

VARIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO CEFALOTÓRAX NO  
CAMARÃO SETE BARBAS, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862 NA  
COSTA LESTE DO BRASIL

**FÁBIO GUILHERME BISSARO**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MAIO DE 2012

VARIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO CEFALOTÓRAX NO  
CAMARÃO SETE BARBAS, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862 NA  
COSTA LESTE DO BRASIL

**FÁBIO GUILHERME BISSARO**

Dissertação apresentada ao Centro de  
Biotecnologia e Biotecnologia da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para a obtenção do  
título de Mestre em Ecologia e Recursos  
Naturais.

ORIENTADORA: Dr<sup>a</sup>. ANA PAULA MADEIRA DI BENEDITTO

CO-ORIENTADOR: Dr. JOSÉ LOUVISE GOMES JR

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MAIO DE 2012

VARIAÇÃO MORFOMÉTRICA DO CEFALOTÓRAX NO  
CAMARÃO SETE BARBAS, *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862 NA  
COSTA LESTE DO BRASIL

**FÁBIO GUILHERME BISSARO**

Dissertação apresentada ao Centro de  
Biotecnologia e Biociências da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,  
como parte das exigências para a obtenção do  
título de Mestre em Ecologia e Recursos  
Naturais.

Aprovada em 14 de maio de 2012:

---

Dr<sup>a</sup>. Karina Annes Keunecke (Doutora em Ecologia e Recursos Naturais) -  
UFRRJ

---

Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina Gaglianone (Doutora em Entomologia) - UENF

---

Dr Leandro Rabello Monteiro (Doutor em Zoologia) - UENF

---

Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Madeira Di Benedetto (Doutora em Biociências e Biotecnologia)  
- UENF

Orientadora

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente aos meus pais, Silvio Bissaro e Elida Vinhati Bissaro pelos momentos em que estiveram ao meu lado, me apoiando e me fazendo acreditar que nada é impossível, pais dedicados, amigos, batalhadores, que nunca mediram esforços para que continuasse estudando. Meu eterno agradecimento pela dedicação e amor que sempre tiveram comigo.

Aos meus irmãos Sidney e Silvana pelo carinho e atenção e desde pequeno me ensinaram diversas coisas.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Ana Paula Madeira Di Benedetto, pelos ensinamentos, convívio, amizade e pela orientação nesse trabalho realizado.

Ao meu co-orientador Dr. José Louvise Gomes Junior, por toda ajuda no desenvolvimento desse trabalho, pela amizade e pelos conselhos nas horas mais difíceis.

Ao Prof. Leandro Rabello Monteiro/UENF-LCA pela disponibilização de equipamentos fotográficos que permitiram a realização deste trabalho e pelos comentários que enriqueceram a análise dos dados.

Aos pescadores dos portos de Caravelas/BA, Vitória/ES, Atafona/RJ e Farol de São Tomé/RJ pela coleta dos camarões analisados neste trabalho.

Ao Dr. Ricardo de Freitas Netto/CEMARES pelo auxílio nas coletas realizadas nos portos de Caravelas/BA e Vitória/ES.

A técnica de campo Silvana Ribeiro Gomes/UENF-LCA pelo auxílio na coleta e triagem realizada no porto de Atafona/RJ.

A Eleonora Pessanha das Chagas Siqueira pelo companheirismo, compreensão e pelos inúmeros puxões de orelha, que sempre soaram como incentivo.

Aos amigos queridos, de perto e de longe, que parecem tantos, mas no fim das contas são poucos os bons amigos a minha eterna gratidão. Um agradecimento especial aos amigos e amigas do Laboratório de Ciências Ambientais da UENF, Leonardo Faber, Laís Fernandes, Danielle Awabdi, Camila Zappes e Vanessa Bittar, pela verdadeira amizade e por todos os momentos que passamos juntos.

Aos meus amigos, João Paulo e João Paiva pelo apoio e amizade. Vocês são exemplos de amigos sinceros.

Ao PPGRN (Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais) pela minha formação e ao Laboratório de Ciências Ambientais/UENF pela disponibilização do espaço físico utilizado e dos equipamentos para análise das amostras.

A todos os professores do PPGRN pelos ensinamentos disponibilizados nas aulas, cada um de forma especial contribuiu para a conclusão desse trabalho e conseqüentemente para minha formação profissional.

A Fundação de Amparo a Pesquisa Carlos Chagas Filho – FAPERJ, pela concessão de bolsa de mestrado.

A todos que já falei, agradeço por acreditarem no meu potencial, nas minhas idéias, nos meus devaneios, principalmente quando nem eu mais acreditava.

Por fim, e não menos importante, gostaria de agradecer a todos os familiares e amigos que contribuíram indiretamente de alguma forma para que esse trabalho fosse realizado.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS .....	IX
RESUMO .....	X
ABSTRACT.....	XI
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Camarão sete barbas, <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> .....	2
1.2 Morfometria geométrica e estoques pesqueiros.....	5
2. OBJETIVO .....	6
3. HIPÓTESE .....	6
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	7
4.1 Áreas de estudo .....	7
4.2 Coleta do material biológico e métodos de laboratório.....	9
4.3 Análise dos dados - comprimento total, comprimento do cefalotórax, peso e estoques pesqueiros .....	10
5. RESULTADOS.....	12
5.1 Comprimento total, comprimento do cefalotórax e peso dos indivíduos.. .....	12
5.2 Identificação dos estoques pesqueiros.....	15
6. DISCUSSÃO.....	20
7. CONCLUSÃO.....	23
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
9. ANEXOS.....	30

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Áreas de coleta dos espécimes de *Xiphopenaeus kroyeri* na costa leste do Brasil. Os campos de pesca das embarcações camaroneiras estão indicados pelos círculos.....7
- Figura 2. Estruturas e medidas corporais de *Xiphopenaeus kroyeri*: Comprimento total e comprimento da carapaça. Adaptado de King, 2007.....8
- Figura 3. Cefalotórax de *Xiphopenaeus kroyeri* com indicação dos marcos anatômicos com correspondência biológica e dos semimarcos (marcos anatômicos: **1**- espinho rostral; **2**- espinho epigástrico; **3**- carena pós-rostral; **13** - espinho pós-orbital; **14**- espinho ou ângulo pterigostomial; **15**- espinho antenal e **16**- espinho orbital; semimarcos: **4** a **12**).....9
- Figura 4. Comprimento total de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas estudadas. Linhas horizontais grossas representam as medianas, as caixas o intervalo interquartil (25-75%) e as linhas tracejadas o intervalo de confiança.....11
- Figura 5. Comprimento do cefalotórax de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas estudadas. Linhas horizontais grossas representam as medianas, as caixas o intervalo interquartil (25-75%) e as linhas tracejadas o intervalo de confiança.....12
- Figura 6. Peso total de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas estudadas. Linhas horizontais grossas representam as medianas, as caixas o intervalo interquartil (25-75%) e as linhas tracejadas o intervalo de confiança.....13
- Figura 7. Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 2 para variação total na forma do cefalotórax dos machos de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos (**A**) e positivos (**B**) da variável canônica 1, e aos escores negativos (**C**) e positivos (**D**) da variável canônica 2.....14
- Figura 8. Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 3 para variação total na forma do cefalotórax dos machos de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos (**A**) e positivos (**B**) da variável

canônica 1, e aos escores negativos **(C)** e positivos **(D)** da variável canônica 3.....15

**Figura 9.** Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 2 para variação total na forma do cefalotórax das fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos **(A)** e positivos **(B)** da variável canônica 1, e aos escores negativos **(C)** e positivos **(D)** da variável canônica 3.....16

**Figura 10.** Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 3 para variação total na forma do cefalotórax das fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos **(A)** e positivos **(B)** da variável canônica 1, e aos escores negativos **(C)** e positivos **(D)** da variável canônica 3.....17



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características ambientais e número amostral de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> nas áreas de coleta.....	7
Tabela 2. Valores médios de comprimento total (CT), comprimento do cefalotórax (CC) e peso de machos e fêmeas de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> nas áreas de coleta.....	11

## RESUMO

O objetivo desse estudo é analisar as diferenças de forma do cefalotórax de quatro estoques pesqueiros do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862 que se distribuem na costa leste do Brasil aplicando a morfometria geométrica como ferramenta analítica. As coletas foram realizadas nos portos de Caravelas (17°43'S, 039°15'W), Vitória (20°15'S, 040°14'W), Atafona (21°35'S, 041°01'W) e Farol de São Tomé (22°02'S, 041°02'W), e as variações na forma do cefalotórax dos camarões foram avaliadas por meio de técnicas univariadas e multivariadas. A ANOVA, seguida do teste Tukey, indicou que os camarões coletados no porto do Farol de São Tomé são significativamente menores em relação aos demais, e o tamanho dos indivíduos foi inversamente relacionado à latitude. A análise discriminante revelou a formação de dois grupos morfologicamente distintos entre as áreas de coleta. Os indivíduos coletados nos portos de Caravelas, Vitória e Atafona, que sofrem influência permanente de aportes de água doce e se associam a substrato areno-lodoso, formaram um grupo distinto em relação aos indivíduos coletados no porto do Farol de São Tomé, área sem esse tipo de influência e com substrato arenoso, onde a temperatura média da água é mais baixa e a salinidade mais elevada. A ocorrência de estoques distintos de *X. kroyeri* em áreas geográficas próximas (Atafona e Farol de São Tomé) indica a importância de estudos dessa natureza ao longo de outras áreas de distribuição e exploração comercial da espécie para aplicação de políticas pesqueiras que mantenham a sua sustentabilidade.

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the differences in shape of the cephalothorax in four fishery stocks of sea-bob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862 that are distributed on the east coast of Brazil, applying geometric morphometry as analytical tool. Samples were collected at the fishing ports of Caravelas (17°43'S, 039°15'W), Vitória (20°15'S, 040°14'W), Atafona (21°35'S, 041°01'W) and Farol de São Tomé (22°02'S, 041°02' W), and variations in shape of the cephalothorax of the shrimps were evaluated by univariate and multivariate techniques. ANOVA followed by Tukey test indicated that shrimps collected at the port of Farol de São Tomé were significantly smaller than the others, and size of individuals was inversely related to latitude. Discriminant analysis revealed the formation of two morphologically different groups between the areas of collection. Individuals collected in Caravelas, Vitória and Atafona, suffering permanent influence of freshwater discharge, associated with sandymuddy substrate, constituted a different group compared to individuals collected in Farol de São Tomé, area without this kind of influence and with sandy substrate, where the average water temperature is lower and salinity is higher. Considering the commercial importance of the target species, the technique could be applied to its fisheries management. It allows the recognition of stocks and inference about the processes of fishing area occupation.

## 1 INTRODUÇÃO

Os camarões peneídeos representam os principais alvos das pescarias dirigidas aos crustáceos e se caracterizam como importantes componentes nas pescarias tropicais (Hossain & Ohtomi, 2008). A produção mundial desse pescado está em torno de 700.000 t/ano, com cerca de 500 espécies compondo as pescarias comerciais, das quais 95 se distribuem no Oceano Atlântico Ocidental (D’Incao, 1999; Costa *et al.*, 2000; Castilho, 2008).

Em todo mundo houve crescimento nas capturas anuais de camarões como resultado do aumento do esforço de pesca (maior número de embarcações em operação com maior capacidade operacional). Como consequência, grande parte dos estoques de peneídeos apresenta taxa de exploração intensa e encontra-se sobreexplorado (Isaac *et al.*, 1992). O impacto da pesca camaroneira tem sido comparado aos ecossistemas continentais mais explorados do mundo, com significativa perda de biomassa e biodiversidade (Pauly *et al.*, 2002).

O Brasil possui aproximadamente 8.500 km de costa e a pesca extrativa marinha é praticada ao longo de todo litoral, sendo responsável pela metade da produção total de pescado do país (IEAPM, 2002; MMA & IBAMA, 2008). Devido a grande extensão geográfica e variações climáticas latitudinais, as águas marinhas brasileiras apresentam condições ambientais características de regiões tropicais e subtropicais, o que resulta em diversidade de recursos pesqueiros (Profrota Pesqueira, 2003). Em geral, a pesca extrativa marinha praticada no país é caracteristicamente artesanal e é importante para a economia de várias comunidades litorâneas por absorver mão-de-obra de baixa qualificação e, em muitos casos, ser a única oportunidade de emprego.

Os camarões capturados comercialmente na costa leste do Brasil são produto de pescarias artesanais, principalmente. Dentre as espécies alvo (sete barbas – *Xiphopenaeus kroyeri*; branco - *Litopenaeus schimitti*; barba ruça - *Artemesia longinaris*; carabineiro - *Aristaeopsis edwardsiana*; cristalino - *Parapenaeus americanus* e *Plesionika edwardsii*; rosa - *Farfantepenaeus* spp. e santana - *Pleoticus muelleri*), destaca-se o sete barbas. No estado do Rio de Janeiro esta espécie é a mais representativa dentre os crustáceos explorados pela pesca artesanal marinha (MMA & IBAMA, 2008).

A partir do incremento da atividade de pesca camaroneira em águas jurisdicionais brasileiras houve a adoção de instrumentos legais para sua regulamentação. Em 1984 foi implantada a política do defeso, que proibiu a pesca dos camarões rosa (*Farfantepenaeus* spp.) em mar aberto, desde o estado do Espírito Santo até o Rio Grande do Sul, durante meados do verão e final do outono (Natividade, 2006). Essa medida foi adotada visando proteger as larvas e pós-larvas dessa espécie e de outros peneídeos. A atual política de defeso para várias espécies de camarão que se distribuem no sudeste e no sul do Brasil está em vigor desde 2008. A Instrução Normativa IBAMA nº 189/2008 regula o exercício da pesca de arrasto com tração motorizada para a captura dos camarões rosa, sete-barbas, branco, santana e barba ruça, proibindo a atividade na área marinha compreendida entre os paralelos 21°18'S (divisa dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro) e 33°40'S, entre o período de 1º de março a 31 de maio.

De acordo com avaliações feitas a partir da pesca camaroneira no litoral brasileiro, há necessidade de se aprimorar o controle da atividade em termos de sustentabilidade comercial dos estoques pesqueiros e estabelecer períodos de defeso específicos para cada região (D'Incao *et al.*, 2002). Isso inclui o reconhecimento desses estoques e da forma como se distribuem ao longo dos campos de pesca, de modo a promover melhor entendimento sobre os impactos da pressão pesqueira sobre sua manutenção regional.

### **1.1 Camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri***

A espécie *Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862, conhecida como camarão sete barbas pertence à ordem Decapoda, subordem Dendrobranchiata, superfamília Penaeoidea e a família Penaeidae. Essa espécie apresenta distribuição tropical no Oceano Atlântico Ocidental, ocorrendo desde o estado da Virgínia (EUA, ~36°N) até o estado do Rio Grande do Sul (Brasil, ~32°S) (Holthuis, 1980). Considerava-se que *X. kroyeri* também se distribuíria no Oceano Pacífico Oriental, desde a Costa Sinaloa, no México, até Paita, no Peru (Costa *et al.*, 2003). Porém, estudos genéticos realizados por Gusmão *et al.* (2006) mostraram que *X. kroyeri* se distribui somente no Oceano Atlântico, enquanto a espécie *X. riveti* ocorre no Oceano Pacífico.

As maiores abundâncias desse peneídeo estão associadas às águas com profundidades inferiores a 30 m e fundo de areia e lama (Branco *et al.* 1999). A sua presença em zonas estuarinas está associada à penetração da cunha salina, ocorrendo em baías e nunca em estuários, diferentemente do que acontece com outras espécies da família Penaeidae, como *F. brasiliensis*, *F. paulensis* e *L. schmitti* (Natividade, 2006; Graça-Lopes *et al.*, 2007). Essa espécie apresenta rápido crescimento e curto ciclo de vida, que dura cerca de 18 a 24 meses (Lopes, 1996; López-Martínez *et al.*, 2005; Fernandes *et al.* 2011). O tamanho de maturação sexual é determinado pelas condições fisiológicas do organismo, mas a temperatura da água tem papel determinante na desova, eclosão das larvas e deslocamento destas para áreas com abundância de alimento (Fonteles Filho, 1989). Ao contrário de outras espécies de camarão que precisam de estuários para se reproduzir, *X. kroyeri* apresenta a capacidade de transcorrer todo o ciclo de vida em um só ambiente (mar aberto), não havendo necessidade de ambientes estuarinos para o desenvolvimento das larvas (Lopes, 1996; Martinelli & Isaac, 2004). Esse camarão suporta variações de salinidade entre 9 e 36,5 (Santos *et al.*, 2001; Santos & Freitas, 2005).

Os camarões peneídeos apresentam dimorfismo sexual (Boschi, 1963). Os machos se diferenciam das fêmeas por serem menores (Gulland & Rothschild, 1981) e apresentam um apêndice masculino calcificado, denominado petasma, que funciona como órgão copulador. Quando esta estrutura encontra-se fusionada o macho está maturo e apto a reproduzir. As fêmeas são caracterizadas pela presença do télico, que consiste de placas unidas na porção ventral do corpo e funciona como o receptáculo seminal (Brusca & Brusca, 2007). Essas características são verificadas no camarão sete barbas, que segue o padrão esperado para a família Penaeidae (Fernandes *et al.*, 2011).

O crescimento diferenciado entre os sexos é responsável por diferenças alométricas intersexuais em camarões peneídeos (Branco, 2005). Branco *et al.* (1999) relatam que as fêmeas apresentam comprimento total superior aos machos, embora estes cresçam mais rapidamente. O maior comprimento corporal das fêmeas está associado ao processo reprodutivo. O maior tamanho de cefalotórax nas fêmeas pode corresponder a maior produção de ovócitos e,

consequentemente, maior fecundidade para a espécie (Gab-Alla *et al.*, 1990). Variações no comprimento corporal da espécie que ocorrem ao longo de gradientes espaço-temporais podem refletir o crescimento diferencial em função de distintas condições ambientais, tais como temperatura, salinidade e disponibilidade de nutrientes (Natividade, 2006).

O camarão sete barbas é intensamente explorado ao longo do litoral brasileiro (MMA & IBAMA, 2008) e apresenta relevância econômica e social devido ao elevado volume de capturas comerciais e à acessibilidade às comunidades pesqueiras artesanais (Graça-Lopes *et al.*, 2007). Na costa leste do Brasil (~17°S-23°S), a produção anual desse camarão através da pesca extrativa é estimada em cerca de 5.000 t, o que representa 42% da produção total da pesca direcionada a crustáceos marinhos (MMA & IBAMA, 2008).

A pesca artesanal do camarão sete barbas é denominada “pesca de sol a sol”, com início das atividades ao amanhecer e encerramento antes do pôr do sol (Branco, 2005). Segundo Lopes (1996) o período de maior atividade desse camarão é durante o dia, quando estão sobre o substrato e podem ser facilmente capturados pelo arrasto de fundo. Perez *et al.* (2001) afirmam que a pesca de arrasto costeira de pequeno porte é tipicamente monoespecífica (uma espécie alvo principal) e se caracteriza pela comercialização do pescado para sustento do pescador e de sua família. O petrecho de pesca utilizado nesse tipo de pescaria é eficiente na captura da espécie alvo, porém predatório e desestabilizador das comunidades de organismos associados ao fundo marinho (Branco, 1999; Branco, 2005; Pinto-Nascimento *et al.*, 2007).

Estudos sobre essa espécie são considerados prioridade para o Governo Brasileiro devido a sua importância como recurso pesqueiro e pelo fato de ser uma espécie sobre explorada em algumas regiões do país (Geo Brasil, 2002; Francisco *et al.*, 2009).

## 1.2 Morfometria geométrica e estoques pesqueiros

A variação morfológica entre os indivíduos de uma mesma espécie pode ser usada para discriminar “estoques fenotípicos” os quais são definidos como grupos com crescimento, mortalidade e taxas reprodutivas semelhantes (Cadrin, 2000). Esta variação quase sempre resulta de diferenças nas taxas de desenvolvimento dos indivíduos. Além dos fatores ambientais como salinidade, temperatura e tipo de sedimento, as características ontogenéticas influenciam atributos populacionais que estão ligados diretamente a dinâmica populacional e são responsáveis pela variação de forma entre os indivíduos de diferentes populações. Sendo assim, grupos com diferente dinâmica reprodutiva e taxas de crescimento devem ser manejados separadamente com o propósito de explorar de maneira sustentável os estoques pesqueiros (Cadrin & Silva, 2005).

A comparação morfológica de estruturas ou organismos tem sido de grande interesse científico, assim como as causas e os efeitos da variação entre espécies e populações (Bookstein, 1991). Durante muitas décadas os trabalhos morfométricos foram desenvolvidos através de medidas de um organismo que incluía tamanho, largura e distância entre marcos, além da combinação entre ângulos, raios e proporções. Apesar de gerar resultados consistentes, a morfometria tradicional não possibilita a representação gráfica da forma de medidas de distâncias lineares, devido ao fato de que a relação entre as variáveis não é preservada (Bookstein, 1991; Monteiro & Reis, 1999; Adams *et al.*, 2004).

Durante a década de 1990 houve um avanço nos estudos de variação de forma através da captura geométrica da estrutura a partir da utilização de marcos (*landmarks*) e semi-marcos (*semilandmarks*) anatômicos. As coordenadas geométricas obtidas pelos marcos e semi-marcos em um plano bi- ou tri-dimensional são mais eficientes em estudos de forma do que as medidas tradicionais de quantificação de variação (Rohlf, 1998). A morfometria geométrica é uma técnica aplicada em estudos de variação e covariação de forma de estruturas biológicas e possibilita a segregação de estoques ou grupos populacionais através da análise e da quantificação da variação de formas entre grupos (Monteiro & Reis, 1999; Cadrin, 2000). Essa ferramenta é eficaz na identificação de estoques pesqueiros porque combina análise



estatística multivariada e descreve padrões de variação de forma tanto dentro como entre grupos (Adams *et al.*, 2004), contribuindo com informações para o manejo de recursos explorados comercialmente (Devries *et al.*, 2002; Monteiro *et al.*, 2005; Vasconcellos *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2009).

Geralmente, os estudos morfométricos envolvendo espécies de crustáceos utilizam a estrutura rígida dos organismos com o intuito de verificar o dimorfismo sexual entre os indivíduos (Rufino *et al.*, 2006; Ledesma *et al.*, 2010), contribuir na classificação taxonômica das espécies (Giri & Loy, 2008; Riedlecker *et al.*, 2009) e/ou verificar a variação morfológica entre populações (Riedlecker *et al.*, 2009; Hopkins & Thurman, 2010; Silva *et al.*, 2010). Além disso, a morfometria geométrica tem sido usada também na identificação de espécies invasoras aplicando-se a variação de forma como padrão (Riedlecker *et al.*, 2009). Muitos estudos já realizaram a identificação de estoques pesqueiros através de técnicas de morfometria tradicional (e.g. Tzeng, 2004; Anastasiadou & Leonardos, 2008; Paramo & Saint-Paul, 2010; Konan *et al.*, 2010). No entanto, até o presente nenhum trabalho sobre a identificação de estoques de camarões peneídeos foi realizado a partir da técnica de morfometria geométrica. Diante disso, o desenvolvimento de novas metodologias aplicáveis a estudos morfométricos fornecem importantes informações para o gerenciamento pesqueiro e estudos ecológicos associados.

## **2 OBJETIVO**

O presente estudo tem como objetivo identificar estoques pesqueiros de *X. kroyeri* que se distribuem ao longo da costa leste do Brasil a partir da variação de forma do cefalotórax.

## **3 HIPÓTESE**

A costa leste do Brasil possui características ambientais distintas que podem influenciar na diferenciação morfológica entre grupos populacionais do camarão sete-barbas, *X. kroyeri*, e na formação de distintos estoques pesqueiros.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Áreas de estudo

As amostras de *X. kroyeri* foram coletadas nos campos de pesca de quatro portos pesqueiros localizados na costa leste do Brasil: Caravelas (17°43'S, 039°15'W), estado da Bahia (BA); Vitória (20°15'S, 040°14'W), estado do Espírito Santo (ES); Atafona (21°35'S, 041°01'W) e Farol de São Tomé (22°05'S, 041°02'W), ambos no estado do Rio de Janeiro (RJ) (Figura 1).

As redes de arrastos de fundo usadas na captura dos camarões foram similares ao longo dos portos de pesca estudados, medindo aproximadamente 8-10 m de comprimento, com abertura horizontal (boca) de cerca de 6 m e malha de 10-15 mm no ensacador (medida entre nós adjacentes). Em Caravelas, a pesca camaroneira é conduzida até 2,5 km da linha de costa, em profundidades de até 7 m, e o campo de pesca é influenciado pela desembocadura do rio Caravelas. Em Vitória, a pesca é conduzida até 2 km da linha de costa e 10 m de profundidade. O campo de pesca recebe efluentes de siderúrgicas e aporte de água doce de lagoas localizadas no entorno dessa área. No porto de Atafona, a área de pesca se estende até 5 km da linha de costa e 15 m de profundidade, e está sob a influência das desembocaduras principal e secundária do rio Paraíba do Sul. No Farol de São Tomé, a pesca camaroneira é conduzida até 5 km da linha de costa e 20 m de profundidade. Durante os meses de verão (dezembro a fevereiro) o campo de pesca é influenciado pela ressurgência da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) que reduz a temperatura da água e aumenta a salinidade e a produtividade primária em áreas costeiras (Muehe & Valentini, 1998). Dados sobre as características ambientais de cada área de coleta e o número amostral de machos e fêmeas estão apresentados na Tabela 1.

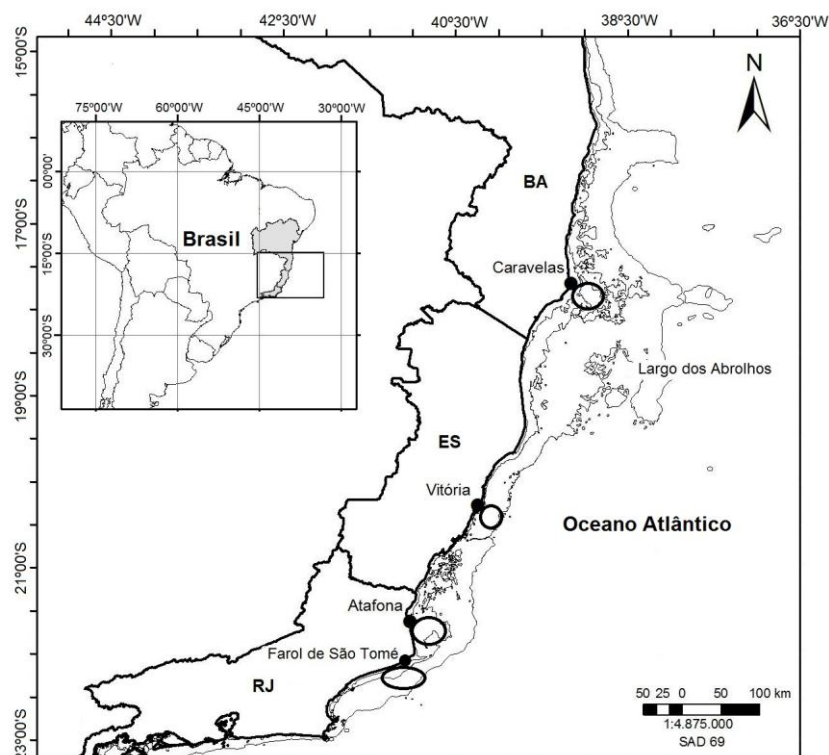


Figura 1. Áreas de coleta dos espécimes de *Xiphopenaeus kroyeri* na costa leste do Brasil. Os campos de pesca das embarcações camaroneiras estão indicados pelos círculos.

Tabela 1 - Características ambientais e número amostral de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas de coleta.

Porto de pesca	Características ambientais*			Número amostral	
	Salinidade média	Tipo de fundo	Temperatura média da água	Macho	Fêmea
Caravelas	33	Areno-lodoso	26°C	18	12
Vitória	34	Areno-lodoso	20°C	49	48
Atafona	34	Areno-lodoso	24°C	60	46
Farol de São Tomé	36,5	Arenoso	<20°C	24	09

\*Dados fornecidos pela Empresa Ethica Ambiental Consultoria Ltda. e pelo Laboratório de Ciências Ambientais/UENF.

## 4.2 Coleta do material biológico e métodos de laboratório

As coletas foram realizadas no período entre 5 de junho e 25 de agosto de 2009, as amostras de *X. kroyeri* foram coletadas a partir da pesca praticada nos portos de pesca estudados. Em laboratório, os indivíduos foram classificados em relação ao sexo e a maturidade, e somente camarões maduros foram utilizados nesse estudo. O grau de fusão do petasma foi utilizado como parâmetro de maturidade dos machos. Em relação às fêmeas, a maturidade foi determinada de acordo com a variação cromática das gônadas (Campos *et al.*, 2009). Cada espécime selecionado para este estudo foi pesado (0,1 g) e medido em relação ao comprimento total e do cefalotórax (0,1cm) (Figura 2). Os camarões foram preservados em solução de álcool 70% para facilitar a separação do cefalotórax do restante do corpo. O cefalotórax foi à estrutura corporal escolhida para o estudo da variação na forma por ser uma estrutura anatômica rígida, que não deforma com facilidade, e que otimiza a tomada de fotografias e as análises morfométricas.

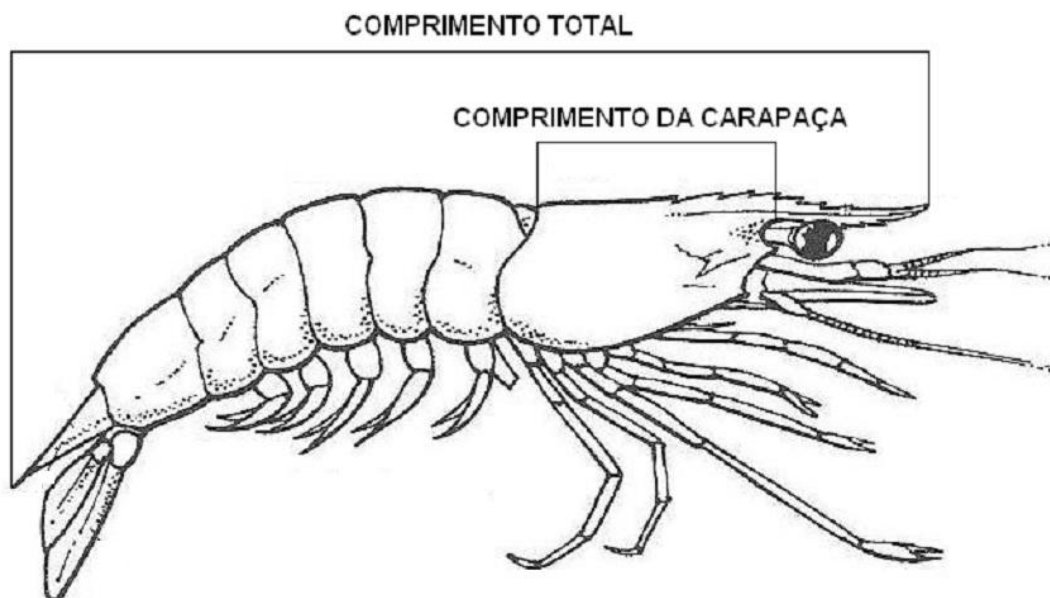


Figura 2. Estruturas e medidas corporais de *Xiphopenaeus kroyeri*: Comprimento total e comprimento da carapaça. Adaptado de King, 2007.

### 4.3 Análise dos dados - comprimento total, comprimento do cefalotórax, peso e estoques pesqueiros

As diferenças no comprimento total, comprimento do cefalotórax e no peso corporal dos indivíduos provenientes de cada local de coleta foram testadas através de análise de variância (ANOVA) com teste Tukey *a posteriori*.

O cefalotórax de 151 machos e 115 fêmeas foi fotografado utilizando-se câmera digital Canon *Powershot* (10 megapixels). Os marcos anatômicos e os semimarcos foram digitalizados no programa TpsDig (Rohlf, 2006) (Figura 3).

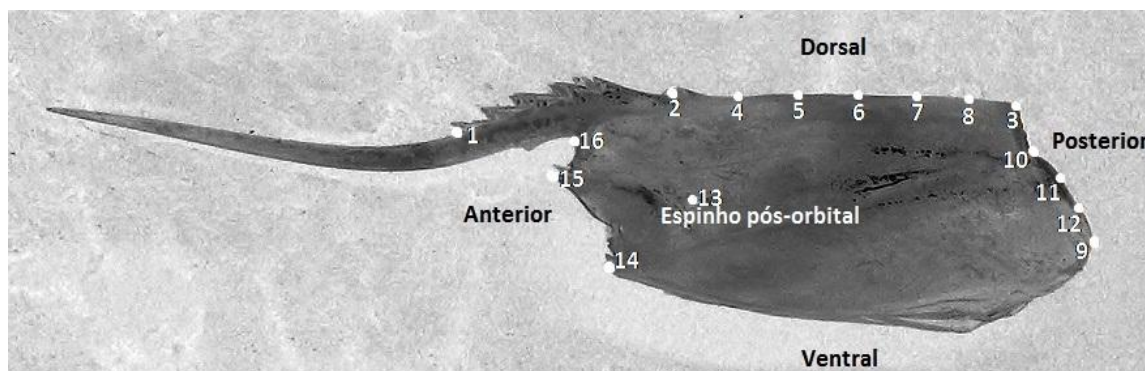


Figura 3 - Cefalotórax de *Xiphopenaeus kroyeri* com indicação dos marcos anatômicos com correspondência biológica e dos semimarcos (marcos anatômicos: 1- espinho rostral; 2- espinho epigástrico; 3- carena pós-rostral; 13 - espinho pós-orbital; 14- espinho ou ângulo pterigostomial; 15- espinho antenal e 16- espinho orbital; semimarcos: 4 a 12).

Para obtenção das variáveis de forma, os arquivos com as coordenadas X e Y obtidas através da digitalização dos marcos anatômicos e dos semimarcos foram analisados no programa TPSRw (Rohlf 1998). Os dados gerados através da digitalização dos marcos anatômicos e semimarcos possuem efeitos de tamanho, orientação e posição, os quais precisam ser removidos para análise de forma. Desta forma, a superposição ortogonal pelo método de quadrados mínimos gera uma configuração média de referência, a qual foi utilizada para que todos os espécimes fossem sobrepostos. Nesse método, os efeitos de tamanho são removidos colocando-se o centróide das configurações na origem (0,0) do sistema cartesiano, proporcionalizadas

igualando-se o tamanho do centróide de cada configuração a um (1), e rotacionadas para que a soma dos quadrados das distâncias entre os marcos correspondentes nas configurações seja a menor possível. Como os semimarcos são pontos sem correspondência biológica, eles deslizam ao longo da curva ou superfície até que a medida da diferença de forma entre as configurações seja a mínima possível (Mitteroecker & Gunz, 2009, Rohlf & Slice, 1990; Monteiro & Reis, 1999).

Para a análise de deformações foi utilizada a técnica "*thin plate spline*" desenvolvida por Bookstein (1991). Os componentes principais de forma (deformações relativas) gerados por esta técnica foram usados nas análises de agrupamento das amostras. No presente estudo foram considerados oito componentes principais que quantificaram 80% da variação total de forma (Sheets *et al.* 2006).

A análise dos componentes principais descreveu os eixos ortogonais de maior variação da forma a partir das deformações parciais e foi possível capturar e representar a maior parte da variação ao longo de alguns poucos eixos. A visualização das diferenças de forma entre as populações foi feita através das grades de deformações geradas pelo programa TPSRew versão 1.49 (Monteiro & Reis, 1999). A segregação dos grupos dos diferentes locais como sendo estoques pesqueiros distintos foi verificada através da análise discriminante, que verifica a variação de forma entre os grupos relativa àquela dentro dos grupos, com os componentes principais (deformações relativas) que concentrarem as maiores porcentagens de variação. As análises foram desenvolvidas no programa R 2.12.2 para Windows (R Development Core Team 2011). A visualização das diferenças de forma no cefalotórax entre as populações através das grades de deformações foi feita no programa TPSRreg utilizando os escores gerados pela análise discriminante.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Comprimento total, comprimento do cefalotórax e peso dos indivíduos

O comprimento total dos camarões variou significativamente entre os locais para ambos os sexos (machos:  $F= 50,552$ ;  $P< 0,0001$ ; fêmeas:  $F= 6,3428$ ;  $P= 0,0005427$ ) (Figura 4). No caso dos machos, os espécimes do Farol de São Tomé possuem comprimento total significativamente menor ( $P< 0,001$ ) em relação aos coletados nas demais áreas de estudo. Para os espécimes coletados em Vitória foram registradas diferenças significativas ( $P< 0,01$ ) quando comparados aos indivíduos obtidos em Atafona, sendo os primeiros maiores. Em relação às fêmeas, àquelas coletadas no Farol de São Tomé são significativamente menores ( $P< 0,01$ ) em relação às obtidas em Caravelas (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios de comprimento total (CT), comprimento do cefalotórax (CC) e peso de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas de coleta.

Portos de pesca	Machos			Fêmeas		
	CT (cm)	CC (cm)	Peso (g)	CT (cm)	CC (cm)	Peso (g)
Caravelas	10,8 ± 0,9	2,1 ± 0,2	6,5 ± 1,5	13,0 ± 1,3	2,7 ± 0,3	10,5 ± 3,0
Vitória	11,1 ± 0,7	2,1 ± 0,2	7,0 ± 1,3	12,2 ± 1,7	2,5 ± 0,4	8,7 ± 4,0
Atafona	10,3 ± 1,1	2,0 ± 0,2	5,7 ± 1,8	11,6 ± 1,6	2,4 ± 0,4	7,4 ± 3,3
Farol São Tomé	8,1 ± 1,2	1,6 ± 0,2	2,7 ± 1,3	10,1 ± 1,9	2,1 ± 0,5	5,4 ± 4,0

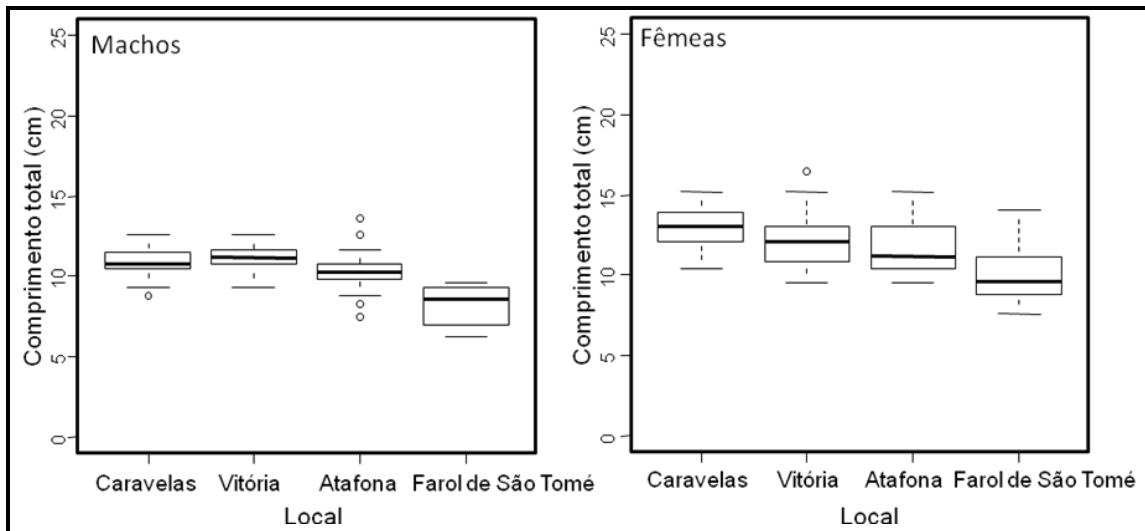


Figura 4. Comprimento total de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas estudadas. Linhas horizontais grossas representam as medianas, as caixas o intervalo interquartil (25-75%) e as linhas tracejadas o intervalo de confiança.

Diferenças significativas no comprimento do cefalotórax dos camarões também foram registradas tanto para os machos ( $F= 43,39$ ;  $P < 0,001$ ) quanto para as fêmeas ( $F= 4,9424$ ;  $P= 0,003007$ ) (Figura 5). Os mesmos padrões registrados para o comprimento total foram verificados em relação ao comprimento do cefalotórax. Os machos do Farol de São Tomé são significativamente menores ( $P < 0,001$ ) em relação aos demais, e àqueles coletados em Vitória são maiores ( $P < 0,001$ ) em relação aos obtidos em Atafona. Para as fêmeas, os espécimes coletadas no Farol de São Tomé são menores ( $P < 0,01$ ) quando comparados aos de Caravelas (Tabela 2).



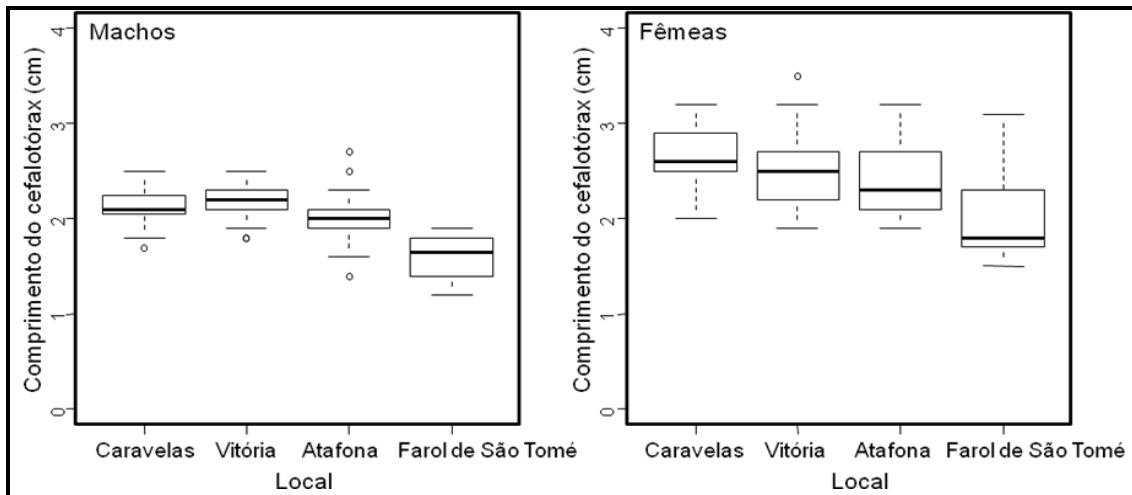


Figura 5 - Comprimento do cefalotórax de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas estudadas. Linhas horizontais grossas representam as medianas, as caixas o intervalo interquartil (25-75%) e as linhas tracejadas o intervalo de confiança.

O peso dos camarões estudados apresentou diferença significativa entre os locais de coleta para machos ( $F= 45,37$ ;  $P< 0,001$ ) e fêmeas ( $F= 4,09$ ;  $P= 0,00865$ ) (Figura 6). Os machos provenientes da amostra do Farol de São Tomé apresentam peso menor ( $P< 0,001$ ) em relação aos demais e os espécimes coletados em Vitória são significativamente mais pesados ( $P< 0,01$ ) quando comparados aos indivíduos obtidos em Atafona. As fêmeas oriundas do Farol de São Tomé apresentam peso total significativamente menor ( $P< 0,05$ ) em comparação as de Caravelas (Tabela 2).

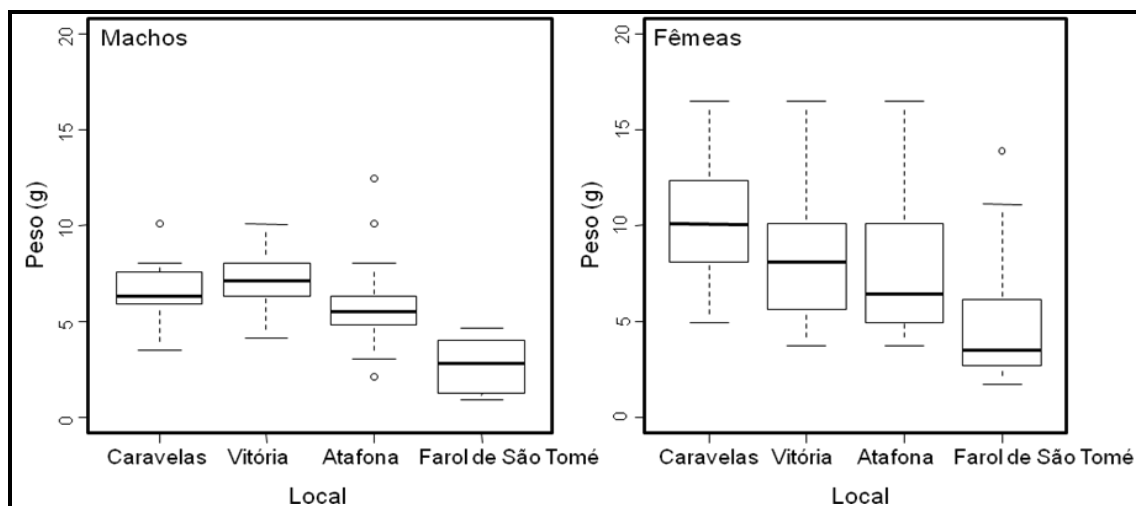


Figura 6 - Peso total de machos e fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri* nas áreas estudadas. Linhas horizontais grossas representam as medianas, as caixas o intervalo interquartil (25-75%) e as linhas tracejadas o intervalo de confiança.

## 5.2 Identificação dos estoques pesqueiros

A análise discriminante permitiu a visualização gráfica das diferenças na forma entre os estoques pesqueiros por meio da relação entre as três primeiras variáveis obtidas. Para os machos o resultado foi altamente significativo ( $F=21,405$ ;  $P<0,0001$ ), discriminando os indivíduos de acordo com o local de origem. A validação cruzada indicou confiabilidade na identificação de aproximadamente 80% para os indivíduos provenientes de Vitória, Atafona e Farol de São Tomé, e apenas 34% para os de Caravelas.

O primeiro eixo canônico, que explicou 48,51% da variação total na forma entre os grupos de machos estudados, indicou que os indivíduos localizados na porção positiva do eixo possuem rostro maior, espinho pós-orbital localizado mais próximo à região ventral e cefalotórax mais baixo quando comparado aos grupos da porção negativa. O primeiro eixo separou o grupo de indivíduos coletados no Farol de São Tomé dos grupos coletados em Caravelas, Vitória e Atafona (porção negativa do eixo; Figura 7). O segundo eixo canônico explicou 20,09% da variação total na forma e evidenciou diferença em relação à região posterior e altura do cefalotórax dos camarões. Os indivíduos posicionados na porção positiva deste eixo possuem a região posterior do cefalotórax mais larga, resultando em maior altura dessa estrutura

em relação aos grupos localizados no extremo negativo. Esse eixo separa por diferença na forma o grupo coletado em Atafona (porção positiva) daquele obtido em Vitória (porção negativa). O grupo de Caravelas se localizou na região intermediária do segundo eixo canônico Figura 7.

O terceiro eixo canônico explicou somente 9.23% da variação total de forma dos indivíduos provenientes das quatro áreas estudadas, indicando diferenças na região posterior do cefalotórax (Figura 8). Os machos localizados na porção positiva apresentaram a região posterior mais alta em relação àqueles da porção negativa. O terceiro eixo separou os camarões coletados em Caravelas na porção negativa, e os camarões coletados em Vitória e Atafona se distribuíram em ambas as porções (Figura 8).

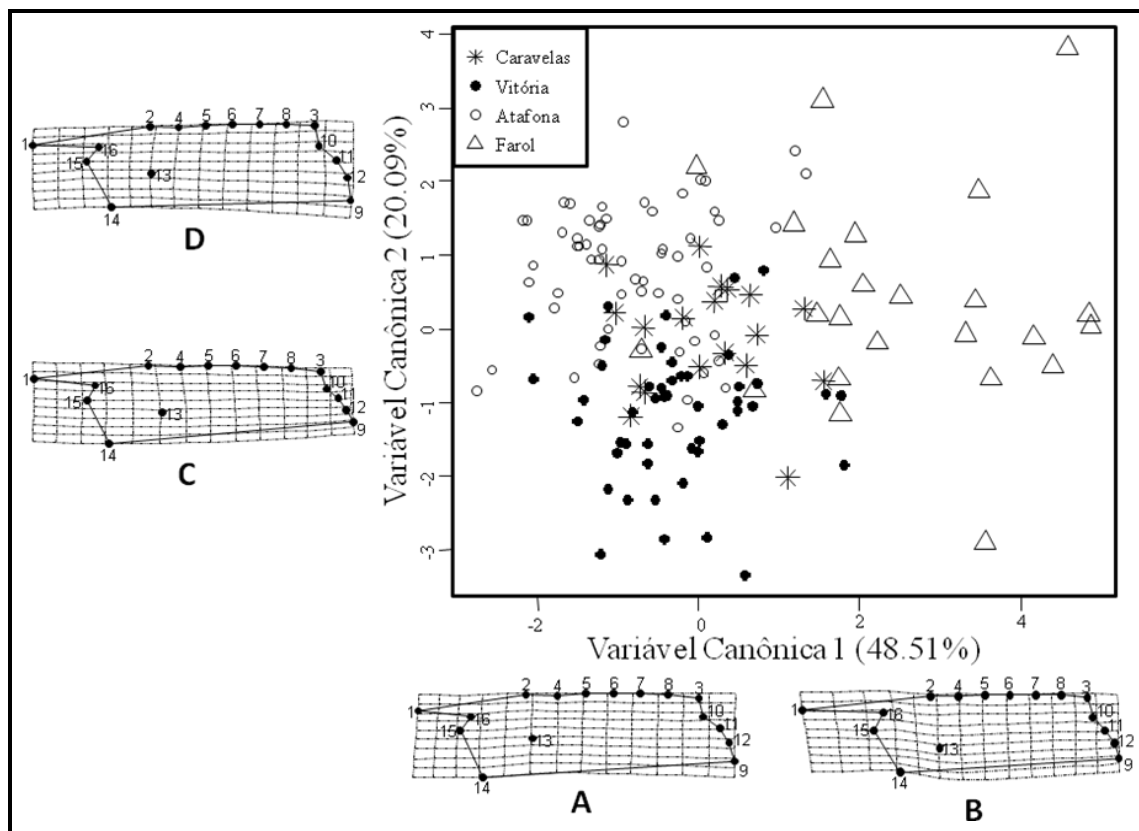


Figura 7 - Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 2 para variação total na forma do cefalotórax dos machos de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos (A) e positivos (B) da variável canônica 1, e aos escores negativos (C) e positivos (D) da variável canônica 2.

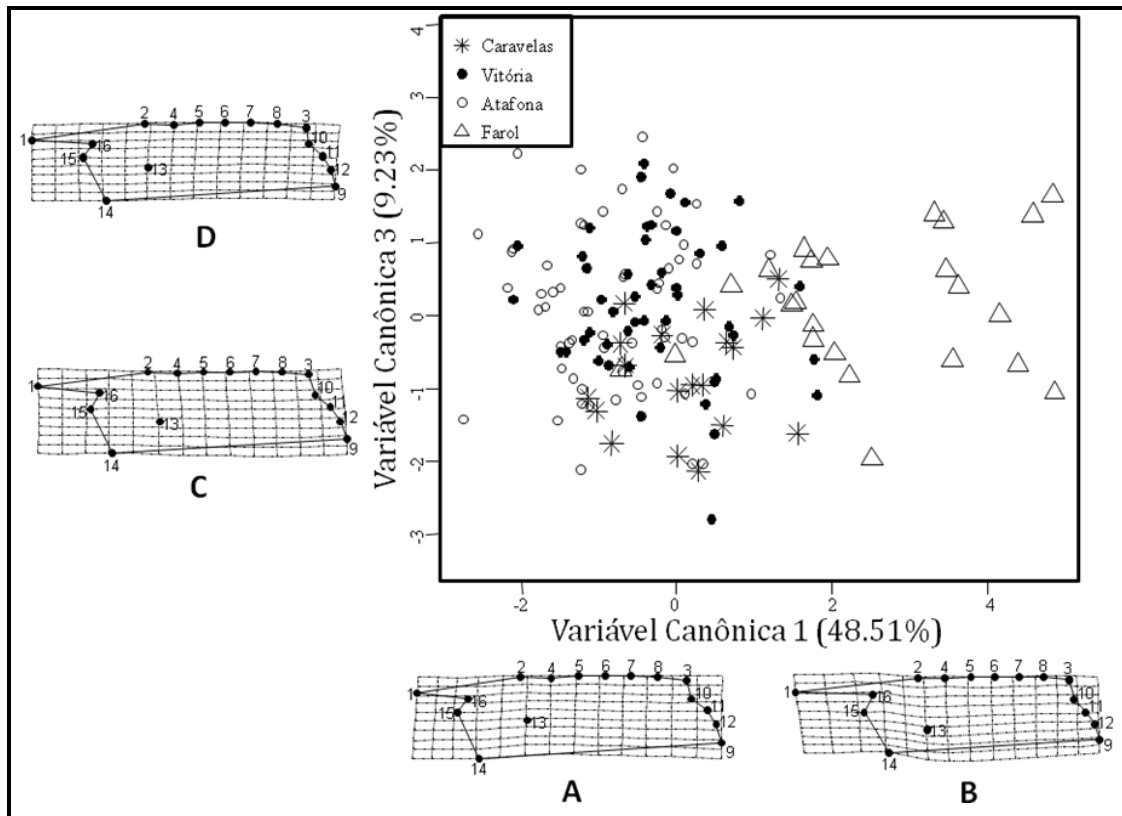


Figura 8. Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 3 para variação total na forma do cefalotórax dos machos de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos (A) e positivos (B) da variável canônica 1, e aos escores negativos (C) e positivos (D) da variável canônica 3.

Em relação às fêmeas, a análise discriminante também mostrou diferença significativa ( $F= 21,304$ ;  $P < 0,0001$ ) na forma do cefalotórax dos indivíduos. O resultado da validação cruzada foi de 84% de confiabilidade na identificação dos espécimes coletados em Vitória, 78% para o Farol de São Tomé e Atafona e 42% para Caravelas.

O primeiro eixo canônico explicou 43,74% da variação total na forma do cefalotórax entre os grupos, mostrando que os indivíduos localizados na porção positiva possuem espinho rostral maior, espinho pós-orbital mais próximo à região ventral e porção posterior do cefalotórax mais baixa em relação aos indivíduos localizados na porção negativa do eixo. Esse primeiro eixo agrupou as fêmeas coletadas no Farol de São Tomé na porção positiva dos escores discriminantes, enquanto àquelas obtidas em Caravelas, Vitória e Atafona formaram outro grupo na porção negativa (Figura 9). O segundo eixo canônico

explicou 21,00% da variação total na forma do cefalotórax entre os estoques estudados. Os indivíduos localizados na região negativa possuem a parte posterior do cefalotórax mais baixa em relação aos da porção positiva. Este eixo separou as fêmeas coletadas em Atafona (porção positiva) daquelas provenientes de Vitória (porção negativa). O grupo de Caravelas localizou-se na região intermediária entre esses dois grupos (Figura 9).

O terceiro eixo foi responsável apenas por 11,38% da variação total na forma entre os grupos de camarões e revelou diferença na região posterior do cefalotórax. As fêmeas localizadas na porção positiva possuem a região posterior do cefalotórax mais alta do que àquelas da porção negativa. O terceiro eixo separou os indivíduos coletados em Caravelas na porção negativa, enquanto os indivíduos obtidos em Vitória e Atafona foram distribuídos nas duas porções (Figura 10), conforme verificado nos machos.

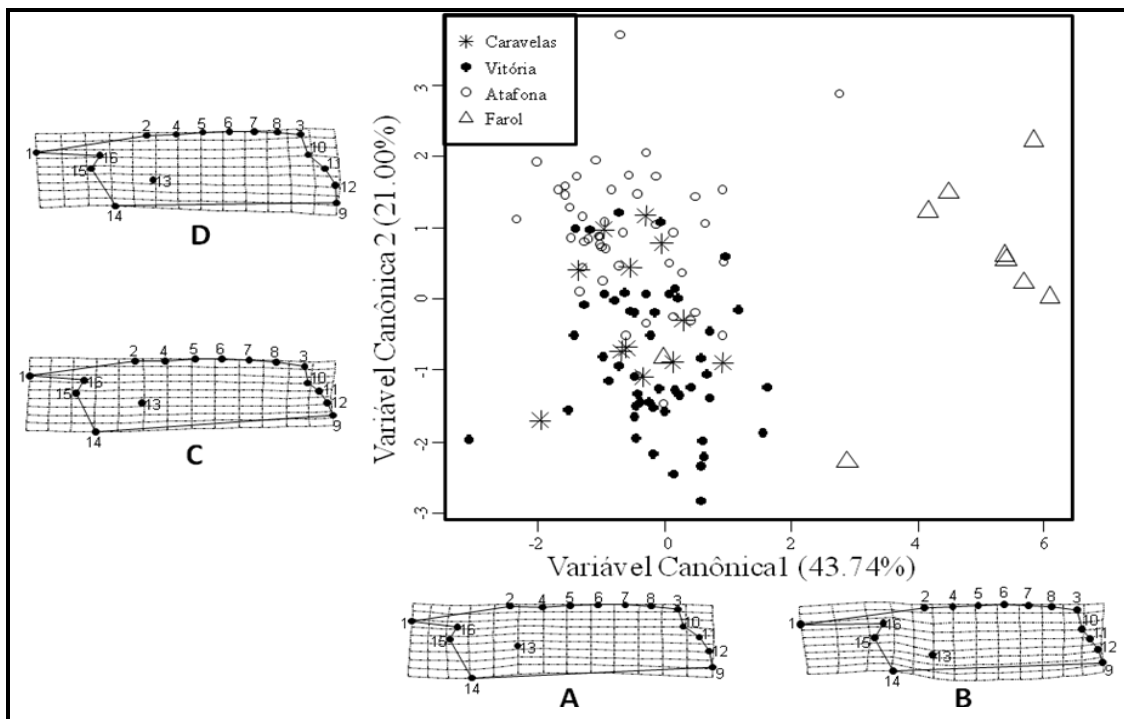


Figura 9 - Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 2 para variação total na forma do cefalotórax das fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos (A) e positivos (B) da variável canônica 1, e aos escores negativos (C) e positivos (D) da variável canônica 3.

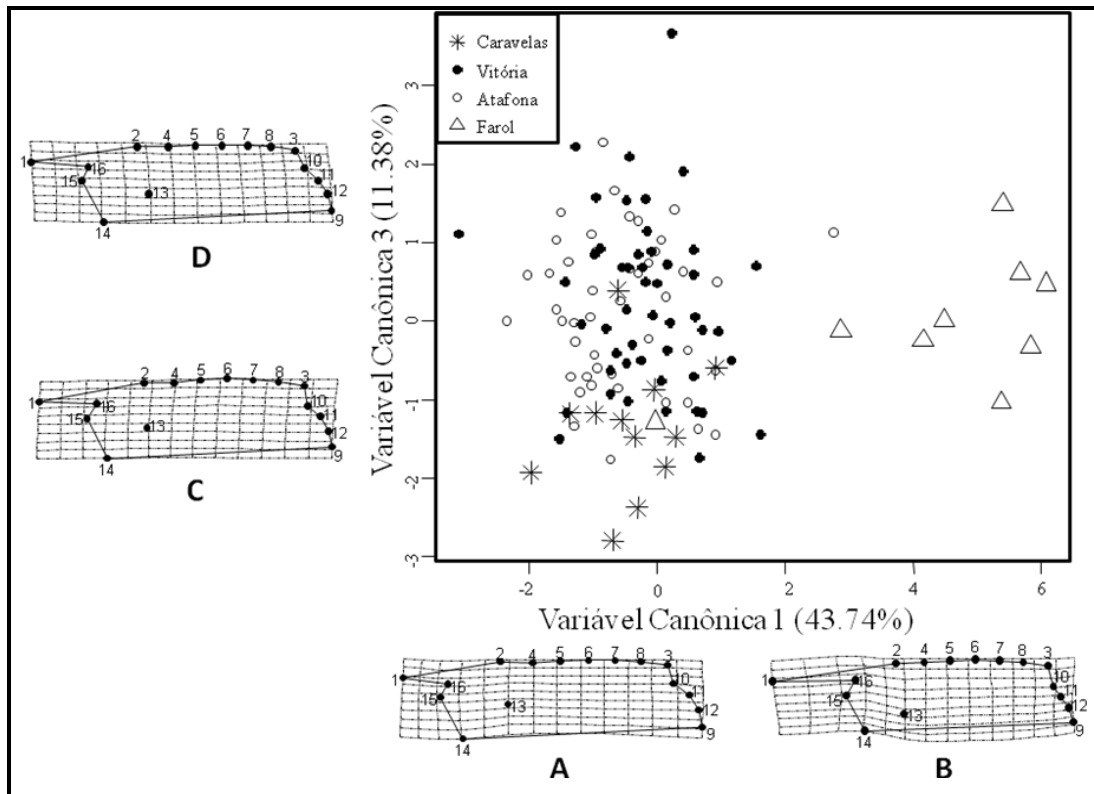


Figura 10. Análise discriminante indicando a relação entre as variáveis canônicas 1 e 3 para variação total na forma do cefalotórax das fêmeas de *Xiphopenaeus kroyeri*. Grades de deformações relativas mostram as mudanças na forma associadas aos escores negativos (A) e positivos (B) da variável canônica 1, e aos escores negativos (C) e positivos (D) da variável canônica 3.

## 6 DISCUSSÃO

As análises univariada e multivariada revelaram diferentes tendências nos padrões de estruturação entre os grupos de *X. kroyeri* estudados, indicando a formação de estoques morfologicamente distintos nas áreas amostradas para ambos os sexos, confirmando a hipótese do presente estudo. A partir dos resultados obtidos foi possível identificar dois grupos principais de *X. kroyeri* para a costa leste do Brasil, que podem ser considerados como estoques independentes, uma vez que possuem morfologia diferente, conforme descrito por Waldman *et al.* (1988). O primeiro grupo se distribui entre 17°S e 22°S e inclui espécimes capturados ao longo do campo de pesca das embarcações sediadas nos portos de Caravelas (BA), Vitória (ES) e Atafona (RJ). O segundo grupo compreende os indivíduos amostrados no campo de pesca das embarcações sediadas no porto do Farol de São Tomé (RJ), cuja área de atuação está entre 22°05'S e 22°20'S.

Diferenças sexuais em relação ao tamanho e peso dos indivíduos foram registradas em todos os locais de coleta. Os machos apresentaram valores de comprimento total, comprimento do cefalotórax e peso menores quando comparados às fêmeas, confirmando o padrão de crescimento alométrico diferenciado entre os sexos registrado para esta espécie (Fernandes *et al.*, 2011) e para camarões peneídeos em geral (Hartnoll, 1982). De acordo com Gab-Alla *et al.* (1990), maiores dimensões do cefalotórax e do abdômen nas fêmeas podem corresponder ao desenvolvimento do ovário e a produção de ovócitos, representando aumento na fertilidade.

O tamanho corporal dos indivíduos de *X. kroyeri* analisados foi inversamente proporcional ao aumento da latitude, com os menores comprimentos registrados na amostra do Farol de São Tomé (>22°S) e os maiores em Caravelas (17°S). Fernandes *et al.* (2011) compararam os valores de comprimento total assintótico e coeficiente de crescimento de *X. kroyeri* ao longo de gradientes latitudinais no oceano Atlântico Sul-Occidental, verificando tendência de valores maiores em baixas latitudes. No entanto, Boschi (1997) e Castilho *et al.* (2007) verificaram que para o camarão *Artemesia longinaris* os espécimes são menores em baixas latitudes. Resultado semelhante foi obtido por Bauer (1992) para camarões sicionídeos, em que as fêmeas de águas

temperadas são maiores em relação àquelas que se distribuem em águas tropicais. Castilho *et al.* (2007) sugeriram que variações em parâmetros como tamanho do corpo, maturidade sexual e longevidade são influenciadas pelas condições de habitat correlacionadas com a latitude (e.g. temperatura da água e de suprimento de nutrientes/alimento). No entanto, características interespecíficas também podem estar direcionando estas variações.

Castilho *et al.* (2008) analisaram a abundância de oito espécies de camarões no sudeste do Brasil (~ 23°S) em relação à variação ambiental, indicando que a ocorrência de *X. kroyeri* é fortemente influenciada pela temperatura da água e pela profundidade. A abundância desse peneídeo foi limitada em águas onde a temperatura era inferior a 21°C e além de 15 m de profundidade. As variações de salinidade, temperatura e tipo de sedimento nos campos de pesca estudados também podem ter levado a variações na forma do cefalotórax e a formação de grupos morfologicamente distintos. A interferência do ambiente no desenvolvimento de um dado organismo pode causar mudanças na forma e induzir a mudanças morfológicas em indivíduos com o mesmo genótipo. Essa condição é comum em espécies com ampla distribuição geográfica (Peres-Neto & Magnan, 2004), como no caso de *X. kroyeri*, e é denominada de plasticidade fenotípica.

As principais diferenças entre os locais de amostragem estão relacionadas à salinidade, temperatura da água, tipo de sedimento e aporte de águas fluviais (ver Material e Métodos; Tabela 1). Em Atafona e Caravelas a área de pesca da frota camaroeira é influenciada pelos rios Paraíba do Sul e Caravelas, respectivamente, que determinam as características granulométricas do sedimento em áreas costeiras e influenciam a temperatura e a salinidade. Em Vitória não há desembocadura de rios nas proximidades do campo de pesca, mas há influência de efluentes de indústrias e de lagoas costeiras cujas barras são periodicamente abertas. Nessa região de pesca, localizada nas proximidades da baía de Vitória, o sedimento costeiro é arenolodoso. Na região do Farol de São Tomé, por sua vez, as características ambientais supracitadas diferem das demais áreas estudadas. Nessa área há ausência de aportes de água doce no campo de pesca, o sedimento costeiro é arenoso, a temperatura da água é mais baixa e a salinidade mais elevada que os demais locais. Existe um consenso na literatura de que ao sul do Cabo de



São Tomé (22°S) uma parte da ACAS flui na direção sul, ao longo da costa brasileira, enquanto a outra parte flui rumo ao Equador (Reid, 1989; Stramma & England, 1999). Essa massa d'água tem influência sobre o campo de pesca das embarcações sediadas no porto do Farol de São Tomé.

Variações morfológicas entre populações de uma mesma espécie também podem ser resultantes de diferenças genéticas. Em relação à espécie alvo desse estudo, Voloch & Solé-Cava (2005) analisaram amostras provenientes de campos de pesca localizados entre 18°S e 23°S e não verificaram diferenças entre os locais amostrados, sugerindo a existência de uma única população para esta área. Em contrapartida, Cadrin (2000) argumenta que análises morfométricas podem detectar pequenas diferenças na estrutura do estoque que não são identificadas por dados genéticos, principalmente quando a estruturação do estoque é resultado de uma subdivisão recente na população.

A condição supracitada pode explicar a diferença entre a forma do cefalotórax do estoque de *X. kroyeri* localizado no campo de pesca das embarcações do Farol de São Tomé em relação as demais áreas. Nesse porto, *A. longinaris* representa a maior parte dos desembarques pesqueiros (Semensato & Di Benedetto, 2008). Até o final da década de 1990, o campo de pesca das embarcações sediadas nesse porto (22°05'S-22°20'S) era dominado por *A. longinaris*, sem registro de *X. kroyeri* nas estatísticas pesqueiras. No entanto, a partir do ano 2000 a presença de *X. kroyeri* começou a ser gradativamente registrada em desembarques comerciais (Di Benedetto A.P.M comunicação pessoal). Isso pode indicar um processo de ocupação recente da espécie nessa região. Provavelmente, o estoque de *X. kroyeri* que ocorre no campo de pesca do Farol de São Tomé se origina daquele que se distribui acima de 22°S. Ao sul do Farol de São Tomé, a pesca é dominada pelo camarão rosa, *Farfantepenaeus* spp (MMA & IBAMA, 2008), apesar da ocorrência de *X. kroyeri* em desembarques pesqueiros. A pesca camaroneira realizada a partir dos portos de Caravelas, Vitória e Atafona é mono específica, voltada apenas para o camarão sete barbas.

Estudos prévios confirmam a aplicabilidade da morfometria geométrica em crustáceos para o reconhecimento de variações geográficas e separação de grupos populacionais. Rufino *et al.* (2006), Hopkins & Thurman (2010) e

Silva *et al.* (2010) distinguiram populações de braquiúros através da forma do cefalotórax, relacionando as diferenças com as variações de condições ambientais ao longo de gradientes latitudinais. A técnica também foi aplicada com sucesso em anfípodas a partir da marcação de marcos anatômicos no segundo guinótopo (Riedlecker *et al.*, 2008) e em isópoda no pleopod exopodite (Kamilare & Sfenthourakis, 2009). No caso dos camarões peneídeos, apenas a morfometria convencional que considera a combinação de medidas lineares do corpo havia sido aplicada até o presente na distinção de grupos (estoques) populacionais. A morfometria geométrica apresenta vantagens sobre a convencional uma vez que representa a forma de partes homólogas com correspondência biológica do corpo e não apenas o tamanho dessas partes, e permite identificar a posição relativa ou a orientação de uma dada estrutura corporal em relação ao organismo como um todo (Monteiro & Reis, 1999). Entretanto, Cadrin (2000) ao revisar a evolução das técnicas morfométricas na identificação de estoques pesqueiros indica que, apesar de eficiente, a utilização de marcos anatômicos pode limitar a análise quando partes móveis do corpo são consideradas (e.g. abdômen e quela dos crustáceos).

## **7 CONCLUSÃO**

A morfometria geométrica caracterizou estoques de *X. kroyeri* da costa leste do Brasil. A rigidez do cefalotórax e o fácil reconhecimento de pontos homólogos ao longo dessa estrutura tornam os camarões bons modelos para estudos usando essa ferramenta estatística. A técnica se aplica ao manejo pesqueiro dessa espécie, permitindo o reconhecimento dos estoques e inferência sobre processos de ocupação das áreas de pesca. A ocorrência de estoques distintos de *X. kroyeri* em áreas geográficas próximas, como no caso de Atafona e Farol de São Tomé, demonstra a importância de estudos dessa natureza ao longo de outras áreas de distribuição e exploração comercial da espécie para aplicação de políticas pesqueiras que mantenham a sustentabilidade desse recurso pesqueiro.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams D.C., Rohlf F.J., Slice D.E., 2004, Geometric morphometrics: ten years of progress following the 'revolution'. *Ital. J. Zool.* 71, 5-16.
- Anastasiadou C., Leonardos L.D., 2008, Morphological variation among populations of *Atyaephyra desmarestii* (Millet, 1831) (Decapoda: Caridea: Atyidae) from freshwater habitats of northwestern Greece. *J. Crust. Biol.* 28, 240-247.
- Bauer R.T., 1992, Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with] sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebr. Reprod. Dev.* 22, 193-202.
- Boschi E.E., 1997, Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de La República Argentina. *Invest. Marinas.* 25, 19-40.
- Branco J.O., 1999, Biologia do *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae), análise da fauna acompanhante e das aves marinhas relacionadas a sua pesca, na região de Penha, SC – Brasil. Itajaí – RJ. *Tese de Doutorado* apresentada ao departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos. 1, 146p.
- Branco J. O., Lunardon-branco M. J., Souto F. X., Guerra C. R., 1999. Estrutura Populacional do Camarão Sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862), na Foz do Rio Itajaí – Açú, Itajaí, SC, Brasil. *Brazilian Archives of Biology and Technology.* 42, 115-126.
- Branco J.O., 2005, Biologia e pesca do camarão sete barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) (Crustacea, Penaeidae), na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia, Curitiba.* 22, 1050-1062.
- Bookstein F.L., 1991, Morphometric tools for landmark data: geometry and biology. Cambridge, Cambridge University Press.
- Brusca R. C & Brusca G. J., 2007. *Invertebrates.* Ed. Sinauer. 922 p.
- Cadrin S.X., 2000, Advances in morphometric identification of fishery stock. *Rev. Fish. Biol. Fisher.* 10, 91-112.
- Cadrin S.X., Silva V.M., 2005, Morphometric variation of yellowtail flounder. 683-694
- Castilho A.L., Gavio M.A., Costa R.C., Boschi E.E., Bauer R.T., Fransozo A., 2007, Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic South American shrimp *Artemesia Longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). *J. Crust. Biol.* 27, 548-552.

- Castilho A.L., Pie R.M., Fransozo A., Pinheiro A.P., Costa R., 2008, The relationship between environmental variation and species abundance in shrimp community (Crustacea: Decapoda: Penaeoidea) in south-eastern Brazil. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 88, 119-123.
- Costa R.C.D., Fransozo A., Mantelatto F.L.M., Castro R.H., 2000, Occurrence of shrimp species (Crustacea, Decapoda, Natantia, Penaeidea, Caridea), in Ubatuba Bay, Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Proceedings of Biological Society of Washington*. 113, 776-781.
- Costa R. C., Fransozo A., Melo G. A. S., Freire F. A. M. 2003. Chave ilustrada para identificação dos camarões Dendrobranchiata do litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*. 3, 1 – 12.
- Devries D.A., Grimes C.B., Prager M.H., 2002, Using otolith shape analysis to distinguish eastern Gulf of Mexico and Atlantic Ocean stocks of king mackerel. *Fish. Res.* 57, 51-62.
- D'Incao F., 1999, Subordem Dendrobranchiata (camarões marinhos). 275-299.
- D'Incao F., Valentini H., Rodrigues L.F., 2002, Análise da pesca de camarões nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Atlântica Rio Grande*. 24, 103-116
- Fernandes L.P., Silva A.C., Jardim L.P., Keunecke K.A., Di Benedetto, A.P.M., 2011, Growth and recruitment of the Atlantic seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae), on the coast of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Crustaceana* 84, 1465-1480.
- Francisco A.K., Pinheiro A.P., Silva T.B., Galetti P.M., 2009, Isolation and characterization of microsatellites in three overexploited penaeid shrimp species along the Brazilian coastline. *Conserv. Genet.* 10, 563-566.
- Gab-Alla A.A., Hartnoll R.G., Ghobashy A.F., Mohammed S.Z., 1990, Biology of penaeid prawns in the Suez Canal lakes. *Mar. Biol.* 107, 417-426.
- Geo Brasil, 2002, *Perspectivas do Meio Ambiente*. Brasília, Editora do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis. Available at: <http://www.ibama.gov.br>.
- Giri F., Loy A., 2008, Size and shape variation of two freshwater crabs in Argentinean Patagoy: The influence of sexual dimorphism, habitats and species interactions. *Jor. Of Crust. Biol.* 28, 37-45
- Graça Lopes R., Santos E.P., Severino-Rodrigues E., Braga F.M.S., Puzzi A., 2007, Aportes ao conhecimento da biologia e da pesca do camarão-sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862) no litoral do Estado de São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca*. 33, 63-84.
- Gulland J.A., Rothschild B.J., 1981, *Penaeid shrimps: their biology and management*. Surrey, Fishing News Books.

- Gusmão J., Lazoski C., Monteiro F. A., Solé-Cava A. M., 2006. Cryptic species and population structuring of the Atlantic and Pacific seabob shrimp species, *Xiphopenaeus kroyeri* and *Xiphopenaeus riveti*. *Marine Biology*. 149, 491–502.
- Hartnoll R.G., 1982, Growth. In: Abele L.G. (Ed.) *The Biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics*. New York, Academic Press. 111-185.
- Holthuis L.B., 1980, *Shrimp and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries*. Rome, Food and Agriculture Organization. FAO Fisheries Synopsis nº 125.
- Hopkins M.J., Thurman C.L., 2010, The geographic structure of morphological variation in eight species of fiddler crabs (Ocypodidae: genus *Uca*) from the eastern United States and Mexico. *Biol. J. Linn. Soc.* 100, 248-270.
- Hossain M.Y., Ohtomi J., 2008, Reproductive biology of the southern rough shrimp *Trachysalambria curvirostris* (Penaeidae) in Kagoshima Bay, southern Japan. *Journal of Crustacean Biology*. 28, 607–612.
- Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM, 2002, O ambiente marinho e costeiro do Brasil: vetores de pressão, situação, impactos e respostas. In: *Relatório Perspectivas do Meio Ambiente para o Brasil*. Marinha do Brasil. 46p.
- Isaac V., Neto J.D., Damasceno F.G., 1992, *Camarão rosa da costa norte; biologia, dinâmica e administração pesqueira*, Brasília.
- Kamilari M., Sfenthourakis S., 2009, A morphometric approach to the geographic variation of the terrestrial isopod species *Armadillo tuberculatus* (Isopoda: Oniscidea). *J. Zool. Syst. Evol. Res.* 47, 219-226.
- Konan K.M., Adepo-Goureneb A.B., Ouattaraa A., Nyingyc W.D., Gourene G., 2010, Morphometric variation among male populations of freshwater shrimp *Macrobrachium vollenhovenii* Herklots, 1851 from Cote d'Ivoire Rivers. *Fish. Res.* 103, 1-8.
- Lopes R.G., 1996, *A Pesca do Camarão-Sete-Barbas Xiphopenaeus kroyeri, Heller (1862) e sua Fauna Acompanhante no Litoral do Estado de São Paulo*. Tese de doutorado, Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 9p.
- López-Martínez J., Rábago-Quiroz C., Nevarez-Martínez M.O., García-Juárez A.R., Rivera-Parra G., Chávez-Villalba J., 2005, Growth, reproduction, and size at first maturity of blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson, 1874) along the east coast of the Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.* 71, 93-102.

- Martinelli J.M., Isaac V.J., 2004, Composição da fauna de camarões (Palaemonidae, Penaeoidea e Sergestoidea) do estuário do rio Caeté, Bragança – Pará. Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia, 8-13 de fevereiro de 2004. Brasília – DF. 73p.
- Ministério do Meio Ambiente - MMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA, 2008, Estatística de Pesca. Brasília: Editora do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>.
- Mitteroecker P., Gunz P., 2009, Advances in geometric morphometrics. *Evol. Biol.* 36, 235-247.
- Monteiro L.R., Reis S.F., 1999, Princípios de morfometria geométrica. Ribeirão Preto, Editora Holos.
- Monteiro L.R., Di Benedetto A.P.M., Guillermo L.H., Rivera L.A., 2005, Allometric changes and shape differentiation of sagittal otoliths in sciaenid fishes. *Fish. Res.* 74, 288-299.
- Muehe D., Valentini E., 1998, O litoral do estado do Rio de Janeiro: uma caracterização físico-ambiental. Rio de Janeiro, Editora da Fundação de Estudos do Mar.
- Natividade C. D., 2006, Estrutura populacional e distribuição do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda: Penaeidae) no litoral do Paraná, Brasil. *Dissertação de mestrado* apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de mestre, pelo curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, do setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. 76p.
- Oliveira M.A., Di Benedetto A.P.M., Rabelo L.R., 2009, Variação geográfica na forma e nas relações alométricas dos otólitos sagitta da maria-luiza *Paralonchurus brasiliensis* (Steindachner, 1875) (Teleostei, Sciaenidae) no litoral norte do Rio de Janeiro (21°S-23°S), Brasil. *B. Inst. Pesca* 35, 475-485.
- Pauly D., Christensen V., Guenette S., Pitcher T.J., Sumaila U.R., Walter C.J., Watson R., Zeller D., 2002, Towards sustainability in world fisheries. *Nature*. 418, 689-695.
- Paramo J., Saint-Paul U., 2010, Morphological differentiation of southern pink shrimp *Farfantepenaeus notialis* in Colombian Caribbean Sea. *Aquat. Living Resour.* 23, 95-101.
- Perez J.A.A., Pezzuto P.R., Rodrigues L.F., Valentini H., Vooren C.M., 2001, Relatório da Reunião Técnica de Ordenamento da Pesca de Arrasto nas Regiões Sudeste e Sul do Brasil. *Notas Técnicas da FACIMAR*. 5, 1-34.

- Peres-Neto P.R., Magnan P., 2004, The influencing in swimming demand on phenotypic plasticity and morphological integration: a comparison of two polymorphic charr species. *Oecologia* 140, 36-45.
- Pinheiro A.P., 2004, Biodiversidade de Penaeiodea (Crustácea, Decápoda) no litoral Norte do Estado de São Paulo. Dissertação. UNESP. Botucatu
- Pinto-Nascimento F., Freire K.M.F., Rocha G.R.A., 2007, Análise sazonal da ictiofauna acompanhante da pesca do camarão sete barbas em Ilhéus – Bahia. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu – MG, 1-2.
- Profrota Pesqueira, 2003, Relatório do Grupo de Trabalho Interministerial encarregado de elaborar proposta do Programa Nacional de Financiamento da Ampliação e Modernização da Frota Pesqueira Nacional. Disponível em: [www.presidencia.gov.br/estrutura\\_presidencia/seap/pesca](http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/seap/pesca). Acesso em: 18 de abril de 2009.
- R Development Core Team, 2011. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org>.
- Reid J. L., 1989. On the total geostrophic circulation of the South Atlantic Ocean: Flow patterns, tracers and transports. *Prog. Oceanogr.* 23, 149–244.
- Riedlecker E.I., Ashton G.V., Ruiz G.M., 2009, Geometric morphometric analysis discriminates native and non-native species of Caprellidae in western North America. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 89, 535-542.
- Rohlf F.J., 1998, On applications of geometric morphometrics to studies of ontogeny and phylogeny. *Syst. Biol.* 47, 147-158.
- Rohlf F.J., 2006, TPSdig version 1.17. Stony Brook, Department of Ecology and Evolution, State University of New York. Available at: <http://life.bio.sunysb.edu/morph/index>.
- Rohlf F.J., Slice D.E., 1990, Extensions of the Procrustes method for the optimal superimposition of landmarks. *Syst. Zool.* 39, 40-59.
- Rufino M.M., Abello P., Yule A.B., 2006, Geographic and gender shape differences in the carapace of *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae) using geometric morphometrics and the influence of a digitizing method. *J. Zool.* 269, 458-465.

- Santos M.C.F., Ramos I.C., Freitas A.E.T.S., 2001, Análise de produção e recrutamento do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Crustacea: Decapoda: Penaeidae), no litoral do estado de Sergipe – Brasil. Boletim Técnico Científico CEPENE, Tamandaré. 9, 53-71.
- Santos M.C.F., Freitas A.E.T.S., 2005, Biologia populacional do camarão sete barbas, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) (Decapoda, Penaeidae), no município de Coruripe (Alagoas-Brasil). Boletim Técnico Científico CEPENE, Tamandaré. 6, 47-64.
- Semensato X.E.G., Di Benedetto A.P.M., 2008, Population dynamic and reproduction of *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeidae) in Rio de Janeiro State, south-eastern Brazil. Bol. Inst. Pesca. 34, 89-98.
- Sheets H.D., Covino K.M., Panasiewicz J.M., Morris S.R., 2006, Comparison of geometric morphometric outline methods in the discrimination of age-related differences in feather shape. Front. Zool. 3, 3-15.
- Stramma L., England M. 1999. On the water masses and mean circulation of the South Atlantic Ocean. J. Geophys. Res.104, 20863–20883.
- Silva I.C., Mesquita N., Paula J., 2010, Genetic and morphological differentiation of the mangrove crab *Perisesarma guttatum* (Brachyura: Sesarmidae) along an East African latitudinal gradient. Biol. J. Linn. Soc. 99, 28-46.
- Tzeng T.D., 2004, Stock identification of sword prawn *Parapenaeopsis hardwickii* in the East China Sea and Taiwan Strait inferred by morphometrics variation. Fish. Sci. 70, 758-764.
- Vasconcellos A.V., Viana P., Paiva P.C., Schama R., Solé-Cava A., 2008, Genetic and morphometric differences between yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*, Lutjanidae) populations of the tropical West Atlantic. Genet. Mol. Biol. 31, 308-316.
- Voloch C.M., Solé-Cava A., 2005, Genetic structure of sea-bob shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri* Heller, 1862; Decapoda, Penaeidae) along the Brazilian southeastern coast. Genet. Mol. Biol. 28, 254-257.
- Waldman J.R., Grossfield J., Wrigin I., 1988, Review of stock discrimination techniques for striped bass. North Am. J. Fish. Management. 8, 410-425.



## **ANEXO**