para os rios à procura de área de desova, permanecendo na baía apenas os indivíduos juvenis (ESPER 1982).

Na baía de Sepetiba, inexitem informações sobre a reprodução de *A. januaria*. Estudos mais aprofundados sobre crescimento e aspectos reprodutivos, que incluem a proporção sexual são importantes ferramentas para o conhecimento da estratégia reprodutiva. Segundo VAZZOLER (1996) a proporção sexual é um importante parâmetro para caracterização da estrutura da população, além de constituir subsídio para o estudo de outros aspectos, como a avaliação do potencial reprodutivo e estimativa do tamanho do *stock*.

O presente trabalho tem como objetivo descrever a estrutura da população de *A. januaria* na baía de Sepetiba para testar a hipótese dos diferentes papéis reprodutivos dos sexos estarem associados com o dimorfismo sexual e com a estrutura de tamanho. E, para tanto, responder-se-á as seguintes perguntas 1) Se existe segregação sexual durante parte do ciclo de vida desta espécie ? 2) Caso exista, a segregação é influenciada pelo comportamento reprodutivo ? 3) Há diferenças morfológicas associadas a um eventual crescimento diferenciado entre os sexos ?

## 4- MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1- Área de Estudo

A baía de Sepetiba é um dos maiores ecossistemas costeiros do Estado do Rio de Janeiro, localiza-se entre as latitudes 22° 54’-23° 04’ S e as longitudes 43° 34’-44° 10’ W

(DNH 1984). Suas águas apresentam salinidade de 22,3 e 34‰ (ARAÚJO *et al.* 1998). Elevadas pressões de origem antropogênicas ocorrem na área do entorno da baía, recebendo esta, alguns contribuintes de drenagem continental, como o rio Guandu, rio da Guarda e o canal do São Francisco, os quais são receptores de grande quantidade de esgotos domésticos e industriais, mas também são, possivelmente, áreas de desova da espécie em estudo (Fig.1).

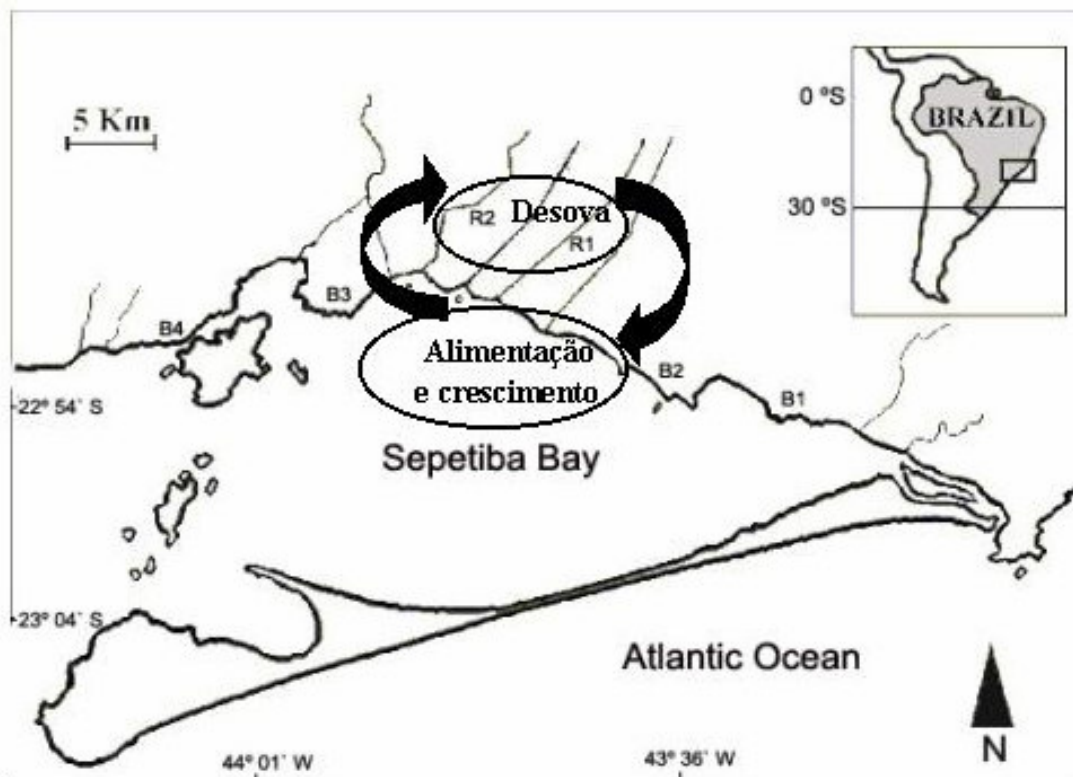


Figura 1- Área de estudo, locais amostrados: Pedra de Guaratiba (B1), Sepetiba (B2), Coroa Grande (B3), Muriqui (B4), Canal de São Francisco (R1) e rio da Guarda (R2).

#### 4.2- Programa de Amostragem e Análise dos Dados

Os indivíduos foram capturados em programa de amostragem entre setembro de 1998 e agosto de 1999, com rede de arrasto de praia com 12 metros de comprimento por 2 metros de largura e malha de 7 mm entre nós opostos. Foram amostradas quatro praias arenosas: Pedra de Guaratiba (B1), Sepetiba (B2), Coroa Grande (B3) e Muriqui (B4); e dois rios: Canal de São Francisco (R1) e rio da Guarda (R2). O material capturado foi fixado em formalina a 10%, acondicionado em sacos plásticos, devidamente etiquetados e conduzidos para o laboratório, onde foram conservados em álcool 70%. A espécie foi identificada de acordo com WEISS & SOUZA (1977) e FIGUEIREDO & MENEZES (1978).

Para a composição da população em sexo, foram analisados 423 exemplares. Machos e fêmeas foram separados através da análise das gônadas, identificadas

macroscopicamente e quando isso não era possível recorreremos a microscopia óptica. A técnica de coloração das gônadas por azul de metileno foi utilizada para diferenciar machos e fêmeas imaturas. De todos os indivíduos, foi obtido o comprimento total (CT), com auxílio de um paquímetro digital com 0,05 mm de precisão.

A proporção sexual foi estimada através das distribuições de frequências de machos e fêmeas agrupados em intervalos de classe a cada 5mm. Aplicou-se o teste  $X^2$  ao nível de 95% de confiança, para verificar possíveis diferenças na proporção sexual ontogenética, espacial e temporal, assumindo que a proporção esperada fosse de 1:1.

Para verificar possíveis diferenças no sistema digestório (comprimento do intestino) entre os sexos, foram escolhidas 40 machos e 40 fêmeas, com variação de tamanho entre 32 a 76 mm de comprimento total. Os espécimes foram necropsiados, o intestino separado e medido o comprimento total mm, com auxílio de um paquímetro. Para evitar diferenças alométricas que pudessem levar a interpretações errôneas no dimorfismo sexual, atribuído à relação entre o comprimento total dos espécimes *versus* comprimento do intestino, escolhemos machos e fêmeas da mesma estrutura de tamanho e agrupamos em 9 classes de comprimento. Foi utilizado o teste *t*-Student ao nível de 99 % de confiança para comparação do comprimento do intestino entre machos e fêmeas.

## 5- RESULTADOS

### 5.1- Estrutura de Tamanho

Dos 423 espécimes analisados, 224 foram fêmeas e 168 machos e de 31 não foi possível à diferenciação do sexo. A estrutura de tamanho variou de 32,15 a 80,21 mm de comprimento total (CT) para fêmeas, e de 32,07 a 76,92 mm (CT) para machos. Foi observada uma diferenciação na estrutura de tamanho, entre os dois ambientes amostrados (parte baixa dos rios *versus* praias arenosas). Nos rios a estrutura de tamanho da população, foi composta somente de formas adultas com comprimento total variando entre 60-72 mm (CT) no rio da Guarda, e 60-80 mm no Canal do rio São Francisco. Já nas praias, foram encontradas formas juvenis e adultas com maior variabilidade na estrutura de tamanho, com indivíduos medindo entre 32-80 mm CT (Tab. I); esta variabilidade foi menor em Coroa Grande, onde só foram registrados indivíduos juvenis (45,21-58,29 CT), enquanto no Canal de São Francisco foram encontrados os maiores indivíduos (60,20-80,21 CT) (Fig. 2).

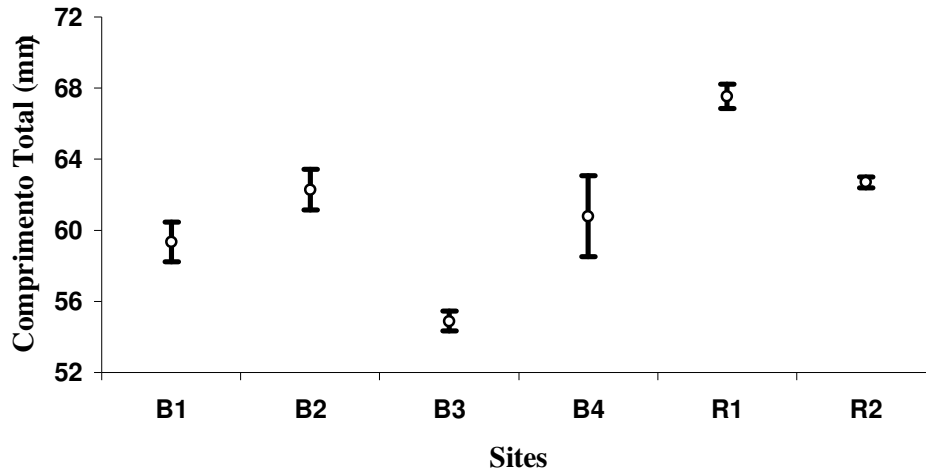


Figura 2. Representação do comprimento médio de *A. januaria* por local de amostragem: Praias arenosas: Pedra de Guaratiba (B1), Sepetiba (B2), Coroa Grande (B3) e Muriqui (B4); Rios: Canal do rio São Francisco (R1) e rio da Guarda (R2).

Tabela I. Valores da estrutura de tamanho (CT) de *A. januaria* por local amostrado.

Locais	N	Média	Mínimo	Máximo	Variância	E. Padrão
(B1)	77	59,358	32,28	71,73	94,439	±1,107
(B2)	104	62,283	32,07	78,98	131,212	±1,123
(B3)	42	54,888	45,21	58,29	12,979	±0,563
(B4)	56	60,790	36,02	80,08	292,015	±2,284
(R1)	57	67,544	60,20	80,21	21,807	±0,681
(R2)	56	62,696	60,07	69,04	5,041	±0,300

Diferenças significativas na proporção sexual para as classes de tamanho superior a 67 mm (CT) foram encontradas, com as fêmeas sendo mais abundantes do que os machos, numa proporção igual ou superior a 2:1 ( $p < 0,05$ ) (Tab. II; Fig. 3). Para a população como um todo as fêmeas apresentaram predominância sobre os machos (1,33:1).

Tabela II. Teste  $X^2$  para comparações da proporção sexual por classes de tamanho de *A. januaria* na baía de Sepetiba. Fe: Frequência esperada; CT: comprimento total; n: número de indivíduos.

Classes de comprimento (Ct) (mm)	Fêmeas (n)	Machos (n)	Total (n)	Fe	$X^2$
32 - 37	4	4	8	4,0	0,00
37 - 42	15	13	28	14,0	0,14
42 - 47	12	10	22	11,0	0,18
47 - 52	8	7	15	7,5	0,07
52 - 57	23	16	39	19,5	1,26
57 - 62	30	35	65	32,5	0,38
62 - 67	40	55	95	47,5	2,37
67 - 72	57	22	79	39,5	15,51*
72 - 77	21	4	25	12,5	11,56*
77 - 82	14	2	13	6,5	17,31*
Total	224	168	392	196	8,00*

\* significativamente diferente ao nível de 95% de confiança

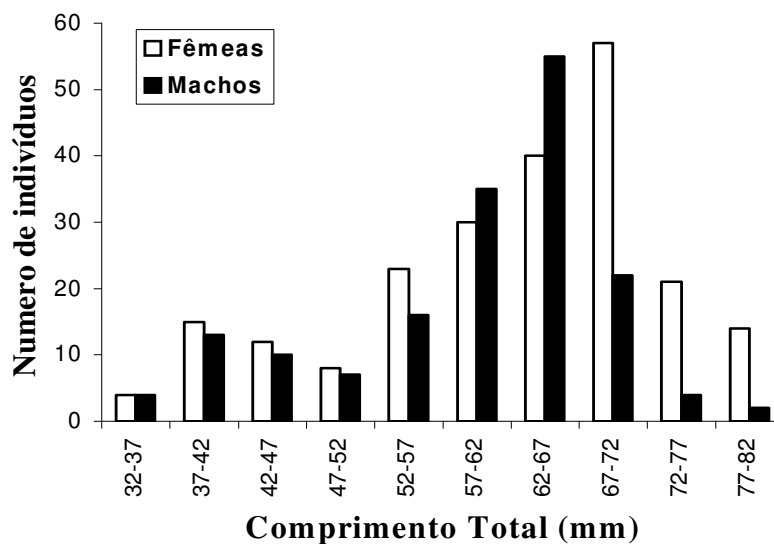


Figura 3. Estrutura sexual da população de *A. januaria* durante um ciclo anual de amostragem.

## 5.2- Dimorfismo Sexual

A relação entre o comprimento total dos espécimes e o comprimento do intestino apresentou uma forte correlação linear e diferenciada para os sexos de acordo com o teste *t*-Student ( $t = 16,49$ ;  $gl = 76$ ;  $> 0,01$ ) (Fig. 4).

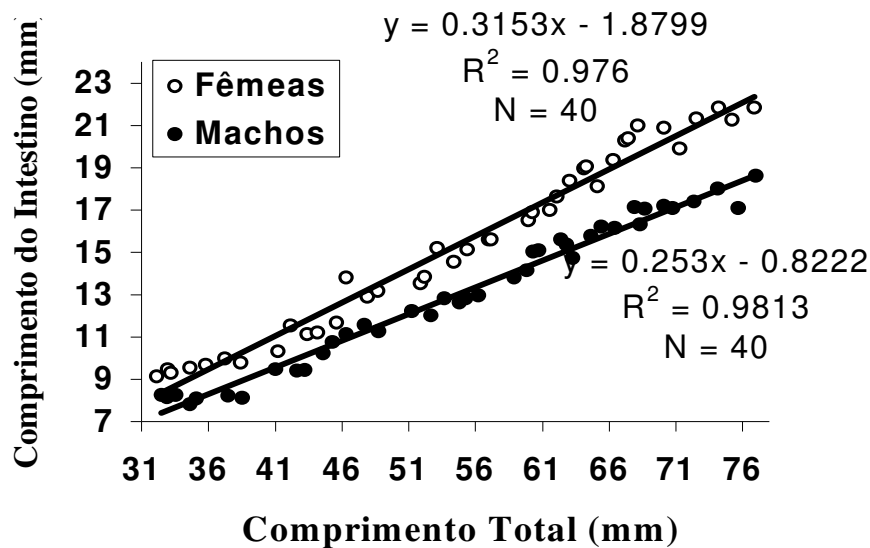


Figura 4. Representação gráfica da correlação linear entre o comprimento do intestino *versus* comprimento total dos espécimes para machos e fêmeas de *A. januaría*.

Em todas as classes de comprimento machos e fêmeas diferiram-se em relação ao comprimento médio do intestino, com as fêmeas apresentando maiores valores em relação aos machos (Fig. 5). Os valores mínimos, máximos, médios e erro padrão do intestino por classe de comprimento também evidenciam estas diferenças entre os sexos (Tab. III).

Tabela III. Valores do comprimento do intestino de machos e fêmeas de *A. januaría* por classe de comprimento total (CT).

Classes de comprimento total (mm)	Comprimento do intestino em mm							
	Mínimo		Máximo		Média		Erro padrão	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
32-37	7,81	9,15	8,25	9,68	8,110	9,42	±0,080	±0,093
37-42	8,09	9,68	9,46	10,31	8,475	9,93	±0,329	±0,139
42-47	9,39	11,54	10,13	13,81	10,182	10,940	±0,347	±0,409
47-52	11,27	12,89	12,20	13,53	11,683	13,200	±0,273	±0,185
52-57	12,01	13,85	12,97	15,59	12,644	14,668	±0,169	±0,303
57-62	13,81	15,61	15,11	16,99	14,520	16,502	±0,320	±0,314
62-67	14,72	17,64	16,21	19,37	15,632	18,588	±0,224	±0,266
67-72	16,31	20,26	17,19	20,97	16,952	20,472	±0,162	±0,200
72-77	17,41	21,25	18,61	21,84	17,77	21,563	±0,337	±0,161

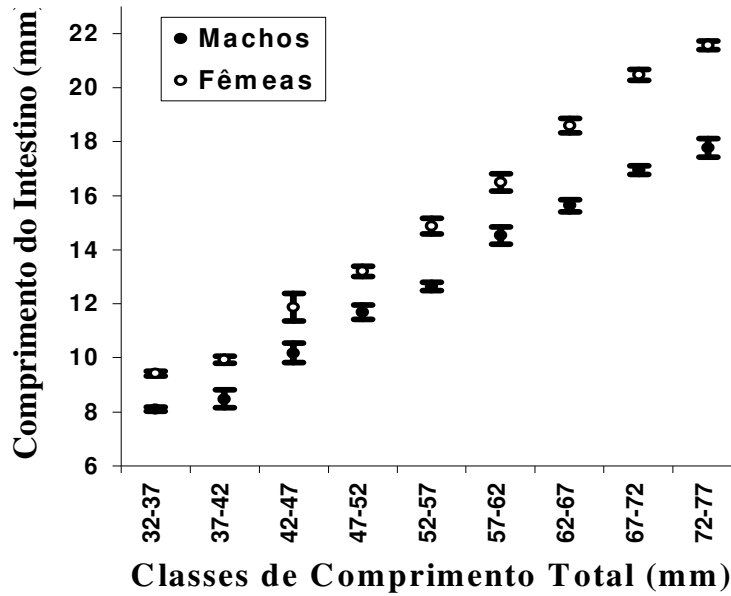


Figura 5. Representação gráfica dos valores médios do comprimento total do intestino de machos e fêmeas por classe de comprimento total de *A. januaria*.

### 5.3- Variação Espacial na Proporção Sexual

Foi verificada uma variação espacial na proporção sexual, com predominância de fêmeas nas praias de Muriqui (1,94:1), Coroa Grande (4,13:1) e Sepetiba (2,19:1). Somente a praia de Pedra de Guaratiba não mostrou diferenças significativas (1:1,37), sendo os machos um pouco mais que as fêmeas. Já nos rios nenhuma diferença significativa foi encontrada (Tab. IV e Fig. 6).

Tabela IV. Teste  $X^2$  para comparações da proporção sexual por local de coleta de *A. januaria* na Baía de Sepetiba. Fe: Frequência esperada; CT: comprimento total; n: número de indivíduos.

Locais	Fêmeas	Machos	Total	Fe	$X^2$
(B1)	35	48	83	41,5	2,04
(B2)	70	32	102	51,0	14,16*
(B3)	33	8	41	20,5	15,24*
(B4)	31	16	47	23,5	4,79*
(R1)	26	28	54	27,0	0,07
(R2)	33	32	65	32,5	0,02
Total	225	167	392	196	8,58*

\*significativamente diferente ao nível de 95% de confiança

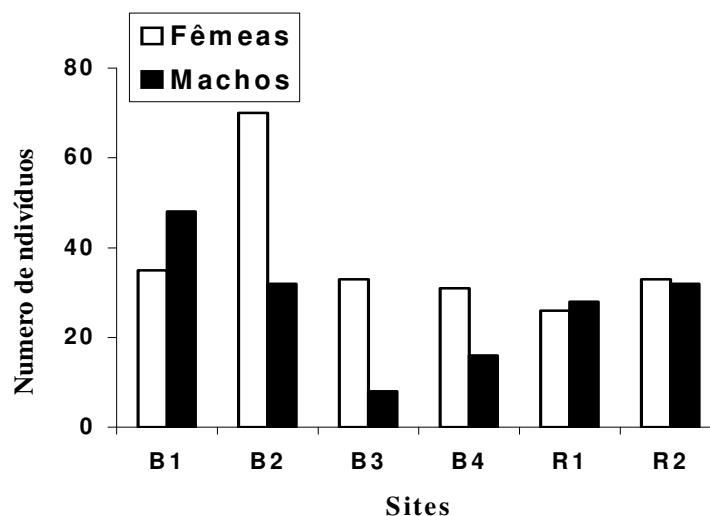


Figura 6. Estrutura sexual de *A. januaria* por local amostrado, Pedra de Guaratiba (B1), Sepetiba (B2), Coroa Grande (B3), Muriqui (B4), Canal do rio São Francisco (R1) e rio da Guarda (R2).

### 5.3- Variação Temporal na Proporção Sexual

Nas praias da Baía de Sepetiba, os machos predominaram sobre as fêmeas em setembro (1:2,32), e as fêmeas sobre os machos em outubro (7:1), março (5:0), maio (1,73:1), junho (4:1) e agosto (2,33:1); nos demais meses não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 95% de confiança. (Tab. V e Fig. 7).

Tabela V. Teste  $X^2$  para comparações da proporção sexual por mês de amostragem de *A. januaria* nas praias da baía de Sepetiba. Fe: Frequência esperada

Meses	Fêmeas	Machos	Total	Fe	$X^2$
Setembro/1998	19	44	63	31,5	9,92*
Outubro	7	1	8	4,0	4,50*
Novembro	21	12	33	16,5	2,45
Dezembro	34	21	55	27,5	3,07
Janeiro	14	9	23	11,5	1,09
Fevereiro	2	1	3	1,5	1,33
Março	5	0	5	2,5	5,00*
Abril	-	-	-	-	-
Maio	9	4	13	6,5	1,92
Junho	32	08	40	20	14,4*
Julho	-	-	-	-	-
Agosto/1999	28	12	40	20,0	6,40*
Total	171	112	283	141,5	12,30*

\*significativamente diferente ao nível de 95% de confiança.



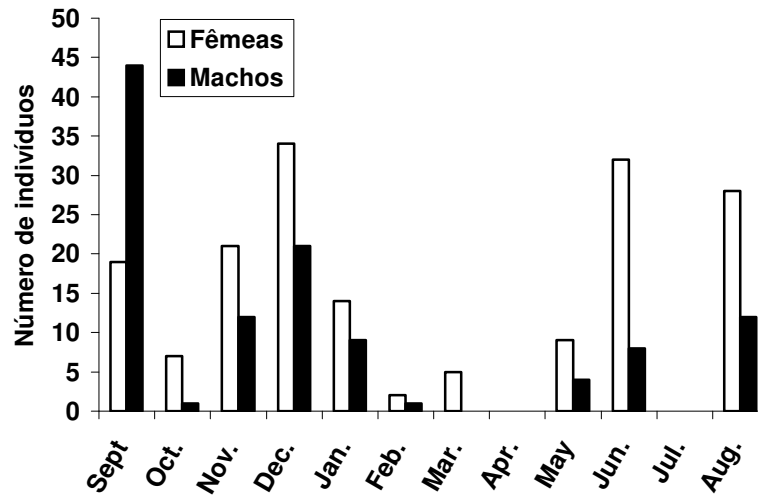


Figura 7. Variações mensais de machos e fêmeas de *A. januaria* nas praias da baía de Sepetiba.

No rio da Guarda e Canal do rio São Francisco, somente foram capturados indivíduos nos meses de junho e julho. Em nenhum destes meses foram encontradas diferenças na proporção sexual. (Tab. VI e Fig. 8).

Tabela VI. Teste  $X^2$  para comparações da proporção sexual por mês de amostragem de *A. januaria* nos rios. Fe: Frequência esperada

Meses	Fêmeas	Machos	Total	Fe	$X^2$
Setembro/1998	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	-	-	-	-	-
Dezembro	-	-	-	-	-
Janeiro	-	-	-	-	-
Fevereiro	-	-	-	-	-
Março	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-
Mai	-	-	-	-	-
Junho	25	25	50	25	0,0
Julho	30	29	59	29,5	0,02
Agosto/1999	-	-	-	-	-
Total	55	54	109	54,5	0,0

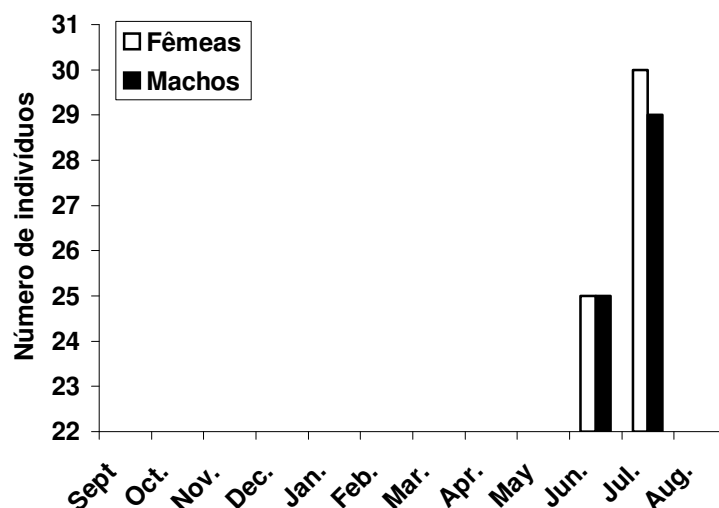


Figura 8. Proporções de machos e fêmeas de *A. januaria* nos rios.

## 6- DISCUSSÃO

*Anchoa januaria* na baía de Sepetiba, apresentou um claro dimorfismo sexual na morfologia interna, em relação ao comprimento do intestino; as fêmeas apresentam intestino maior que os machos, especialmente nos grupos de maior tamanho. Este fato, possivelmente contribui para aumentar a velocidade de crescimento das fêmeas, em consequência da maior área de absorção de nutrientes. Segundo RANDALL *et. al* (2000), o tamanho das estruturas do trato gastro-intestinal são muito dinâmicos, uma vez que respondem as variações na demanda de energia e na quantidade de comida na maioria dos animais. Resultado semelhante foi encontrado por CASSELMAN *et al*, (2004), para *Coregonus clupeaformis* (Mitchill 1818), onde as fêmeas apresentaram fígado maior e intestino levemente maior que os machos, o qual atribuiu este dimorfismo a diferenças no papel reprodutivo da espécie. Portanto a exemplo deste salmonidae, é razoável se hipotetizar que as fêmeas de *A. januaria* devem absorver maior quantidade de nutrientes, e transformá-los em reserva de energia, para serem metabolizadas posteriormente, principalmente no período reprodutivo.

O maior comprimento médio do intestino das fêmeas de *A. januaria* encontrado neste trabalho, pode ser um indicador de que ocorrem taxas de crescimento diferenciado entre os sexos, e que tais diferenças são resultantes da associação do dimorfismo sexual com a abundância de alimento. De acordo com NIKOLSKY (1969), se o suprimento alimentar no ambiente for adequado, ocorrerá um aumento das fêmeas. Segundo RANDALL *et. al* (2000), as fêmeas podem ter órgãos como o intestino, maior que os machos, podendo ser uma estratégia reprodutiva da espécie para alocarem maior quantidade de energia e assegurar a sua reprodução e conseqüentemente a perpetuação da espécie. Levando em conta que *A. januaria* se alimenta preferencialmente de zooplâncton (SERGIPENSE 1995), e, que a mesma, tem como habitat preferencial à margem continental da baía de Sepetiba (SILVA & ARAÚJO 2000), local este, que recebe grande quantidade de matéria orgânica, carreados pelos rios e águas das chuvas que, possivelmente

influência na proliferação do zooplâncton, favorecendo uma grande oferta de alimento. Portanto, a hipótese mais cabível para explicar a variação ontogenética na proporção sexual, em favor das fêmeas de *A. januaria* seria que, há uma boa oferta de alimento no ambiente e conseqüentemente, um maior investimento das fêmeas, para um rápido crescimento que é favorecido pelo seu maior intestino que, conseqüentemente apresenta maior área de absorção, proporcionando assim diferenças quantitativas dos sexos nas maiores classes de tamanho.

A população de *A. januaria* na baía de Sepetiba, apresenta rápido crescimento no primeiro ano de vida, no qual provavelmente atingi a maturidade sexual (SERGIPENSE 1995) e, para ESPER (1982) a mesma apresenta uma elevada taxa de crescimento principalmente nos três primeiros meses de vida. Elevada taxa de crescimento nas formas larvais e juvenis constitui uma das características ecológicas da família Engraulidae (CUBILLOS & ARANCIBIA 1993), a qual *A. januaria* pertence. Diferenças em taxas de crescimento dos juvenis podem influenciar no tamanho dos indivíduos adultos; a estrutura de tamanho dos adultos seria o reflexo desse crescimento (SAITO & NAKANO 1999). WANG & HOUDE (1995), se refere ao rápido crescimento de *A. mittchilli* um congênere de *A. januaria*, na baía de Cheasepeake, nas primeiras fases do ciclo de vida (larval e juvenil), como uma estratégia para aproveitar a oferta de alimento e fugir dos predadores. Esse crescimento para *A. januaria*, possivelmente pode ser diferenciado entre os sexos, pois os juvenis também apresentaram dimorfismo sexual, resultando em diferenças na proporção sexual, quando comparamos os sexos em classes de tamanho.

A flutuação espacial encontrada no presente estudo parece estar relacionada com diferenças de comportamentos entre a área de alimentação, onde ocorre predominância de fêmeas e a área de reprodução, onde a proporção sexual foi basicamente de 1:1. Este fato pode estar ligado com o comportamento da espécie que no período reprodutivo sobem os rios para desovarem, dando a entender que formam “cardumes de desova” nos rios e, no período de inatividade sexual nas praias os cardumes se segregam, explicando a captura de mais fêmeas ou mais machos nas praias amostradas. ESPER (1982), obteve resultado comportamental semelhante para a espécie na baía de Paranaguá, onde os indivíduos realizam migrações periódicas para os rios à procura da área de desova, a fim de completar seu ciclo reprodutivo, permanecendo na baía apenas os indivíduos juvenis. De fato, os indivíduos capturados no rio da Guarda e no canal do rio São Francisco, eram todos adultos e provavelmente poderia estar em período de reprodução e, os menores indivíduos foram capturados na praia de Coroa Grande, constituindo esta, possivelmente a principal área de alimentação dos juvenis.

Ainda de acordo ALHEIT *et.al* (1984), os estágios fisiológicos pode influenciar na captura de um dos sexos, como relatado para *E. rigens*, onde as fêmeas com ovócitos hidratados parecem atrair os machos que até então se encontravam segregados das fêmeas, constituindo o cardume na maioria de machos, isto levava a captura de mais machos do que fêmeas. Já AKA *et. al* (2004), observou uma variação espacial na proporção sexual, hora em favor de fêmeas e outrora em favor de machos para *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus 1758), atribuindo esse fenômeno aos diferentes estágios fisiológicos: período de desova em determinado ponto de coleta e período de inatividade sexual em outro. A flutuação espacial encontrada para *A. januaria* na baía de Sepetiba, com predominância de fêmeas nas praias (possíveis áreas de alimentação) e igualdade nos rios (possíveis áreas de reprodução), indica que a espécie apresenta um comportamento estratégico para otimizar a sua reprodução.

Em relação à variação temporal observada, tudo indica que a flutuação temporal seja um reflexo da variação espacial observada. Visto que, nos meses onde a razão sexual foi significativamente diferente de 1:1 os espécimes foram capturados todos nas praias, com exceção do mês de Junho, onde corresponderam indivíduos do Canal do rio São Francisco e da praia de Coroa Grande. Mas, quando se consideram os locais isoladamente, os indivíduos do rio no referido mês, não apresentaram diferenças significativas.

A fisiologia da reprodução dos peixes pode ser afetada por ações antropicas no ambiente. Portanto, quando se trata de inferências ecológicas sobre as espécies que se encontram em ambientes aquáticos, os quais recebem grande quantidade de resíduos de esgotos domésticos e indústrias, como é o caso da baía de Sepetiba. Outras hipóteses podem ser levantadas para explicar tais variações na proporção sexual nas maiores classes de comprimento de *A. januaria*. A presença de fármacos residuais na água pode causar efeitos adversos nos peixes (FAWELL *et. al* 2001). O estrogênio em especial reside no seu potencial de afetar o sistema reprodutivo de organismos aquáticos, como: a feminização de peixes machos presentes em rios contaminados com descartes de efluentes, o que poderia levar a um desbalanceamento na proporção sexual em favor das fêmeas. Segundo WIBBELS *et. al.* (1994), fatores ambientais como a temperatura da água, pode exercer efeito na regulação da atividade de enzimas ligadas a produção de estradiol, interferindo na cascata de eventos que determinam a diferenciação do ovário. E, para WEST (2002), em populações naturais os indivíduos podem ajustar facultativamente as proporções sexuais dos seus descendentes, em respostas às condições ambientais, proporcionando variações quantitativas de machos e fêmeas a nível populacional.

## 7- CONCLUSÃO

- 1- *Anchoa januaria* apresentou flutuação espacial, temporal e por tamanho na proporção sexual.
- 2- Nos rios amostrados somente foram capturados indivíduos adultos, e não foram encontradas diferenças significativas na proporção sexual, sendo estes possíveis áreas de desova da espécie, onde formariam “cardumes de desova” em igual razão de machos e fêmeas. Já, nas praias foram encontrados indivíduos adultos e juvenis e, significantes variações na proporção sexual, sendo estes possíveis áreas de criação da espécie, pelo fato de termos constatadas indivíduos juvenis.
- 3- A variação na proporção sexual durante a ontogenia, com significância nas maiores classes de comprimento total foi atribuída a diferenças na taxa de crescimento dos sexos, visto que as fêmeas apresentaram maior comprimento médio do intestino e, conseqüentemente maior área de absorção de nutrientes, podendo ser uma estratégia do ciclo de vida da espécie.

## 8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M. 1994. *Sexual selection*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

AKA, Z.; KOÇ, H.T. & TURAN, C. 2004. A study on the Anchovy *Engraulis encrasicolus* in Turkish Seas, Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7(7): 1121-1126.

- ALHEIT J., V. H. ALARCON, and U. J. MACEWICZ. 1984. Spawning frequency and sex ratio in the Peruvian anchovy, *Engraulis rigens*. *Calif Coop. Oceanic. Fish. Invest. Rep.* 25: 43-52.
- CERVIGÓN, F. 1969. Lãs espécies de los gêneros Anchovia y Anchoa (Pisces: Engraulidae) de Venezuela y areas adyacentes del mar caribe y atlántico hasta. *Fund. La Salle de Cie. Nat.* 193-251.
- CASSELMAN, S. J. & A. I. SCHULTE-HOSTEDDE, A.I. 2004. Reproductive roles predict sexual dimorphism in internal and external morphology of lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *Ecology of Freshwater Fish.* 13: 217–222.
- CUBILLOS, L., and H. ARANCIBIA. 1993. On the seasonal growth of common sardine (*Strangomera bentincki*) and anchovy (*Engraulis ringens*) off Talcahuano, Chile. *Revista de Biología Marina.* 28(1):43–49.
- ESPER, M. L. P. 1982. Reprodução e crescimento de *Anchoa januaria* (Steindachner, 1897) na região da Ponta Cruz (Baía de Paranaguá). Paraná, Brasil. *Dunesia.* 13(11):15-35.
- FAWELL, J.K., SHEAHAN, D., JAMES., H.A, HURST M. & SCOTT, S. 2001. Oestrogens and oestrogenic activity in raw and treated water in severn trent water. *Wat. Res.* 35 (5): 1240±1244.
- FIGUEIREDO, J.L. & N.A MENEZES. 1978. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil*, II- Teleostei (1) Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 110 pp.
- FLETCHER, E. D. 1999. Male ontogeny and size-related variation in mass allocation of Bluenose Shiners (*Pteronotropis welaka*). *Copeia*: 2: 479–486.
- HEDRICK, A. V & E.J TEMELES. 1989. The evolution of sexual dimorphism in animals: hypotheses and test. *Trends in Ecology and Evolution* 4: 136-138.
- LAPOLLA, A.E. 2001. Bay anchovy *Anchoa mitichilli* in Narragansett Bay, Rhode Island. I. Population structure, growth and mortality. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 217:93-102.
- MCMILLAN P. J. 1999. New grenadier fishes of the genus *Coryphaenoides* (Pisces: Macrouridae); one from off New Zealand and one widespread in the southern Indo-West Pacific and Atlantic Oceans. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research.* 33: 481-489
- NEWBERGER T.A; HOUDE E.D. 1995. Population biology of bay anchovy *Anchoa mitichilli* in the mid Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 116:25–37.
- NIKOLSKY, G.V. 1963. *The ecology of fishes*. London, Academic Press, 351p.

- RANDALL, D., BURGGREN, W., & FRENCH, G. 2000. *Fisiologia Animal: mecanismos e adaptações* (4<sup>o</sup> ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 723 pp.
- SAITO, T., & S. NAKANO. 1999b. Reproductive-timing-dependent alteration of offspring life histories in female threespine sticklebacks. *Can. J. Zool.* 77:1314-1321.
- SERGIPENSE, S., E.P. CARAMASCHI & I. SAZIMA. 1999. Morfologia e hábitos alimentares de duas espécies de Engraulidae (Teleostei, Clupeiformes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, **47** (2): 173-188.
- SERGIPENSE, S. & I. SAZIMA. 1995. Variações sazonais de ocorrência e tamanho em duas espécies de Engraulididae (Osteichthyes) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Biologia*, Curitiba, 55 (3): 491-501.
- SILVA, M.A. & F.G. ARAÚJO. 2000. Distribution and relative abundance of anchovies (Clupeiformes-Engraulididae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Paraná, **43** (4): 379-385.
- VAZZOLER, A.E. 1996. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática*. Maringá, EDUEM, 169p.
- VOUGLITOIS J.J; ABLE K.W; KURTZ R.J; TIGHE K.A (1987) Life history and population dynamics of the bay anchovy in New Jersey. *Trans. Am. Fish. Soc.* 116:141–153.
- WANG S. B, HOUDE E. D. 1995. Distribution, relative abundance, biomass and production of bay anchovy *Anchoa mitchilli* in the Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 121:27-38.
- WEST, S. A.; REECE, S. E. & SHELDON, B. C. 2002. Sex ratios. *Heredity.* 88, 117–124.
- WIBBELS, T., BULL, J.J & CREWS, D. 1994. The temperature sex determination a mechanistic approach. *Journal Exp. Zool.*, 270: 71-78.
- YAMAMOTO T. 2004. Sex-specific growth pattern during early life history in masu salmon, *Oncorhynchus masou*. *Ecology of Freshwater Fish.* 13: 203–207.

## **CAPITULO II**

### **DIFERENCIAÇÃO MORFOLÓGICA DE *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) ENTRE DUAS LOCALIDADES DA COSTA SUDESTE-SUL DO BRASIL**

## RESUMO

SANTOS, Joaquim Neto de Sousa. **Diferenciação Morfológica de *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) entre Duas Localidades da Costa Sudeste-Sul do Brasil.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 65 p. (Dissertação, Mestrado em Biologia, Biologia Animal).

Foram comparadas estruturas morfo-merísticas da *Anchoa januaria* (Steindachner 1879), entre duas localidades da costa sudeste-sul do Brasil (Rio de Janeiro e Paraná) visando testar a hipótese de que a distância geográfica e as características do ciclo de vida desta espécie estariam condicionando o isolamento entre os dois grupos, e conseqüentemente a variação morfológica. Peixes coletados no Rio de Janeiro (Canal do rio São Francisco e baía de Sepetiba), e coleções de espécimes do Paraná (rio Itiberê e baía de Paranaguá) depositados no MZUSP foram mensurados, e posteriormente, analisadas suas características morfológicas por técnicas estatísticas incluindo regressões, bem como análises de variância e técnicas multivariada independente do tamanho. Foi detectada uma heterogeneidade nos caracteres merísticos e morfométricos entre as duas localidades, com os espécimes do Paraná apresentando maior taxa de crescimento (estimada pelo b da regressão) em relação à altura da cabeça, comprimento da maxila, comprimento da boca, comprimento da nadadeira peitoral, diâmetro do olho e altura do pedúnculo caudal. A análise independente do tamanho mostrou que os espécimes do Paraná apresentam maior média do diâmetro do olho, comprimento da peitoral e comprimento da cabeça, enquanto os espécimes do Rio de Janeiro apresentaram maior comprimento da maxila e altura do corpo. A Análise de Componente Principal (ACP) e a Análise de Função Discriminante (AFD), permitiram distinguir dois grupos morfológicos, um para Rio de Janeiro e outro para o Paraná. O número de raios da nadadeira dorsal e peitoral foi maior para os espécimes do Paraná, enquanto os do Rio de Janeiro apresentaram maior número de raios da nadadeira anal. Tais resultados indicam uma possível separação em duas populações, cuja diferenciação pode estar ligada à ausência de contato genético, favorecido pelo comportamento reprodutivo e a baixa tolerância a altas salinidades, características estas que restringem o contato entre os espécimes das duas localidades.

Palavras chaves: morfometria, variação geográfica, costa brasileira, Engraulidae.



## ABSTRACT

SANTOS, Joaquim Neto de Sousa. **Morphological differentiation of *Anchoa januaria* (Actinopterygii, Engraulidae) between to regions along the Southeastern-South Brazilian coast.** Seropédica: UFRRJ, 2006. 65 p. (Dissertação, Mestrado em Biologia, Biologia Animal).

We compare morpho-meristics structures of the anchovy *Anchoa januaria* (Steindachner 1879) between two areas in the Southeastern Brazilian coast (Rio de Janeiro and Paraná) aiming to test the hypothesis that the geographic distance and characteristics of life cycle would be constraining the isolations of these two groups, and consequently the morphological variation. Fishes were collected from the São Francisco Channel and Sepetiba bay, and we have visited the ictiological collection from MZUSP to examine fishes from Paraná (Itiberê river and Paranaguá bay). Individuals were measured for morphological characteristics, and data were analyzed by statistics techniques including regressions, analysis of variance and multivariate analysis after the size effect was removed. Heterogeneity in the meristic and morphological characters was detected between the two areas, with the Paraná specimens showing higher rate-growth head height, maxilla length, mouth size, pectoral fin length, eye diameter and peduncle caudal height. After removing the size influence, the Paraná specimens showed larger eye diameter, pectoral fin length and head length, while Rio de Janeiro specimens showed larger jaw length and body height. Principal Component Analysis (PCA) and Discriminant Function Analysis (DFA) enable to distinguish two morphological groups, one for Rio de Janeiro and the other for Paraná. Number of rays of dorsal and pectoral fin was higher for the Paraná specimens, while the number of rays of anal fin was higher for Rio de Janeiro specimens. A separation in two isolated populations is likely to be occurring according to the present results, with differentiation could be linked to the lacking of genetic interchange, favored by the reproductive behavior and low tolerance to high salinity, a constraint that restring long distance displacement by this species.

Key words: morphometrics, geographic variation, Brazilian coast, Engraulidae.

## 9- INTRODUÇÃO

A família Engraulidae, do ponto de vista evolutivo, constitui-se um grupo de organismos com características mais basais, plesiomórficas, quando comparados, por exemplo, com a maioria dos teleósteos. Segundo CERVIGON (1969), a descrição das espécies sul-americanas foram baseadas em exemplares de poucas localidades de ocorrência e, as mesmas, em especial *Anchoa januaria* (Steindachner 1879), carecem de uma caracterização a nível regional ao longo da área de ocorrência.

*Anchoa januaria*, apresenta ampla distribuição geográfica, sendo encontrada desde a Venezuela a Santa Catarina. Vivendo em águas cuja salinidade varia de 7,94–31,31‰ e, não tem dentre os seus hábitos a migração por mar aberto (CERVIGON 1969) onde a salinidade em média pode chegar a 37 ‰. Apresenta migração periódica para os rios a procura de área de desova (CARVALHO 1950). Na baía de Sepetiba, assim como na baía de Paranaguá, concentra-se em locais que sofrem maior influência dos contribuintes de drenagem continental (SILVA & ARAÚJO 2000).

Estudos realizados por CERVIGON (1969), apontam diferenças geográficas para a espécie na costa brasileira. O mesmo realizou uma comparação merística entre os espécimes de São Paulo e Recife, e observou variações no número de branquias e propôs que, a espécie entre estas localidades parece pertencer a duas populações distintas. No entanto, seria necessário um estudo comparativo mais fino em suas diferentes localidades baseando na morfologia interna e externa.

Não somente CERVIGON (1969), mas também outros estudiosos têm abordado variações geográficas (genéticas, merísticas e morfométricas) na família Engraulidae, tais como: variações no número de rastros branquiais, número de raios das nadadeiras e número de vértebras em *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus 1758) (BEMBO *et al.* 1996; TUDELA 1999). Subespécies de *E. encrasicolus* têm sido descritas baseando-se na análise de variações morfológicas e têm sido citadas na presente taxonomia da família (WHITEHEAD *et al.* 1984; SPANAKIS *et al.* 1989). MCHUGH (1951), VROOMAN *et al.* (1981), identificaram a presença de três populações distintas de *Engraulis mordax* (Girard 1854), baseando-se em diferenças merísticas dos espécimes distribuídos entre a Baixa Califórnia, México e British Columbia, Canadá.

A variação morfológica de uma espécie pode ter raízes nas divergências das condições bióticas e abióticas do seu habitat ou até mesmo genética. Segundo KAWATA (2002), um dos fatores que podem levar as variações geográficas é a restrição do fluxo gênico ao longo das gerações, o qual pode ser favorecido pelo comportamento reprodutivo da espécie. Segundo o mesmo autor, a diminuição do contato direto entre os espécimes das diferentes localidades, pode ocasionar diferenças em caracteres qualitativos (morfológicas) e quantitativos (merísticas), denominada plasticidade fenotípica. É de ampla aceitação que a evolução das espécies é induzida pela redução do fluxo gênico, o que pode ser favorecido principalmente pela existência de barreiras físicas. Sendo, portanto, mais probabilístico a nulidade de fluxo gênico entre as espécies de peixes de água doce (rios e lagos) do que em peixes marinhos, onde não existe uma barreira física evidente (SCHLUTER 2001). Fato que se torna contundente pela maior diversidade de peixes ducícolas, quando comparado com as proporções quantitativas de volume de água, entre os dois ambientes.

Segundo MAYR (1954), a evolução das espécies marinhas pode ser operada por um conjunto de regras diferentes daquelas de água doce, dada às dificuldades para aplicar

modelos alopátricos de especiação. Primeiramente, há poucas oportunidades para o isolamento geográfico em um meio aquático circunglobal como o oceano. Em segundo, a maioria dos organismos marinhos apresentam um estágio larval pelágico que tem um enorme potencial de dispersão (PALUMBI 1994; MORA & VENDA 2002). *Anchoa januaria*, apresenta indícios de isolamento ao longo da sua área de ocorrência pelo fato de não ter o hábito de migrar nem de desovar em mar aberto.

O presente trabalho visa caracterizar e comparar *A. januaria* na costa sudeste-sul do Brasil, com base em estudos morfométricos e merísticos. E a partir desta proposta, estabelecermos possíveis padrões de variação geográfica da espécie entre duas localidades: baía de Paranaguá e rio Itiberê, Paraná; baía de Sepetiba e Canal do rio São Francisco, Rio de Janeiro. Testando a hipótese de variações geográficas dos caracteres morfológicos.

As perguntas a serem respondidas são: 1) A população de *A. januaria* apresenta heterogeneidade nos caracteres morfométricos e merísticos nas áreas estudadas? 2) Qual ambiente favorece maior desenvolvimento das estruturas corporais? 3) Os dois ambientes condicionam diferentes níveis de integração? É possível discriminar populações na costa sudeste-sul do Brasil?

## 10- MATERIAL E MÉTODOS

### 10.1- Área de Estudo

A baía de Sepetiba é um dos maiores ecossistemas costeiros do Estado do Rio de Janeiro, localiza-se entre as latitudes 22° 54' -23° 04' S e as longitudes 43° 34' -44° 10' W (DNH 1984). Apresenta área de 520 Km<sup>2</sup> e drena uma bacia de aproximadamente 3.500 Km<sup>2</sup>. A profundidade na maior parte da baía varia de 2 a 12 m, podendo atingir 27 m no canal de acesso ao Porto de Sepetiba, embora 40% de sua área seja igual ou inferior a 5 m. Suas águas apresentam temperaturas médias variando entre 20°C e 29°C e salinidade de 22,3 e 34‰ sem muitas variações ao longo do ano (ARAÚJO *et al.* 1998). O clima é subtropical úmido com precipitação anual entre 1000 e 2100 mm, o período de maior pluviosidade na região concentra-se em dezembro e janeiro, prolongando-se por vezes até março, enquanto o período seco estende-se de maio a setembro (BARBIERE & KRONEMBERGER 1994).

Uma porção na entrada da baía caracteriza-se por aprestarem águas límpidas, ou seja, praticamente sem plumas de sedimentos e, outra se iniciando a partir da porção frontal a foz do Canal de São Francisco, que apresenta maior concentração das plumas de sedimentos. Nota-se, ainda, o poder poluidor deste Canal, tendo em vista, a sua foz ser caracterizada como a de maior aporte de sedimentos (COSTA *et al.* 2005). Elevadas pressões de origem antropogênicas ocorrem na área do entorno da baía devido ao crescente desenvolvimento urbano, associado a um pólo industrial que, por carrear seus efluentes para este corpo d'água, contribui aceleradamente para sua degradação (CRUZ-FILHO *et al.* 2000).

O complexo estuário de Paranaguá, localiza-se entre as latitudes 25° 30' S e longitude 48° 40' W, apresentando uma grande diversidade de ambientes, incluindo rios de maré ("gamboas") (LANA 1986). A baía de Paranaguá, em conjunto com as baías de Antonina (ao leste), de Guaraqueçaba, dos Pinheiros e das Laranjeiras (ao norte), formam o maior berçário do Atlântico Sul e o terceiro do mundo, com relação à reserva da biosfera. Suas águas apresentam temperaturas médias variando entre 23° a 30° C (verão) e 18° a 25°

C (inverno) e salinidade de 12% a 29 % (verão) 20% a 34% (inverno). Cunhas de água doce e salgada se interagem, originando grandes contrastes de salinidade durante o fluxo e refluxo das marés (BIGARELLA 1978). O clima da região é subtropical, com precipitação média anual de 2500 mm, com duas estações bem definidas: chuvoso no verão (outubro a março) e seco no inverno (abril a setembro) (LANA *et al.* 2000). A distribuição da matéria orgânica dos sedimentos superficiais no complexo estuário de Paranaguá está condicionada à circulação local (LAMOUR *et al.* 2005).



Figura 1- Área de estudo: 1= Canal do rio São Francisco, 2 = baía de Sepetiba, 3 = rio Itiberê, 4 = baía de Paranaguá e CEPR = Complexo Estuário do Paranaguá.

## 10.2- Procedência dos Espécimes

Foram analisados exemplares de *A. januaria*, provenientes do Laboratório de Ecologia de peixes da (LEP/UFRRJ) e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP). Os espécimes foram provenientes de quatro localidades: baía de Sepetiba e Canal do rio São Francisco, Rio de Janeiro, baía de Paranaguá e rio Itiberê, Paraná, (Tab. I).

**Tabela I- Áreas amostradas e características das amostras de *A. januaria*.**

Local	Região	Nº de indivíduos	Amplitude do comprimento padrão (mm)	Média (mm)
1 C. do S. Francisco	Sudeste	23	52,66-65,00	59,28
2 baía de Sepetiba	Sudeste	65	31,12-69,19	54,93
3 rio Itiberê	Sul	63	32,19-65,45	55,12
4 baía de Paranaguá	Sul	10	51,39-61,77	55,28

## 10.3- Coleta de Dados Morfométricos e Merísticos

Foram tomados os dados morfométricos e merísticos do lado esquerdo de cada indivíduo e, para os morfométricos foi utilizado um paquímetro com precisão de 0,05 mm. Sob um microscópio estereoscópio wild M-5, os seguintes caracteres foram tomados (Fig. 2):

- 1-Comprimento total: distância entre a ponta do focinho e a extremidade posterior da nadadeira caudal (CT)
- 2-Comprimento padrão: distância da ponta do focinho à extremidade da placa hipural (CP).
- 3-Comprimento da cabeça: da ponta do focinho à borda óssea mais proeminente do opérculo (CC).
- 4-Diâmetro do olho: distância horizontal entre as margens anterior e posterior da órbita (DO).
- 5-Comprimento da maxila superior: distância entre a sínfise pré-maxilar e a extremidade do maxilar (CMx).
- 6-Comprimento da nadadeira peitoral: distância da origem à extremidade do maior raio (CNPet).
- 7-Comprimento da boca: distância da ponta anterior da maxila superior até a parte posterior da abertura bucal (CB).
- 8-Distância pré-peitoral: da ponta do focinho à região basal da nadadeira peitoral (DPP).
- 9-Distância pré-pélvica: da ponta do focinho à região basal da nadadeira pélvica (DPPel).
- 10-Distância pré-dorsal: da ponta do focinho à base do primeiro raio da nadadeira dorsal (DPD).
- 11- Distância pré-anal: da ponta do focinho à base do primeiro raio da nadadeira anal (DPA).
- 12-Altura da corpo: maior altura do corpo (ACo)
- 13-Altura da cabeça: maior altura da cabeça (ACa)
- 14-Altura do pedúnculo: maior altura do pedúnculo (APe)
- 15-Número de raios da nadadeira peitoral (NRP)
- 16- Número de raios da nadadeira pélvica (NRPel)

17- Número de raios da nadadeira dorsal (NRD)

18- Número de raios da nadadeira anal (NRA)

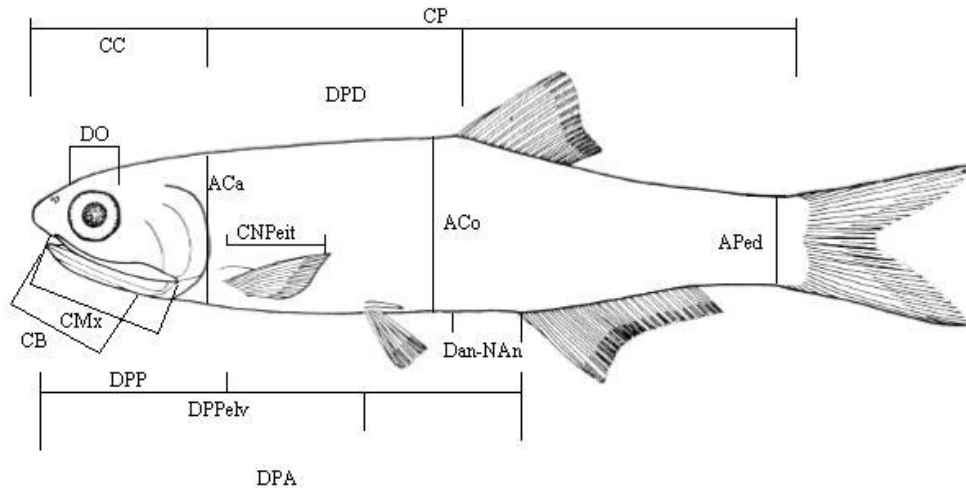


Figura 2- quatorze medidas morfométricas utilizadas no presente estudo de *A. januaria*.

#### 10.4- Análise dos Dados

Para a análise dos dados brutos, os espécimes do Canal do rio São Francisco e baía de Sepetiba foram agrupados em um só grupo (Rio de Janeiro), bem como aqueles das duas subáreas do Paraná em outro grupo (Paraná). Isto foi necessário devido as grandes discrepâncias de tamanho entre os indivíduos dos rios e das baías, obtendo assim dois grupos de semelhantes estruturas de tamanho. Após o agrupamento, as variáveis quantitativas contínuas (medidas corporais) que apresentaram dispersão linear, foi aplicado o método de análise de regressão simples. As variáveis quantitativas descontínuas (caracteres merísticos) foram analisadas através de métodos paramétricos padrões: descrição de amostras (amplitude, média e erro padrão).

Os dados morfométricos das quatro subáreas foram logaritimizadas e submetidos ao método de AITCHINSON (1986), para ser removido o efeito tamanho (efeito ontogenéticos), que possivelmente poderia estar influenciando nas diferenças encontradas sobre os dados brutos. A transformação logarítmica foi necessária para normalizar a distribuição dos dados e homogeneizar as variâncias (BOOKESTEIN *et al* 1985). A análise independente do tamanho sobre as quatro subáreas e não sobre as duas como realizada para os dados brutos, foi necessária para comparar o nível de integração dos espécimes do Paraná e do Rio de Janeiro.

Transformação de AITCHINSON (1986):  $y_{ij} = \log x_{ij} - 1/p \sum_i \log x_{ij}$

Onde  $p$  é o número de caracteres existentes,  $i$  número de caracter e  $j$  número de indivíduos. Este método é considerado mais vantajosos que o método dos resíduos para retirar o efeito tamanho (REIST 1986; FLEMING *et al.* 1994). Primeiro porque cada indivíduo é escalado independentemente. Segundo porque é aplicado como medida geral de tamanho baseado em todas as variáveis consideradas. E finalmente, não elimina a variável usada como padrão para as demais (ex: comprimento padrão).

Sobre os dados log-transformados e independentes do tamanho foi aplicado o teste de Bonferroni (ANOVA), ao nível de significância 0,05 % e 0,01% para comparação de médias dos caracteres, entre os espécimes das quatro subáreas (Canal do rio São Francisco e baía de Sepetiba, RJ, rio Itiberê e baía de Paranaguá, PR). Foi aplicada a análise dos componentes principais (ACP), calculada a partir da matriz de dispersão (variância-covariância) dos caracteres morfométricos acima, a fim de detectar variações e padrões de relação entre as localidades. Segundo NEFF & MARCUS (1980), este procedimento, a priori, é utilizado para tratar diferentes amostras como um grupo homogêneo, não havendo necessidade da definição dos grupos. E a análise discriminante canônica foi empregada para verificar a existência de grupos isolados e, como os grupos relacionam-se entre si. Na análise de variáveis canônicas, o princípio de conglomeração baseia-se na distância de Mahalanobis. A vantagem do método é que, mesmo que o número de variáveis não seja menor que o número de indivíduos dentro de cada população e que a multinormalidade não esteja presente, a análise discriminante canônica pode ser aplicada, produzindo resultados gráficos bastante úteis (MANLY 1994).

## 11- RESULTADOS

### 11.1- Caracterização Merística

Número de raios da nadadeira peitoral: o número de raios moles da nadadeira peitoral variou de 10 a 11 para os espécimes do Rio de Janeiro (C.S.F e b.S), apresentando média 10,40 (SD= 0,49) e de 12 a 13, para os espécimes do Paraná (r. I e b.P), com média de 12,5 (SD= 0,36) (Tab. II e Tab. III). Tal diferença foi significativa de acordo com o teste de Student ( $t$ -25,07,  $P < 0,01$ ).

Número de raios da nadadeira dorsal: variou de 12 a 13 para os espécimes do Rio de Janeiro, apresentando média 12,89 (SD=0,32) e de 13 a 15 para os espécimes do Paraná, com média de 13,96 (0,65) (Tab. II e Tab. III). Tal diferença foi significativa de acordo com o teste de Student ( $t$ -13,55,  $P < 0,01$ ).

Número de raios da nadadeira anal: variou de 25 a 26 para os espécimes do Rio de Janeiro, apresentando média 25,53 (SD= 0,50) e de 22 a 27 para os espécimes do Paraná, com média 24,27 (SD= 0,45) (Tab. II e Tab. III). Tal diferença foi significativa de acordo com o teste de Student ( $t$ -16,63,  $P < 0,01$ ).

Número de rastros branquiais superior: o número de rastros branquiais superior do primeiro arco branquial variou de 19 a 20, com média 19,51 (SD= 0,50) para os espécimes do Rio de Janeiro e de 21 a 22 para os espécimes do Paraná, com média 21,40 (SD= 0,49) (Tab. II e Tab. III). Tal diferença foi significativa de acordo com o teste de Student ( $t$ -23,91,  $P < 0,01$ ).



Número de rastros branquiais inferior: o número de rastros branquiais inferior variou de 29 a 30, com média 29,43 (SD= 0,49) para os espécimes do Rio de Janeiro. E, para os espécimes do Paraná variou de 27 a 28 com média 27,50 (SD= 0,50) (Tab. II e Tab. III). Tal diferença foi significativa de acordo com o teste de Student ( $t=24,46$ ,  $P < 0,01$ ). Em relação ao número de rastros branquial total, houve diferenças entre os locais.

Tabela II. Variações no número de caracteres merísticos de *A. januaria* do Paraná (baía de Paranaguá e rio Itiberê) e do Rio de Janeiro (baía de Sepetiba e Canal do rio São Francisco).

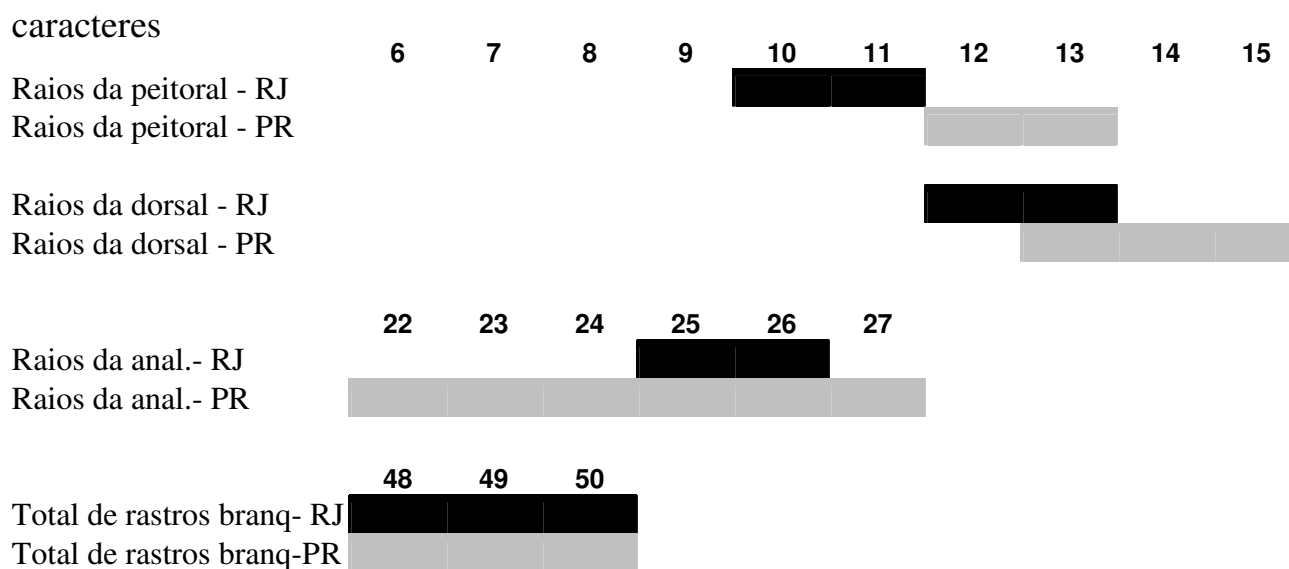


Tabela III – Teste *t-Student* para comparação de médias dos raios da nadadeira peitoral, dorsal e anal de *A. januaria*. SD= desvio padrão. N = Número de indivíduos; gl = graus de liberdade.

variáveis	Média + SD		N		t-value	gl	P
	(RJ)	(PR)	RJ	PR			
Nº r. n.dorsal	12,9+0,32	13,96+0,66	88	73	13.55	159	0.000
Nº r. n.peitoral	10,41+0,49	12,15+0,36	88	73	25.07	159	0.000
Nº r. n.anal	25,53+0,50	24,27+0,45	88	73	16.63	159	0.000
Nº r. superior	19,51+0,50	21,40+0,49	88	73	23.91	159	0.000
Nº r. inferior	29,43+0,50	27,49+0,50	88	73	24.46	159	0.000
Nº r. total	48,94+0,66	48,92+1,02	88	73	0.24	159	0.81

## 11.2- Caracterização Morfométrica Sobre os Dados Brutos

Relação entre a altura do corpo e o comprimento padrão: os espécimes do Rio de Janeiro apresentaram maiores valores da altura do corpo, quando comparados com aqueles do Paraná. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas de acordo com o teste de Student ( $t = 14,07$ ;  $P < 0,01$ ) (Fig. 3).

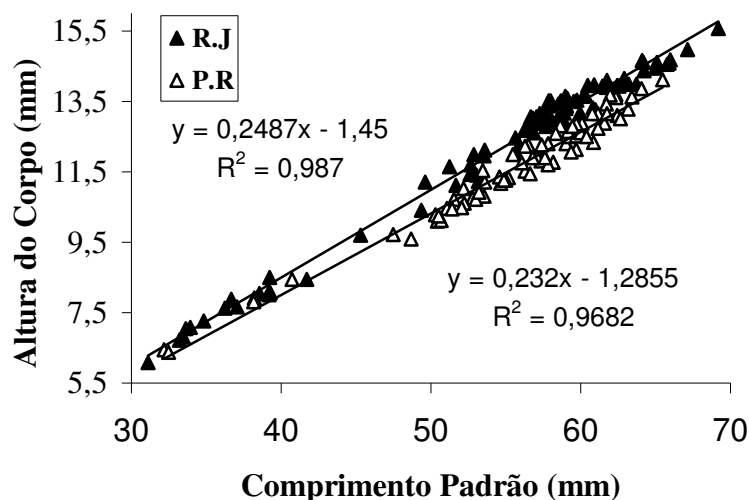


Figura 3- Regressão linear da altura do corpo sobre o comprimento padrão de *A. januaria*.

Relação entre a altura da cabeça sobre a altura do corpo: verificamos que os espécimes do Paraná apresentaram maiores valores da altura da cabeça. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas ( $\text{teste-t} = 15,89$ ;  $P < 0,01$ ) (Fig. 4).

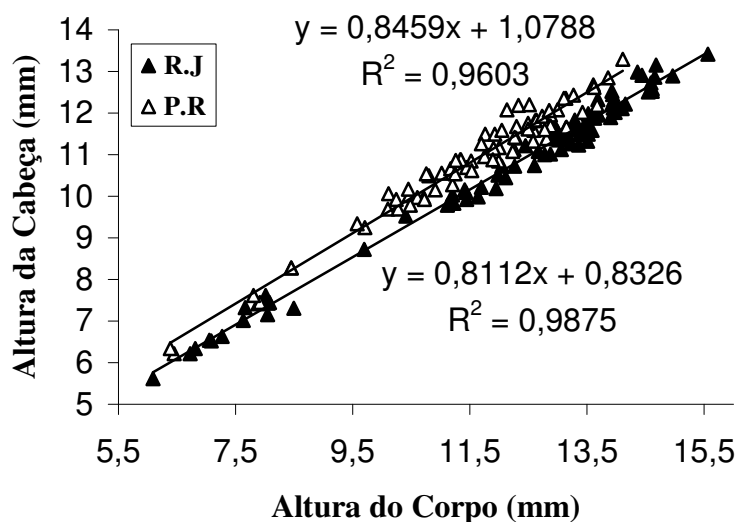


Figura 4- Regressão linear da altura da cabeça sobre a altura do corpo de *A. januaria*.

Relação entre o comprimento da cabeça e o comprimento padrão: podemos observar que os valores da altura do corpo são maiores para os espécimes do Paraná, sendo mais evidente até o comprimento padrão de 50 mm. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas de acordo com o teste de Student ( $t = 5,79$ ;  $P < 0,01$ ) (Fig.5).

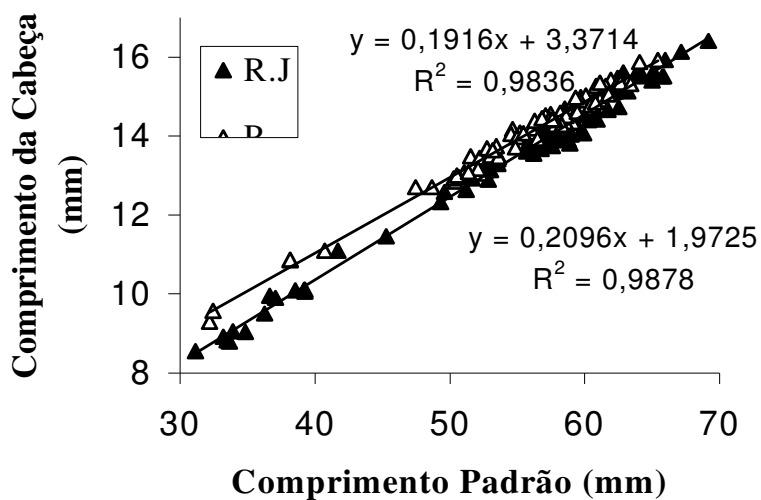


Figura 5-Regressão linear do comprimento da cabeça sobre o comprimento padrão de *A. januaria*.

Relação entre o comprimento da maxila e o comprimento da cabeça: os espécimes do Rio de Janeiro apresentaram maiores valores do comprimento da maxila. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas de acordo com o teste de Student ( $t = 36,93$ ;  $P < 0,01$ ), com uma clara diferenciação entre os dois *slopes* em todos os tamanhos (Fig. 6).

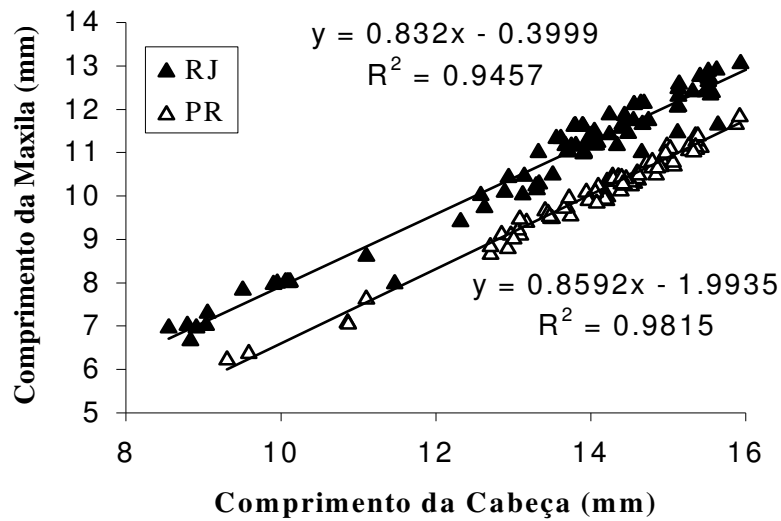


Figura 6-Regressão linear do comprimento da maxila sobre o comprimento da cabeça de *A. januaria*.

Relação entre o comprimento da boca e o comprimento da cabeça: os espécimes do Rio de Janeiro apresentam maiores valores do comprimento da boca. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas ( $t = 21,32$ ;  $P < 0,01$ ) com uma tendência de maior diferenciação entre os dois *slopes* nos menores indivíduos (Fig. 7).

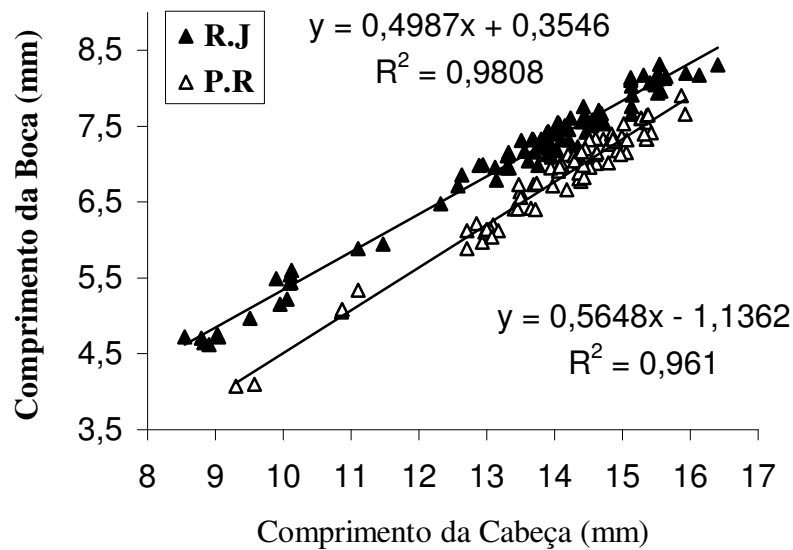


Figura 7-Regressão linear do comprimento da boca sobre o comprimento da cabeça de *A. januaria*.

Relação entre o diâmetro do olho e o comprimento da cabeça: os espécimes do Paraná apresentaram os maiores valores do diâmetro do olho. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas ( $t = 23,32$ ;  $P < 0,01$ ) com uma tendência de maior diferenciação entre os dois *slopes* nos maiores indivíduos (Fig. 8).

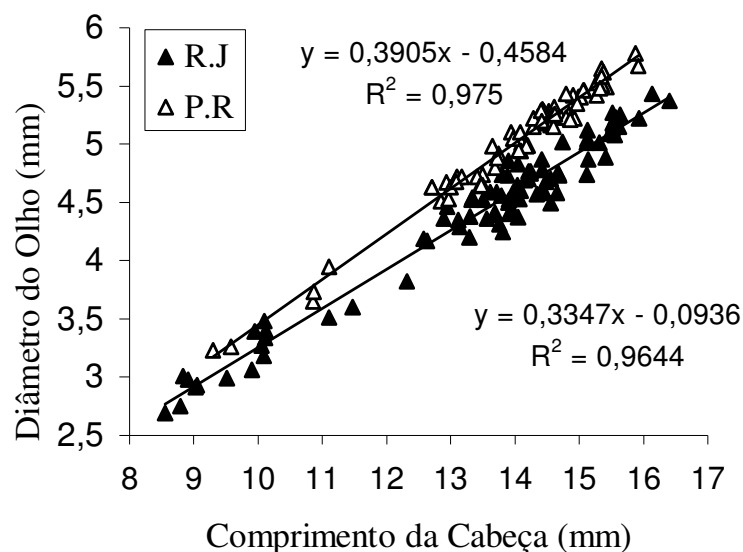


Figura 8- Regressão linear do diâmetro do olho sobre o comprimento da cabeça de *A. januaria*.

Relação entre o comprimento da nadadeira peitoral e o comprimento padrão: os espécimes do Paraná apresentaram maiores valores do comprimento da nadadeira peitoral. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas ( $t = 15,79$ ;  $P < 0,01$ ) com uma clara diferenciação entre os dois *slopes* em todas as classes de tamanho (Fig. 9).

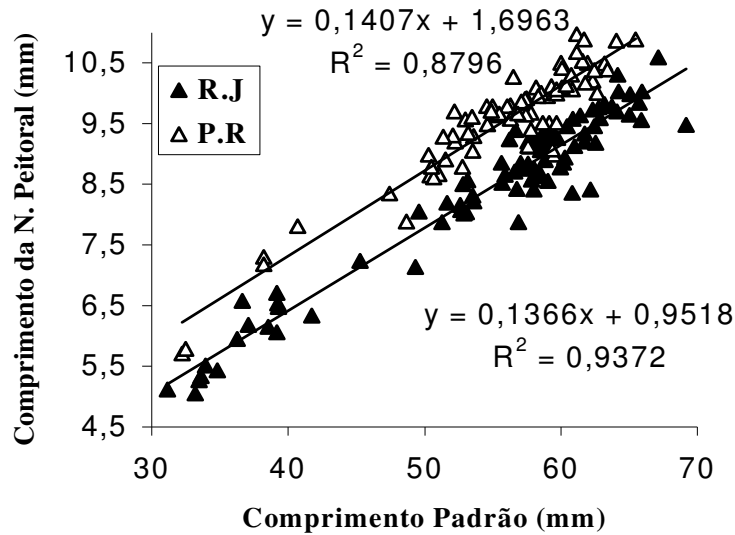


Figura 9-Regressão linear do comprimento da nadadeira peitoral sobre o comprimento padrão de *A. januaria*.

Relação entre a altura do pedúnculo caudal e a altura do corpo: os espécimes do Paraná apresentam maiores valores da altura do pedúnculo caudal em relação aos do Rio de Janeiro. Os coeficientes angulares das regressões apresentaram diferenças significativas ( $t = 6,76$ ;  $P < 0,01$ ), com uma tendência de maior diferenciação entre os dois *slopes* nos maiores indivíduos (Fig. 10).

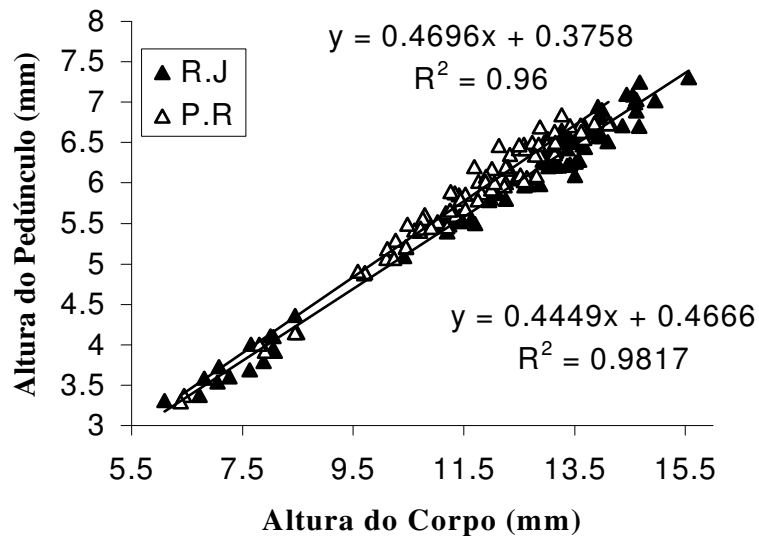


Figura 10-Regressão linear da altura do pedúnculo caudal sobre altura do corpo de *A. januaria*.

### 11.3- Caracteres Morfométricos Independentes do Tamanho

Uma análise mais detalhada dos dois locais estudados foi realizada considerando a distribuição de formas adultas e juvenis dos peixes, sendo os espécimes do Rio de Janeiro, divididos em duas subáreas: Canal do rio São Francisco (peixes adultos, porém com poucos exemplares) e baía de Sepetiba (peixes jovens e adultos). Similarmente duas subáreas foram analisadas no Paraná: rio Itiberê (peixes adultos) e baía de Paranaguá (peixes juvenis e adultos, porém com poucos exemplares). De acordo com ANOVA/MANOVA, 10 das 14 variáveis foram significativamente diferentes entre os grupos (Tab. IV). As maiores contribuições para a separação entre os grupos foram dadas principalmente pelo comprimento da maxila ( $F = 194,5$ ), comprimento da nadadeira peitoral ( $F = 78,21$ ), diâmetro do olho ( $F = 77,40$ ) e comprimento da boca ( $F = 73,82$ ).

Tabela IV- Resultados da MANOVA para comparação dos caracteres morfométricos entre as quatro subáreas estudadas (Rio de Janeiro vs. Paraná).

Variáveis	Wilks' Lambda	F	Significância
CP	0,906	05,44	0,001
Aco	0,696	22,89	0,000
Aca	0,715	20,89	0,000
DPP	0,966	01,82	0,144
DPD	0,983	00,91	0,437
DPPel	0,980	01,06	0,367
DPA	0,882	06,97	0,000
Aped	0,806	12,62	0,000
An/Nan	0,997	00,15	0,927
CNPeit	0,401	78,21	0,000
CC	0,896	06,08	0,001
CMx	0,212	194,50	0,000
CB	0,415	73,82	0,000
DO	0,403	77,40	0,000

No entanto, de acordo com o teste de Bonferroni, somente sete das quatorze variáveis mostraram médias significativamente diferentes entre os locais: altura da cabeça, comprimento da cabeça, altura do corpo, comprimento da maxila, diâmetro do olho, comprimento da nadadeira peitoral e comprimento padrão.

Diferenças significativas foram encontradas para a altura da cabeça, com menores valores para o Canal de São Francisco ( $M = -0,2654 \pm SE = 0,002$ ) em relação aos outros três locais, os quais não apresentaram diferença entre si. Os espécimes da baía de Paranaguá ( $M = 0,2355 \pm SE = 0,004$ ) apresentaram maiores médias da altura da cabeça, seguidas pelos espécimes da baía de Sepetiba ( $-0,2425 \pm 0,0017$ ) e rio Itiberê ( $-0,2439 \pm 0,002$ ) (Fig. 11 e Tab.V).

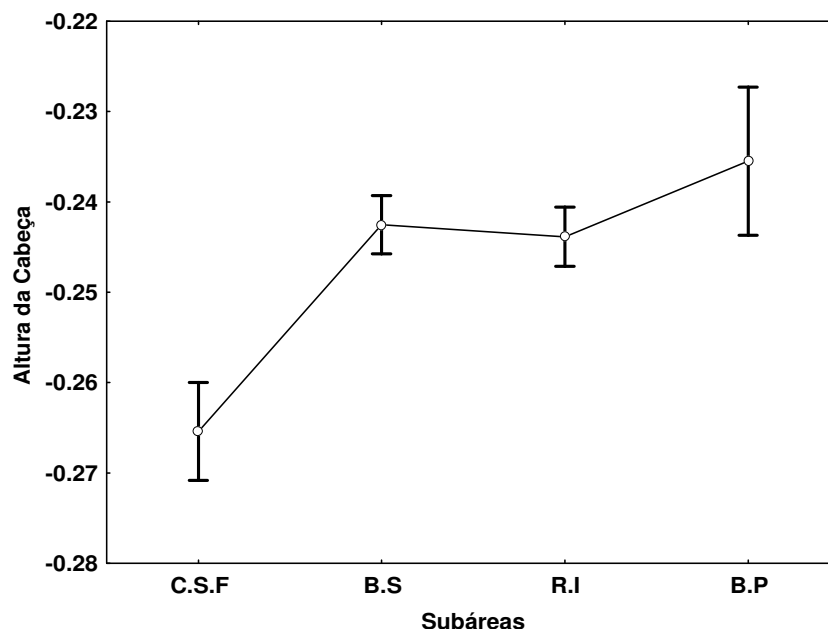


Figura 11- Média e erro padrão (barras verticais) da altura da cabeça de *A. januaris*, após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, para as quatro subáreas.

Tabela V - Valores de P do teste de Bonferroni para comparação da altura da cabeça entre as quatro subáreas.

Localidades	C.S.F -0,2654	(B.S) -0,2425	(R.I) -0,2439	(B.P) -0,2355
C. S. Francisco (CSF)– RJ		<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
baía de Sepetiba (BS) – RJ	<b>0,0000</b>		1,0000	0,7048
rio Itiberê (RI) – PR	<b>0,0000</b>	1,0000		0,3802
baía de Paranaguá (BP) - PR	<b>0,0000</b>	0,7048	0,3802	

Os espécimes do rio Itiberê apresentaram as maiores médias do comprimento da cabeça ( $-0,1319 \pm 0,002$ ), seguidos pelas amostras da baía de Paranaguá ( $M = -0,1404 \pm SE = 0,004$ ). Os espécimes do Canal do São Francisco ( $M = -0,1421 \pm SE = 0,002$ ) e baía de Paranaguá não diferem estatisticamente dos demais locais, constituindo grupos homogêneos em relação a este carácter. Somente baía de Sepetiba ( $M = -0,1445 \pm SE = 0,003$ ) diferiu do rio Itiberê (Fig. 12 e Tab.VI).



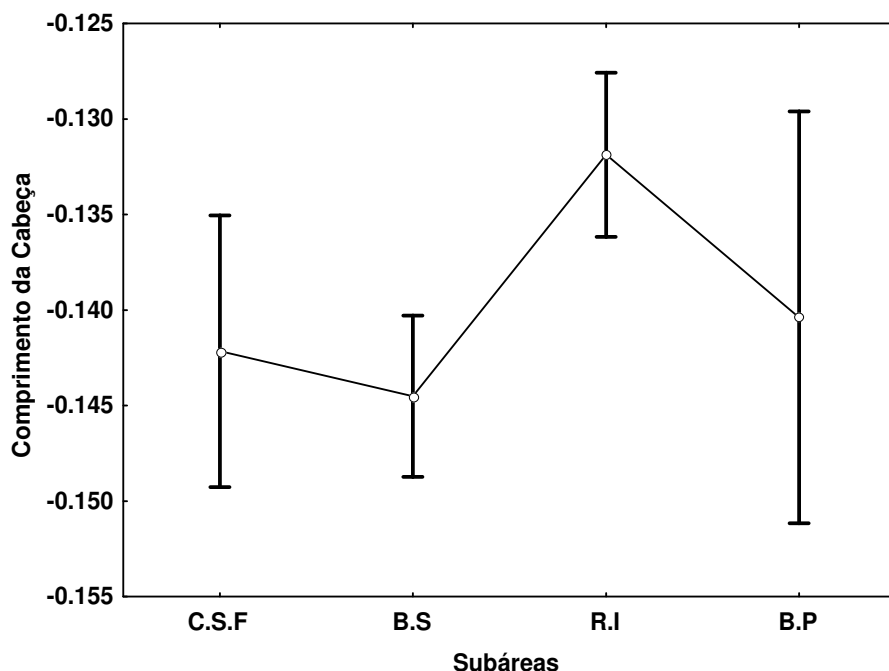


Figura 12- Média e erro padrão (barras verticais) do comprimento da cabeça de *A. januaria*, após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas.

Tabela VI- Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do comprimento da cabeça de *A. januaria* entre as quatro subáreas.

Localidades	(C.S.F) -0,1422	(B.S) -0,1445	(R.I) -0,1319	(B.P) -0,1404
C. S. Francisco (CSF)– RJ		1,0000	0,0900	1,0000
baía de Sepetiba (BS) – RJ	1,0000		<b>0,0003</b>	1,0000
rio Itiberê (RI) – PR	0,090	<b>0,0003</b>		0,8946
baía de Paranaguá (BP) - PR	1,0000	0,8947	0,8946	

Os espécimes da baía de Sepetiba ( $M = -0,1878 \pm SE = 0,003$ ) apresentaram maiores médias da altura do corpo, seguidas pelos espécimes do Canal do rio São Francisco ( $M = -0,1981 \pm SE = 0,003$ ), baía de Paranaguá ( $M = -0,2091 \pm SE = 0,006$ ) e rio Itiberê ( $M = -0,2147 \pm SE = 0,002$ ). Os espécimes do Canal do rio São Francisco e baía de Sepetiba não mostram diferentes entre si, bem como aqueles do Paraná. Os espécimes do Canal do rio São Francisco diferiram significativamente somente dos espécimes do rio Itiberê. Já os da baía de Sepetiba diferiram-se de todos aqueles do Paraná (Fig. 13 e Tab.VII).

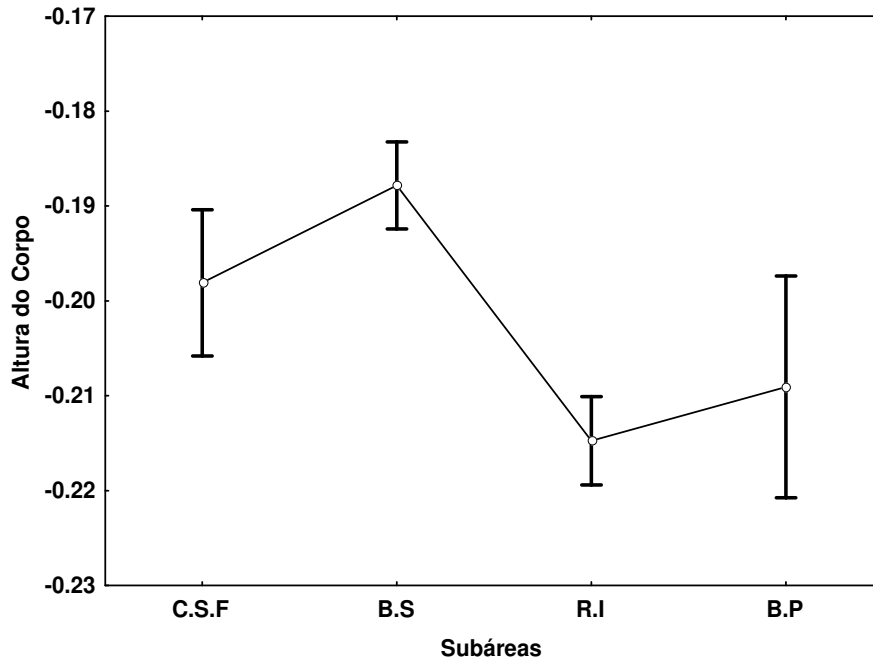


Figura 13- Média e erro padrão (barras verticais) da altura do corpo de *A. januaria*, após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas.

Tabela VII-Valores de P do teste de Bonferroni para comparação da altura do corpo de *A. januaria* entre as quatro subáreas.

Localidades	(C.S.F) -0,1981	(B.S) -0,1878	(R.I) -0,2147	(B.P) -0,2091
C. S. Francisco (CSF)– RJ		0,1501	<b>0,0021</b>	0,7417
baía de Sepetiba (BS) – RJ	0,1501		<b>0,0000</b>	<b>0,0062</b>
rio Itiberê (RI) – PR	<b>0,0021</b>	<b>0,0000</b>		1,0000
baía de Paranaguá (BP) - PR	0,7417	<b>0,0062</b>	1,000000	

Em relação ao comprimento da maxila, os espécimes da baía de Sepetiba ( $M= 0.3821 \pm SE= 0.002$ ) e do Canal de São Francisco ( $M= 0,3751 \pm SE= 0,002$ ) apresentaram as maiores médias, respectivamente, e diferiram-se daqueles da baía de Paranaguá ( $M= 0.3252 \pm SE= 0.006$ ) e do rio Itiberê ( $M= 0,3206 \pm SE= 0,002$ ). Entre aqueles do Rio de Janeiro, não houve diferenças significativas, o mesmo é válido para aqueles do Paraná, em relação a este carácter (Fig. 14 e Tab.VIII).

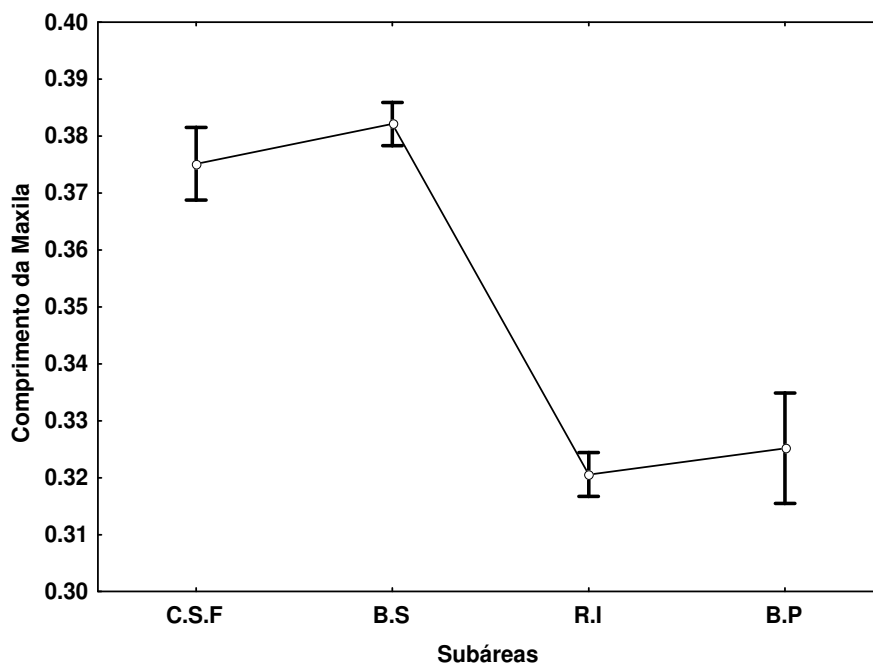


Figura 14- Média e erro padrão (barras verticais) do comprimento da maxila de *A. januaria*, após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas.

Tabela VIII- Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do comprimento da maxila de *A. januaria* entre as quatro subáreas.

Localidades	(C.S.F) 0,3751	(B.S) 0,3821	(R.I) 0,3206	(B.P) 0,3252
C. S. Francisco (CSF)– RJ		0,3897	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
baía de Sepetiba (BS) – RJ	0,3897		<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
rio Itiberê (RI) – PR	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>		1,0000
baía de Paranaguá (BP) - PR	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	1,0000	

Em relação ao diâmetro do olho, os espécimes do rio Itiberê ( $M= 0,0206 \pm SE= 0,002$ ) e da baía de Paranaguá ( $M= 0,0214 \pm SE= 0,004$ ) apresentaram as maiores médias, respectivamente, e diferiram-se daqueles do Canal do São Francisco ( $M= -0,016 \pm SE= 0,004$ ) e da baía de Sepetiba ( $M= -0,0262 \pm SE= 0,003$ ). Entre aqueles do Rio de Janeiro não houve diferenças significativas, o mesmo é válido para aqueles do Paraná, em relação a este caracter (Fig. 15 e Tab.IX).

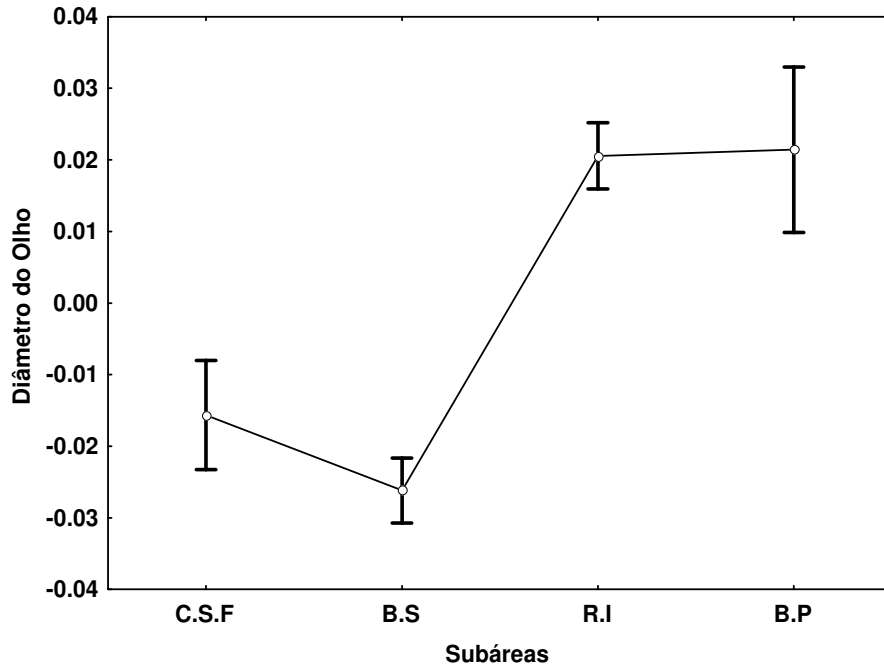


Figura 15- Média e erro padrão (barras verticais) do diâmetro do olho de *A. januarina*, após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas.

Tabela IX- Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do diâmetro do olho de *A. januarina* entre as quatro subáreas.

Localidades	(C.S.F) -0.0157	(B.S) -0.0262	(R.I) 0.0206	(B.P) 0.0214
C. S. Francisco (CSF)– RJ		0.1215	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
baía de Sepetiba (BS) – RJ	0.1215		<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>
rio Itiberê (RI) – PR	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>		1.0000
baía de Paranaguá (BP) - PR	<b>0.0000</b>	<b>0.0000</b>	1.0000	

Em relação ao comprimento da nadadeira peitoral, os espécimes do rio Itiberê ( $M = -0,2994 \pm SE = 0,002$ ) e da baía de Paranaguá ( $M = -0,3078 \pm SE = 0,006$ ) apresentaram as maiores médias, e diferiram-se daqueles do Canal do São Francisco ( $M = -0,3517 \pm SE = 0,004$ ) e da baía de Sepetiba ( $M = 0,3450 \pm SE = 0,002$ ). Entre as subáreas de cada localidade não houve diferenças significativas, em relação a este carácter (Fig. 16 e Tab.X).

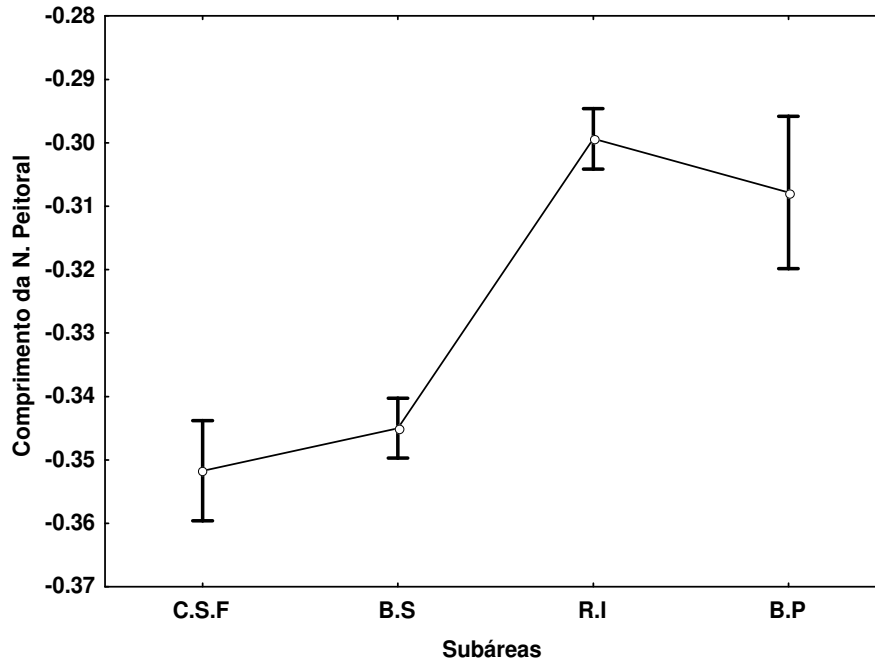


Figura 16- Média e erro padrão (barras verticais) do comprimento da nadadeira peitoral de *A. januaria*, após transformação de Aitchinson dos dados log-transformados, nas quatro subáreas.

Tabela X- Valores de P do teste de Bonferroni para comparação do comprimento da nadadeira peitoral de *A. januaria* entre as quatro subáreas.

Localidades	(C.S.F) -0,3517	(B.S) -0,3450	(R.I) -0,2994	(B.P) -0,3078
C. S. Francisco (CSF)– RJ		0,9129	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
baía de Sepetiba (BS) – RJ	0,9129		<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>
rio Itiberê (RI) – PR	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>		1,0000
baía de Paranaguá (BP) - PR	<b>0,0000</b>	<b>0,0000</b>	1,0000	

### 11.3- Análise Multivariada: Análise de Componentes Principais (ACP)

A curva do *scree plot* da ACP mostrou que, apesar dos dois primeiros eixos explicarem grande parte da variação, a relação do número de ordem de cada eixo da ACP com o valor próprio que lhe está associado, não evidencia uma rápida estabilização dos valores de explicação de cada eixo (Fig.17).

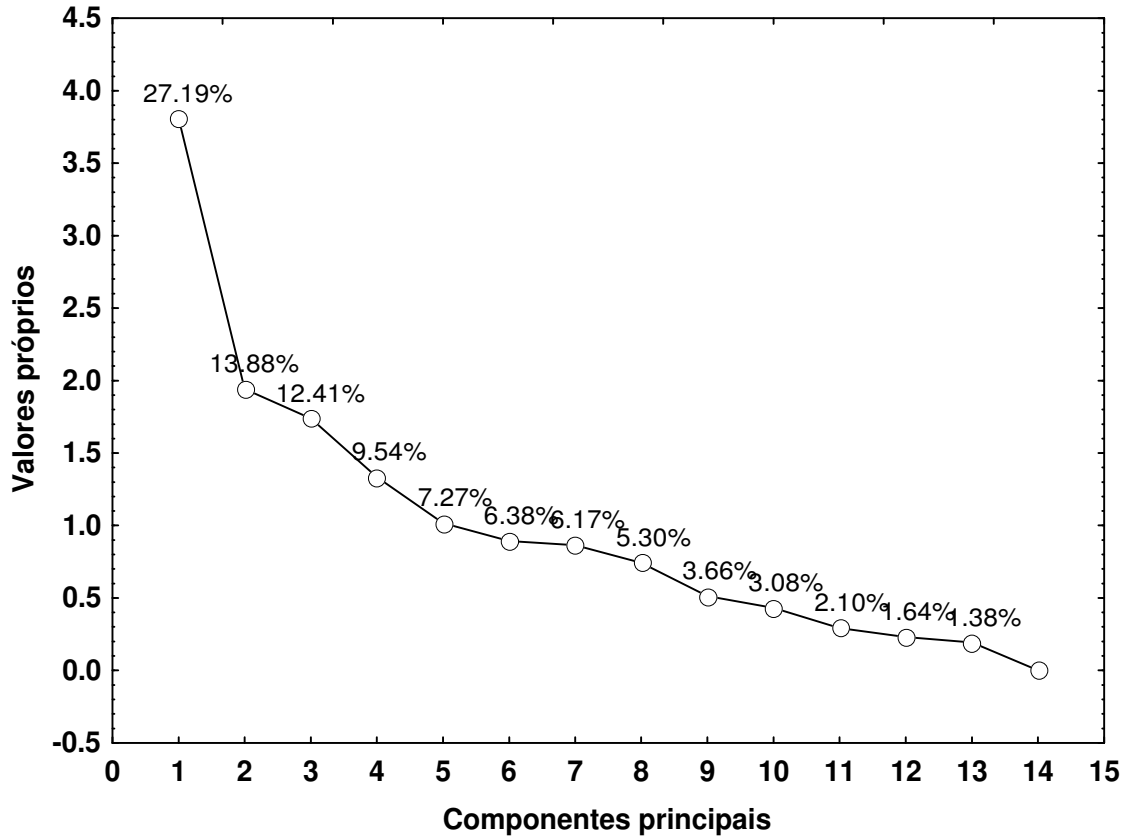


Figura 17– Distribuição dos valores próprios, com percentagens da variância para cada autovalor da ACP das quatorze variáveis morfométricas de *A. januarina*.

Um padrão bem diferenciado entre os indivíduos do Rio de Janeiro (Canal de São Francisco e baía de Sepetiba) e do Paraná (rio Itiberê e baía de Paranaguá) foi detectado, através da análise dos dois primeiros componentes principais. Os indivíduos do Rio de Janeiro foram localizados no lado esquerdo do diagrama, enquanto que os do Paraná, no lado direito, indicando que o fator 1 foi responsável por esta separação, explicando 27,19 % da variabilidade dos dados. Ocorreu pouca sobreposição entre os espécimes do Canal do rio São Francisco com os da baía de Sepetiba. Enquanto, os espécimes do rio Itiberê sobrepueram-se mais com os espécimes da baía de Paranaguá (Fig. 18). O fator 2 explicou apenas 13,88%.

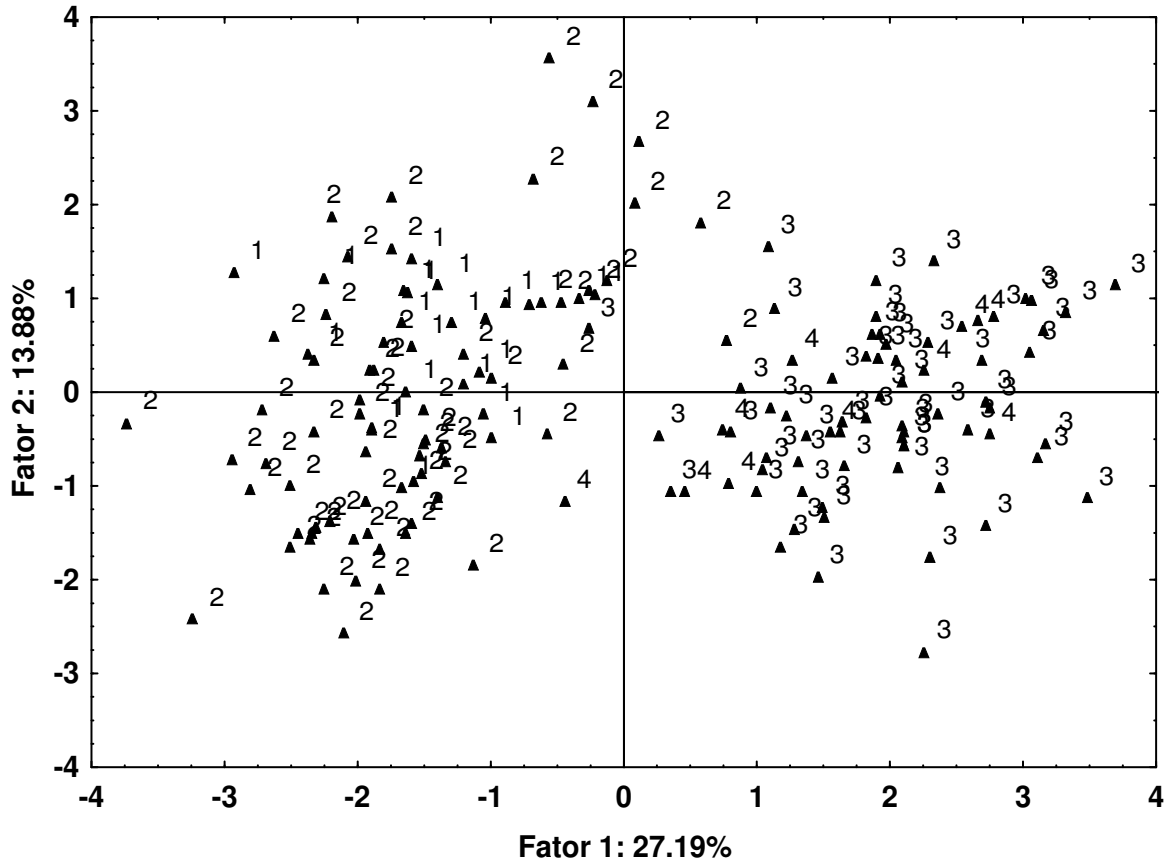


Figura 18- Análise dos componentes principais em relação aos dados morfométricos independentes do tamanho para as quatro subáreas. Amostras codificadas: 1 – Canal do rio São Francisco, 2- baía de Sepetiba, 3- rio Itiberê e 4- baía de Paranaguá.

O comprimento da nadadeira peitoral, comprimento da cabeça, diâmetro do olho e altura do pedúnculo caudal apresentaram pesos positivos em relação ao fator 1, enquanto o comprimento da boca, comprimento da maxila e altura do corpo apresentaram pesos negativos. Em relação ao fator 2, os maiores pesos positivos foram para o comprimento da cabeça e negativos para a distância anus/nadadeira anal (Tabela XI).

Tabela XI- Pesos e contribuições relativas de cada variável da análise de componentes principais sobre os caracteres morfométricos de *A. januaria*.

<b>Variáveis</b>	<b>Fator 1 Pesos</b>	<b>Contribuição Relativa</b>	<b>Fator 2 Pesos</b>	<b>Contribuição Relativa</b>
CP	-0.23	0.0140	0.29	0.0450
ACorp	<b>-0.72</b>	0.1346	-0.26	0.0354
ACab	0.08	0.0017	-0.11	0.0063
DPP	0.26	0.0179	-0.13	0.0091
DPD	-0.04	0.0003	0.06	0.0016
DPPel	-0.04	0.0004	0.44	0.1011
DPAn	-0.10	0.0101	0.42	0.0894
APed	<b>0.54</b>	0.0766	0.39	0.0795
Anus/Anal	-0.18	0.0082	<b>-0.75</b>	0.2872
CPei	<b>0.84</b>	0.1842	0.10	0.0053
CC	<b>0.53</b>	0.0731	<b>0.61</b>	0.1914
CMax	<b>-0.83</b>	0.1811	0.32	0.0535
CB	<b>-0.79</b>	0.1620	0.31	0.0492
DO	<b>0.72</b>	0.1356	-0.30	0.0463
Autovalores	3,80		1,94	
Explicação da variância	27,19%		13,88%	

Um padrão diferenciado foi apresentado entre os espécimes das duas localidades, indicados principalmente pelo fator 1. Os espécimes do Rio de Janeiro apresentaram maior comprimento da boca, comprimento da maxila e altura do corpo, e menores comprimentos da nadadeira peitoral e diâmetro do olho. O inverso destas características foi apresentado para os espécimes do Paraná. Embora com grande contribuição para o fator 2, o comprimento da cabeça, que variou inversamente com a distância ânus/nadadeira anal, não diferenciou os dois locais, indicando variabilidade destes dois caracteres em peixes tanto do Paraná como do Rio de Janeiro (Fig. 19).

A variável comprimento da maxila e comprimento da boca estão fortemente correlacionadas entre si e, estão correlacionados negativamente com o diâmetro do olho. Mas, são independentes das variáveis: comprimento da cabeça, altura do pedúnculo caudal, comprimento da nadadeira peitoral, distância ânus/nadadeira anal e altura do corpo, as quais, entre si, apresentam uma forte correlação negativa (fig.19).



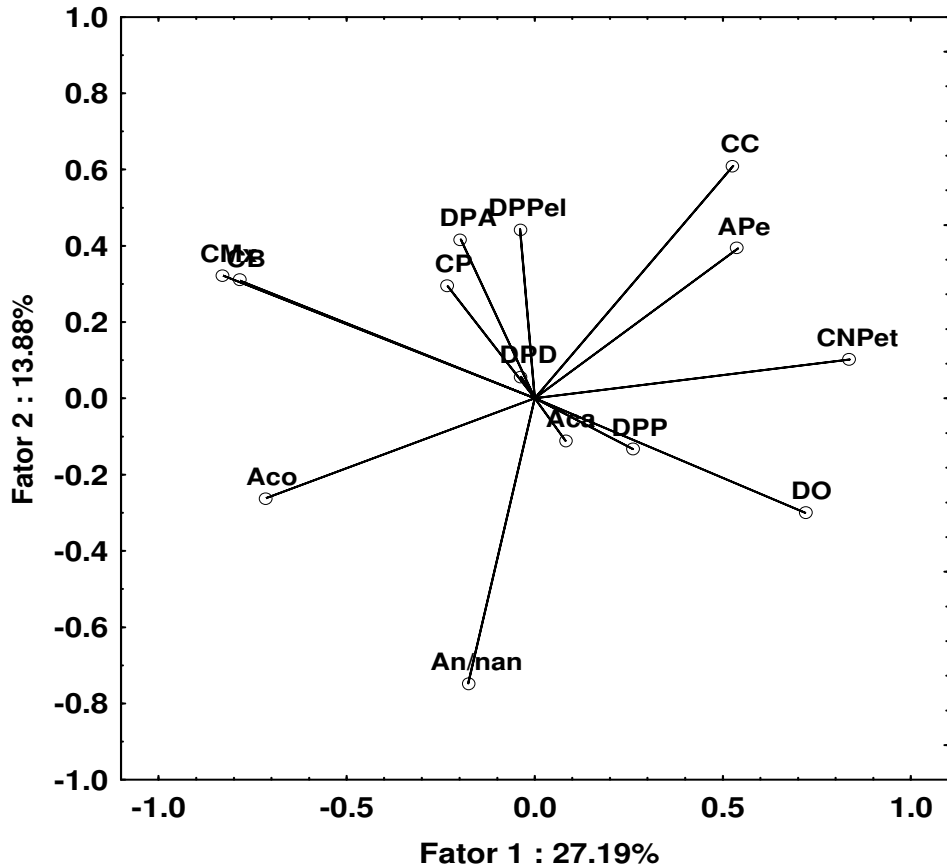


Figura 19- Projeção das quatorze variáveis morfométricas de *A. januaria* no espaço das componentes principais I e II.

#### 11.4- Análise Discriminante

Foram obtidos dois eixos canônicos, com: o primeiro representando 27,19% da explicação da variância e o segundo 13,88 %. De acordo com o diagrama formado pelos dois primeiros eixos (Fig. 20), foi observada uma evidente separação entre os espécimes do Rio de Janeiro (Canal do rio São Francisco e baía de Sepetiba), no lado esquerdo do diagrama, daqueles do Paraná (rio Itiberê e baía de Paranaguá), situados no lado direito. O grupo do Rio de Janeiro, por sua vez, apresentou uma heterogeneidade muito grande entre os dois subgrupos, com os espécimes do Canal de São Francisco na parte mais inferior do diagrama e os da baía de sepetiba, na parte superior. Já, os espécimes do Paraná mostram ser mais homogêneos.

As correlações entre as variáveis e as funções discriminantes revelaram que as variáveis comprimento da maxila (CMx), comprimento da boca (CB) (positivas) e, diâmetro do olho (DO) e comprimento da nadadeira peitoral (negativas) contribuíram predominantemente para a primeira função discriminante. E a variável altura da cabeça e altura do corpo (positivas) e, distância da nadadeira anal, e distância da nadadeira peitoral (negativas) contribuíram para a segunda função discriminante (Tab. XIII).

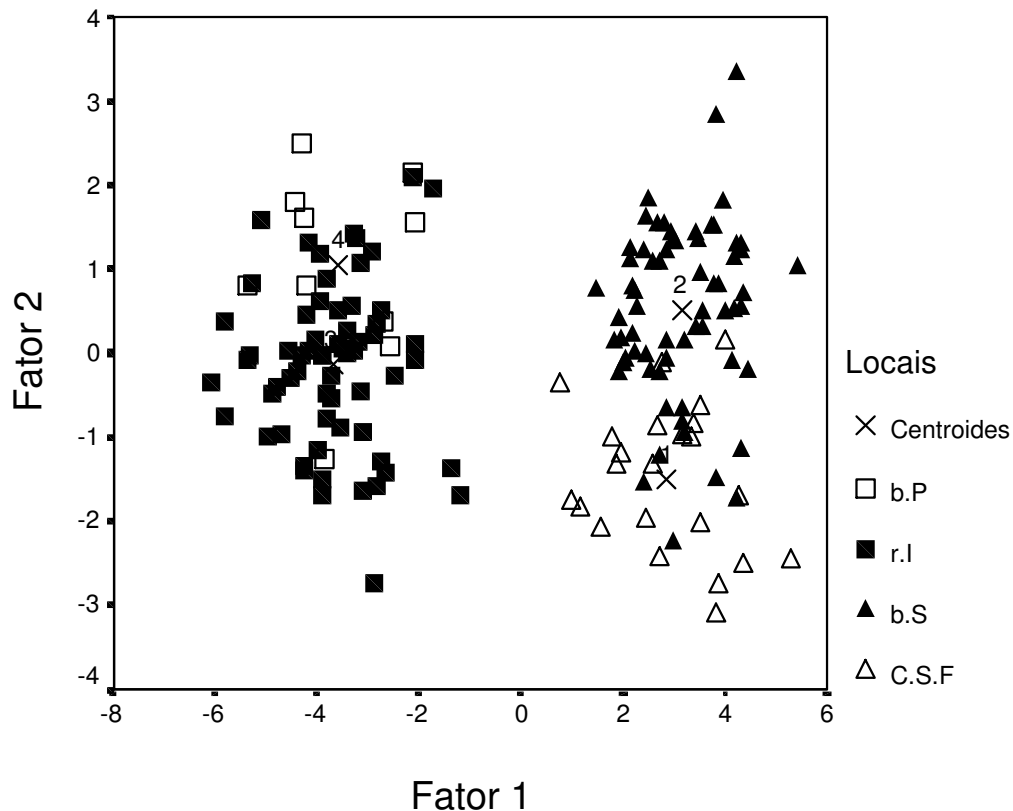


Figura 20- Gráfico de dispersão dos escores individuais das amostras combinadas de *A. januaria* do Canal do rio São Francisco (quadrados escuros), baía de Sepetiba (quadrados claros), rio Itiberê (triângulos escuros) e baía de Paranaguá (triângulos claros).

Tabela XII- Eixos canônicos com as variáveis que explicaram a discriminação dos espécimes de *A. januaria*.

Variáveis	Eixo I	Eixo II
CMx	<b>0,563*</b>	0,095
DO	<b>-0,353*</b>	-0,149
CNPeit	<b>-0,353*</b>	0,162
CB	<b>0,345*</b>	-0,087
Aca	-0,057	<b>0,739*</b>
DPA	0,037	<b>-0,404*</b>
Aco	0,187	<b>0,204*</b>
DPP	-0,047	<b>-0,120*</b>
CP	0,027	0,160
Aped	-0,140	0,010
CC	-0,094	-0,079
DPPel	0,007	-0,137
DD	0,032	-0,013
anu/nan	0,009	-0,041

Todos os espécimes foram corretamente classificados dentro dos seus grupos originais, variando de 60,0% a 98,4% de explicação. Proporcionalmente o grupo mais bem

classificado foi rio Itiberê (98,4%), baía de Sepetiba (95,4%), Canal do rio São Francisco (87%) e baía de Paranaguá (60%). Em média 93,2% dos grupos estão corretamente classificados (Tab. XIII).

Tabela XIII- Número de espécimes de *A. januaria* corretamente classificados de acordo com cada localidade.

	Locais	C.S.F	B.S	R.I	B.P	Total
Origem	C.S.F	20	3	0	0	23
	B.S	03	62	0	0	65
	R.I	0	0	62	1	63
	B.P	0	0	4	6	10
%	C.S.F	87,0	13	0,0	0,0	100
	B.S	4,6	95,4	0,0	0,0	100
	R.I	0,0	0,0	98,4	1,6	100
	B.P	0,0	0,0	40,0	60,0	100

## 12- DISCUSSÃO

Foi encontrada entre os espécimes de *Anchoa januaria* do Rio de Janeiro e do Paraná uma diferenciação nos caracteres morfológicos. Os coeficientes de regressão, os quais são indicativos da taxa de crescimento das estruturas corporais mostraram ser diferentes entre as duas localidades para altura do corpo, altura da cabeça, comprimento da cabeça, comprimento da maxila, comprimento da boca, diâmetro do olho, comprimento da nadadeira peitoral e altura do pedúnculo caudal. Os espécimes do Rio de Janeiro mostraram maiores velocidades de crescimento somente em relação à altura do corpo e comprimento da cabeça. BRAGA (1987) encontrou para *Sardinella brasiliensis* (Steindachner 1879) uma espécie de Clupeiforme migratória, padrões de diversidade em termos de crescimento de proporções corporais, na área entre Rio de Janeiro e Santa Catarina. Sendo que, aqueles do Rio de Janeiro apresentaram maiores taxas de crescimento, atribuindo estas diferenças, as condições ambientais locais que, provavelmente influenciou na ontogenia dos grupos. Sendo aqueles espécimes do Rio de Janeiro favorecido pela área de ressurgência de Cabo Frio, onde há grande abundância de nutrientes. No entanto este padrão de crescimento dependente da área de ressurgência pode não ser válido para *A. januaria*. Pois, a mesma usufrui dos recursos da margem continental e estuarinas na baía de Sepetiba (SILVA & ARAÚJO 2000).

Adicionalmente, o maior comprimento da nadadeira peitoral para os espécimes do Paraná e maior altura do corpo para aqueles do Rio de Janeiro podem estar relacionado às diferenças nas condições abióticas entre as localidades. PERES-NETO & MAGNAN (2004), realizaram estudos experimentais com o gênero *Salvelinus* e observaram que, as variações morfológicas podem ser induzidas pela velocidade da água, sendo o comprimento da nadadeira peitoral a mais correlacionada com esta variável ambiental; a nadadeira peitoral e altura do pedúnculo são maiores em peixes que vivem em águas com pouca velocidade, enquanto a altura do corpo aumenta com a velocidade da água. Se este for um padrão geral para todos os peixes, as divergências encontradas em *A. januaria*, pode estar ligado a diferenças entre as localidades em termos de velocidade da água.

A análise independente do tamanho confirmou às observadas sobre os dados brutos, indicando diferenças entre as médias dos seguintes caracteres morfométricos, considerando-se as quatro subáreas: altura do corpo, altura da cabeça, comprimento da cabeça, comprimento da maxila, diâmetro do olho e comprimento da nadadeira peitoral. Os espécimes do Rio de Janeiro apresentaram maiores médias somente para altura do corpo e comprimento da maxila e, menores médias para os demais caracteres. Essas diferenças pressupõem que, as estruturas corporais da espécie não se apresentam homoganeamente, em parte da costa brasileira. Adicionalmente, parecem pertencerem a dois grupos distintos. Hipótese parecida para a espécie, já foi proposta por CERVIGON (1969), o qual observou variações merísticas em *A. januaria* de São Paulo e Recife e, propôs que, os espécimes entre estas duas localidades parecem pertencer a duas populações distintas.

Vários são os fatores que podem contribuir para as nossas observações a respeito da espécie: 1) os indivíduos adultos e juvenis vivem em estuários e praias com menores salinidades, os primeiros, possuem comportamento migratório para os rios próximos, para desovarem, ou seja, o seu potencial de dispersão larval a grandes distâncias é muito reduzido, quando comparado com aquelas espécies marinhas que desovam em áreas mais abertas, como *E. mordax*, *E. rigens* e *S. brasiliensis*, onde os ovos ficam a deriva da maré, 2) possivelmente os espécimes dessas duas localidades são provenientes de diferentes grupos de desova, 3) os espécimes oriundos desses dois grupos de desova, não têm caminho livre para contato genético direto, pois não suportam altas salinidades, 4) apresenta curta longevidade, o que favorece o acumulo mais rápido de modificações genéticas e conseqüentemente as morfológicas. Teoricamente, todas as características ecológicas e comportamentais acima favorecem a diminuição do fluxo gênico entre os espécimes destas duas localidades.

O fato de *A. januaria*, apresentar comportamento reprodutivo na baía de Paranaguá, característico da espécie, onde desova nos rios, sendo posteriormente os juvenis recrutados para as praias (ESPER 1982) e estes mais tarde repetirem o comportamento dos adultos, torna-a uma espécie mais confinada a desembocadura de rios. Este mesmo comportamento foi hipotetizado no presente trabalho para a baía de Sepetiba (Capítulo 1), porém, faltando dados da reprodução, mas com claras evidências de tal comportamento. Este comportamento reforça a nossa hipótese que, provavelmente os dois grupos analisados são oriundos de dois grupos de desova diferentes. Conseqüentemente, apresentam histórias de vida também diferentes, pelo fato de ambos os grupos estarem submetido durante a ontogenia a diferentes condições e pressões ambientais, o que pode ter contribuído para as variações morfológicas observadas. Este fato já foi encontrado para outros Engraulidae exemplo, TURAN *et al.* (2003), com base em diferenças morfométricas, detectaram quatro grupos de *E. encrasicolus*, no Mar Negro, Aegean e Mediterrâneo, e atribuíram essas dissimilaridades a diferentes histórias do ciclo de vida de cada grupo, já que todos proviam de diferentes grupos de desova e foram submetidos a diferentes pressões ambientais.

LECOMTE *et al* (2004) no trabalho realizado com *E. mordax*, comenta que as diferenças morfométricas e merísticas podem estar fortemente ligadas a uma resposta ontogenética as condições ambientais locais, antes mesmo que adaptações locais ou isolamento. Embora, *E. mordax*, mostre um alto potencial de fluxo gênico, por apresentar grande dispersão de larvas e adultos, muitos estudos, têm suportado o isolamento de populações ao longo da costa norte Americana (ex.: VROOMAN *et al.* 198; URIBELCOCER *et al.* 1996). Os resultados dos mesmos são corroborados pelos trabalhos de SPANIKIS *et al.* (1989) e BEMBO *et al.* (1996), os quais encontram diferenças genéticas e

morfométricas em *E. encrasicolus* entre os Mares de Aegean e Ionian e entre os Mares de Aegean e Tyrrhenian, respectivamente. Portanto, é possível que as diferenças observadas em *A. januaria*, entre Rio de Janeiro e Paraná, possam estar refletindo, além das adaptações locais, isolamento reprodutivo, ou até mesmo, diferenças genéticas, o que pode ter contribuído para o isolamento dos grupos.

*Anchoa januaria* apresenta curta longevidade, esta característica pode ser um fator que a pré-dispõe a acumular maiores variações genéticas que, provavelmente, pode ser o determinante das variações morfológicas observadas. ZI-NIU-YU *et al.* (2005) encontraram um alto nível de variação no DNA em anchovy japonesa (que possuem comportamento de desova próximo às praias e depois voltam para alto-mar para se alimentarem) com alto nível de dispersão entre as regiões sul-sudeste na costa Chinesa e, atribuíram essas características ao curto ciclo de vida, quando comparado, por exemplo, com o bacalhau e outras espécies de vida mais longa, podendo a espécie acumular mais mutações que as demais e, determinou a existência de três populações. Outros estudos também corroboram essas variações como o realizado por YU *et al.* (2002) o qual analisou dois grupos de desova e verificou um alto nível de variação genética entre as localidades próximas de Taiwan.

A Análise de Componentes Principais (ACP) e a Análise de Função Discriminante (AFD) sugeriram a existência de dois grupos distintos entre Rio de Janeiro e Paraná. Resultados semelhantes e em diferentes níveis e formas de variações morfológicas têm sido encontradas em Clupeiforme entre pequenas distâncias geográficas (diferenças de 1° latitudes e 3° de longitudes entre as localidades) (KINSEY *et al.* 1994, TUDELA 1999). No entanto, nenhum desses estudos encontrou evidências de diferenças genéticas entre as populações. Provavelmente, as variações morfológicas são condicionadas pelas influências ambientais locais que proporcionam uma plasticidade fenotípica (SWAIN & FOOTE 1999), mas é difícil chegar a uma exatidão do agente causador ou influenciador daquelas mudanças, quando se trata de observações não controladas.

O padrão de diferenciação morfométrico detectado entre os espécimes do Rio de Janeiro e Paraná, sugerem uma divergência morfológica e uma possível separação geográfica em duas populações. Entretanto, não podemos ser taxativos, pois, em geral, os peixes demonstram grande variância morfológica, tanto dentro, quanto entre populações, quando comparados com outros grupos de vertebrados, e são mais susceptíveis a variações morfológicas, induzidas pelo ambiente onde se encontram (ALLENDORF *et al.* 1987; WIMBERGER 1992). Este padrão de variação encontrado para a espécie pode ser um indicador do isolamento reprodutivo entre os espécimes das duas localidades, o que possivelmente poderia ser reforçado com base na análise genética dos grupos. Porém, é evidente que os espécimes do Paraná são mais integrados que, aqueles do Rio de Janeiro, visto que, as duas subáreas do Rio de Janeiro mostraram-se mais heterogêneos em seus caracteres morfométricos.

Os caracteres merísticos, também apresentaram diferenças no número de raios das nadadeiras. Apesar deles serem usados principalmente como caracteres taxonômicos para diferenciação interespecífica e serem relativamente constantes nas espécies, eles podem refletir diferenças genéticas entre grupos específicos (VIDALIS *et al.* 1997). Alguns estudos experimentais apontam que as condições ambientais (ex: temperatura e intensidade luminosa) podem afetar a expressão de genes responsáveis pelos caracteres merísticos. Estes estudos sugerem que, a diferenciação de população, com base em caracteres merísticos deve ser paralela a estudo genético da espécie (MACCRIMMON & KWAIN 1969). Mas, segundo YAMAGUTI (1979), muitas vezes, mas nem sempre, os fatores

ambientais (ex: temperatura), que atrasam a eclosão do ovo, produzem contagens mais altas. Por outro lado, as contagens mais altas podem ser consideradas como causadas por condições, fora da condição ótima para a espécie. MAZZETTI (1983) comparando dados merísticos de *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini 1935) da baía de Guanabara com os encontrados por PLAZA & BOSCHI (1958), mostrou que a média, tanto de número de raios das nadadeiras anal e dorsal na área do Rio de Janeiro, é sempre menor do que os analisados para águas Argentinas (mais frias). As variações merísticas encontrados, com maiores médias para os espécimes do Paraná, exceto o número de raios da nadadeira anal, sugerem tal teoria, pois na baía de Paranaguá, a temperatura média da água varia entre 18° a 30° C e salinidade de 12% a 34% (BIGARELLA 1978). Já a baía de Sepetiba se caracteriza por suas águas apresentarem temperaturas médias variando entre 20°C e 29°C e salinidade de 22,3 e 34% (ARAÚJO *et al.* 1998). Adicionalmente, a baía de Paranaguá se caracteriza por apresentar cunhas de água doce e salgada que se interagem, originando grandes contrastes de salinidade durante o fluxo e refluxo das marés. As diferenças merísticas encontradas reforçam as nossas constatações morfométricas, dando consistência para o isolamento dos espécimes das duas localidades e que provavelmente a baía de Paranaguá ofereça maior contato entre os espécimes de *A. januaria* dentro de suas sub-áreas, o que provavelmente promove a maior integração da espécie neste ambiente.

### 13- CONCLUSÕES

- 1- *Anchoa januaria* apresentou heterogeneidade na taxa de crescimento das estruturas corporais, com os espécimes do Paraná apresentando os maiores coeficientes de regressão, para a maioria dos caracteres analisados.
- 2- A análise independente do tamanho confirmou a heterogeneidade das estruturas corporais entre as duas áreas.
- 3- Os espécimes do Paraná são mais integrados, visto que, as duas subáreas analisadas mostram maior sobreposição em seus caracteres quando comparado com as duas subáreas do Rio de Janeiro.
- 4- Os caracteres merísticos apresentaram diferenças: com maior número de raios da dorsal e peitoral para os espécimes do Paraná e, maiores para a nadadeira anal para aqueles do Rio de Janeiro.
- 5- As variações morfológicas encontradas sugerem uma provável existência de duas populações na costa sudeste-sul do Brasil.

### 14- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITCHINSON, J. 1986. *The statistical analysis of compositional data*. Chapman and Hall, New York. 402 PP.
- ARAÚJO, F.G.; Cruz-Filho, A.G.; Azevêdo; M.C.C.; Santos, A.C.A. 1998. Estrutura da comunidade de peixes demersais da Baía de Sepetiba, RJ. *Rev. Brasil. Biol.*, 58 (3): 417-430.

- ALLENDORF, F.W., RYMAN, N. & UTTER, F. 1987. *Genetics and fishery management: Past, present and future in population genetics and fisheries management*. (N. Ryman & F. Utter, Eds.) University of Washington Press, Seattle & London, 1-20.
- BARBIÉRE, E. B. & KRONEMBERG. 1994. Climatologia do litoral Sul-Sudeste do estado do Rio de Janeiro: Um subsídio à análise ambiental. *Caderno de geociências*. 12: 57-73
- BEMBO, D. G.; CARVALHO, G. R., CINGOLANI N.; ARNERI, E.; GIANNETTI G. & PITCHER, T. J. 1996a. Allozymic and morphometric evidence for two stocks of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in Adriatic waters. *Marine Biology* 126:529-538.
- BIGARELLA, J.J. 1978. A Serra do Mar e a porção oriental do Paraná, um problema de segurança ambiental e nacional. J.J. Bigarella, R.D. Becker, D.J. Matos & A.Werner (Eds.). *Secr. do Est. do Planejamento do Paraná*, 248 p.
- BLACKTH, R. E. & R. A. REYMENT. 1971. *Multivariate morphometric*. London, Academic Press, 410p.
- BOOKSTEIN F.L. 1991 *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BRAGA, F. M. S. 1987. Estudo da diversidade de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner), na área entre Macaé (22° 23' S) e Ilha de Santa Catarina (27° 35' S). 1. Crescimento de dimensões corporais. *Rev. Bras. Zool.* 4 (3): 235-250.
- CAVALCANTI, J. M. & P. R. D. LOPES. Morfometria comparada de *Ctenosciana gracilicirrhus*, *Paralonchurus brasiliensis* e *Micropogonias furnieri* (Teleostei, Sciaenidae) pela análise multivariada de redes de treliças. *Rev. Bras. Zool.* 7 (4): 627-635.
- CARVALHO, J. D. E P. 1950. Engraulídeos brasileiros do Gênero *Anchoa*. *Bolm. Inst. Paul. Oceanogr.*, São Paulo, 1 (2): 43-70.
- CERVIGÓN, F. 1969. Lãs espécies de los gêneros *Anchovia* y *Anchoa* (Pisces: Engraulidae) de Venezuela y areas adyacentes del mar caribe y atlántico hasta. *Fund. La Salle de Cie. Nat.* 193-251.
- COYNE, J. A. & ORR, H. A. 2004. *Speciation*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- CORTI, M. & CROSETTI, D. 1996. Geographic variation in the grey mullet: a geometric morphometric analysis using partial warp scores. *Journal of Fish Biology* 48: 255–269.

- COSTA, D. T. M. A.; ARGENTO, M. S. F. & REIS, C. H. 2005. Caracterização das plumas de sedimentos da Baía de Sepetiba como subsidio ao estabelecimento de planos amostrais em ambientes costeiros *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil, 16-21. INPE, p. 2121-2127.
- CRUZ FILHO, A. G.; ARAUJO, F. G. ; AZEVÊDO, M. C. C. ; SANTOS, A. C. A. Distribuição de populações de peixes demersais na Baía de Sepetiba, RJ. *Acta Biologica Leopoldensia*, São Leopoldo, RS, v. 22, n. 2, p. 227-237, 2000.
- ESPER, M. L. P. 1982. Reprodução e crescimento de *Anchoa januaria* (Steindachner) na região da Ponta Cruz (Baía de Paranaguá). Paraná, Brasil. *Dunesia*. 13(11):15-35.
- FLEMING, I. A.; JONSSON, B. & GROSS, M. R. 1994. Phenotypic divergence of sea-ranched, farmed, and wild salmon. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 51: 2808-2824.
- KAWATA M (2002) Invasion of vacant niches and subsequent sympatric speciation. *Proceeding of Royal Society of London* 69:55-63.
- LANA PC, MARONE E, LOPES RM, MACHADO EC 2000. The subtropical estuarine complex of Paranaguá Bay, Brazil. In: *Ecological Studies, Coastal Marine Ecosystems of Latin America Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 144, p. 131-145.
- LECOMTE, F. W. S.; GRANT, J. J.; DODSON, R.; RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ & BOWEN, B. W. (2000). Living with uncertainty: genetic imprints of climate shifts in East Pacific anchovy (*Engraulis mordax*) and sardine (*Sardinops sagax*). *Molecular Ecology* 13, 2169-2182.
- MACCRIMMON, H. R. & KWAIN, W. H. 1969. Influence of light on early development and meristic characters in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Can. J. Zoology*. 47 (4):631-637.
- MANLY, B.F.J. *Multivariate statistical methods: a primer*. 2º ed., London, Chapman & Hall, 1994.
- MAZZETTI, M. V. 1983. **Contribuição à biologia de alguns Engraulidae (Pisces, Clupeoidei) encontrados na baía de Guanabara (RJ, Brasil) e áreas adjacentes.** Dissertação de mestrado. 118 pp.
- MAYR, E. 1954. Geographic speciation in tropical echinoids. *Evolution* 8, 1–18
- MCHUGH, J. L. 1951. Meristic variations and populations of northern anchovy (*Engraulis mordax mordax*). *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif.* 6(3):123-160.
- MORA, C. & SALE, P. F. 2002 Are populations of coral reef fish open or closed? *Trends Ecol. Evol.* 17, 422–428.



- NEFF, N. A. AND L. F. MARCUS. 1980. *A survey of multivariate methods for systematics*. Privately published, New York, New York.
- PALUMBI, S. R. 1994. Genetic divergence, reproductive isolation, and marine speciation. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 25, 547–572.
- PERES-NETO, P.R. & MAGNAN. 2004. The influence of swimming demand on phenotypic plasticity and morphological integration: a comparison of two polymorphic charr species. *Oecologia*. 140: 36-45.
- POUGH, F. H., C. M. JANIS, E J. B. HEISER. 2003. *A Vida dos Vertebrados*. 3ª Edição. Atheneu Editora São Paulo Ltda., São Paulo. 699 pp.
- REIST, J. D. 1986. Na empirical-evaluation of coefficients used in residual and allometric adjustment of size covariation. *Can. J. Zoology*. 64: 1363-1368.
- ROCHA, L. A.; ROBERTSON, D. R.; ROMAN, J. & BOWEN, B. W. 2004. Ecological speciation in tropical reef fishes. *Proc. R. Soc. B*. 1-7
- SILVA, M.A. & F.G. ARAÚJO. 2000. Distribution and relative abundance of anchovies (Clupeiformes-Engraulididae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Paraná, 43 (4): 379-385.
- SCHLUTER, D. (2001). Ecology and the origin of species. *Trends in Ecology and Evolution*, 16, 372–380.
- SPANAKIS E, TSIMENIDES N, ZOUROS E. 1989. Genetic differences between populations of sardine, *Sardina pilchardus*, and anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Aegean and Ionian Seas. *Journal of Fish Biology*. 35: 417-437.
- SWAIN, D. P. & FOOTE C. J. (1999) Stocks and chameleons: the use of phenotypic variation in stock identification. *Fish. Res* 43:113–128.
- SWEARER, S. E., J. S. SHIMA, M. E. HELLBERG, S. R. THORROLD, G. P. JONES, D. R. ROBERTSON, S. G. MORGAN, K. A. SELKOE, G. M. RUIZ, AND R. R. WARNER. 2002. Evidence of self-recruitment in demersal marine populations. *Bull. Mar. Sci.* 70(1) Suppl.: 251-271.
- TUDELA S. 1999. Morphological variability in a Mediterranean, genetically homogeneous population of the European anchovy, *Engraulis encrasicolus*. *Fisheries Research* 42: 229-243.
- TURAN, C.; ERGÜDEN, D.; GÜRLEK, M.; BAFIUSTA, N. & TURAN, F. 2004. Morphometric Structuring of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas. *J. Vet. Anim. Sci.* 28: 865-871

- URIBE-ALCOCER, M.; VALDES MORALES N.; DIAZ JAIMES P.; HORNELAS OROZCO Y & ARENAS, V. 1996. Comparison of the karyotypes of the central and southern populations of the northern anchovy *Engraulis mordax* (Girard) (Engraulidae, Pisces). *Ciencias Marinas*, **22**, 361–376.
- VIDALIS, K.; MARKAKIS, G. & TSIMENIDES, N. 1997. Discrimination between populations of picarel *Spicara smaris* L. in the Aegean Sea, using multivariate analysis of phenetic characters. *Fisheries Research* 30: 191- 197
- VROOMAN, A M.; PALOMA P. A. & ZWEIFEL, J. R. (1981). Electrophoretic, morphometric, and meristic studies of subpopulations of northern anchovy, *Engraulis mordax*. *California Fish and Game*, **67**, 39–51.
- WARNER,R.R. 1997. how o reconcile pelagic dispersal with local adaptation Coral Reefs. *Evolutionary ecology* 16: 115–120.
- WHITEHEAD P.J.P, BAUCHOT M.L, HUREAU J.C, NIELSEN J. TORTONESE E, EDS. 1984. *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*, Vol. I. Paris: Unesco.
- WHITEHEAD, P. J. P., NELSON, G. J. AND WONGRATANA, T. 1988. FAO Species Catalogue. Volume 7. Clupeid Fishes of the World (Suborder Clupeioidi). An Annotated and Illustrated Catalogue of the Herrings, Sardines, Pilchards, Sprats, Shads, Anchovies and Wolf-herrings. Part 2 - Engraulididae. *Food and Agriculture Organization*, Rome, Fisheries Synopsis, 125, volume 7, part 2:viii + 305-579.
- WIMBERGER, P.H. 1992. Plasticity of fish body shape. The effects of diet, development, family and age in two species of *Geophagus* (Pisces; Cichlidae). *Biol. J. Linn. Soc.* 45: 197–218.
- YAMAGUTI, N. 1979. Diferenciação geográfica de *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider 1801) na costa brasileira, entre as latitudes 18° 36' S e 32° 10'S. *Bol. Inst. Ocen.*, São Paulo, 28 (1): 53-118.
- YU H.T.; LEE Y. J.; HUANG, S. W. & CHIU, T. S. 2002. Genetic analysis of the populations of Japanese anchovy (Engraulidae: *Engraulis japonicus*) using microsatellite DNA. *Mar. Biotechnol* 4: 471–479.
- ZI-NIU YU, XIAO-YU KONG, TIAN-HUI GUO, YAN-YAN JIANG, ZHI-MENG ZHUANG & XIAN-SHI JIN. 2005. Mitochondrial DNA sequence variation of Japanese anchovy *Engraulis japonicus* from the Yellow Sea and East China Sea. *Fisheries Science*. 71: 299–307.

## 15- DISCUSSÃO GERAL

A caracterização morfológica de *Anchoa januaria* na costa sudeste-sul do Brasil, evidenciou duas formas distintas, uma para os espécimes da área analisada do Paraná e outra para os espécimes da área analisada do Rio de Janeiro. Estas observações podem vir a corroborar a hipótese de CERVIGON (1969), o qual propôs uma possível variação geográfica de *A. januaria* na costa brasileira e, segundo o mesmo, para tal confirmação seria necessário um estudo mais detalhado em relação à morfologia interna e externa a nível regional. As duas formas apresentaram diferenças em relação à taxa de crescimento das estruturas corporais, com os espécimes do Paraná apresentando os maiores coeficientes de regressão, para altura da cabeça, comprimento da maxila, comprimento da boca, diâmetro do olho e comprimento da nadadeira peitoral e, os espécimes do Rio de Janeiro para altura do corpo e comprimento da cabeça.

BRAGA (1987) encontrou para *Sardinella brasiliensis* (Steindachner 1789), também uma espécie de Clupeiforme migratória, diferentes padrões de crescimento de estruturas corporais, na área entre Rio de Janeiro e Santa Catarina, com os indivíduos coletados entre Macaé e Cabo Frio, apresentando maiores taxas em relação a indivíduos de outras três localidades (Angra dos Reis-Santos; Cananeia-Paranaguá; Itajaí-Florianópolis). Tais diferenças foram atribuídas às condições ambientais locais que, provavelmente influenciam na ontogenia dos grupos, com os espécimes do Rio de Janeiro sendo favorecidos pela área de ressurgência de Cabo Frio. No entanto este padrão de crescimento dependente da área de ressurgência pode não ser válido para *A. januaria*, pois, esta espécie utiliza recursos da margem continental da baía de Sepetiba (SILVA & ARAÚJO 2000) onde não existe influência direta da ressurgência. Mesmo não tendo sido feito, no presente trabalho, a determinação da curva de crescimento da espécie, e sim comparados coeficientes de regressão de grupos de tamanho assemelhados nas duas localidades (Rio de Janeiro: CP=31,12-69,19 mm; Paraná CP=32,19-65,45 mm) obteve-se uma estimativa do crescimento das estruturas corporais, com os resultados apresentando que os espécimes da Baía do Paranaguá possivelmente encontrando-se sob melhores condições para desenvolverem-se. Também a maior integração fenotípica deste último grupo de peixes é uma indicação da diferenciação no condicionamento ambiental entre os dois locais estudados.

Em relação às variações merísticas encontradas, alguns estudos experimentais apontam que condicionantes ambientais como a temperatura e salinidade podem afetar a expressão de genes responsáveis pelos caracteres merísticos (HOAR & RANDALLI, 1969; MACCRIMMON & KWAIN 1969). Estes estudos sugerem que, a diferenciação de população, com base em caracteres merísticos deve ser paralela a estudos genéticos da espécie. MAZZETTI (1983) comparando dados merísticos de *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini 1935) da baía de Guanabara com os encontrados por PLAZA & BOSCHI (1958, *apud* MAZZETTI 1983) para a costa Norte da Argentina, mostrou que a média, tanto de número de raios das nadadeiras anal e dorsal na área do Rio de Janeiro, é sempre menor do que os analisados para águas Argentinas que são comparativamente mais frias. Tal padrão coincide com o encontrado neste trabalho para *A. januaria*, com maiores médias dos caracteres merísticos sendo encontrados para espécimes da Baía de Paranaguá (águas mais frias), exceto para o número de raios da nadadeira anal.

O comportamento reprodutivo de *A. januaria* tanto na baía de Paranaguá quanto na baía de Sepetiba, com desova nos rios, e os jovens sendo recrutados para as praias, associada à baixa tolerância a salinidade (ESPER, 1982), constitui um fator de isolamento entre os grupos de desova ao longo da costa. Conseqüentemente, os indivíduos destes dois grupos estudados apresentam possíveis histórias de vida diferenciada, pelo fato de estarem submetido durante a ontogenia a diferentes pressões ambientais, o que pode ter contribuído juntamente com o dimorfismo sexual (encontrado para a população da baía de Sepetiba) para as variações morfológicas observadas. TURAN *et al.* (2004), encontrou resultados semelhantes para *E. encrasicolus* e com base nas diferenças morfométricas, detectaram quatro populações morfológicamente distintas no Mar Negro, Aegean e Mediterrâneo, oriundos de diferentes grupos de desova. Portanto, é possível que as diferenças observadas em *A. januaria*, entre Rio de Janeiro e Paraná, possam está refletindo, além das adaptações locais, isolamento reprodutivo, resultando no padrão de diferenciação morfométrico observado, sugerindo uma possível separação em duas populações. Futuros estudos, principalmente relacionados ao ciclo de vida destes grupos necessitariam de ser realizados no sentido de testar esta possibilidade.

## 16- CONCLUSÃO GERAL

As variações morfológicas encontradas entre os dois grupos de *Anchoa januaria* (baía de Sepetiba, RJ e baía de Paranaguá, PR) indicam a existência de duas possíveis populações na costa sudeste-sul do Brasil, com os espécimes do Paraná apresentando maior integração fenotípica, um possível reflexo de condições mais adequadas para este grupo. Na Baía de Sepetiba foi constatado que o dimorfismo sexual influenciou no maior tamanho das fêmeas, uma indicação dos diferentes papéis reprodutivos, com variações na proporção sexual associadas aos movimentos entre áreas de alimentação e reprodução.

## 17- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, F. M. S. 1987. Estudo da diversidade de *Sardinella brasiliensis* (Steindachner), na área entre Macaé (22° 23' S) e Ilha de Santa Catarina (27° 35' S). 1. Crescimento de dimensões corporais. *Rev. Bras. Zool.* 4 (3): 235-250.
- CASSELMAN, S. J. & A. I. SCHULTE-HOSTEDDE, A.I. 2004. Reproductive roles predict sexual dimorphism in internal and external morphology of lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *Ecology of Freshwater Fish.* 13: 217–222.
- CERVIGÓN, F. 1969. Lãs espécies de los gêneros *Anchoa* y *Anchoa* (Pisces: Engraulidae) de Venezuela y areas adyacentes del mar caribe y atlántico hasta. *Fund. La Salle de Cie. Nat.* 193-251.
- ESPER, M. L. P. 1982. Reprodução e crescimento de *Anchoa januaria* (Steindachner) na região da Ponta Cruz (Baía de Paranaguá). Paraná, Brasil. *Dunesia.* 13 (11):15-35.

- MACCRIMMON, H. R. & KWAIN, W. H. 1969. Influence of light on early development and meristic characters in the rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Can. J. Zoology*. 47 (4):631-637.
- MAZZETTI, M. V. 1983. **Contribuição à biologia de alguns Engraulidae (Pisces, Clupeoidei) encontrados na baía de Guanabara (RJ, Brasil) e áreas adjacentes.** Dissertação de mestrado. 118 pp.
- LECOMTE, F. W. S.; GRANT, J. J.; DODSON, R.; RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ & BOWEN, B. W. (2000). Living with uncertainty: genetic imprints of climate shifts in East Pacific anchovy (*Engraulis mordax*) and sardine (*Sardinops sagax*). *Molecular Ecology* 13, 2169-2182.
- RANDALL, D., BURGGREN, W., & FRENCH, G. 2000. *Fisiologia Animal: mecanismos e adaptações*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 723 PP.
- SILVA, M.A. & F.G. ARAÚJO. 2000. Distribution and relative abundance of anchovies (Clupeiformes-Engraulididae) in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Paraná, 43 (4): 379-385.
- TURAN, C.; ERGÜDEN, D.; GÜRLEK, M.; BAFIUSTA, N. & TURAN, F. 2004. Morphometric Structuring of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas. *J. Vet. Anim. Sci.* 28: 865-871
- WANG S. B, HOUDE E. D. 1995. Distribution, relative abundance, biomass and production of bay anchovy *Anchoa mitchilli* in the Chesapeake Bay. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 121:27-38.