

FELIPE TIAGO E SILVA MENEZES

**MORFOMETRIA GEOMÉTRICA DE TRÊS ESPÉCIES DA FAMÍLIA
POMACANTHIDAE (ACTINOPTERYGII: PERCIFORMES)**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Biológicas da Faculdade Frassinetti do Recife como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

RECIFE-PE

2008

MONOGRAFIA APRESENTADA E APROVADA PELA BANCA EXAMINADORA

Orientador

Jorge Luiz Silva Nunes, Msc.**Prof. Da Universidade Federal do Maranhão - UFMA**

Examinadores titulares

Andréa Carla Guimarães de Paiva, Msc.**Departamento de Oceanografia da UFPE**

Caroline Vieira Feitosa, Msc.**Departamento de oceanografia da UFPE**

DATA DE APROVAÇÃO: 00/00/2008

**RECIFE-PE
2008**

DEDICO ESTE TRABALHO À
MINHA FAMÍLIA E AOS MEUS
AMIGOS.

AGRADECIMENTOS

Em primeiríssimo lugar agradeço ao meu PAI DO CÉU, que em muitos momentos desta caminhada me sustentou e me ajudou a não desistir e sim persistir.

Agradeço ao meu PAI Aurecy Pascoal, pelo incentivo, carinho, disponibilidade e muito amor.

Agradeço à minha MÃE, Maria da Graça, que mesmo estando lá no céu me ensinou a ser perseverante e caminhar sempre em busca dos sonhos.

À minha IRMÃ-MÃE, Izabelyta Pascoal, que com sua inteligência e amor me ajudou com os textos em inglês.

Agradeço à minha TIA Arleide Guerra pelo seu carinho e apoio, me orientando e me guiando com sua sabedoria de vida.

Ao meu MESTRE, AMIGO e ORIENTADOR, Jorge Nunes, pelo prazer de compartilhar fantásticos momentos de aprendizado, pela sua indiscutível inteligência, paciência e dedicação.

.

Às Biólogas Elisabeth Cabral e Andréia Paiva, pela ajuda com a identificação de alguns peixes.

À Bióloga Andréa Azevedo, pelas informações que foram tão importantes.

Ao Biólogo Nivaldo Piorski, por conceder o material principal, os peixes.

Aos amigos do laboratório, Eduardo, Felipe e Marcus, que com muita atenção me ajudaram a conservar meu material.

À Professora e co-orientadora Betty Rose, pela atenção e apoio.

Aos novos amigos fantásticos que fiz e que me acolheram em São Luis-MA.

Aos alunos e professores que compõem o laboratório de Nécton do Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, que com muito carinho me receberam e me ajudaram a desenvolver este projeto me cedendo todos os materiais necessários.

Enfim, a todos que me ajudaram a realizar este sonho, entre parentes, amigos e funcionários.

RESUMO

Os peixes da família Pomacanthidae, popularmente chamados de peixes-anjo, são mundialmente conhecidos pelo seu colorido, formato do corpo ovalado e comprimido. Por este motivo são alvos das exportações como peixes ornamentais.

Muitos trabalhos já foram realizados sobre os pomacantídeos, porém são escassos os trabalhos com aplicação de técnicas de morfometria geométrica. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo diferenciar morfologicamente três espécies desta família: *Holacanthus ciliaris*, *Holacanthus tricolor* e *Pomacanthus paru*. A partir de fotografias digitais individuais de cada espécime foram obtidos os dados morfométricos, correspondente a 13 marcos anatômicos (landmarks) distribuídos na superfície esquerda do corpo do animal. O programa TPS Dig2 foi utilizado para o alinhamento de todos os marcos anatômicos, em seguida as Análises de Componentes Principais e Análises de Deformações foram realizadas no programa PAST (Paleontological Statistics). Os resultados obtidos pela análise de Componentes Principais mostraram que *P. paru* apresenta um conjunto de caracteres morfológicos que os diferenciam das outras duas espécies de *Holacanthus*, sua Análise de Deformação visualizada nas grades de deformações maximizam e ilustram notoriamente a sua maior altura do corpo, o comprimento do corpo mais compacto, a nadadeira dorsal mais curta e o comprimento da cabeça menor do que os dois *Holacanthus*. A Análise de Componentes Principais não discriminou as duas espécies de *Holacanthus*, contudo nas Análises de Deformações evidencia que *H. ciliaris* diferencia-se de *H. tricolor* por apresentar maiores variações morfológicas na altura da cabeça, na altura do corpo e no comprimento da nadadeira.

Palavras-chave: Pomacanthidae, *Holacanthus ciliaris*, *Holacanthus tricolor*, *Pomacanthus paru*, Morfometria geométrica.

ABSTRACT

Tidal pools consists in an environment that periodically keeps exchanges of water mass during the high and low tide. These perfect environments become habitats for diverse organisms. The fish use these small habitat for reproduction, nursery, shelter and temporary or permanent habitat. The study was carried through between January of 2005 and January of 2006 in two beaches, Araçagy and Panaquatira, both in the state of the Maranhão. To capture the individuals it was used a solution of mentol and fish traps. A total of 408 individuals was captured, belonging to 13 orders, 22 families and 34 species. The families Mugilidae, Lutjanidae and Gobiidae was the most specious, been followed by the families Batrachoididae, Carangidae and Blenniidae. *Soporator Bathygobius* was the species most abundant Araçagy beach (31.63%) and Panaquatira (53.98%). Nine new species for the state of the Maranhão had been catalogued, considering one of them, *Omobranchus punctatus*, as invading species. Many juvenile fishes were found, indicating the importance of this environment as nursery area. About the residence, it predominated the rare and visiting species predominated, as much in Araçagy how much in Panaquatira respectively. Higher biodiversity was observed in the tidal pools of the Araçagy beach. Some studies in tidal pools had been made in other states of Brazil as: Paraíba, Ceará, Bahia and Santa Catarina, In an analysis of similarity based on the presence and absence of the families of fish it was observed the difference between the state of Maranhão in relation to the other states, considering that exists a strong estuarine influence in these tidal pools.

Key words: Tide pool, Maranhão, Ichtyofauna, Araçagy, Panaquatira.

1 INTRODUÇÃO

Peixe anjo é um termo geralmente utilizado para designar espécies pertencentes à família Pomacanthidae. Sua beleza é retratada através das características morfológicas que são configuradas por um padrão de colorido vibrante, formato do corpo oval e comprimido (Araújo & Albuquerque-Filho, 2005). A presença do espinho pré-opercular consiste em uma importante característica morfológica para diferenciá-los dos Chaetodontidae, que outrora formavam um único táxon (Menezes & Figueiredo, 1985; Michael, 2006). Em razão da sua beleza os peixes anjos têm uma grande aceitação no mercado internacional de peixes ornamentais marinhos (MENEZES & FIGUEIREDO, 1985; ARAÚJO & ALBUQUERQUE-FILHO, 2005; SALE, 2006).

A família Pomacanthidae é representada por nove gêneros e cerca de 80 espécies com distribuição em ambientes marinhos tropicais dos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (Nelson, 1994; Michael, 2006; Froese & Pauly, 2007). No Brasil, ocorrem três gêneros (*Centropyge*, *Holacanthus* e *Pomacanthus*) representados por cinco espécies (Menezes & Figueiredo, 1985; Floeter *et al.*, 2003; Moura *et al.*, 2003). Os gêneros *Holacanthus* e *Pomacanthus* estão representados por duas espécies cada.

Holacanthus ciliaris (Linnaeus, 1758) possui distribuição no Atlântico Ocidental, é a espécie de pomacantídeo menos comum do litoral brasileiro e apresentam comportamento arredio diante da aproximação (Menezes & Figueiredo, 1985; Hostim-Silva *et al.*, 2006). A população do arquipélago de São Pedro e São Paulo apresenta muita variação no padrão de colorido (Luiz-Júnior, 2003). Isto ocorre devido ao baixo fluxo gênico influenciado pelo isolamento geográfico local.

Holacanthus tricolor (Bloch, 1795), ocorre preferencialmente em recifes de águas rasas, mas podem ser encontrados em poças de marés. Sua distribuição está restrita ao Atlântico Ocidental, do estado da Geórgia (EUA) até Santa Catarina - Brasil (MENEZES & FIGUEIREDO, 1985; HOSTIM-SILVA *et al.*, 2006; FROESE & PAULY, 2007).

Pomacanthus paru (Bloch, 1787), ocorre originariamente no Atlântico ocidental (Menezes & Figueiredo, 1985; Hostim-Silva *et al.*, 2006; Froese & Pauly, 2007), contudo Joyeux *et al.* (2001) registram observações desta espécie no Golfo

de Guiné no Atlântico oriental sugerindo a sua chegada recente a este local. Os adultos possuem natação vagarosa e permitem a aproximação de observadores (HOSTIM-SILVA *et al.*, 2006).

Existem muitos estudos sobre os peixes recifais do Brasil, inclusive sobre os Pomacanthidae que correspondem às listas de espécies (Coelho *et al.*, 1993; Ferreira *et al.*, 1995; Araújo *et al.*, 2000; Rocha & Rosa, 2001; Gasparini & Floeter, 2001), estrutura de comunidades (Rosa & Moura, 1997; Ornellas & Coutinho, 1998; Ferreira *et al.*, 2001), registros de extensão de área geográfica (Moura *et al.*, 1999), atividades de limpeza (Sazima *et al.*, 1999), variações na coloração (Luiz-Júnior, 2003), padrões biogeográficos (Floeter & Gasparini, 2000; Floeter *et al.*, 2001; Joyeux *et al.*, 2001), conservação e ornamentação (Nottingham *et al.*, 2000; Monteiro-Neto *et al.*, 2003; Gasparini *et al.*, 2005) ; genética (Affonso & Galetti-Júnior, 2005; Galetti-Júnior *et al.*, 2006); morfologia e caracterização histológica de gônadas (Melo, 2008) e hibridismo (Araújo ET AL. , 2007).

Apesar do grande número de trabalhos destinados aos Pomacantídeos, existem poucas informações que associam a sua ecologia com a morfologia, assim como ocorrem poucos estudos que abordam sobre ecomorfologia, morfologia funcional e morfometria deste grupo.

Segundo Webb (1984), a variação da forma do corpo pode refletir diferenças ecológicas e comportamentais, influenciando particularmente, as características comportamentais e o desempenho. Assim, o estudo entre forma e tamanho de estruturas morfológicas é fundamental para muitas investigações biológicas, e permite formular teorias sobre as adaptações dos indivíduos em determinados locais (WALKER, 1997; PAKKASMAA & PIROMEN, 2001; PAVLINOV, 2001).

A morfometria é o estudo da variação da forma e sua covariação com outras variáveis. Pela quantificação das variações morfológicas, é mais fácil identificar a relação entre morfologia e ecologia (Losos, 1990; Ricklefs & Miles, 1994). A morfometria é uma recente revolução experimental, em que se baseia em padrões de medida de distância e tem direcionado para os métodos geométricos. (Rohlf & Marcus, 1993). Segundo Clark (1992), as técnicas de morfometria geométrica promovem a identificação de variações de forma através de aproximações quantitativas e são relativamente econômicas em estudos morfométricos, pois não requerem um uso rotineiro de técnicas laboratoriais. As análises são mais poderosas e mostram um melhor efeito visual nas variações morfológicas assinaladas (Monteiro

et al., 2000; Rohlf, 2000a, b) além de gerar informações para criação de hipóteses filogenéticas (NUNES *et al.*, 2007).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Diferenciar morfologicamente três espécies pertencentes à família Pomacanthidae através da técnica de morfometria geométrica.

2.2 Objetivo específico

- Analisar os dados Morfométricos e mostrar a sua relação com o hábito alimentar e com a performance natatória

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os espécimes utilizados na presente pesquisa foram disponibilizados pelo Departamento de Oceanografia da UFPE. Os peixes foram adquiridos de pescadores da Ilha de Itamaracá no estado de Pernambuco, que os capturaram próximo à praia de Tambaba, localizado no litoral sul do estado da Paraíba. Posteriormente os peixes foram acondicionados e levados para o laboratório de Nécton do departamento anteriormente citado onde foram feitas as devidas análises. Os peixes foram adquiridos entre março de 2005 e março de 2006.

Um total de 34 indivíduos pertencentes à família Pomacanthidae foi medido. As espécies e *H. ciliaris*, n= 13; *H. tricolor*, n= 7 e *P. paru*, n= 14. Os exemplares examinados foram selecionados conforme o tamanho, para evitar problemas com dimorfismos ontogenéticos.

Os dados morfométricos foram obtidos a partir de 13 marcos anatômicos (landmarks) fixados sobre o perfil esquerdo dos animais, que se baseia em pontos homólogos (Strauss e Bookstein, 1982; Cavalcanti *et al.*, 1999, Piorski e Nunes, 2001). Os marcos anatômicos utilizados correspondem às seguintes estruturas: 1) ponta do focinho; 2) órbita esquerda; 3) porção superior do crânio, alinhado verticalmente com a órbita; 4) porção inferior do crânio alinhado verticalmente com a órbita; 5) origem da nadadeira peitoral; 6) origem da nadadeira dorsal; 7) base da nadadeira pélvica; 8); base do primeiro espinho da nadadeira anal 9) ponto na base da nadadeira dorsal, alinhado verticalmente com a origem da nadadeira anal; 10) base posterior da nadadeira dorsal; 11) base do primeiro raio do lobo superior da nadadeira caudal; 12) base posterior da nadadeira anal; 13) porção inferior do pedúnculo caudal, alinhado verticalmente com o marco 11 (Figura 1).

Os exemplares foram individualmente fotografados, utilizando-se uma câmera digital marca Cyber-shot DSC-S40 da Sony, e as fotografias foram armazenadas em formato JPEG com a mesma resolução de 1.0 Megapixel e redimensionadas no

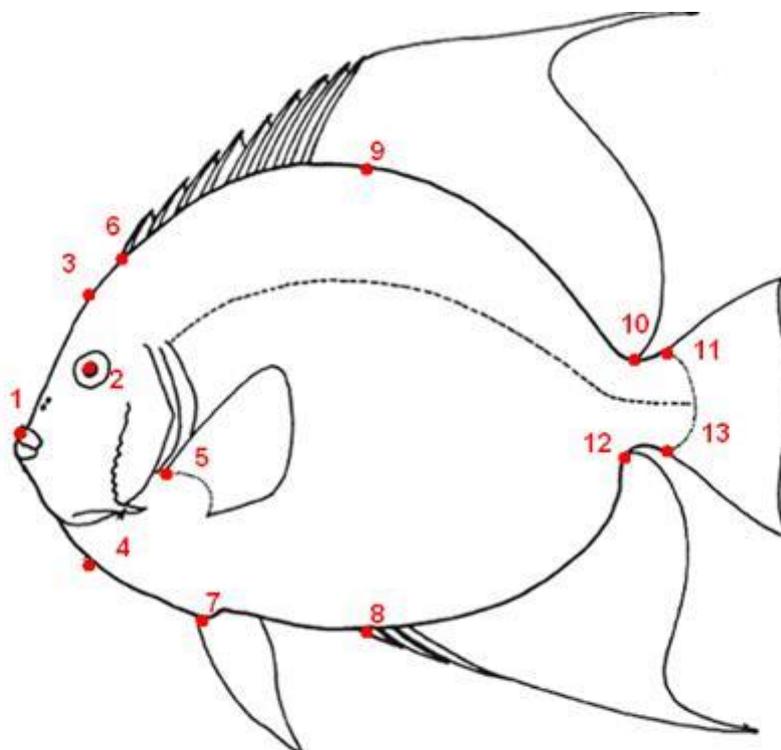


Fig. 1

programa PhotoFiltre 2.6.7 (www.photofiltre.com) para o tamanho 640X480. Cada marco anatômico foi transformado em coordenadas cartesianas utilizando-se o programa TPSdigit versão 2.04, a fim de se estabelecer uma matriz numérica (ROHLF, 1998B, 2005; PIORSKI & NUNES, 2001; NUNES *et al.*, 2007).

Figura 1 – Esquema dos 13 marcos anatômicos projetados em regiões homologas da superfície lateral esquerda dos Pomacanthidae. Fonte: www.fishbase.org. Modificado pelo autor.

O estudo de morfometria geométrica dos pomacantídeos iniciou-se com o alinhamento de todos os marcos anatômicos, para produzir uma configuração de referência (Rohlf *et al.*, 1996), que representa a média das coordenadas provenientes destes marcos (Piorski & Nunes, 2001; Moraes, 2003). A partir deste ponto, o *software* IMP (Integrated Morphometrics Package) foi utilizado para a realização das análises de deformações, por se tratar de um programa que reúne

todas as análises de deformações TPS (Sheets, 2002). Em seguida, uma matriz foi construída com todas as distâncias entre as coordenadas originais e aquelas geradas pela configuração de referência (Monteiro & Reis, 1999; Moraes, 2003). Sobre esta matriz foi aplicada uma Análise de Deformações Principais (ADP) onde os autovetores, resultantes de uma decomposição da matriz representam os eixos principais de determinada configuração dos marcos anatômicos (*landmarks*) (Monteiro & Reis, 1999; Moraes, 2003). Os escores resultantes da projeção de cada indivíduo nas Deformações Principais são denominados de Deformações Parciais organizadas em forma de matriz, a matriz de peso ou matriz *W* (Reis *et al.*, 1998). Essa matriz foi utilizada como um novo conjunto de dados, submetidos a uma Análise de Componentes Principais que considera a definição de grupos *a priori* e maximiza as diferenças entre eles (BOOKSTEIN, 1991; ZAR, 1999).

4 RESULTADOS

A análise dos componentes principais aplicada sobre uma matriz W, permitiu a discriminação dos caracteres morfológicos entre as espécies estudadas, os três primeiros componentes principais acumularam 84,55% de variação. O primeiro eixo acumulou 44,78% da variação (CP1 = 44,78; CP2 = 25,83; CP3 = 13,97), indicando que a espécie *P. paru* apresenta caracteres morfológicos das outras duas espécies de *Holacanthus* (Figura 2).

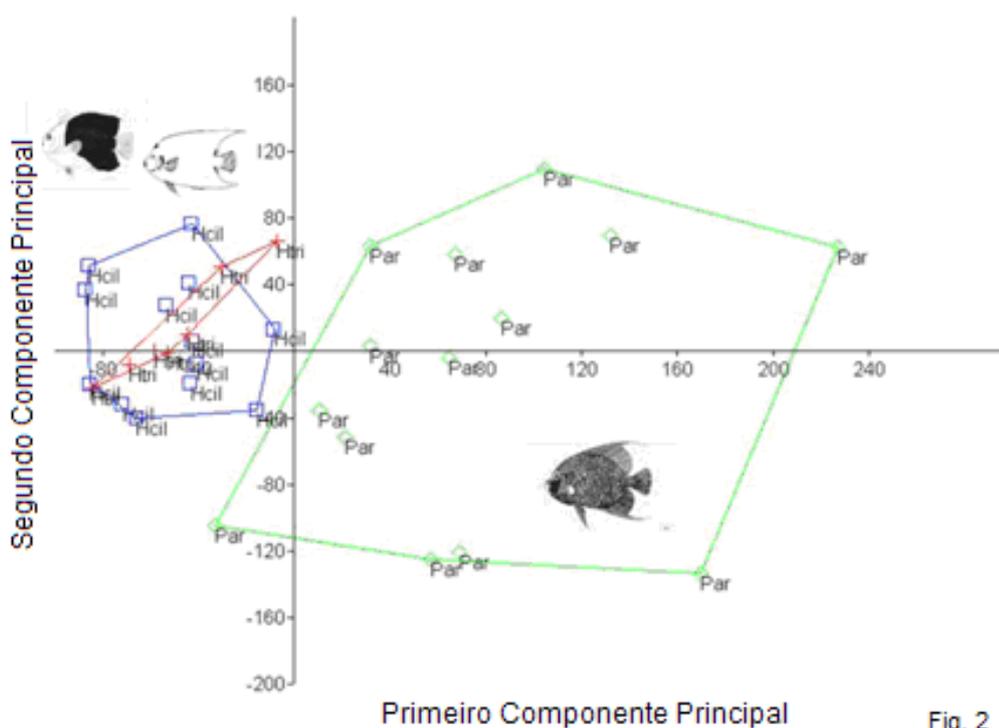


Figura 2 – Projeção dos escores individuais de Pomacanthidae no espaço do primeiro e segundo eixo dos componentes principais. *P. Paru*, *H. Ciliaris* e *H.tricolor* estão representados por: Par / losango; Hcil/ quadrado; Htri/ cruz respectivamente.

As modificações anatômicas de *P. paru* associadas ao eixo principal podem ser visualizadas na figura 3, onde a grade de deformação destaca a maior altura do corpo, comprimento do corpo mais compacto, nadadeira dorsal mais curta e o comprimento da cabeça menor do que os *Holacanthus*.

Em *P. paru* observa-se um acentuado deslocamento do ponto 6 horizontalmente para a direita aproximando-se do ponto 9. Enquanto que o ponto 7 ponderadamente não se deslocou. O ponto 8 deslocou-se para baixo e o ponto 9 deslocou-se verticalmente para cima. (Figura 3).

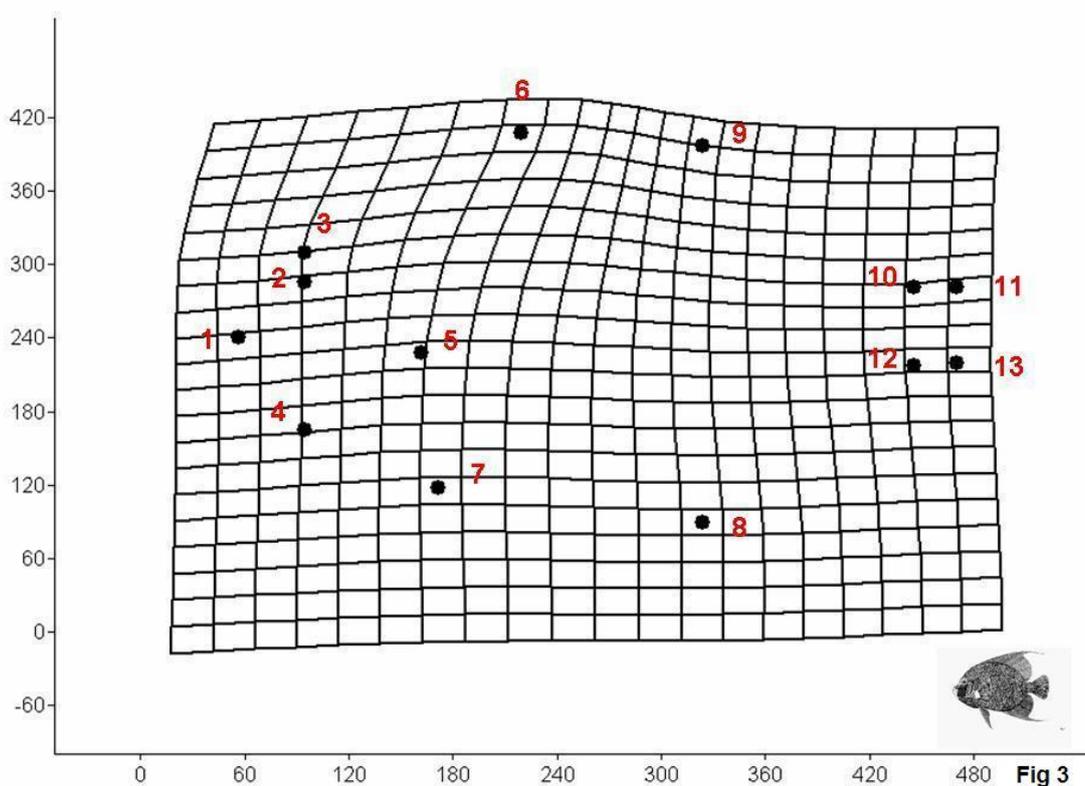


Figura 3 – Grade de deformações representando as variações morfológicas no corpo de *P. paru*. Variação sobre o eixo do Primeiro Componente Principal.

O segundo eixo principal acumulou um total de 25,83% das variações, contudo a discriminação não foi evidente na representação gráfica da Análise dos Componentes Principais, sendo assim um resultado já esperado devido a proximidade taxonômica entre as espécies (Figura 2). Neste eixo *H. ciliaris* apresenta a altura da cabeça, a altura do corpo e o comprimento da nadadeira dorsal relativamente maior do que *H. tricolor* (Figuras 4 e 5).

Os pontos que mais se deformaram em *H. ciliaris* foram os pontos: 3, 5 e 10 e com deslocamento para direita, o ponto 9 que deslocou-se para verticalmente para cima.

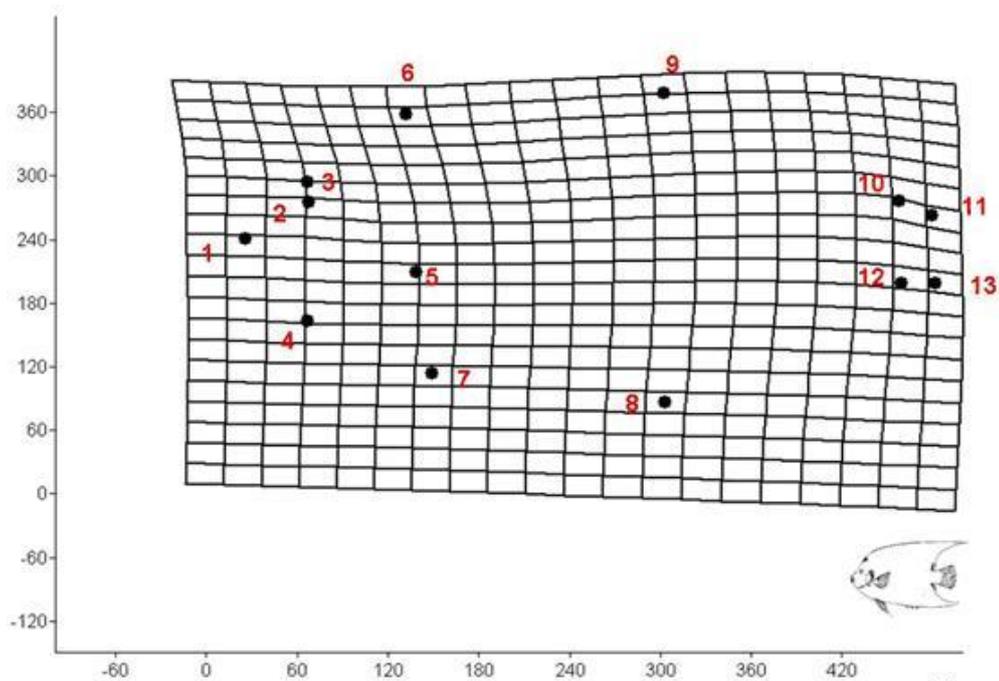


Fig. 4

Figura 4 – Grade de deformações representando as variações morfológicas no corpo de *H. ciliaris*.
Variação sobre o eixo do Primeiro Componente Principal.

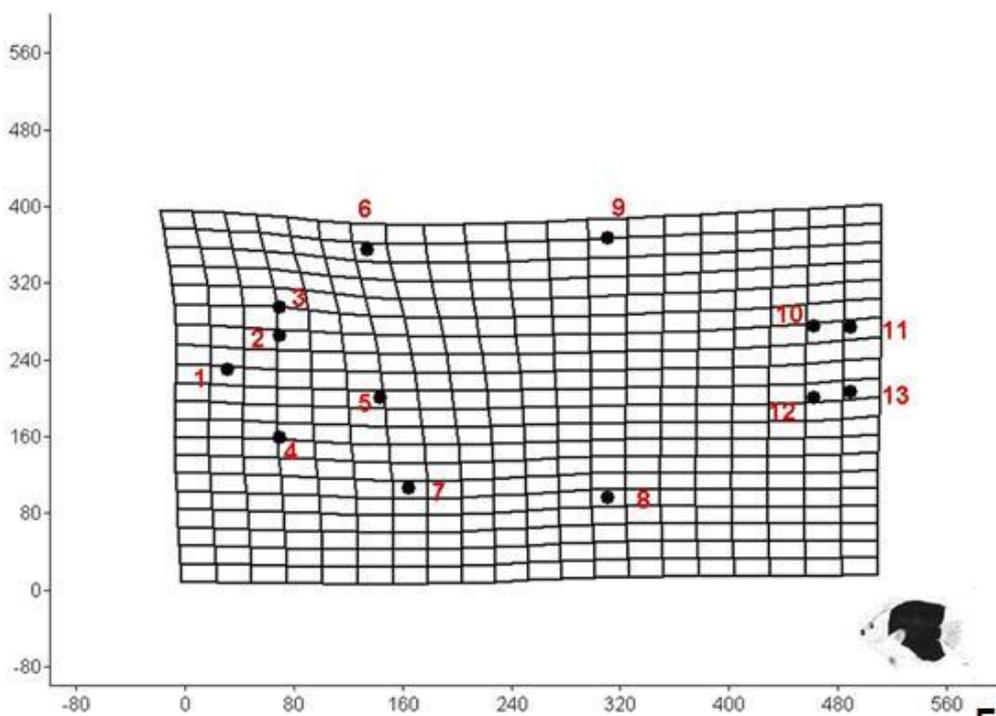


Fig. 5

Figura 5 - Grade de deformações representando as variações morfológicas no corpo de *H. tricolor*.
Variação sobre o eixo do Primeiro Componente Principal.

5 DISCUSSÃO

No presente estudo, as técnicas de morfometria geométrica foram eficazes na discriminação morfológica entre três espécies de peixes da família Pomacanthidae, através de uma análise de componentes principais realizada sobre a matriz W houve a discriminação de *P. paru* das duas espécies de do gênero *Holacanthus*.

Contudo, as grades de deformações indicaram modificações anatômicas relevantes entre as espécies do gênero *Holacanthus*. A configuração morfológica apresentada por *H. ciliaris* indica uma maior altura, menor comprimento da cabeça, corpo mais alto, nadadeira dorsal mais curta e um pedúnculo caudal mais alto do que *H. tricolor*.

Segundo MICHAEL (2006), as espécies estudadas consomem praticamente os mesmos itens alimentares (esponjas, algas e invertebrados). FROESE & PAULY, (2007), porém, afirmam que esses itens são ingeridos em proporções diferenciadas. *H. ciliaris* alimenta-se quase que exclusivamente de esponjas, complementando sua alimentação por itens como algas, tunicados, hidróides e briozoários. Já *H. tricolor*, tem preferência por tunicados seguido por esponjas, zoontídeos e algas. Enquanto *P. paru*, opta esponjas, algas, biozoários zooantídeos, gorgonios e tunicados. Portanto, as variações quanto ao tamanho da cabeça podem indicar o tamanho da presa ingerida, desta forma podendo cada espécie segregar-se no ambiente em que coexistem (PIORSKI *et al.*, 2005).

Pomacanthus paru, possui o corpo mais curto e mais alto do que as outras espécies aqui estudadas. Desta forma, suas características morfológicas indicam que esta espécie apresenta o maior desempenho nas manobras do que as outras espécies. Embora, *H. tricolor* seja a espécie com configuração morfológica de um peixe mais veloz, devido ao seu corpo ser proporcionalmente mais alongado (FROESE & PAULY, 2007).

Holacathus ciliaris possui maior altura do pedúnculo caudal em relação a *H. tricolor* e *P. paru*, o que corresponde uma menor propulsão gerada pela nadadeira caudal (HILDEBRAND, 1995).

A performance natatória dos peixes é crucial para a sua sobrevivência, pois afeta diretamente na capacidade de refugiar-se, evitando predadores e alimentar-se

(Webb, 2000). Apesar dessa importância, informações sobre a performance de natação de peixes adultos permanecem relativamente escassas, principalmente para comunidade de peixes recifais (BEAMISH 1978; BLAKE 2004).

Os peixes-anjos são nadadores lentos, sendo classificados como nadadores transitórios, pois seus corpos são adaptados à manobrabilidade e a aceleração a partir do repouso (Hildebrand, 1995). O corpo curto, flexível, comprimido lateralmente, nadadeiras que prolongam o corpo verticalmente, são utilizadas para arrancar, parar e fazer curvas (HILDEBRAND, 1995).

Pomacanthus paru apresenta o modo de natação que utiliza as nadadeiras peitorais como principal meio de locomoção (Fulton, 2007). Esse modo de natação privilegia a manobrabilidade em baixas velocidades, permitindo ainda girar sobre o próprio eixo e nadar no sentido reverso. Este meio de natação é particularmente versátil para o estilo de vida demersal em ambientes recifais (ALEXANDER 1967; WEBB 1994; BLAKE 2004 , BLAKE, 1983d).

As características morfológicas podem trazer a idéia de que o modo natação através de nadadeiras peitorais pode ter sido induzido pela redução do comprimento da nadadeira dorsal que segundo Drucker & Lauder (2001), tem a dupla função de reduzir a velocidade inicial induzida pela nadadeira peitoral na rotação do corpo e ajudar a conduzir o animal adiante, tendo assim uma função hidrodinâmica ativa. Anteriormente esta prerrogativa havia sido contestada, por terem descrito este tipo de natação como hidrodinamicamente inativa quando retraída (Webb & Keyes, 1981) ou servindo como uma quilha ou estabilizador do corpo quando erguida (Allev, 1969) ou ainda servindo como um ponto de pivô, durante o giro do corpo (HELFMAN *et al.*, 1997).

Embora este impasse não tenha sido totalmente resolvido, trabalhos na área de morfologia funcional praticamente inexistem em peixes neotropicais (Breda *et al*, 2005). Sendo assim, acredita-se que após um estudo de diagnose morfológica conduzido através técnicas de morfometria geométrica, no qual ajuda a maximizar as principais diferenças morfológicas que inferem sobre sua ecologia poderemos formular hipóteses para serem testadas em próximos estudos de morfologia funcional.

6 CONCLUSOES

- *P. paru* apresenta uma maior aptidão para manobras elaboradas em relação as outras espécies, evidenciada pela maior compactação e altura do corpo.
- A classificação sistemática que agrupa *H. ciliaris* e *H. tricolor* no mesmo gênero é corroborada pelos resultados da aplicação das técnicas de morfometria geométrica;
- São necessárias maiores investigações que permitam um maior aprofundamento a respeito das diferenças morfológicas encontradas e a sua influência na ecologia dessas espécies;

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, P.R.A.M. & GALETTI, P.M.Jr. 2005. Chromosomal diversification of reef fishes from genus *Centropyge* (Perciformes, Pomacanthidae). **Genética**, 123: 227–233.

ALLEV, Y. G. **Function and Gross Morphology in Fish**. Jerusalem: Program Science Translation. 1969.

ALEXANDER, R McN.. **Functional design in fishes**. Hutchinson University Press, London. 1967.

ARAÚJO, M. E. & ALBUQUERQUE-FILHO, A.C. Biologia das principais espécies de peixes ornamentais marinhos do Brasil: uma revisão bibliográfica e documental. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, 13(1):109-154. 2005.

ARAÚJO, M. E.; CUNHA, F. E. de A.; CARVALHO, R. A. A.; FREITAS, J. E. P. de; NOTTINGHAM, M. C & BARROS, B. M. N. Ictiofauna marinha do estado do Ceará, Brasil:II Elasmobranchii e Actinopterygii de arrecifes de arenito da região entre marés. **Arq. Ciên. Mar.** 33 (1-2): 133-138. 2000.

BLAKE, R. W. Swimming in the electric eels and knifefishes. **Canadian Journal of Zoology** 61, 1432– 1441. 1983d.

BLAKE R.W. Fish functional design and swimming performance. **J Fish Biol** 65:1193–1222. 2004.

BOOKSTEIN , F.L. **Morphometric tools for landmark data**: geometry and biology. New York: Cambridge Univ. Press. 433p. 1991.

BEAMISH, FWH. **Swimming capacity**. In: HOAR WS, Randall DJ (eds) Fish physiology, vol VII. Academic, New York, pp 101–187. 1978)

BREDA, L.; OLIVEIRA, E. F. & GOULART, E. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v.27, n.4, p.371-381, 2005

CAVALCANTI, M.J; MONTEIRO, L.R. & LOPES, P.R.D. Landmark-based Morphometric analysis in selected species of Serranid fishes (Perciformes: Teleostei). **Zool. Stud.** 38 (3): 287-294. 1999.

COELHO, P. A.; COELHO-SANTOS, M. A. & BOTELHO, E. R. O. Alguns peixes ornamentais marinhos ocorrentes no litoral do Município de Rio Formoso – PE. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, 1 (1): 103-128. 1993.

CLARK, G. M. Fluctuating asymmetry: a technique for measuring developmental stress of genetic and enviromental origin. **Acta Zoologica Fennica** 191, 31-36.1992.

DRUCKER, Eliot G., LAUDER & GEORGE V. Locomotor function of the dorsal fin in teleost fishes: experimental analysis of wake forces in sunfish. **J Exp Biol** 204: 2943-2958. 2001.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. & SOUZA, A. E. de. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré – PE. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**, Tamandaré. 3 (1): 211-230. 1995.

FERREIRA, C. E. L.; GONÇALVES, J. E. A. & COUTINHO, R.. Fish community structure and habitat complexity in a tropical rocky shore. **Environ. Biol. Fish.** 61: 353-369. 2001.

FLOETER, S R. & GASPARINI, J. L. The southwestern Atlantic reef fish fauna: composition and zoogeographic patterns. **Journal Fish of Biology**. 56: 1099-1114. 2000.

FLOETER, S R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A. & GASPARINI, J. L. Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. **Global Ecology and Biogeography**. 10 (4): 423-433. 2001.

FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A. & FEITOZA, B. M. 2003. **Brazilian reef fish: checklist and remarks**. *Brazilian reef fish project* (<http://www.brazilianreeffish.cjb.net>). acesso em: 25 set, 2007

FROESE, R. & PAULY, D. (Editors). 2004. **FishBase**. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.

FULTON, C. J., Swimming speed performance: field validations reveal distinct functional groups. **Coral Reefs** ,Vol.26, N°2, June 2007, P 217-228.

GALETTI, P.M.Jr.; MOLINA, W.F.; AFFONSO, P.R.A.M. & AGUILAR, C.T. Assessing genetic diversity of Brazilian reef fishes by chromosomal and DNA markers. **Genética**, 126:161–177. 2006.

GASPARINI, J. L. & FLOETER, S R. The shore fishes of the Trindade Island, southwestern Atlantic. **Journal of Natural History**. 35 (11): 1639-1656. 2001.

GASPARINI, J.L.; FLOETER, S.R.; FERREIRA, C.E.L. & SAZIMA, I Marine Ornamental Trade in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, 14:2883–2899. 2005.

HELFMAN, G. S., COLLETE, B. B. & FACEY, D. E.. The Diversity of Fishes. Massachusetts. **Blackwell Science**. 1997.

HILDEBRAND, M. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo, Atheneu, 700p. 1995.

HOSTIM-SILVA, M.; ANDRADE, A.B.; MACHADO, L.F.; GERHARDINGER, L.C.; DAROS, F.A.; BARREIROS, J.P. & GODOY, E.A.S. **Peixes de costão rochoso de Santa Catarina**. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 134p. 2006.

JOYEUX, J. C.; FLOETER, S. R.; FERREIRA, C. E. L. & GASPARINI, J. L. Biogeography of tropical reef fish: the South Atlantic pluzze. **Journal of Biogeography**. 28, 831-841. 2001.

LOSOS, J.B. Ecomorphology. Performance capability, and scaling of West Indian *Anolis* lizards: An evolutionary Analysis. **Ecol monogr.**, 60: 369-388. 1990.

LUIZ-JÚNIOR, O. J. Color morphs in a queen angelfish *Holocanthus ciliaris* population of St. Paul's Rocks, NE Brazil. **Tropical Fish Hobbyist**. 51 (5) 82-90. 2003.

MELO, F.H.F.A.; morfologia e caracterização histológica de gônadas de *H. ciliaris* (actinopterygii: pomacanthidae). oriundos da paraíba, 2008

MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil**, Vol. 4. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 106p. 1985.

MICHAEL, S.W. **Angelfishes & Butterflyfishes**. Hong Kong: T.F.H. Publications. 344p. 2006.

MONTEIRO, L.R. & REIS, S.F. **Princípios de morfometria geométrica**. Ribeirão Preto: Holos. 198p. 1999.

MONTEIRO, L. R., BORDIN, B. & REIS, S. F. Shape distances, shape spaces and the comparison of morphometric methods. **Trends in Ecology and Evolution** 15, 217–220. 2000.

MONTEIRO-NETO, C.; CUNHA, F.E.A.; NOTTINGHAM, M.C.; ARAÚJO, M.E.; ROSA, I.L. & BARROS, G.M.L. Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceará State northeast Brazil. **Biodiversity and Conservation**, 12: 1287-1295. 2003.

MORAES, D.A. de. **A morfometria geométrica e a “revolução morfométrica”**: Localizando e visualizando as mudanças na forma dos organismos. **Boletim**, 3: 1-5. 2003. <http://www.bioletim.hpg.ig.com.br/III-3/Artigos/moraes.htm>. Acessado em 4/09/2007

MOURA, R. L.; GASPARINI, J. L. & SAZIMA, I. New records and range extensions of reef fishes in the Western South Atlantic, with notes on reef fish distribution on the Brazilian coast. **Revista bras. zool.** 16 (2): 513-530. 1999.

MOURA, R.L.; FIGUEIREDO, J.L. & MENEZES, N.A. Labridae. *In*: Buckup, P.A. e Menezes, N.A. (eds.) Catálogo dos Peixes Marinhos e de Água Doce do Brasil. 2.ed. 2003. URL: <http://www.mnrj.ufrj.br/catalogo/>. Acesso em 07 jul., 2007.

NELSON, J.S. **Fishes in the world**. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., New York. 600p. 1994.

NOTTINGHAM M.C., CUNHA F.E.A. & MONTEIRO-NETO C. Captura de peixes ornamentais marinhos no Estado do Ceará. **Arquivos de Ciências do Mar**, 33: 119–124. 2000.

NUNES, J.L.S.; PIORSKI, N.M. & ARAÚJO, M.E. **Phylogenetic and ecology inferences of three species of the genus *Halichoeres* (Perciformes: Labridae) using geometry morphometric data**. *In*: IX Simposio colombiano de ictiologia y I encuentro Colombo-Venezolano de ictiologos. 2007.

ORNELLAS, A. & COUTINHO, R. Spatial and temporal patterns of distribution and abundance of a tropical fish assemblage in a seasonal *Sargassum* bed, Cabo Frio Island, Brazil. **J. Fish. Biol.** 53 (Suppl. A): 198-208. 1998.

PIORSKI, N.M. & NUNES, J.L.S. Dimorfismo sexual e tendência alométrica em *Urotrygon microphthalmum* Delsman 1941. **Bol. Lab. Hidrobiol.**, 13:67-81. 2001.

PIORSKI, N. M., ALVES, J. R. L., MACHADO, M. R. B. & CORREIA, M. M. F. Alimentação e ecomorfologia de duas espécies de piranhas (Characiformes: Characidae) do lago de Viana, estado do Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica** 35, 63-70. 2005.

PAVLINOV, I.Ya. Geometric morphometrics of glirid dental crown pattern. **Turkish J. Zool.** (in press). 2001.

REIS, R.E ; ZELDITCH, M.L. & FINK, W.L. Ontogenetic allometry of body shape in the neotropical catfish *Callichthys* (Teleostei: Siluriformes). **Copeia**, (1): 177-182. 1998.

RICKLEFS, R.E. & MILES, D.B. Ecological and evolutionary inferences from morphology: An ecological perspective. *In*: **Ecological Morphology: Integrative Organismal Biology** (P.C. wainwright and S.M. Reilly, eds), pp. 13-41. Chicago, IL: University of Chicago Press. 1994.

ROCHA, L. A. & ROSA, R. S. Baseline assessment of reef fish assemblages of Parcel Manuel Luiz Marine Park, Maranhão, north-east Brazil. **Journal of Fish Biology**. 58: 985-998. 2001.

ROHLF F. J. & MARCUS L. F. A revolution in morphometrics. **Trends Ecol. Evol.** 8:129–132. 1993.

ROHLF, F.. J.; LOY, A & CORTI, M. Morphometric analysis of old world Talpidae (Mammalia, Insetivora) using partial-warps scores. **Syst. Biol.**, 45 (3): 344 – 362. 1996.

ROHLF, F. J., **Relative warps**. Version 1.18. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, New York: Stony Book. 1998b.

ROHLF, F. J. On the use of shape spaces to compare morphometric methods. **Hystrix** (N.S.) 11, 8–24. 2000a.

ROHLF, F. J. Statistical power comparisons among alternative morphometric methods. **American Journal of Physical Anthropology** 111, 463–478. 2000b.

ROHLF, F.J. **Tps Series**. Department of Ecology and Evolution, State University of New York at, New York Stony Brook. 2005.

ROSA, R. S & MOURA, R. L. Visual assessment of fish community structure in Atol das Rocas Biological Reserve, off northeastern Brazil. **PROC. INT. CORAL REEF SYMP.** 8 (1): 983-986. 1997.

SALE, P. F. **Coral reef fishes**: dynamics and diversity in a complex ecosystem. San Diego: Academic Press, 549p. 2006.

SAZIMA, I.; Moura, R.L. & SAZIMA,C. Cleaning activity of juvenile angelfish, *Pomacanthus paru*, on the reefs of the Abrolhos Archipelago, western South Atlantic. **Environmental Biology of Fishes**, 56: 399–407. 1999.

SHEETS, H. D. **IMP-Integrated Morphometrics Package**, Department of Physics, Canisius College, Buffalo, Ney York. 2002.

STRAUSS R.E. & BOOKSTEIN, F.L. The truss: body form reconstruction in morphometrics. **Syst. Zool.**,31: 113-135. 1982.

WALKER, J. A. Ecological morphology of lacustrine threespined stickleback *Gasterosteus aculeatus* L. (Gasterosteidae) body shape. **Biological Journal of the Linnean Society** 61, 3–50. 1997.

WEBB, P.W. & KEYES, R. S. Division of labor between median fins in swimming dolphin (Pisces: Coryphaenidae). **Copeia** 1981,901 -904. 1981.

WEBB, P.W. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. **American Zoologist** 24: 107–120. 1984.

WEBB, P.W. The biology of fish swimming. In: Maddock L, Bone Q, Rayner JMV (eds) *Mechanics and physiology of animal swimming*. **Cambridge University Press**, Cambridge, pp 45–62. 1994.

WEBB, P. W. & C. L. GERSTNER. Swimming behaviour: Predictions from biomechanical principles. In P. Domenici and R. W. Blake (eds.), *Biomechanics in animal behaviour*, pp. 59–77. **Bios Scientific Publishers Ltd.**, Oxford. 2000.

ZAR, J. H. **Biological analysis** (4th ed). New Jersey, Prentice-Hall. 938p. 1999.

PAKKASMAA, S. & PIROMEN, J. Morphological differentiation among local trout (*Salmo trutta*) populations. **Biological Journal of the Linnean Society** 72, 231–239. doi: 10.1006/bijl.2000.048. 2001.