



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

**ÍNDICES DE FORMAS DE OTÓLITOS DE 10 ESPÉCIES CAPTURADAS NO
LITORAL DE PERNAMBUCO (PE) E PARAÍBA (PB).**

MARIANA GOMES BARBOZA

Trabalho de conclusão apresentado ao
Curso de Engenharia de Pesca da
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como exigência para
obtenção do Bacharel em Engenharia
de Pesca.

Prof. Dr. Thierry Frédou

Orientador

**RECIFE
DEZEMBRO/2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B239 BARBOZA, Mariana Gomes Barboza.
ÍNDICES DE FORMAS DE OTÓLITOS DE 19 ESPÉCIES CAPITURADAS NO LITORAL DE PERNAMBUCO
(PE) E PARAÍBA (PB) / Mariana Gomes Barboza BARBOZA - 2019.
29 f.

Orientador: Thierry Fr Frédon.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia de Pesca, Recife, 2019

1. Morfometria 2. Formato 3. Dimensionais 4. Semelhança 1. Frédon, Thierry Fr, orient. II. Título

CDD 639.3

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHAREL EM ENGENHARIA DE PESCA**

**ÍNDICES DE FORMAS DE OTÓLITOS DE 10 ESPÉCIES CAPTURADAS NO
LITORAL DE PERNAMBUCO (PE) E PARAÍBA (PB).**

MARIANA GOMES BARBOZA

ESO/TCC julgado adequada para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Pesca. Defendida e aprovada em 12/12/2019 pela seguinte Banca Examinadora.

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho ao curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e às pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram as melhores experiências da minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, por abdicaram dos seus sonhos para que eu pudesse construir os meus. Hoje, tudo que eu fiz e tudo que eu sou, eu devo a vocês. Amanhã, tudo que farei e serei, será para vocês. Muito obrigada!

Agradeço ao meu orientador, professor Thierry Frédou, que me acompanhou e estimulou o meu crescimento durante esses últimos anos. Por todo apoio, confiança e suporte. Obrigada!

Agradeço à toda equipe do Bioimpact, pela companhia, amizade e acolhimento. Não só na vida acadêmica, mas também na vida pessoal e momentos de descontração. Muito obrigada!

Agradeço a todos citados e não citados, esquecidos por descuido. Vocês contribuíram, mesmo que involuntariamente, para o resultado final deste trabalho. Muito obrigada!

RESUMO

Os otólitos são estruturas formadas por carbonato de cálcio, localizada no ouvido interno dos peixes. Adicionalmente, são considerados importantes taxonomicamente, tornando-se nos últimos anos uma ferramenta útil para determinação de espécies de peixes. Os otólitos apresentam diferentes tamanhos e formas entre as espécies, isso se deve a deposição de cálcio, que por sua vez, trata-se de um processo extracelular que está diretamente ligado a um controle fisiológico. O objetivo deste trabalho foi caracterizar otólitos através de índices de formas, a fim de identificar padrões ontogenéticos e ecológicos de 10 espécies capturadas ao longo do litoral de Pernambuco e Paraíba. Foram analisadas 467 imagens entre as espécies da família Gerreidae e Gobiidae. Todas as métricas e índices de forma (proporção de forma, circularidade, retangularidade e o perímetro por área), foram medidos com auxílio do Software R (R Core Team (2018)). Os índices morfométricos foram analisados para definir os eventuais padrões de semelhança dentro de uma mesma família ou grupo funcional (guilda trófica ou guildas ambientais). Também como, se há alguma semelhança entre otólitos de famílias diferentes. Para verificar se há alguma diferença entre as espécies, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis e para saber quais dos fatores diferiram entre si, o teste de Nemenyi. Para os índices dimensionais, a *Eugerres brasiliensis* diferiu das demais, pois obteve uma maior mediana. Sugere-se que seja devido às características particulares da espécie, como: seu peso e comprimento que são maiores que as demais, e, o único que possui o hábito alimentar onívoro e carnívoro. Não foi possível amostrar o L50, porque todos os indivíduos capturados são imaturos. Todos os indivíduos analisados são imaturos, demonstrando assim que a amostragem feita em Sirinhaém capturou só os juvenis dessas espécies. Contudo, não apresentam a forma final, e sim uma forma juvenil, e, portanto, tendem a apresentar uma mesma aparência de otólito nessa fase.

Palavras Chave: Otólitos, Forma, Gerreidae, Gobiidae.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Área de estudo localizada nas zonas costeiras do estado de Pernambuco e Paraíba.....	13
Figura 2 - Esquema generalizado da superfície interna dos otólitos sacular.....	14
Figura 3 - Contorno extraído do otólito da espécie <i>Diapterus auratus</i>	15
Figura 4 - Diferença visual dos otólitos das espécies analisadas, são respectivamente: <i>Diapterus auratus</i> ; <i>Diapterus rhombeus</i> ; <i>Eucinostomus argenteus</i> ; <i>Eugerres brasiliensis</i> ; <i>Eucinostomus gula</i> ; <i>Eucinostomus melanopterus</i> ; <i>Gobionelus oceanicus</i> ; <i>Gobionellus stigmaticus</i> e <i>Gobionellus stomatus</i>	20
Figura 5 - Diagrama de caixa da Área (A), Perímetro (B), Comprimento (C) e Largura do otólito (D) para cada espécie avaliada das famílias Gerreidae e Gobiidae. Espécies com letras iguais possuem uma semelhança significativa (> 0.05 pelo teste de Nemenyi).....	20
Figura 6 - Diagrama de caixa da Circularidade (A), Retangularidade (B), Proporção de forma (C) e Perímetro por área (D) para cada espécie avaliada das famílias Gerreidae e Gobiidae. Espécies com letras iguais possuem uma semelhança significativa (> 0.05 pelo teste de Nemenyi).....	21
Figura 7 - Relação entre o perímetro e comprimento do peixe de 6 espécies de ambas as famílias: a) <i>Diapterus auratus</i> ; b) <i>Diapterus rhombeus</i> ; c) <i>Eucinostomus argenteus</i> ; d) <i>Eucinostomus gula</i> ; e) <i>Eucinostomus melanopterus</i> ; f) <i>Gobinelus oceanicus</i>	23
Figura 8 - Relação entre o comprimento do otólito e comprimento do peixe de 6 espécies de ambas as famílias: a) <i>Diapterus auratus</i> ; b) <i>Diapterus rhombeus</i> ; c) <i>Eucinostomus argenteus</i> ; d) <i>Eucinostomus gula</i> ; e) <i>Eucinostomus melanopterus</i> ; f) <i>Gobinelus oceanicus</i>	24
Figura 9 - entre o altura do otólito e comprimento do peixe de 6 espécies de ambas as famílias: a) <i>Diapterus auratus</i> ; b) <i>Diapterus rhombeus</i> ; c) <i>Eucinostomus argenteus</i> ; d) <i>Eucinostomus gula</i> ; e) <i>Eucinostomus melanopterus</i> ; f) <i>Gobinelus oceanicus</i>	24

Figura 10 - Relação entre circularidade e comprimento do peixe de 6 espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b)*Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobinelus oceanicus*.....25

Figura 11 - Relação entre retangularidade e comprimento do peixe de 6 espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobinelus oceanicus*.....25

Figura 12 - Relação entre a proporção de forma e comprimento do peixe de 6 espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobinelus oceanicus*.....26

Figura 13 - Relação entre perímetro-área e comprimento do peixe de 6 espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobinelus oceanicus*.....26

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Lista das espécies da família Gerreidae e Gobiidae com seus N amostrais com CT.....	15
Tabela 2 - Índices de forma e suas respectivas equações utilizadas para otólitos.....	16
Tabela 3 - Lista das espécies da família Gerreidae com as principais características dos otólitos (Formato; Borda; Região; <i>Cauda; Ostium e Rostrum</i>).....	18
Tabela 4 - Lista das espécies da família Gobiidae com as principais características dos otólitos (Formato; Borda; Região; Cauda; <i>Ostium e Rostrum</i>).....	18
Tabela 5 - Valores de a, b e r^2 das regressões que foram significativas.....	22

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	IV
AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	IX
INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS.....	12
Geral	12
Específicos.....	12
METODOLOGIA	12
Área de estudo	12
Processamento e análise dos dados	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

INTRODUÇÃO

Os otólitos são concreções presentes na cápsula auditiva dos peixes ósseos (CAMPANA, 2004) constituídas de carbonato de cálcio (95% de carbonato de cálcio; 3-5% de matérias orgânicas e inorgânicas, assim como traços de outros elementos) que fazem parte do sistema relacionado com os mecanismos de equilíbrio e audição. São constituídos por três pares simétricas denominadas de *sagittae*, *lapillus* e *asteriscus* (REICHENBACHER *et al.*, 2009), sendo o *sagittae* a mais utilizada em estudos de forma, tornando-se útil para estudos sobre taxonomia, filogenia, arqueologia, paleontologia, variação geográfica das espécies, identificação de estoque, redes alimentares e outros (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2015).

Segundo Jones (2009), os otólitos constituem uma das mais importantes estruturas para o conhecimento do ciclo de vida dos peixes. Através dos estudos dessas estruturas é possível chegar ao conhecimento sobre o nascimento, crescimento, idade e mortalidade das espécies. Por apresentarem alta especificidade morfológica, são consideradas estruturas taxonômicas consistentes para a determinação de espécies ícticas (TORNO, 1976; HECHT, 1987).

A forma do otólito é altamente espécie-específica (GAEMERS, 1984) e exibe frequentemente variações relacionadas à fatores ambientais. Gauldie (1988) relatou como a forma do otólito pode ser controlada por vários fatores, incluindo verificações e descontinuidades no crescimento controlado pelo epitélio sensorial. Consequentemente, esses estímulos são induzidos por variações nas condições ambientais, como fotoperíodo, temperatura e hábitos alimentares (LECOMTE-FINIGER, 1999). A análise de imagens, como a forma do otólito, desempenha um papel significativo na pesquisa morfométrica fornecendo uma melhor descrição da forma e o potencial para o desenvolvimento de novos métodos analíticos (CADRIN E FRIEDLAND, 1999).

A família Gerreidae possui hábito costeiro, podendo ser encontrados em águas salobras ou doces, mas predominantemente em ambientes estuarinos, lamosos ou arenosos. Essa família possui uma alta importância comercial e alimentar, principalmente na pesca artesanal no nordeste do Brasil (LEÃO, 2016).

A família Gobiidae é encontrada em águas doces, estuarinas e marinhas, a maioria em águas costeiras tropicais, mas algumas em regiões temperadas. São peixes demersais encontrados desde a linha da costa até a borda da plataforma continental e algumas espécies são comuns em manguezais e estuários. A maioria não é aproveitada como alimento, mas várias são utilizadas em aquários ornamentais (FISCHER, L.G *et al.*, 2004).

Essas duas famílias são abundantes em estuários do Nordeste do Brasil e, portanto, são comuns na dieta de predadores. As lacunas de informações sobre as formas dos otólitos dos peixes destas espécies acarretam em dificuldades na identificação dos conteúdos estomacais desses predadores. Contudo, a elaboração deste estudo com os índices de forma é de suma importância, principalmente nas regiões costeiras do litoral de Pernambuco e Paraíba no Nordeste do Brasil.

OBJETIVOS

Geral

- Caracterizar otólitos, através de índices de formas, a fim de identificar padrões de formatos dos otólitos de algumas espécies da família Gerreidae e Gobiidae capturadas ao longo do litoral de Pernambuco e Paraíba.

Específicos

- Descrever e caracterizar morfologicamente os otólitos de acordo com seus índices de formas;
- Identificar padrões morfométricos de acordo com aspectos filogenéticos e ecológicos.

METODOLOGIA

Área de estudo

As amostragens foram realizadas nas zonas costeiras de Pernambuco (PE) e Paraíba (PB). Em Pernambuco, as coletas foram realizadas em Goiana (Barra de Catuama), Itapissuma (Canal de Santa Cruz) e Itamaracá, Sirinhaém e Ipojuca (Suape). Na Paraíba, as amostragens foram realizadas no município de Lucena - PB.

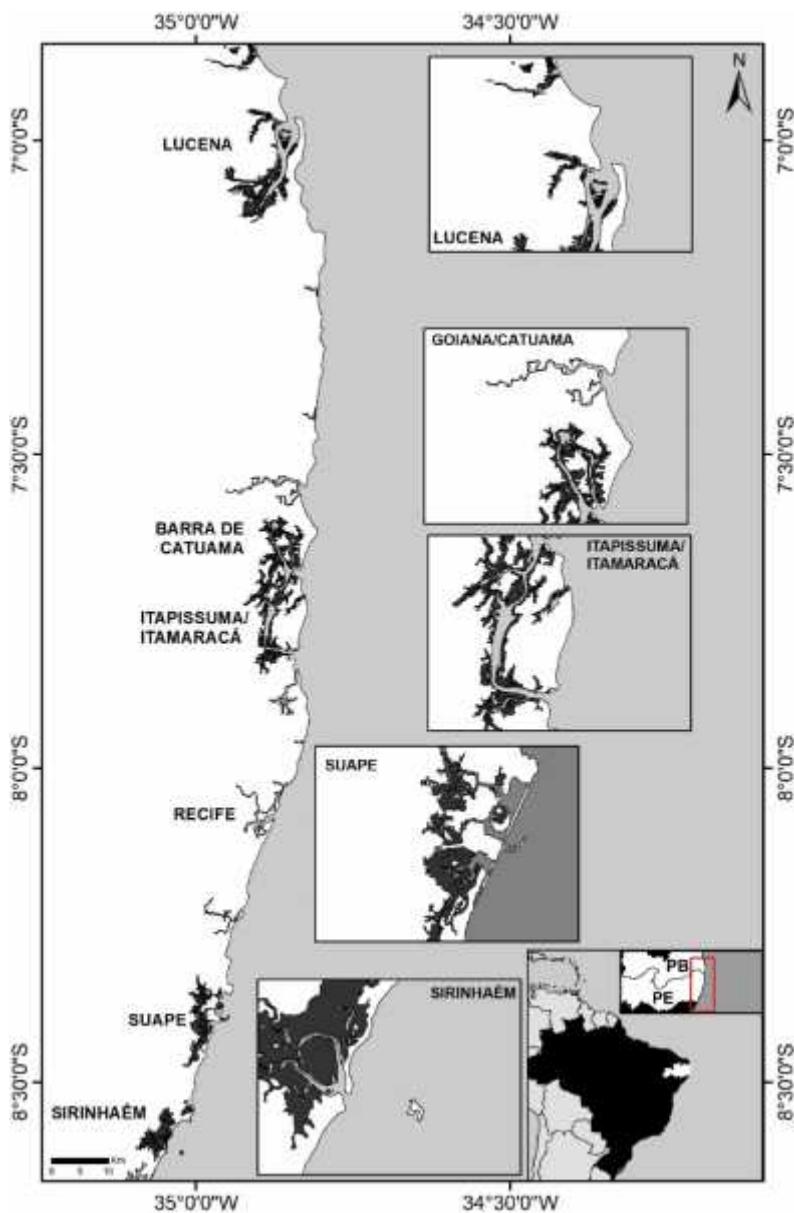


Figura 1: Área de estudo localizada nas zonas costeiras do estado de Pernambuco e Paraíba.

As amostras de peixes em Pernambuco foram obtidas entre 2012 – 2015 através da coleta com diversas artes de pesca: rede de arrasto de fundo, pesca com camboa (armadilhas montadas nas margens dos canais do estuário), rede de emalhar, arrastão de praia, curral (armadilha de pesca) e mangote (arrasto realizado dentro do estuário). Na Paraíba, as amostragens foram feitas com arrastão de praia no período dezembro/2016 até novembro/2017 (mensalmente).

Todos os dados da pescaria foram anotados em planilhas específicas, identificando o local e data de coleta. As espécies assim que coletados foram conservados em gelo e

posteriormente processados no Laboratório de Estudos de Impactos Antrópicos na Biodiversidade Marinha e Estuarina (BIOIMPACT), situado na UFRPE.

Os peixes foram identificados através de chaves de identificação (MENEZES & FIGUEIREDO, 1980; SZPILMAN, 2000). Para cada exemplar foram mensurados peso total (PT) e com auxílio do ictiomômetro, o comprimento padrão (CP) e comprimento total (CT). Os otólitos (porção *Sagittae*) das espécies pertencentes às famílias Gerreidae e Gobiidae foram extraídos manualmente com auxílio de uma pinça e quando necessário, o uso de uma lupa. Depois de retirados, os otólitos foram limpos em água corrente, secos e armazenados em eppendorf.

Processamento e análise dos dados

Os otólitos foram classificados morfológicamente quanto à sua forma segundo Tuset *et al.* (2008) considerando: a forma geral, região anterior e posterior; a borda dorsal e ventral; a forma do *rostrum* e do *antirostrum*, e, a caracterização dos seus componentes (Figura 2);

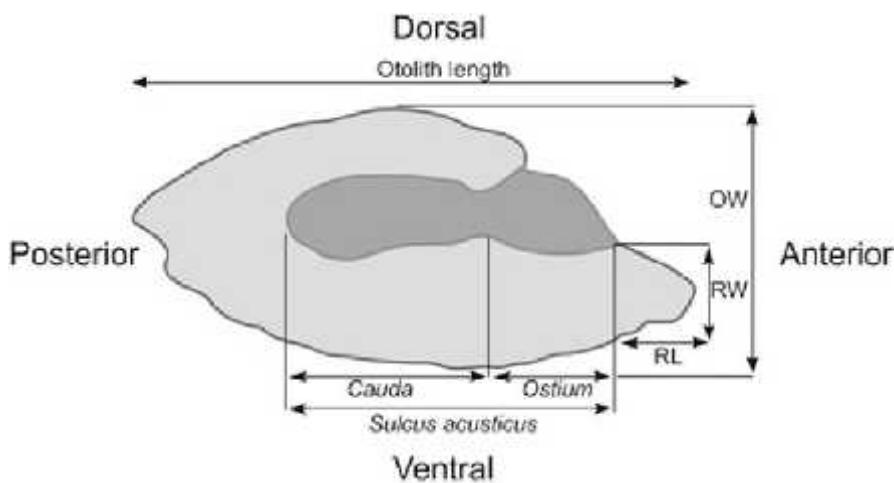


Figura 2: Esquema generalizado da superfície interna dos otólitos sacular.

As imagens dos otólitos foram editadas separadamente (esquerda e direita para cada peixe), na qual foi possível definir minuciosamente o contorno dos otólitos para uma melhor constituição da sua forma, para posterior medida dos mesmos, assegurando melhor caracterização dos índices.

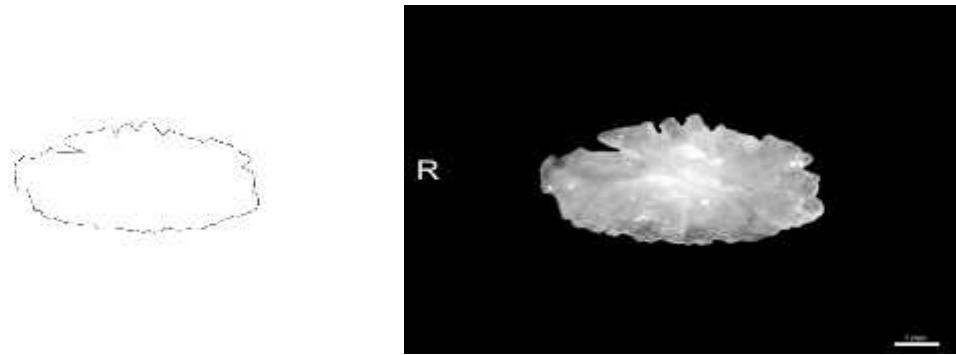


Figura 3: Contorno extraído do otólito da espécie *Diapterus auratus*.

Foram analisadas aproximadamente 220 imagens de otólitos esquerdos de 10 espécies, representando 2 famílias com um total de 220 peixes (Tabela 1).

Tabela 1: Lista das espécies da família Gerreidae e Gobiidae com seus N amostrais que contém o comprimento total (CT).

Gerreidae	N	Gobiidae	N
<i>Diapterus auratus</i>	53	<i>Gobionellus oceanicus</i>	7
<i>Diapterus rhombeus</i>	127	<i>Ctenogobius stigmaticus</i>	<4
<i>Eucinostomus argenteus</i>	4	<i>Gobionellus stomatus</i>	<4
<i>Eugerres brasiliensis</i>	<4		
<i>Eucinostomus gula</i>	4		
<i>Eucinostomus havana</i>	<4		
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	23		

Todas as métricas e índices de formas foram medidos com auxílio do Software R (R Core Team, 2018). Os seguintes índices obtidos foram: proporção de forma, circularidade, retangularidade e o perímetro por área. O otólito esquerdo por estar em maior número foi selecionado para análise.

Tabela 2: Índices de forma e suas respectivas equações utilizadas para otólitos.

Índices de forma	Equação
Proporção de forma	$P = \frac{ct}{a}$
Circularidade	$C = \frac{4\pi * \text{área}}{p * \text{ím}^2}$
Retangularidade	$R = \frac{\text{área}}{ct * a}$
Perímetro por área	$P = \frac{p * \text{ím}^2}{\text{área}}$

Os índices morfométricos foram analisados para definir os eventuais padrões de semelhança dentro de uma mesma família. Também como, se há alguma semelhança entre otólitos de famílias diferentes, através destes índices. As variáveis morfométricas foram primeiramente examinadas quanto à normalidade através do teste de Shapiro-Wilk e homocedasticidade através do teste de Barlett.

Para verificar se há alguma diferença global entre as espécies foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Esse teste é um método não-paramétrico alternativo a ANOVA para um fator, nos casos em que as hipóteses de normalidade e variância não foram atendidas. Em seguida, foi utilizado o teste *post-hoc* de Nemenyi para a comparação pareada.

Para verificar se há alguma relação entre os índices morfométricos e o comprimento total do peixe foram feitas regressões para apenas as espécies cujo número de indivíduos com o comprimento total (CT) fosse no mínimo quatro. Nas regressões só foram colocadas linhas de tendência para as regressões cujo nível de significância foi definido em $\alpha = 0.05$ para todas as espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tamanho geral do otólito é determinado pelos mesmos processos metabólicos que controlam o tamanho do peixe, mas a deposição de material no otólito, ou seja, a deposição diária na formação dos micros incrementos trata-se de um processo extracelular que está

diretamente ligado a um controle fisiológico (HUSSY *et al.*, 2003). Logo, a forma e o tamanho dos otólitos são resultados de taxas de crescimento diferenciais em cada ponto do mesmo (GAULDIE, 1988), onde as características abióticas particulares dos ambientes ocupados pelos peixes influenciam o crescimento do otólito no seu todo (CAPOCCIONI *et al.*, 2011). Porém, o formato do otólito também está ligado com a filogenia dos peixes (LOMBARTE & CRUZ, 2007).

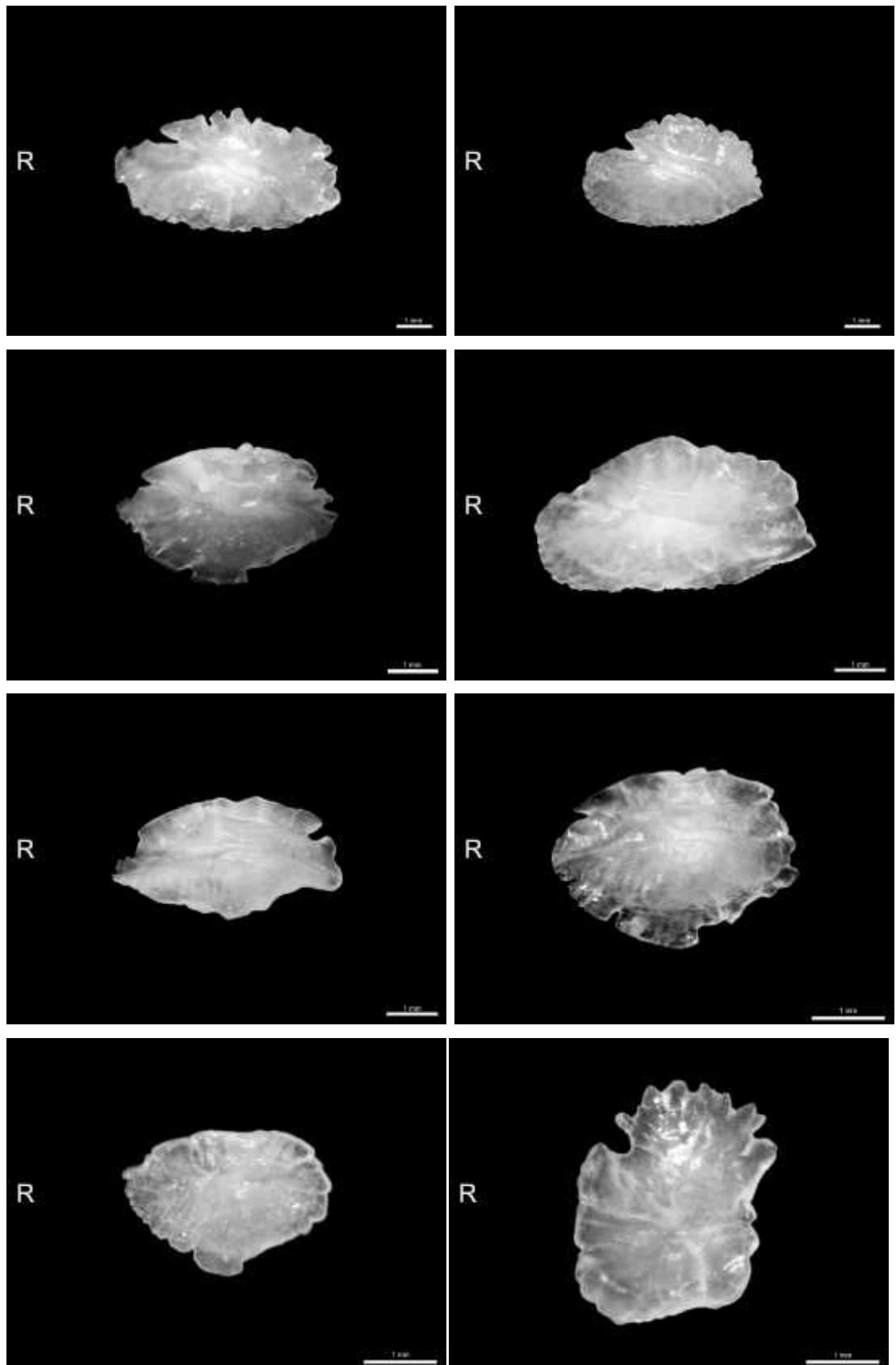
Peixes da mesma família em sua maioria compartilham de características específicas, como o *sulcus acusticus*, tipo de cauda, o que diferencia os otólitos de cada espécie. As principais características morfológicas dos otólitos foram descritas para cada espécie das famílias Gerreidae e Gobiidae encontradas nos estuários em Pernambuco e Paraíba, tais como: formato; borda; região; cauda; *ostium* e *rostrum*. (Tabela 2 e Tabela 3). Pode-se verificar que apesar de algumas espécies serem da mesma família, essas apresentaram características morfológicas diferentes, principalmente no formato, borda e região do otólito. Como por exemplo, as espécies *Diapterus rhombeus* e *Diapterus auratus*, que mesmo sendo da mesma família e do mesmo gênero apenas não se diferiu no requisito *rostrum*.

Tabela 3: Lista das espécies da família Gerreidae com as principais características dos otólitos (formato; borda; região; cauda; ostium e rostrum).

	Gerreidae						
	<i>Diapterus auratus</i>	<i>Diapterus rhombeus</i>	<i>Eucinostomus argenteus</i>	<i>Eugerres brasilianus</i>	<i>Eucinostomus gula</i>	<i>Eucinostomus havana</i>	<i>Eucinostomus melanopterus</i>
Formato Otólico	Elíptico	Pentagonal	Pentagonal	Elíptico	Romboidal	Pentagonal	Pentagonal
Borda Dorsal	Sinuosa	Crenulada	Sinuosa	Sinuosa	Sinuosa	Lisa	Sinuosa
Borda Ventral	Sinuosa	Crenulada	Crenulada	Lisa	Crenulada	Irregular	Crenulada
Região Anterior	Arredondada	Angular	Pontiaguda	Arredondada	Pontiagudo	Pontiagudo	Angular
Região Posterior	Arredondada	Angular	Pontiagudo	Arredondada	Pontiagudo	Pontiagudo	Angular
Cauda	Tubular	Curva	Tubular	Tubular	Curva	Curva	Curva
Ostium	Elíptica	Retangular	Funil	Funil	Funil	Funil	Funil
Rostrum	Concordantes	Concordantes	Concordantes	Concordantes	Concordantes	Concordantes	Concordantes

Tabela 4: Lista das espécies da família Gobiidae com as principais características dos otólitos (formato; borda; região; cauda; ostium e rostrum).

	Gobiidae		
	<i>Gobionellus oceanicus</i>	<i>Ctenogobius stigmaticus</i>	<i>Gobionellus stomatus</i>
Formato Otólico	Irregular	Quadrado	Quadrado
Borda Dorsal	Irregular	Lisa	Lisa
Borda Ventral	Lisa	Lisa	Crenulada
Região Anterior	Entalhada	Arredondada	Oblíqua
Região Posterior	Oblíqua	Achatada	Arredondada
Cauda	Reta	Elíptica	Tubular
Ostium	Dobrada	Funil	Funil
Rostrum	Concordantes	Concordantes	Concordantes



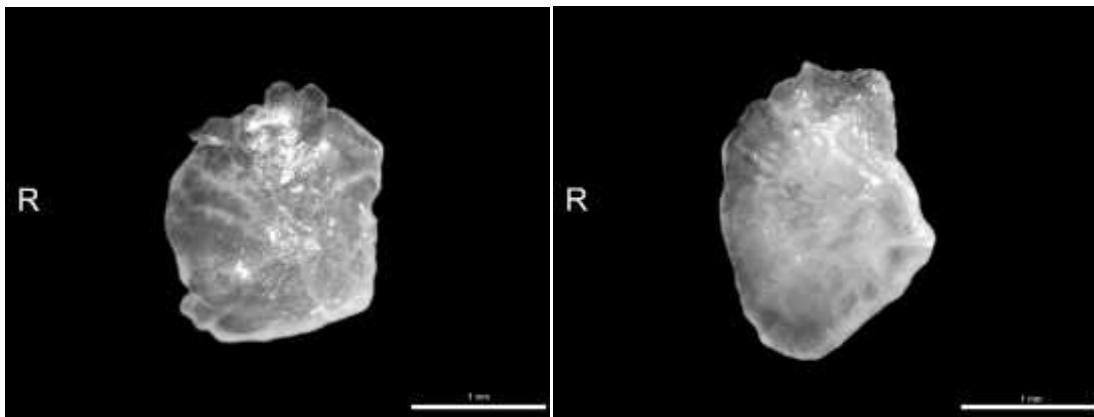


Figura 4: Diferenças visuais dos otólitos das espécies analisadas são respectivamente da esquerda para a direita: *Diapterus auratus*; *Diapterus rhombeus*; *Eucinostomus argenteus*; *Eugerres brasiliensis*; *Eucinostomus gula*; *Eucinostomus havana*; *Eucinostomus melanopterus*; *Gobionellus oceanicus*; *Gobionellus stigmaticus* e *Gobionellus stomatus*.

A espécie *Eugerres brasiliensis* da família Gerreidae diferiu significativamente das demais espécies, tendo uma mediana elevada, essa diferença se deve ao fato de que os otólitos amostrados desta espécie foram maiores (Figura 5).

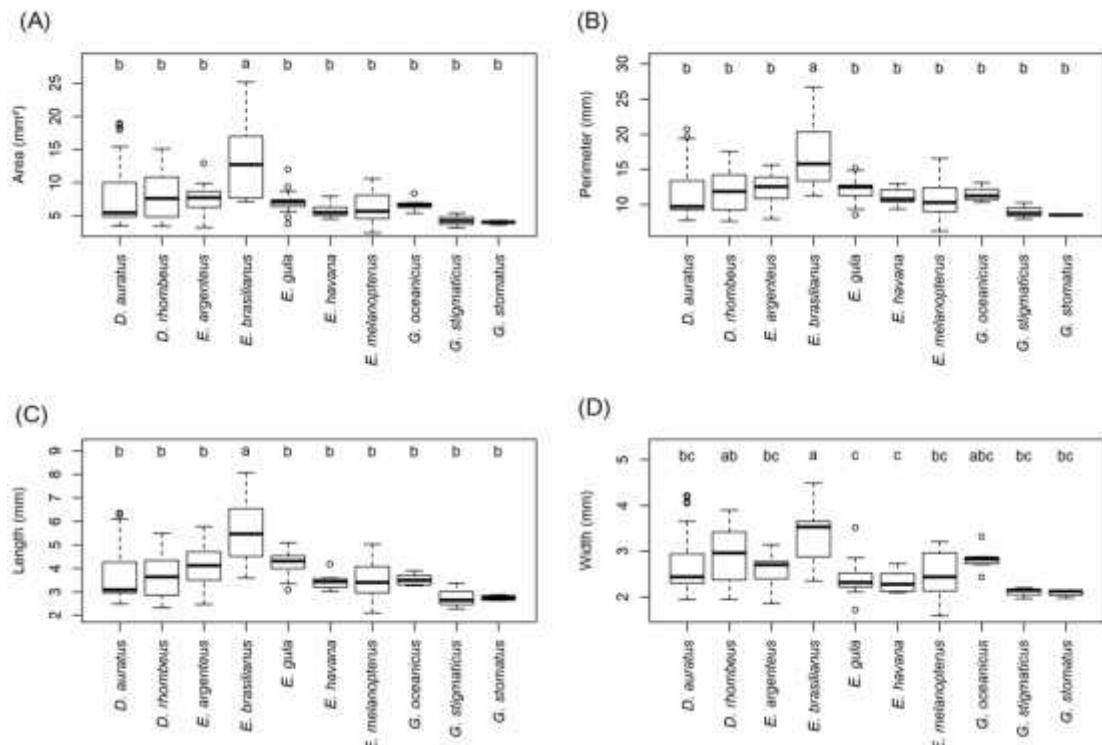


Figura 5: Diagrama de caixa: da área (A), perímetro (B), comprimento (C) e largura do otólito (D) para cada espécie avaliada das famílias Gerreidae e Gobiidae. Espécies com letras iguais possuem uma semelhança significativa (> 0.05 pelo teste de Nemenyi).

Em relação à área, ao perímetro e ao comprimento, foi verificada que todas as espécies tiveram o resultante similar "b", exceto o *Eugerres brasiliensis* (Figura 5). Sugere-se que seja devido às características particulares da espécie, como: seu peso e comprimento que são maiores que as demais espécies, e, o único que possui o hábito alimentar onívoro e carnívoro (FISHBASE, 2010; TORRES-SILVA, C. M., 2015).

No entanto, quando se trata dos adimensionais tem-se grande variabilidade das medianas, exceto para o requisito retangularidade, onde as medianas se aproximam, aumentando a semelhança entre os otólitos. Ou seja, torna-se difícil a análise de diferenças entre otólitos dessas espécies por este quesito. Ao examinar a circularidade e a proporção de forma, observou-se que as medianas são inversamente proporcionais, pois quanto maior a circularidade menor é a proporção de forma (Figura 6).

Através da análise do teste de Nemenyi referente à largura, entende-se que a diferença consiste na localização da cadeia trófica, pois, as espécies que tiveram contrastes "c" são identificadas como consumidores secundários, enquanto os que tiveram contrastes "a" são identificados como consumidores primários (BIOGEODB, 2015).

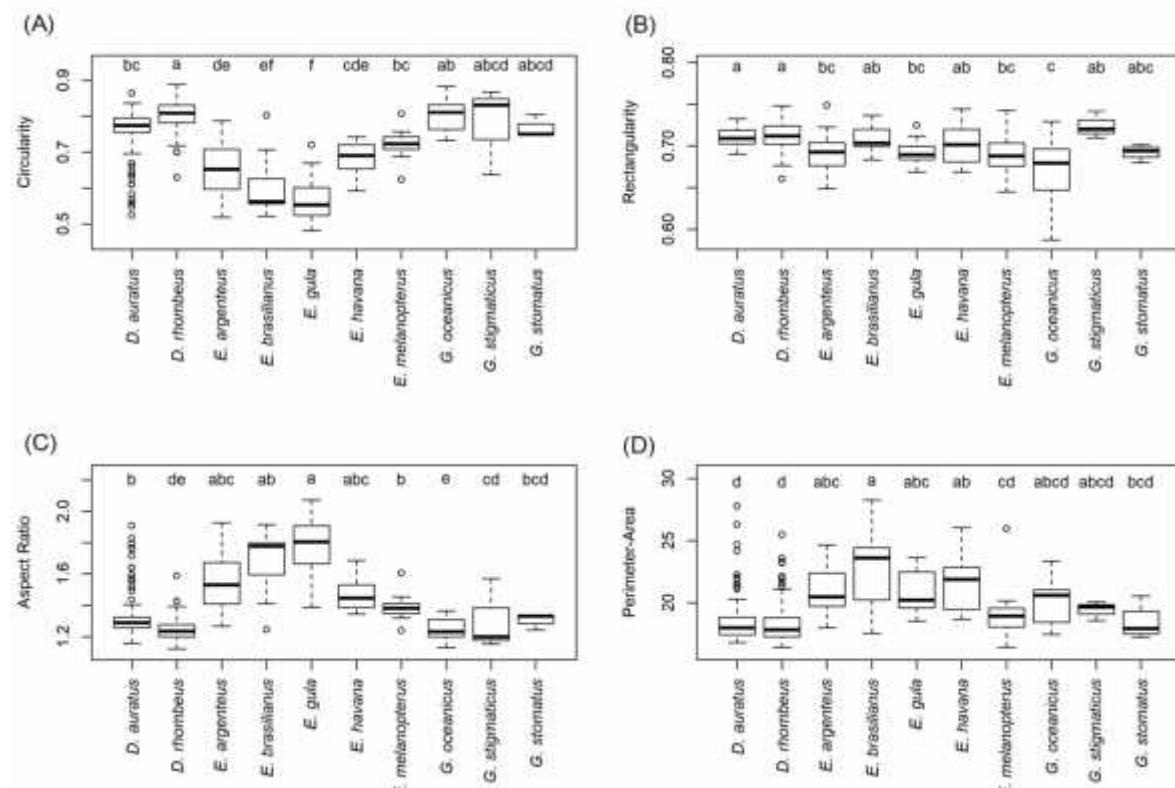


Figura 6: Diagrama de caixa: da circularidade (A), retangularidade (B), proporção de forma (C) e perímetro por área (D) para cada espécie avaliada das famílias Gerreidae e Gobiidae. Espécies com letras iguais possuem uma semelhança significativa (> 0.05 pelo teste de Nemenyi).

A partir destas informações pode-se dizer que os otólitos diferiram significativamente quando se trata dos índices de forma. Apesar de serem significativamente semelhantes em relação aos índices dimensionais, diferiram muito nos índices adimensionais, mesmo havendo semelhanças entre espécies da mesma família.

Em relação aos índices adimensionais não foi possível encontrar diferenças entre as espécies, pois, não há dados suficientes. As similaridades das letras não condizem com as discrepâncias dos dados biológicos fornecidos pela literatura. Isso se deve ao fato de que todas as espécies possuem um padrão por serem da mesma família ou até mesmo do mesmo gênero. Outro fator para tais resultados seria a amplitude de comprimento amostrado. Todos os espécimes coletados eram juvenis, então não apresentam a forma final, e sim uma forma juvenil, e, portanto, tendem a apresentar uma mesma aparência de otólito nessa fase. Outros aspectos ecológicos foram buscados, a fim de verificar tais relações, porém não foi possível pela escassa informação na literatura acerca dessas espécies.

O estudo e uso de otólitos para a caracterização de diversos aspectos da biologia de peixes têm sido uma prática comum entre os pesquisadores, alguns os utilizam para caracterizar os estágios e áreas onde ocorre crescimento de espécies anádromos, ou para a determinação da idade do peixe comercial (HÜSSY, 2008).

Hüssy (2008) e Stransky *et al.* (2008), mencionam que o desenvolvimento do otólito em peixes, como um processo ontogenético, poderia ser regulado por fatores ambientais; particularmente a disponibilidade de alimentos ou algum outro fator ambiental, para que as proporções dessa estrutura pudessem mudar para as mesmas espécies desenvolvidas em diferentes condições.

As espécies avaliadas para elaboração das regressões foram: *Diapterus auratus*; *Diapterus rhombeus*; *Eucinostomus argenteus*; *Eucinostomus gula*; *Eucinostomus melanopterus*; *Gobionellus oceanicus*. Todos os índices morfométricos foram avaliados.

Todos os indivíduos analisados são imaturos, demonstrando assim que a amostragem feita em Sirinhaém capturou só os juvenis dessas espécies. Os parâmetros das regressões (valores de a, b e r^2) cujas regressões foram significativas estão representadas na tabela 5. As relações entre os índices com CT estão representadas nas figuras de 5 a 11.

Tabela 5: Valores de a, b e r^2 das regressões que foram significativas.

Espécies	Perimeter Vs CT			Length Vs CT			Width Vs CT		
	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2
<i>D. auratus</i>	51.364	0.5965	0.8403	1.574	0.1975	0.8574	1.902	0.0676	0.4695
<i>D. rhombeus</i>	2.016	1.055	0.8166	0.5575	0.3362	0.8163	-	-	-
<i>E. gula</i>	2.164	0.8650	0.8997	0.4103	0.3485	0.9737	-	-	-
<i>E. melanopterus</i>	1.837	0.8743	0.8723	0.8580	0.2593	0.8629	0.7300	0.1740	0.8946
Circularity Vs CT									
Espécies	Circularity Vs CT			Retangularity Vs CT			Perimeter-Area Vs CT		
	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2
<i>D. auratus</i>	0.9106	-0.0162	0.8157	0.6988	0.00125	0.1528	14.806	0.3911	0.6303
<i>D. rhombeus</i>	0.8874	-0.0086	0.2208	-	-	-	-	-	-

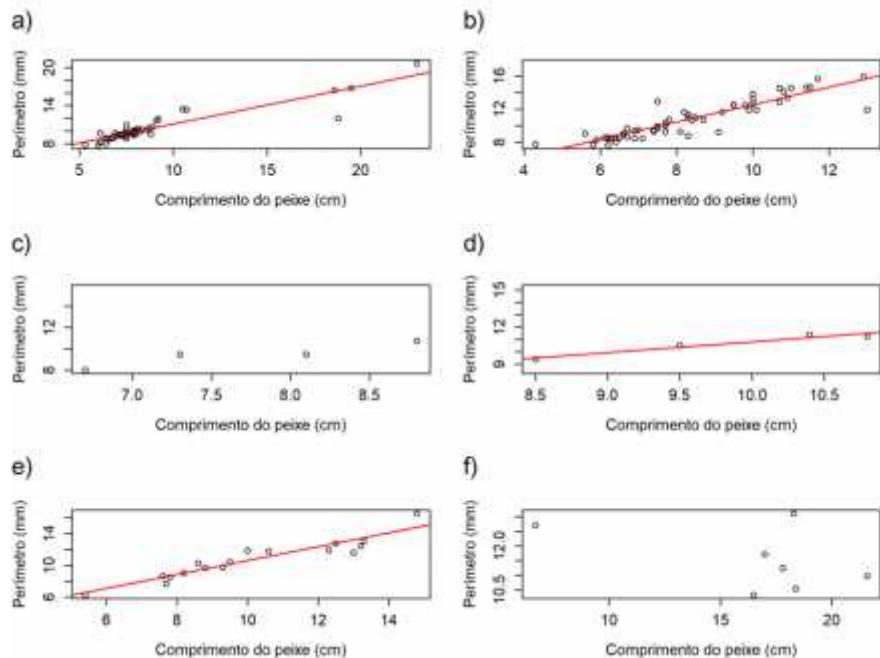


Figura 7: Relação entre o perímetro e comprimento total do peixe de seis espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobionellus oceanicus*.

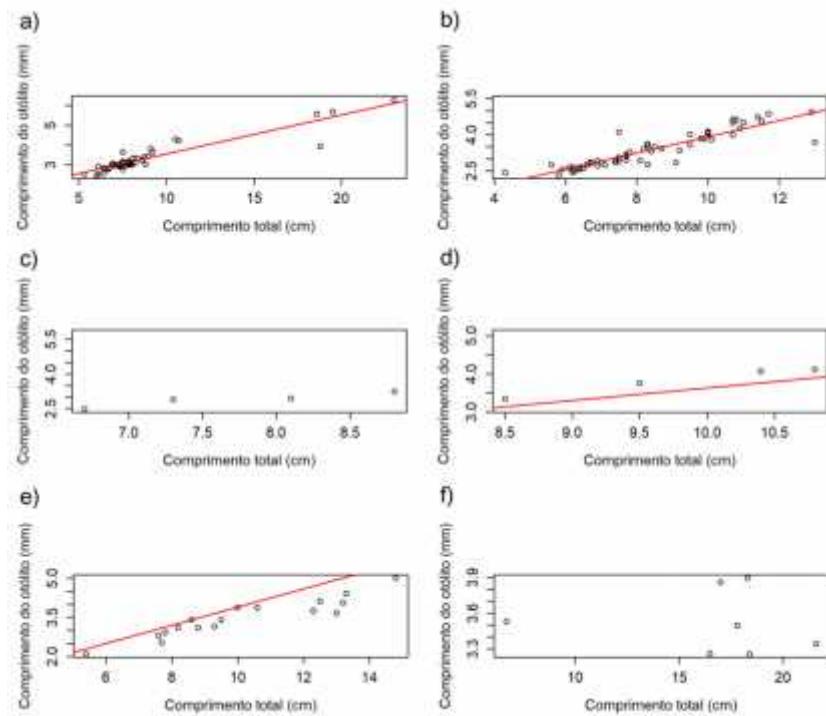


Figura 8: Relação entre o comprimento do otólito e comprimento total do peixe de seis espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobionellus oceanicus*.

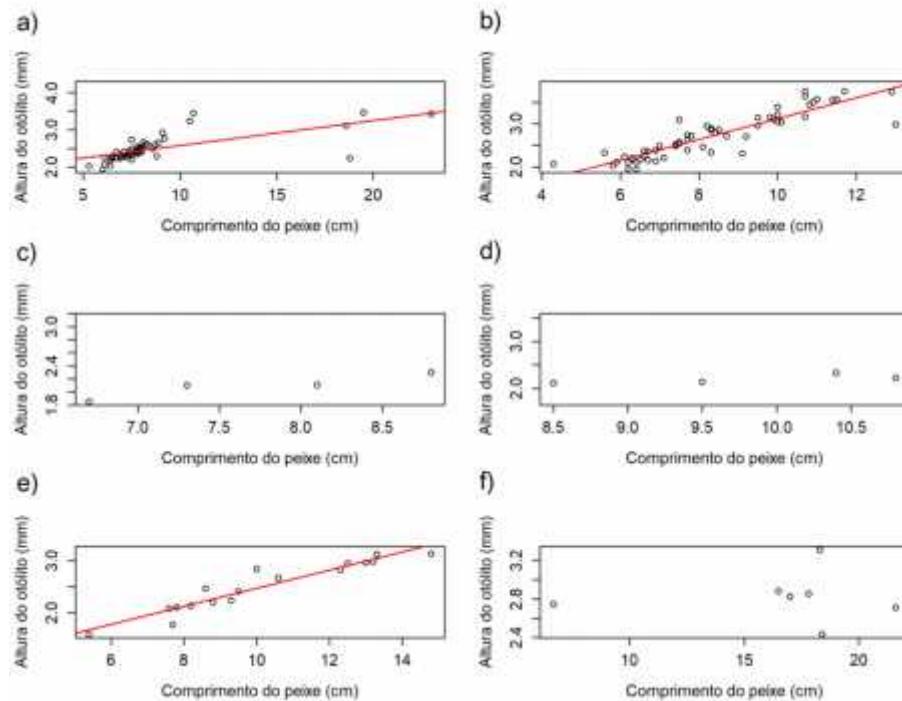


Figura 9: Relação entre a altura do otólito e comprimento total do peixe de seis espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobionellus oceanicus*.

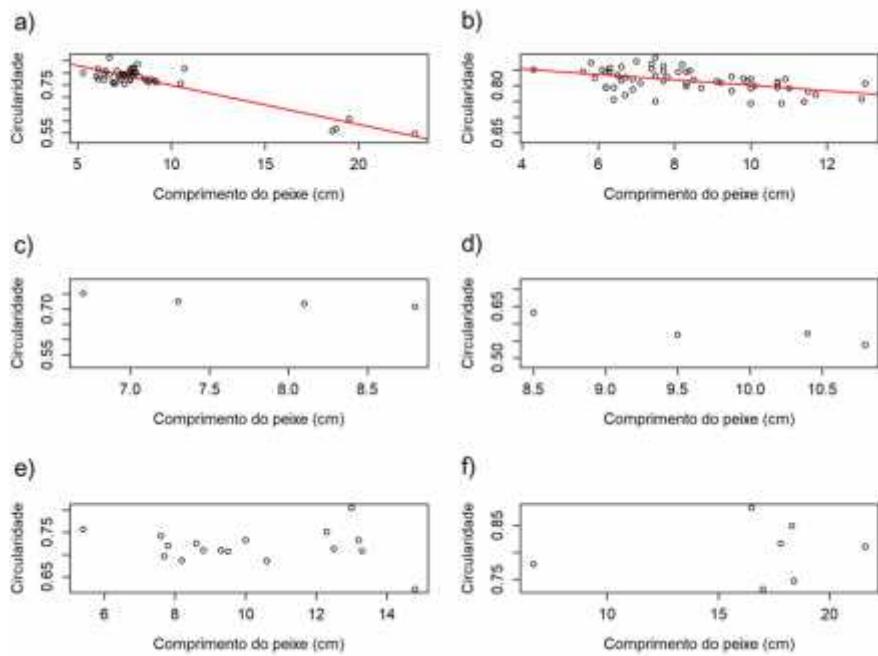


Figura 10: Relação entre circularidade e comprimento total do peixe de seis espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobionellus oceanicus*.

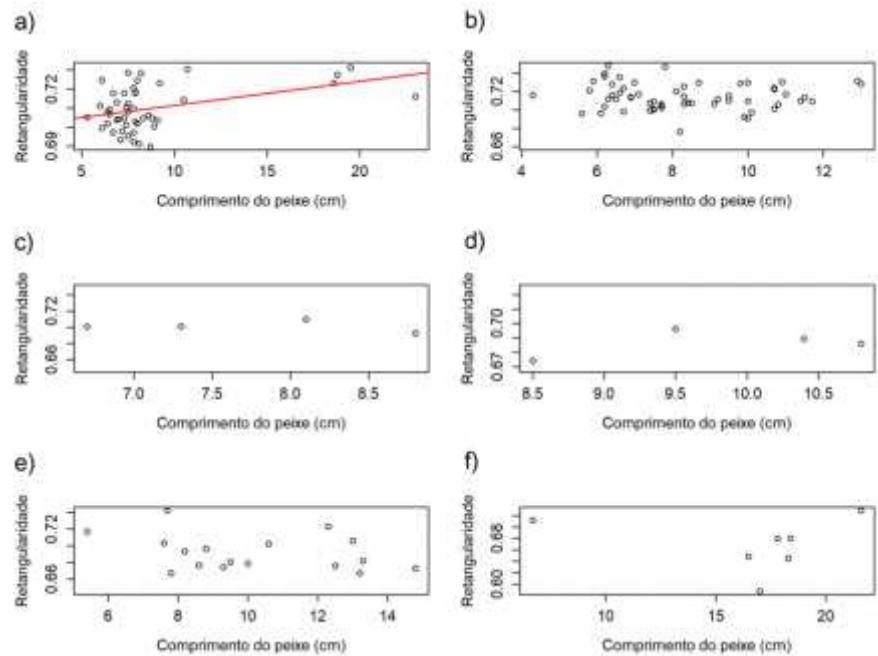


Figura 11: Relação entre retangularidade e comprimento total do peixe de seis espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobionellus oceanicus*.

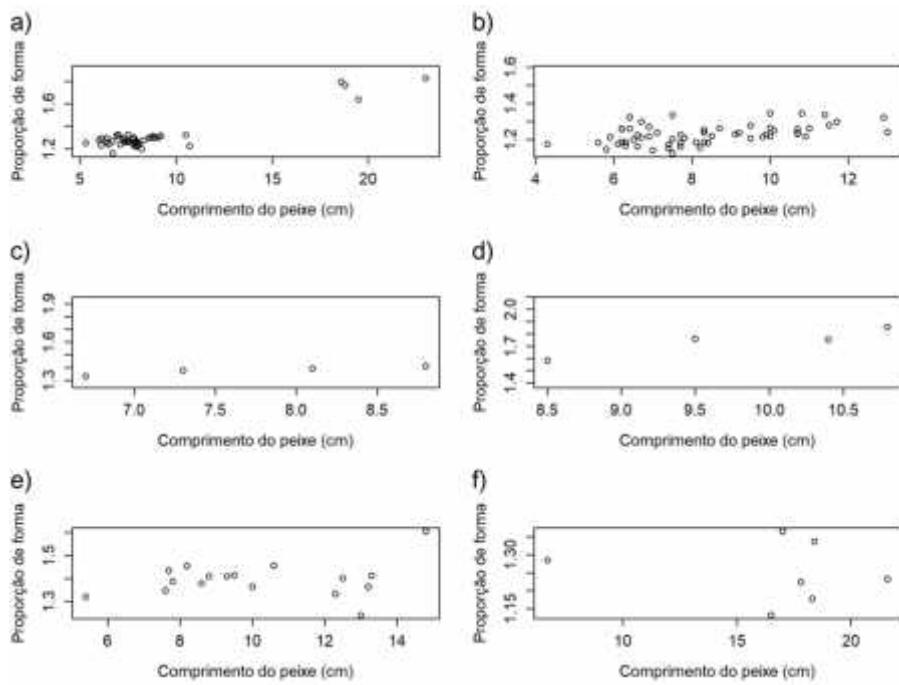


Figura 12: Relação entre a proporção de forma e comprimento total do peixe de seis espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobionellus oceanicus*.

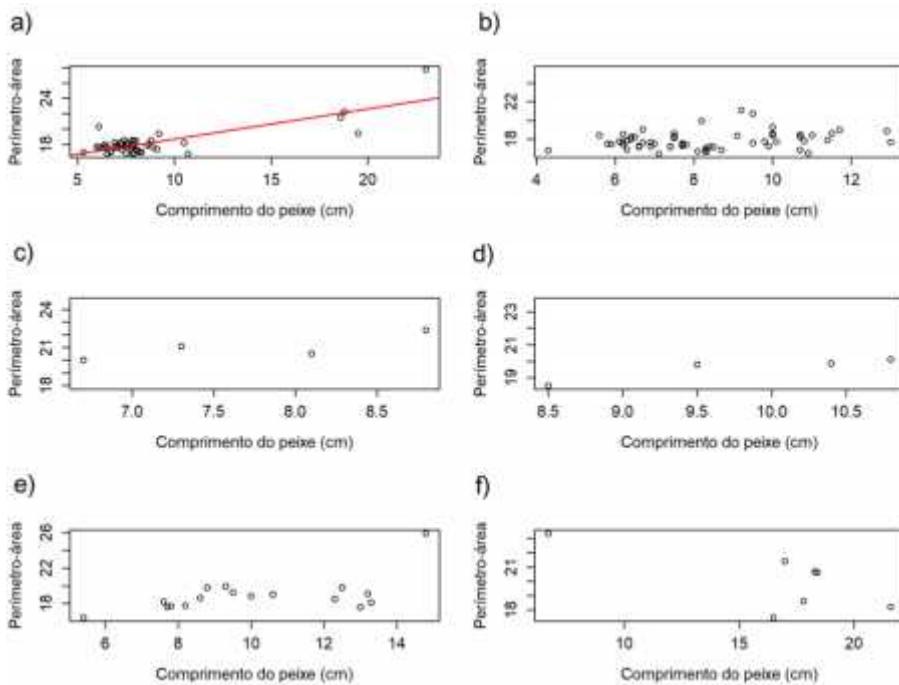


Figura 13: Relação entre perímetro-área e comprimento total do peixe de seis espécies de ambas as famílias: a) *Diapterus auratus*; b) *Diapterus rhombeus*; c) *Eucinostomus argenteus*; d) *Eucinostomus gula*; e) *Eucinostomus melanopterus*; f) *Gobionellus oceanicus*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices morfométricos foram analisados para definir os eventuais padrões de semelhança dentro de uma mesma família. A espécie *Eugerres brasiliensis* da família Gerreidae diferiu significativamente das demais espécies. Sugere-se que seja devido às características particulares da espécie, como: seu peso e comprimento que são maiores que as demais, e, o único que possui o hábito alimentar onívoro e carnívoro. Todos os indivíduos analisados são imaturos, demonstrando assim que a amostragem feita em Sirinhaém capturou só os juvenis dessas espécies. Contudo, não apresentam a forma final, e sim uma forma juvenil, e, portanto, tendem a apresentar uma mesma aparência de otolito nessa fase. A partir destas informações pode-se dizer que os otolitos diferiram significativamente quando se trata dos índices de forma. Apesar de serem significativamente semelhantes em relação aos índices dimensionais, diferiram muito nos índices adimensionais, mesmo havendo semelhanças entre espécies da mesma família.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIOGEODB, 2015. Smithsonian Tropical Research Institute. Shorefishes do sistema de informação online do Grande Caribe. *Eugerres brasiliensis* – Mojarra brasileira(Cuvier em Cuvier e Valenciennes, 1830).
- CADRIN, S. X., AND FRIEDLAND, K. D. 1999. The utility of image processing techniques for morphometrics analysis and stock identification. *Fisheries Research*, 43: 129–139.
- CAMPANA, S. E. 2004. Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 133: 1-284.
- CAPOCCIONI, F.; COSTA, C.; AGUZZI, J.; MENESATTI, P.; LOMBARTE, A. & CICCOTTI, E. 2011. Ontogenetic and environmental effects on otolith shape variability in three Mediterranean European eel (*Anguilla anguilla*, L.) local stocks. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 397:1-7.
- FISCHER, L.G.; PEREIRA, L.E.D.; VIEIRA, J.P., Peixes estuarinos e costeiros. Rio Grande: Ecoscientia, 2004.

- GAULDIE, R. W., 1988. Function, form and time keeping properties of fish otoliths. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 91A:395--402.
- GAEMERS, P. A. M. 1984. Taxonomic position of the Cichlidae (Pisces: Perciformes) as demonstrated by the morphology of their otoliths. *Netherlands Journal of Zoology*, 34: 566–595.
- GAULDIE, R. W. 1988. Function, form and time-keeping properties of fish otoliths. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 91: 395–402.
- HECHT, T. 1987. A guilde to the otoliths of Soutern Ocean Fishes. *S Afr Antarctic Res* 17(1): 1-87.
- LEÃO, G. N., Aspectos da Biologia de Eucinostomus argenteus Baird e Girad, 1855, Gerreidae, Capturando no Canal de Santa Cruz- Pernambuco. Dissertação de Mestrado. p. 73, 2016.
- LECOMTE-FINIGER, R. 1999. L'otolithe: la boîte des Téléostéens. *Anneaux et de Biologie*, 38: 107–122.
- MENEZES, N. A.; FIGUEIREDO, J. L., Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3), São Paulo, Museu de Zoologia/USP. p. 96, 1980.
- REICHENBACHER, B., FEULNER, G. & SCHULZ-MIRBACH, T., 2009. Geographic variation in otolith morphology among freshwater populations of *Aphanius dispar* (Teleostei, Cyprinodontiformes) from the southeastern Arabian Peninsula. *Journal of Morphology*, 270: 469-484.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; CHALOM, A.; SILIPRANDI, C. C.; BRENHA-NUNES, M. R.; CONVERSANI, V. R. M. & SANTIFICETUR, C. 2015. COSS-Brasil: Coleção de Otólitos de Peixes Marinhos da Região Sudeste-Sul do Brasil. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. www.usp.br/cossbrasil (versão 2015).
- SZPILMAN M. 2000. Peixes Marinhos do Brasil: Guia Prático de Identificação. Rio de Janeiro, 288 p.
- TORNO, A.E. 1976. Description y comparacion de los otolitos de algunas familias de peces de la plataforma Argentina. *Rev. Mus. Arg. Cien, Nat. "Bernardino Rivadavia" e Inst. Nac. Inv. De Las Cienc. Nat.* 12(12):25-44.

TORRES-SILVA, C. M. Caracterização dos aspectos reprodutivos e desenvolvimento larval da carapeba listrada *Eugerres brasiliensis* (CUVIER, 1830). Tese de doutorado, 2015.

TUSET, V. M.; LOMBARTE, A; ASSIS, C. A. 2008. Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Scientia Marina Espanha* 72 (1): 7-198.