

APLICAÇÕES DE TÉCNICAS MORFOMÉTRICAS NO ESTUDO DA MORFOMETRIA DE PESCADA BRANCA, *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS*, HECKEL (1940), PERCIFORMES, SCIAENIDAE, DESEMBARCADA NA ILHA DE MOSQUEIRO-PA

Andréa Pontes Viana¹
Thierry Frédou²
Flávia Lucena³

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo comparar dois métodos de análises de variações morfométricas para identificar dimorfismo, considerando a história de vida e o sexo, para a pescada branca, *Plagioscion squamosissimus*. Os métodos de estudo morfométrico utilizados foram: análise morfométrica tradicional proposta por Lima (1967) e análise morfométrica geométrica de treliça, proposta por Strauss & Bookstein (1982). As medições foram realizadas em 115 indivíduos, sendo 71 fêmeas e 44 machos. Observou-se que o método de morfometria geométrica foi ligeiramente mais eficiente para esta espécie, pois discriminou as fases maduras dos machos e fêmeas, não identificados no método tradicional. Estes métodos de análise podem ser eficientemente utilizados em trabalhos que visam à verificação de dimorfismo entre gêneros e também, considerando a mesma espécie, nos estudos de determinação de unidades de estoques.

Palavras-chave: Pescada branca, Morfometria, Dimorfismo sexual.

ABSTRACT

APPLICATION OF MORPHOMETRICS TECHNIQUES IN THE STUDY OF THE SOUTH AMERICAN WHITE CROAKER, *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS*, HECKEL (1940), PERCIFORMES, SCIAENIDAE, LANDED IN MOSQUEIRO-PA

This work aimed to compare two methods of morphometric analysis in order to discriminate life histories and sexes of the South American White Croaker, *Plagioscion squamosissimus*: the traditional method proposed by Lima (1967) and the geometric truss method by Strauss & Bookstein (1982). This work was based on 115 individuals, 71 females and 44 males. The geometric truss was slightly more efficient for this species as it was able to discriminate mature males from mature female phases, when traditional method was unable to discriminate these individuals. These protocols were found efficient for the identification of sexual dimorphism and also for the stock unit identification.

Key words: South American White Croaker, Morphometry, Sexual Dimorphism.

INTRODUÇÃO

A morfometria é um método estatístico em que se utilizam estimativas numéricas para a análise da forma corporal em relação ao tamanho do indivíduo (Strauss, 1985). Este tipo de estudo se mostra de grande importância na identificação das unidades

de estoques, com o objetivo de caracterizar os indivíduos que compõem as espécies (Fonteles Filho, 1989), na identificação taxonômica, com o objetivo de mensurar as diferenças existentes entre as espécies, criando referências para comparação (Silva, 2000) e para identificar dimorfismo sexual entre machos e fêmeas sexualmente maduros (Fairbairn, 1997).

¹Oceanógrafa. Universidade Federal do Pará. Centro de Geociência. Laboratório de Dinâmica, Avaliação e Manejo de Recursos Pesqueiros Avenida Augusto Corrêa, S/N, Guamá, CEP. 66075-110, Belém/PA, Brasil. Tel. 91 3183 1983-1983 Fax. 91 3183 1619. e-mail: vianaap@yahoo.com.br e apv@ufpa.br

²Professor adjunto. Universidade Federal do Pará. Centro de Geociência. Laboratório de Dinâmica, Avaliação e Manejo de Recursos Pesqueiros Avenida Augusto Corrêa, S/N, Guamá, CEP. 66075-110, Belém/PA, Brasil. Tel. 91 3183 1983-1983 Fax. 91 3183 1619. e-mail: tfredou@ufpa.br; flucena@ufpa.br

Adicionalmente, o uso de análises de regressão utilizando-se medidas morfométricas apresenta importância para o conhecimento da composição por comprimento das capturas quando apenas parte do animal é desembarcado (Lessa, 1998). A relação peso-comprimento, serve como um dos parâmetros de desenvolvimento do animal, evidenciando as alterações metabólicas relacionadas ao acúmulo de gordura e desenvolvimento gonadal (Vazzoler, 1996). Tais informações são essenciais para estudos de crescimento e reprodução, que são à base do manejo dos recursos pesqueiros.

Atualmente existem diversas metodologias para caracterizar a forma do corpo do animal. Dentre estas se destaca a morfometria tradicional, descrita por Lima (1967) que, segundo Fonteles Filho (1989), visa criar estimativas sobre o tipo de crescimento do indivíduo, isométrico ou alométrico, ao longo da vida; morfometria geométrica proposta por Strauss & Bookstein (1982), que visa detectar sistematicamente as diferenças na forma em direção oblíqua, tal como em direções horizontais e verticais, usando um sistema de medida que geralmente assegura a cobertura uniforme do limite de configuração da espécie.

No mundo, muitos trabalhos já foram feitos utilizando a morfometria para discriminar populações (Vidales et al., 1997; Strauss, 1985), identificar estoques pesqueiros (Cadrin, 2000), identificar dimorfismo sexual (Fairbairn, 1997; Baras, 1999; Rapp Py-Daniel & Cox Fernandes, 2005), caracterizar diferenças entre espécies (Strauss & Bookstein, 1982; Aguirre & Shervette, 2005), caracterizar uma única espécie e também seu crescimento (Chápuli & Ruiz, 1984; Strauss & Fuiman, 1985; Ehlinger, 1991; Fulford & Rutherford, 2000). Dentre estas pesquisas, alguns trabalhos relevantes realizados no Brasil podem ser citados, como é o caso de Cavalcanti & Lopes (1990, 1993); Almeida (1999). Estes autores fizeram estudos morfométricos para comparar diferenças entre espécies de Sciaenidae, Serranidae e Squalus, respectivamente. Cavicchioli (1995) discriminou morfometricamente as formas larvais de duas espécies de Serrasalminidae: *Serrasalmus spilopleura* e *S. marginatus*, no alto rio Paraná. Rincon Filho (1998), Freire et al. (1998/1999) e Silva (2000) caracterizaram morfometricamente o tubarão (*Pseudocarcharias kamoharai*) capturado na região nordeste, o agulhão-vela (*Istiophorus albicans*) também capturado na região nordeste e a Albacora laje (*Thunnus albacares*) do Atlântico Sul.

Na região Norte, poucos estudos têm sido feitos utilizando a medida do corpo como um caractere morfométrico. Recentemente, Rapp Py-Daniel & Cox Fernandes (2005) utilizaram caracteres morfométricos para discriminar dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) na Amazônia. No caso da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*) nenhum estudo foi realizado utilizando investigações morfométricas.

Com base nisto a espécie estudada foi a pescada branca, *Plagioscion squamosissimus*, por ser considerada de grande importância econômica na região Norte e em outras regiões brasileiras (Boerger & Kritsky, 2002; Mota et al., 1984) e por necessitar de estudos que contribuam para caracterização da dinâmica populacional da espécie. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar morfometricamente a população da pescada branca de uma região estuarina do Pará descrevendo as variações da forma entre os sexos e entre as fases do ciclo de vida do animal utilizando técnicas de análise uni e multivariada. Adicionalmente, este trabalho compara diversas metodologias tradicionalmente utilizadas para o estudo da morfometria, visando testar a eficiência dos métodos em detectar diferenças nas dimensões do corpo entre os sexos e durante a ontogenia (juvenis x adultos).

MATERIALE MÉTODOS

Coleta de dados

Os exemplares da pescada branca foram coletados mensalmente por um período de 12 meses, de outubro de 2002 a setembro de 2003, em um importante entreposto de desembarque pesqueiro localizado na Ilha de Mosqueiro, Estado do Pará, adquiridos durante os desembarques da pesca artesanal. Dos 115 indivíduos, 71 foram fêmeas e 44 machos. Buscou-se sempre adquirir peixes de diversos tamanhos, visando obter maior representatividade da espécie no ambiente estudado.

Dados morfométricos

Cada indivíduo foi medido e pesado, sendo os dados morfométricos obtidos utilizando dois sistemas de medidas: 1) Tradicional (Lima, 1967). Neste método foram utilizados 17 pontos anatômicos (Figura 1 A), que resultaram nas seguintes medidas LT

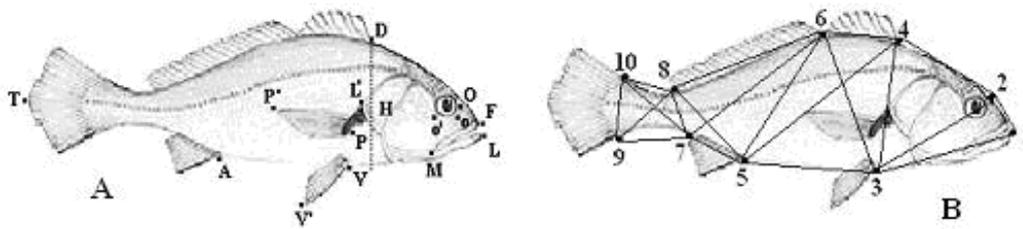


Figura 1. Ilustração esquemática das distâncias entre os pontos anatômicos adaptada para pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*). Ilustração A: Morfometria tradicional modificada de Fonteles Filho (1989). LT - Comprimento total; LP - Comprimento pré-caudal; LL' - Comprimento da cabeça; FO - Comprimento do focinho; FM - Comprimento da maxila; oo' - Diâmetro do olho; LD - Comprimento pré-dorsal; LA - Comprimento pré-anal; LP' - Comprimento pré-peitoral; PP' - Comprimento peitoral; LV - Comprimento pré-ventral; VV' - Comprimento ventral; H - Altura. Ilustração B: Morfometria geométrica modificada de Strauss & Bookstein, (1982). 1 - Margem anterior da maxila superior; 2 - Região interorbital; 3 - Base do espinho da nadadeira pélvica; 4 - Base do primeiro espinho da primeira nadadeira dorsal; 5 - Margem anterior do ânus; 6 - Base do último espinho da primeira nadadeira dorsal; 7 - Base do último raio da nadadeira anal; 8 - Base do último raio da segunda nadadeira dorsal; 9 - Margem inferior do pedúnculo; 10 - Margem superior do pedúnculo caudal.

- Comprimento total; LP - Comprimento pré-caudal; LL' - Comprimento da cabeça; FO - Comprimento do focinho; FM - Comprimento da maxila; oo' - Diâmetro do olho; LD - Comprimento pré-dorsal; LA - Comprimento pré-anal; LP' - Comprimento pré-peitoral; PP' - Comprimento peitoral; LV - Comprimento pré-ventral; VV' - Comprimento ventral; H - Altura. 2) Geométrica de treliça (Strauss & Bookstein, 1982). Nesta análise foram utilizados 10 marcos anatômicos para 21 medidas morfométricas (Figura 1 B), sendo os marcos: 1 - Margem anterior da maxila superior; 2 - Região interorbital; 3 - Base do espinho da nadadeira pélvica; 4 - Base do primeiro espinho da primeira nadadeira dorsal; 5 - Margem anterior do ânus; 6 - Base do último espinho da primeira nadadeira dorsal; 7 - Base do último raio da nadadeira anal; 8 - Base do último raio da segunda nadadeira dorsal; 9 - Margem inferior do pedúnculo; 10 - Margem superior do pedúnculo caudal.

Além das medições corporais por esses dois métodos, foram utilizados na morfometria os dados de peso total (PT) e peso eviscerado (PE), em gramas.

Análise de Regressão

As análises de regressões, feitas separadamente para machos e fêmeas, foram realizadas considerando as medidas proposta nos métodos de Lima (1967) (23 machos e 62 fêmeas) e Strauss & Bookstein (1982) (44 machos e 71 fêmeas).

Foram ajustadas equações lineares para as relações comprimento total/ comprimento de diversas partes do corpo, e não-lineares (função potencial) para as relações comprimento/ peso, podendo após transformação logarítmica, ser linearizada.

Após a análise, foi possível classificar o crescimento nas relações comprimento total vs comprimento de outras partes do corpo em: alométrico negativo ($b < 1$), alométrico positivo ($b > 1$) e isométrico ($b = 1$), em acordo com Fonteles-Filho (1989). Considerando as relações comprimento total vs peso, classificou-se o crescimento em: alométrico negativo ($b < 3$), alométrico positivo ($b > 3$) e isométrico ($b = 3$), em acordo com Giarrizzo *et al.* (2006).

Para testar a significância do coeficiente angular das regressões, ou seja, para investigar se b pode ser considerado significativamente diferente de zero, foi empregado o teste t de Student, com grau de liberdade $n-2$ e significância de 5%. O coeficiente de b foi ainda comparado entre machos e fêmeas utilizando o método descrito por Zar (1996).

Análise de Similaridade ANOSIM

A análise de similaridade (ANOSIM) foi aplicada para testar o dimorfismo entre machos e fêmeas, considerando a maturidade sexual (estágios gonadais). A maturidade sexual das gônadas foi obtida segundo a classificação de Vazzoler (1996), descrita por estágios gonadais, sendo estes: A - imaturo; B - em maturação; C - maduro; D - esgotado. Os

fatores sexo e estagio de maturação foram testados pelo método Hierárquico com dois Fatores (Two Way Nested - ANOSIM). Este método considera dois níveis de replicação, onde o segundo fator é dependente do primeiro. Esta análise baseou-se numa matriz de distâncias calculada utilizando a distância euclidiana, com as medidas transformadas por Log (x+1). O programa computacional utilizado foi o ESTATÍSTICA, versão 5. Para todos os testes utilizou-se o nível de significância de 5%.

Análise dos Componentes Principais (ACP)

Análise de componentes principais (ACP) foi o método de ordenação multivariada usado no trabalho. Nesta análise foi utilizado o comprimento obtidos pelo método de Strauss & Bookstein (1982), previamente logaritimizados ($\log(x+1)$). Para testar a significância do poder das variáveis sobre os eixos foi utilizado o método descrito por Legendre & Legendre (1998), onde a coordenada de um ponto-variável sobre um eixo fatorial é igual ao coeficiente de correlação entre esta variável e o eixo. Uma variável é considerada significativa quando a sua distância d ao cento do plano for $d \geq \sqrt{2/m}$, sendo m o número de variáveis (Valentin, 2000).

RESULTADOS

Análise de regressão

Ao utilizar os dados obtidos com a morfometria tradicional, todas as relações entre o comprimento total e o comprimento das diversas partes do corpo tiveram alometria negativa, i.e. as medidas de cada parte do corpo aumentaram em velocidade menor que o comprimento total. As relações entre o comprimento total e o peso mostraram uma alometria positiva para as fêmeas, i.e. os indivíduos aumentam seu peso em velocidade maior que o comprimento total, já para os machos a alometria foi negativa.

Apesar de algumas medidas corporais terem apresentado baixos coeficientes de determinação, ainda foi possível identificar variação significativa no coeficiente angular entre fêmeas e machos para todas elas, comprovando o dimorfismo sexual para a espécie (Tabela 1).

A regressão para a morfometria geométrica mostrou crescimento positivamente alométrico para quase a metade das medidas. Para os dois sexos, alometrias negativas ocorreram para os comprimentos: 3 - 4, base do espinho da nadadeira pélvica até a base do primeiro espinho da primeira nadadeira dorsal; 3 - 5, base do

Tabela 1. Equações das regressões com os coeficientes de determinação (R^2) para fêmeas e machos da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*) analisados (85 indivíduos). A variável independente está representada pelo comprimento total (CT) e as variáveis dependentes pelas dimensões do corpo. Peso total (PT), Peso eviscerado (PE), Comprimento da cabeça (LL'), Comprimento do focinho (FO), Comprimento da maxila (FM), Diâmetro do olho (oo'), Comprimento Pré-dorsal (LD), Comprimento Pré-anal (LA), Comprimento pré-peitoral (LP'), Comprimento Peitoral (PP'), Comprimento Pré-ventral (LV), Comprimento Ventral (VV'), Altura (H).

FÊMEAS			MACHOS			Comparação de b entre os sexos	
Regressão	R ²	p	Regressão	R ²	p	p	
PT = $6 \cdot 10^{-6} \cdot CT^{3,167}$	0,98	0,0001	PT = $10^{-5} \cdot CT^{2,907}$	0,97	0,0001	0,0001	
PE = $5 \cdot 10^{-6} \cdot CT^{3,171}$	0,98	0,0001	PE = $10^{-5} \cdot CT^{2,927}$	0,97	0,0001	0,0001	
LL' = $0,255 \cdot CT - 0,415$	0,91	0,0001	LL' = $0,244 \cdot CT +$	0,94	0,0001	0,0001	
FO = $0,038 \cdot CT + 0,029$	0,47	0,0001	FO = $0,060 \cdot CT - 0,607$	0,77	0,0001	0,0001	
FM = $0,104 \cdot CT + 0,348$	0,77	0,0001	FM = $0,106 \cdot CT - 0,264$	0,84	0,0001	0,0001	
oo' = $0,022 \cdot CT + 0,711$	0,41	0,0001	oo' = $0,021 \cdot CT + 0,782$	0,46	0,0001	0,0001	
LD = $0,254 \cdot CT - 0,579$	0,93	0,0001	LD = $0,214 \cdot CT + 0,659$	0,91	0,0001	0,0001	
LA = $0,632 \cdot CT - 1,750$	0,88	0,0001	LA = $0,578 \cdot CT - 0,204$	0,94	0,0001	0,0017	
LP' = $0,109 \cdot CT + 3,214$	0,11	0,0001	LP' = $0,229 \cdot CT - 0,041$	0,51	0,0001	0,0001	
PP' = $0,192 \cdot CT + 0,011$	0,87	0,0001	PP' = $0,103 \cdot CT + 2,838$	0,10	0,0001	0,0001	
LV = $0,211 \cdot CT + 1,398$	0,71	0,0001	LV = $0,249 \cdot CT + 0,195$	0,92	0,0001	0,0001	
VV' = $0,154 \cdot CT +$	0,76	0,0001	VV' = $0,158 \cdot CT +$	0,68	0,0001	0,0117	
H = $0,303 \cdot CT - 2,616$	0,88	0,0001	H = $0,284 \cdot CT - 2,051$	0,90	0,0001	0,0001	

espinho da nadadeira pélvica até margem anterior do ânus; 3 - 6, base do espinho da nadadeira pélvica até a base do último espinho da primeira nadadeira dorsal; 4 - 5, base do primeiro espinho da primeira nadadeira dorsal até a Margem anterior do ânus; 5 - 6, margem anterior do ânus até a base do último espinho da primeira nadadeira dorsal; 5 - 8, margem anterior do ânus até a base do último raio da segunda nadadeira dorsal; 6 - 7, base do último espinho da primeira nadadeira dorsal até a base do último raio da nadadeira anal; 6 - 8, base do último espinho da primeira nadadeira dorsal até a base do último raio da segunda nadadeira dorsal; 7 - 8, base do último raio da nadadeira anal até a base do último raio da segunda nadadeira dorsal (Tabela 2).

Foram encontradas também algumas medidas com alometrias negativas somente para os machos e

outras somente para fêmeas, tais como: 2 - 4, região interorbital até a base do primeiro espinho da primeira nadadeira dorsal; 7 - 9, base do último raio da nadadeira anal até margem inferior do pedúnculo caudal; 7 - 10, base do último raio da nadadeira anal até a margem superior do pedúnculo caudal; 8 - 10, base do último raio da segunda nadadeira dorsal até a margem superior do pedúnculo caudal, e 9 - 10, margem inferior do pedúnculo até a margem superior do pedúnculo caudal, para as fêmeas, e 1 - 2, anterior da maxila superior até a região interorbital, e 4 - 6, base do primeiro espinho da primeira nadadeira dorsal até a base do último espinho da primeira nadadeira dorsal, para os machos. O coeficiente de regressão para os machos e fêmeas apresentaram variações significativas para todas as medidas, com exceção da medida 8 - 10, para fêmeas (Tabela 2).

Tabela 2. Equações das regressões com os coeficientes de determinação (R²) para fêmeas e machos da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*) analisados (85 indivíduos). A variável independente está representada pelo comprimento total (CT) e as variáveis dependentes pelas dimensões do corpo. Peso total (PT), Peso eviscerado (PE), Comprimento da cabeça (LL), Comprimento do focinho (FO), Comprimento da maxila (FM), Diâmetro do olho (oo'), Comprimento Pré-dorsal (LD), Comprimento Pré-anal (LA), Comprimento pré-peitoral (LP), Comprimento Peitoral (PP), Comprimento Pré-ventral (LV), Comprimento Ventral (VV'), Altura (H).

Regressão	FÊMEAS			MACHOS			Comparação de b entre os sexos
	R ²	p		Regressão	R ²	p	P
1-2 = 1,063*CT - 1,244	0,79	0,0001		1-2 = 0,680 * CT - 0,672	0,77	0,0001	0,0001
1-3 = 0,972*CT - 0,537	0,95	0,0001		1-3 = 0,884 * CT - 0,417	0,95	0,0001	0,0001
1-4 = 0,906*CT - 0,431	0,70	0,0001		1-4 = 0,917 * CT - 0,439	0,96	0,0001	0,033
2-3 = 0,934*CT - 0,513	0,92	0,0001		2-3 = 0,866 * CT - 0,417	0,89	0,0001	0,0001
2-4 = 0,984*CT - 0,650	0,87	0,0001		2-4 = 1,009 * CT - 0,682	0,81	0,0001	0,0001
3-4 = 1,117*CT - 0,823	0,95	0,0001		3-4 = 1,128 * CT - 0,836	0,96	0,0001	0,049
3-5 = 1,059*CT - 0,596	0,96	0,0001		3-5 = 1,109 * CT - 0,669	0,96	0,0001	0,0001
3-6 = 1,148*CT - 0,796	0,94	0,0001		3-6 = 1,047 * CT - 0,647	0,94	0,0001	0,0001
4-5 = 1,217*CT - 0,726	0,90	0,0001		4-5 = 1,159 * CT - 0,641	0,95	0,0001	0,0001
4-6 = 1,099*CT - 0,937	0,89	0,0001		4-6 = 0,913 * CT - 0,665	0,83	0,0001	0,0001
5-6 = 1,009*CT - 0,605	0,94	0,0001		5-6 = 1,013 * CT - 0,604	0,82	0,0001	0,457
5-7 = 0,957*CT - 1,202	0,64	0,0001		5-7 = 0,774 * CT - 0,918	0,66	0,0001	0,0001
5-8 = 1,050*CT - 0,845	0,92	0,0001		5-8 = 1,020 * CT - 0,801	0,80	0,0001	0,0001
6-7 = 1,023*CT - 0,588	0,96	0,0001		6-7 = 1,041 * CT - 0,616	0,96	0,0001	0,0001
6-8 = 1,040*CT - 0,549	0,94	0,0001		6-8 = 1,080 * CT - 0,600	0,96	0,0001	0,0001
7-8 = 1,055*CT - 1,002	0,90	0,0001		7-8 = 1,069 * CT - 1,015	0,92	0,0001	0,041
7-9 = 0,775*CT - 0,445	0,42	0,0001		7-9 = 1,025 * CT - 0,791	0,80	0,0001	0,0001
7-10 = 0,928*CT - 0,622	0,68	0,0001		7-10 = 1,142 * CT - 0,927	0,84	0,0001	0,0001
8-9 = 0,708*CT - 0,541	0,28	0,01		8-9 = 0,890 * CT - 0,792	0,67	0,0001	0,0001
8-10 = 0,439*CT - 0,305	0,06	0,317		8-10 = 1,19 * CT - 1,378	0,56	0,0001	0,0001
9-10 = 0,759*CT - 0,713	0,39	0,00001		9-10 = 1,015 * CT - 1,077	0,78	0,0000	0,0001

Comparando os coeficientes de regressão entre os sexos, foi observado que eles foram significativamente diferentes, mostrando que o dimorfismo sexual também é visualizado através deste método, exceto para a medida 5 - 6 (Tabela 2).

Análise de similaridade (ANOSIM)

De maneira geral pôde ser observado que as fêmeas apresentaram dimensões maiores que os machos devido principalmente ao seu maior comprimento total em todos os estágios considerados. A ANOSIM indicou que, para as duas metodologias, não existe diferença entre os sexos quando foram considerados os estágios gonadais. Porém, existe diferença significativa entre os estágios gonadais, ao considerar o sexo. Assim, o dimorfismo sexual pode ser identificado apenas em alguns estágios gonadais. A ausência de diferenças significativas entre os sexos pode resultar do baixo número de permutações, devido a um baixo número amostral para cada sexo quando se considera os estágios de maturação.

Análise dos Componentes Principais - ACP

Eixo I (Primeiro Componente principal - PC1)

Grande parte das dimensões morfométricas da pescada branca foram relacionadas com o comprimento total, variando de 22 cm até 34 cm, represen-

tando o primeiro componente principal (PC 1), que explicou 78,2 % da variação total dos dados (Figura 2).

Os comprimentos do corpo apresentaram baixa contribuição para o eixo PC1 e não foram consideradas significativamente ligadas ao eixo PC1 não podendo ser utilizadas para a interpretação deste eixo, pois apresentou valor menor que 0,308 (Tabela 3). A dispersão dos indivíduos amostrados sobre os componentes principais (Figura 2) confirma que a maior parte das variações observadas está relacionada com o tamanho. Foi observado um gradiente ao longo eixo PC 1 segundo o comprimento total dos indivíduos, onde aqueles que apresentaram comprimento total menor que 28,8 cm apresentaram coordenadas positivas. Por sua vez, os indivíduos que apresentaram comprimentos entre 29 e 37,3 cm foram plotados em torno de zero e aqueles com os maiores comprimentos (37,4 a 41,5) tiveram coordenadas negativas (Figura 2). A distribuição também pôde ser observada comparando as amostras com seus estágios gonadais, onde todos os indivíduos imaturos, com menores comprimentos totais, foram concentrados no eixo positivo (Figura 3).

Eixo II (Segundo Componente principal - PC2)

O segundo componente principal (PC 2), explicou 11,3 % da variação das disposições das medidas sobre esse eixo. Todas as medidas ligadas às regiões ventrais foram localizadas no lado positivo

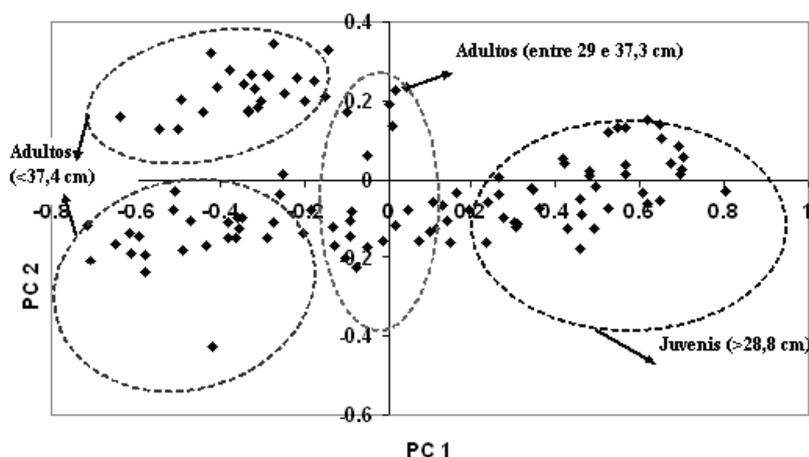


Figura 2. O Primeiro componente principal (PC1), explicado pelo fator comprimento total dos indivíduos. Este fator explicou 78,2 % da distribuição. Os indivíduos com comprimento total menor que 28,8 cm apresentaram coordenadas positivas e aqueles com os maiores comprimentos (37,4 a 41,5) apresentaram coordenadas negativas.

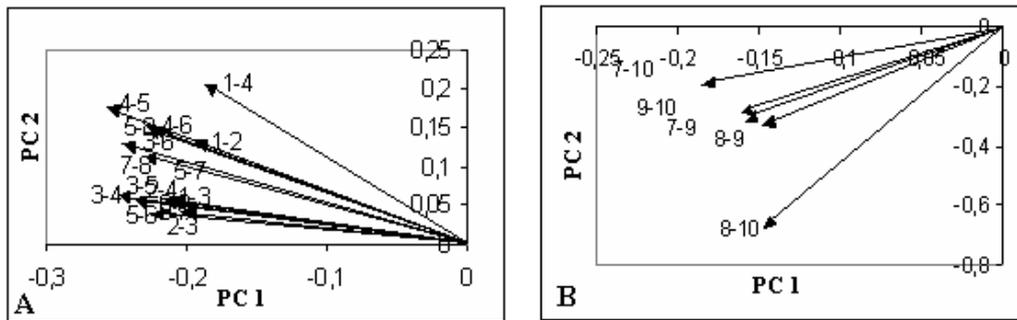


Figura 3. Análise das componentes principais das medidas morfométricas da pescada branca (*Plagioscion squamosissimus*). Distribuição das variáveis ao longo do eixo PC1 e PC2. Todas as medidas ligadas às regiões ventrais estiveram localizadas no lado positivo do eixo CT (A) e as medidas ligadas a região caudal foram plotadas no eixo CT negativo (B).

do eixo demonstrando uma ligação conjunta entre essas variáveis (Figura 4). As medidas que foram plotadas no eixo negativo são as mesmas que apresentaram alometrias positivas na análise de regressão para os machos (Figura 4). Nas disposições das amostras na figura 2, os machos adultos também estiveram localizados no lado negativo do eixo, mostrando a existência de uma relação entre os indivíduos amostrados e as variáveis com alometria positiva para os machos.

O segundo componente principal (PC 2) esteve relacionado com variáveis ligadas a reprodução, pois evidenciou as diferenças nos estágios gonadais na fase juvenil e adultos, entre machos e fêmeas

para os diferentes meses (Figura 3 e 5). Foi observado que apenas nos meses de agosto e setembro as amostras estiveram localizadas no eixo positivo, o mês de janeiro e uma parte do mês de abril não apresentaram peso algum no eixo (Figura 5). Os meses de março, maio e o restante de abril foram localizados no lado negativo do eixo PC2. Os meses de março, agosto e setembro são coincidentes com o estágio gonadal C.

DISCUSSÃO

Saber como as diferentes regiões do corpo crescem em relação a um tipo de comprimento permite,

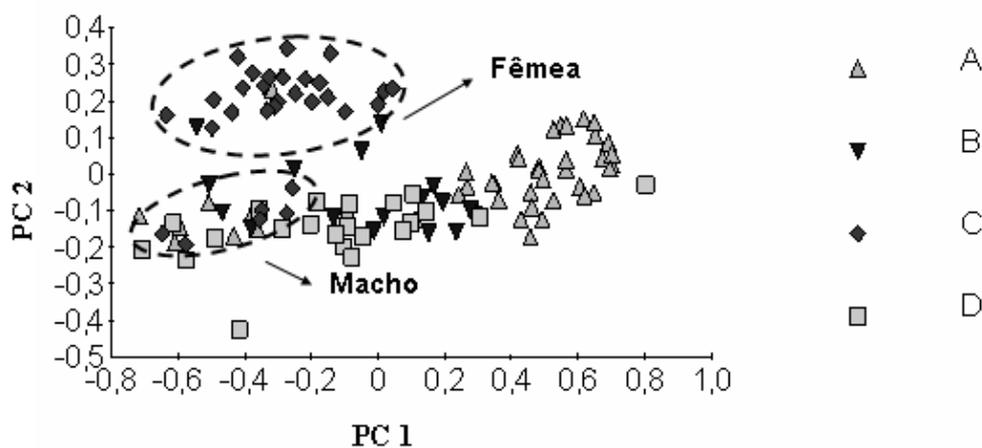


Figura 4. Distribuição dos indivíduos no eixo PC 2 variância explicada destacando o estágio gônadal (A- imaturo, B- em maturação, C- Maduros, D- esvaziados) dos machos e das fêmeas estimado por Cardoso (2003).

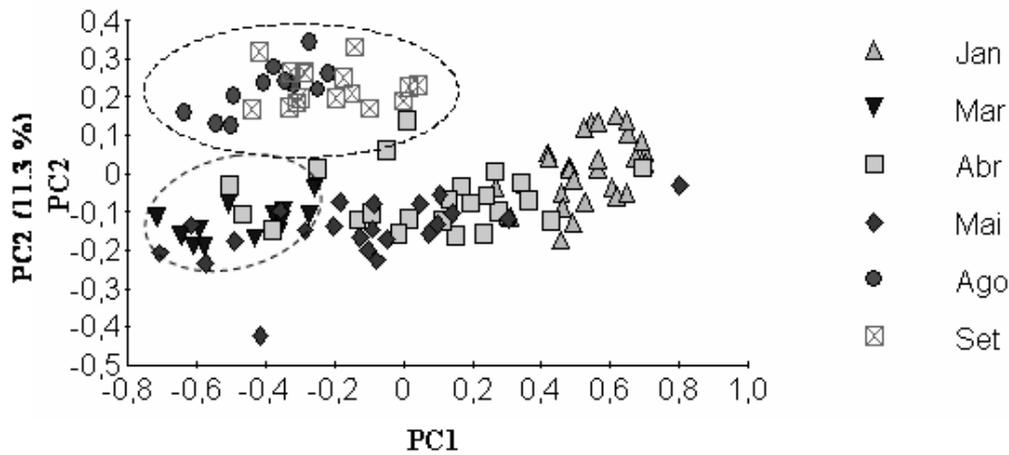


Figura 5. O segundo componente principal (PC2) discriminado pelo fator mensal.

na morfologia, conhecer as determinadas etapas de desenvolvimento, como, por exemplo, quando ocorre a reprodução. Este conhecimento é importante, assim como outros aspectos ligados à biologia e ecologia das espécies, pois determina a localização, a caracterização dos estoques e estabelece normas para a administração dos recursos pesqueiros. A presença de uma escala alométrica é usada como um critério para determinar se mudanças evolucionárias em morfologia são ocasionadas pelas variações de tamanho ou possíveis adaptações para o modo de vida do organismo (Strauss, 1985).

Segundo Fonteles Filho (1989), teoricamente todas as partes do corpo de um indivíduo deveriam contribuir uniformemente para a formação e crescimento de seu corpo, porém nem toda vez isto ocorre, pois modificações nas proporções corporais podem acontecer por diversos motivos (locomoção, alimentação, reprodução, etc). Este tipo de crescimento, também chamado de heterogônico ou alométrico, mostra que uma determinada parte do corpo pode exercer melhor uma função adaptativa quando se destaca do resto do corpo. A alometria pode ser definida como a variação de características corporais associadas com a variação do tamanho global dos organismos (Klingenberg, 1998).

No presente trabalho, as análises realizadas indicam que existe alometria das diferentes dimensões do corpo e do peso relacionados com o comprimento total. A alometria positiva entre peso e comprimento total possivelmente está relacionado a uma questão adaptativa contra a predação por outros

organismos, onde se tem um aumento de tamanho com gasto mínimo de energia (Fonteles Filho, 1989). Outros estudos envolvendo proporção entre peso/comprimento também mostraram a existência de correlação positiva para a espécie em outras regiões do Brasil (Nomura & Oliveira, 1976; Ruffino & Isaac, 2000; Palomares, 1991; Mota *et al.*, 1984).

No caso das medidas ventrais com o comprimento total, a alometria positiva está possivelmente relacionada com o aumento de peso do indivíduo conforme ele aumenta de tamanho e/ou quando entra no estágio C de maturação que, de acordo com Vazzoler (1996), ocorre quando a fêmea e o macho estão no período de reprodução devido ao aumento da quantidade de ovócitos, para as fêmeas, e esperma, para os machos ocupando praticamente toda a cavidade celomática. Pode também estar relacionado à uma questão adaptativa contra a predação por outros organismos, onde se tem um aumento de tamanho com gasto mínimo de energia (Fonteles Filho, 1989). Rapp Py-Daniel & Cox Fernandes (2005) definem o dimorfismo sexual como sendo toda diferença entre sexos de uma espécie, que não seja as dos órgãos diretamente envolvidos no processo reprodutivo (gônadas e órgãos copulatórios).

Alguns trabalhos realizados sobre esta espécie demonstram que ela pode reproduzir várias vezes ao ano, mas somente em alguns meses é que isto ocorre de maneira intensa (Loubens, 2003; Santos *et al.*, 2003; Ruffino & Isaac, 2000; Cardoso, 2003). Santos *et al.* (2003) citam que este pico pode estar relacionado com a variação sazonal, contudo isto vai

variar de região para região. Por este motivo, a distribuição em relação à maturidade não ocorreu gradativamente, resultando em um coeficiente parcial de regressão das amostras, para o segundo eixo, significativo, somente nos meses de reprodução intensa.

No caso das medidas morfométricas que apresentaram alometria negativa, pode-se dizer que nenhuma das medidas exerce uma função adaptativa com importância tão elevada que resultassem em um aumento em proporções maiores que o comprimento total.

Comparando os dois métodos (tradicional e geométrico), as alometrias positivas encontradas nas distâncias ventrais não foram observadas na análise utilizando a morfometria tradicional. Segundo Strauss & Bookstein (1982), o método geométrico para análise de morfometria é mais eficiente que aqueles métodos tradicionalmente utilizados, pois supera as limitações empregadas por estes métodos na quais se baseiam em medidas longitudinais. A metodologia da morfometria geométrica permite verificar as diferenças na forma paralela, perpendicular e obliquamente ao eixo principal do corpo, sem repetições. Como esta técnica tem um aspecto tridimensional ela consegue detectar melhor algumas variações do corpo que podem ser visualizadas com técnicas multivariadas. Neste sentido, o método geométrico se comportou de maneira mais eficiente para esta espécie.

O método tradicional mostrou deficiência em detectar alometrias. Este tipo de deficiência pode prejudicar o andamento da pesquisa porque omite informações importantes na identificação do estoque como no caso das medidas ventrais (obliquas e verticais) que são adaptadas para época de reprodução da espécie aumentando, em alguns períodos, em velocidade maior que o comprimento total.

A análise estatística de similaridade (ANOSIM) mostrou que existe diferença entre os estágios de maturidade da pescada branca considerando o sexo. Porém, este dimorfismo só é evidente na época reprodutiva. Santos *et al.* (2003) mostra que, através de observações externas, mesmo na época de reprodução, o dimorfismo sexual não é facilmente observado na pescada branca, a ponto de não permitir a distinção entre machos e fêmeas para a espécie em um açude no Estado do Ceará e somente com a exposição da gônada foi possível identificar o sexo. Cardoso (2003), em estudos da espécie na Ilha de

Mosqueiro, também fez esta observação destacando que esta espécie não apresenta características secundárias possibilitando a determinação do sexo.

Provavelmente o dimorfismo sexual encontrado na espécie estudada esteja relacionado ao comprimento total da pescada branca, onde as fêmeas são maiores que os machos, resultando em distâncias corporais também maiores, principalmente no período reprodutivo. Este é o tipo de dimorfismo sexual mais comum entre peixes (Rapp Py-Daniel & Cox Fernandes, 2005). Castro (1999), Cardoso (2003) e Braga, (1998), em estudos sobre a espécie, obtiveram fêmeas com comprimento total maior do que o macho. Segundo Baras (1999), as fêmeas que possuem tamanhos maiores que os machos investem mais na reprodução sendo este mecanismo uma estratégia para a perpetuação da espécie.

A diferenciação entre os sexos também foi observada na ACP onde os maiores scores ocorreram quando estes indivíduos estavam no ápice reprodutivo. De acordo com Cardoso (2003), a pescada branca possui desova parcelada ao longo de todo o ano, mas o período onde o IGS (índice gonadosomático) é maior equivale às coletas ocorridas entre setembro e novembro e de junho a dezembro para fêmeas e machos, respectivamente. Foi possível relacionar as distâncias corporais com as distribuições dos indivíduos, sendo percebido que as medidas ventrais, relacionadas à reprodução, estiveram próximas às fêmeas no período reprodutivo, sendo também observado que as variáveis relacionadas à cauda estiveram próximas aos machos adultos (nos estágios C e D). Segundo Vazzoler (1996), estas medidas podem ser caracteres sexuais secundários que não possuem relação direta com o ato reprodutivo.

O resultado encontrado no PC1 já era esperado, pois realmente existe a dependência dessas medidas com o comprimento, dado que conforme o indivíduo cresce seu corpo sofre alterações e é justamente neste ponto que uma espécie se diferencia da outra devido ao fato que, em alguns casos, algumas partes do corpo apresentam maior dependência do que outras, aumentando ou diminuindo o valor da correlação. Estas variações estão intimamente ligadas às questões ambientais e necessidades adaptativas. Os mesmos resultados foram obtidos para *Micropogonias furnieri*, Vazzoler (1971 *apud* Fonteles Filho, 1989), na região sudeste e sul do Brasil, uma vez que esta espécie apresenta cabeça

mais curta, resultado de uma adaptação relacionada a presença de águas mais frias. Este mesmo autor mostrou que a população de Albacora laje *Thunnus albacares* do Havá é diferente das encontradas na costa ocidental da América por ter nadadeiras peitorais mais longas.

O comprimento total exerce uma grande influência no primeiro componente principal, pois este eixo foi identificado como um fator que indica a velocidade de crescimento, então é natural observar diferenças nas distâncias entre os indivíduos adultos e juvenis. Por sua vez, o eixo PC2 foi fortemente relacionado ao período reprodutivo, comentado anteriormente. Este fator explica as diferenciações entre os meses em que os indivíduos foram encontrados no estágio reprodutivo C. A hipótese é que a variação alométrica positiva das distâncias ventrais na análise de regressão esteja relacionada com este resultado, pois nesta fase ocorre aumento do abdome, principalmente para fêmeas, dado que estas estão armazenando ovos.

As metodologias utilizadas neste trabalho foram satisfatórias no estudo morfométrico de uma única espécie, em um único local com o objetivo de se testar diferenças relacionadas com o sexo e a maturidade. Estas metodologias de análise podem ser eficientemente utilizadas no caso da verificação de dimorfismo entre gêneros (e espécies) e também, considerando a mesma espécie, nos estudos de determinação de unidades de estoques.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos pescadores da ilha de Mosqueiro pela coleta de dados e aos Oceanógrafos Diogo Marques Oliveira, Ronald Cardoso e Marcelo Abreu pelo processamento das amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, W.E., & SHERVETTE, V. R. 2005. Morphological diversity of the Cynoscion group (Perciformes: Sciaenidae) in the Gulf of Guayaquil, Ecuador (Perciformes: Sciaenidae), a comparative approach. *Environmental Biology of Fishes*, 73: 403-413.
- ALMEIDA, L.B. 1999. Caracterização morfométrica de três espécies de *Squalus* presentes na costa nordeste do Brasil e aspectos da biologia reprodutiva da espécie mais abundante (*Squalus* tipo 1). Dissertação de mestrado em Oceanografia Biológica. Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Oceanografia. 61 p.
- BARAS, E. 1999. Functional implications of early sexual growth dimorphism in vudu. *Journal of Fish Biology*, 54 (1): 119.
- BRAGA, F.M.S. 1998. Population parameter of corvina (*Plagioscion squamosissimus*) in Barra Bonita Reservoir Brasil. *Naga ICLARM Q.*, 21(2): 43-45.
- BOEGER, W.A.B. & KRITSKY, D. C. 2002. Parasites, Fossils and Geologic History: Historical Biogeography of the South American Freshwater Croakers, *Plagioscion* spp. (Teleostei, Sciaenidae). *Zoologica Scripta*. [S. l.], n.32, p. 3-11.
- CADRIM, S.X. 2000. Advances in morphometric identification of fishery stocks. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 10: 91-112.
- CARDOSO, R.J.P. 2003. Biologia reprodutiva da pescada branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) na Ilha de Mosqueiro. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Pará, Belém. 59 p.
- CASTRO, A. C. L. 1999. Tamanho e Idade de Primeira Maturação da Corvina, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1940), (Teleostei, Sciaenidae), do Reservatório de Barra Bonita-SP. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi: Ser. Zool.*, 15(2): 119-32.
- CAVALCANTI, M.J. & LOPES, P.R.D. 1990. Morfometria Comparada de *Ctenosciaena gracilicirrus*, *Baralonchurus brasiliensis* e *Micropogonias furnieri* (Teleostei: Sciaenidae) pela Análise Multivariada de Rede de Treliças. *Revta. Brasil. Zool.*, 7 (4): 627-35.
- CAVALCANTI, M.J. & LOPES, P.R.D. 1993. Análise Morfométrica Multivariada de Cinco Espécies de Serranidae (Teleostei, Perciformes). *Acta. Biol. Leopoldensia*, 15(1): 53-64.
- CAVICCHIOLI, M. 1995. Discriminação morfométrica e exigências ambientais de larvas de *Serrasalmus spilopleura* e *Serrasalmus marginatus* (Characidae, Serrasalmidae) em ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná, Brasil. Dissertação de mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Estadual de Maringá. 54 p.

- CHÁPULI, R.M. & RUIZ, M.B. 1984. Tendencias generales del crecimiento relativo em escualos. *Inv. Pesq.*, 48(2): 303-317.
- EHLINGER, T.J. 1991. Allometry and analysis of morphometric variation in the bluegill, *Lepomis macrochirus*. *Copéia*, 2: 347-57.
- FAIRBAIRN, D.J. 1997. Allometry for sexual size dimorphism: pattern and process in the coevolution of body size in males and females. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 28: 659-87.
- FONTELES FILHO, A.A. 1989. Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional. Ed. Imprensa Oficial do ceará, Fortaleza. 296 p.
- FREIRE, K.M.F.; FERREIRA, A. V.; LESSA, R. P. & OLIVEIRA, J. E. L. 1998/1999. Morphometric relationships to sailfish, *Istiophorus albicans*, caught off Northeastern Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, 25 (único): 1-6.
- FULFORD, R.S. & RUTHERFORD, D.A. 2000. Discrimination of larval *Morone* geometric shape differences with landmark morphometrics. *Copeia*, 4: 965-972.
- GIARRIZZO, T.; SILVA De JESUS, A. J.; LAMEIRA, E. C.; ARAÚJO De ALMEIDA, J. B.; ISAAC, V. & SAINT-PAUL, U. 2006. Weight-length relationships for intertidal fish fauna in a mangrove estuary in Northern Brazil. *J. Appl. Ichthyol.*, 22: 325 - 327.
- KLINGENBERG, C.P. 1998. Heterochromy and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. *Biol. Rev.*, 73: 79-123.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. Numerical ecology. Elsevier Science: Amsterdam, 2 edição. 853 p.
- LESSA, R. P. 1988. Biometria de tubarões Costeiros Aplicada ao Controle de Desembarques no Norte do Brasil. *Maranhão. Ciênc. Cult.*, 40(9):892-897.
- LIMA, H.H. 1967. Sobre a ocorrência de *Lutjanus bucanella* (Cuvier, 1828) Poey, 1868 no litoral brasileiro. *Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceará, Fortaleza*, 7(2): 177-180.
- LOUBENS, G. 2003. Biologie de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei: Sciaenidae) dans le Bassin du Mamoré (Amazonie bolivienne). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, 14 (4): 335-52.
- MOTA, A.; RODRIGUES, J. D.; CAMPOS, E. C. & MORAES, M. N.. 1984. Captura Seletiva da Pescada-do-piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1940), (Osteichthyes, Sciaenidae) com Redes de Emalhar, na represa de Bariri, Estado de São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. da Pesca*, 11 (único): 6-11.
- Nomura, H. & OLIVEIRA, C. 1976. Idade e crescimento da pescada Piauí *Plagioscion squamosissimus* (Hechel), STEICHTHYES, Sciaenidae, do açude Amanari (Maranguape, Ceará). *Revista Ceres*, 23(127): 191-197.
- PALOMARES, M.L.D. 1991. La consommation de nourriture chez lês poissons: étude comparative, mise au point d'un modèle prédictif et application à l'étude des réseaux trophiques. Thèse (Doctorat)-Institut National Polytechnique de Toulouse. Toulouse. 211 p.
- RAPPY-DANIEL, L. H. & COX FERNANDES, C. 2005. Dimorfismo sexual em Siluriformes e Gymnotiformes (Ostariophysi) da Amazônia. *Acta Amazônica*, 35 (1): 97-110.
- RINCON FILHO, G. 1998. Idade e crescimento de *Squalus mitsukurii* e análise morfométrica de *Pseudocarcharias kamoharai*. In: Relatório parcial de bolsa DTI do programa REVIZEE. p.7.
- RUFFINO, M.L. & ISAAC, V.J. 2000. Ciclo de vida e parâmetros biológicos de algumas espécies de peixes da amazônia brasileira. In: Recursos Pesqueiros do Médio Amazonas: Biologia e Estatística Pesqueira. Coleção Meio Ambiente: Série Estudo Pesca. Vol. 22. Edições IBAMA: Brasília. p.12-30.
- SANTOS, S.B.A.F.; SILVA, A. C. & VIANA, M. S. R. 2003. Aspectos reprodutivos da pescada-do-Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), capturada no Açude Pereira de Miranda (Pentecoste-Ceará). *Rev. Ciência Agronômica*, 34 (1): 5-9.
- SILVA, E.L. 2000. Utilização de técnicas multivariadas no estudo morfométrico da albacora laje (*Thunnus albacares*) do Atlântico. Dissertação de mestrado em Biometria, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 56 p.
- STRAUSS, R.E. 1985. Evolutionary allometry and variation in body the south american catfish genus *Corydoras* (Callichthyidae). *Syst. Zool.*, 34(4): 381-96.
- STRAUSS, R.E. & Fuiman, L.A. 1985. Quantitative comparisons of body form and allometry in larval

and adult Pacific sculpins (Teleostei: Cottidae). *Can. J. Zool.*, 63: 1582-1589.

STRAUSS, R.E. & Bookstein, F.L. 1982. The truss: body reconstructions in morphometrics. *Syst. Zool.*, 31(2): 113-35.

VALENTIN, J.L. 2000. *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Ed. Interciência: Rio de Janeiro. 117p.

VAZZOLER, A.E.A. 1996. *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Maringá: EDUEM. São Paulo: SBI. 169 p.

VIDALES, K.; MARKAKIS, G. & TSIMENIDES, N. 1997. Discrimination between populations of *picare Smicra smaris* Linneus, 1758 in the Aegean Sea, using multivariate analysis of phenetic characters. *Fisheries Research*, 30: 191 - 197.

ZAR, J.H. 1996. *Biostatistical analysis*. 3 edição. Ed. Prentice-Hall International INC. 662 p.