



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO – UFRPE
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA – UAST
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

AMANDA MENEZES FERREIRA

**MORFOMETRIA DE OTÓLITOS *SAGITTAE* COMO FERRAMENTA PARA
DISTINÇÃO DE PEIXES DAS FAMÍLIAS *HAEMULIDAE* E *SCIAENIDAE*.**

SERRA TALHADA – PE

2023

AMANDA MENEZES FERREIRA

**MORFOMETRIA DE OTÓLITOS *SAGITTAE* COMO FERRAMENTA PARA
DISTINÇÃO DE PEIXES DAS FAMÍLIAS *HAEMULIDAE* E *SCIAENIDAE*.**

Trabalho de Conclusão de Curso
Apresentado ao Curso de Bacharelado em
Engenharia de Pesca da Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Unidade
Acadêmica de Serra Talhada como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheira de Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva

SERRA TALHADA – PE

2023

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)

F383m

Ferreira, Amanda Menezes

MORFOMETRIA DE OTÓLITOS SAGITTAE COMO FERRAMENTA PARA DISTINÇÃO DE PEIXES DAS
FAMÍLIAS HAEMULIDAE E SCIAENIDAE / Amanda Menezes Ferreira. - 2023.
24 f. : il.

Orientador: Francisco Marcante Santana da Silva.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Engenharia de Pesca, Serra Talhada, 2023.

1. Otólitos. 2. Morfometria. 3. Haemulidae. 4. Sciaenidae. I. Silva, Francisco Marcante Santana da, orient. II. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

UNIDADE ACADEMICA DE SERRA TALHADA

AMANDA MENEZES FERREIRA

**MORFOMETRIA DE OTÓLITOS *SAGITTAE* COMO FERRAMENTA PARA
DISTINÇÃO DE PEIXES DAS FAMÍLIAS *HAEMULIDAE* E *SCIAENIDAE*.**

Orientador: Prof. Dr. Francisco Marcante Santana da Silva

A banca examinadora composta pelos membros abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a aluna AMANDA MENEZES FERREIRA do curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal Rural de Pernambuco da Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como APROVADO.

Banca examinadora

Professor Dr. Francisco Marcante Santana da Silva

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE

Orientador

Professor Dr. Elton Jose de França

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE

Membro Interno

Professora Dr^a. Renata Akemi Shinozaki Mendes

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE

Membro Interno

Serra Talhada, PE, 18 de abril de 2023

*Aos amores da minha vida
Gustavo e Théó, por todo apoio
durante essa jornada. Aos que
desacreditaram, muito obrigada,
esse trabalho é para vocês.*

AGRADECIMENTO

Sim, não se caminha sozinho, nem se aprende tanto por conta própria, aos que não têm o nome aqui, não fiquem ofendidos, obrigada a todos por tudo.

À Deus, por tudo o que tenho e que sou, por ser conforto em meus momentos de aflições e por me permitir ir em busca dos meus sonhos, mostrando-me que para Ele nada é impossível.

Aos meus pais Maria Josimar Ferreira e Ronaldo José Menezes do Nascimento, por acreditar e sonhar junto comigo, me dando auxílio para alcançar mais essa conquista. Aos meus irmãos Ana Paula Menezes Ferreira, Maria Luiza Menezes Ferreira, Athams Menezes Ferreira e Laura Beatriz Gomes do Nascimento, por dividir comigo momentos tão precisos e únicos. Ao meu filho Théo Menezes Ferreira da Silva, por ser minha fonte de inspiração, determinação e alegria diária. Aos meus parentes que torcem por mim e ficam felizes a cada passo para o sucesso. A meu amado companheiro de longa data Francisco Gustavo da Silva, por tudo vivido até agora, pelos momentos de felicidade e dificuldade, pelo apoio dado e recebido nessa jornada. Fico sem palavras para te agradecer por tudo, só me resta expressar o quanto eu o Amo e sou grata por tudo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, bem como aos funcionários da instituição, aos professores que contribuíram com a minha formação profissional, em especial, Renata Shinozaki, Juliana Santos, Danielli Matias, Jessika Lima, Antonio Herinque Cardoso, Francisco Marcante, Elton França, Dario Falcon, Maurício Pêsoa, Wilson Sousa, Diogo Nunes, Drausio Veras, Ugo Lima, Nivaldo Nascimento e José Carlos Pacheco por todo conhecimento transmitido e experiências vivenciadas durante essas jornadas acadêmicas.

Ao meu orientador e professor Dr. Francisco Marcante e ao Laboratório de Dinâmica de Populações Aquáticas (DAQUA), que me acolheu tão bem, acreditando no meu potencial. Agradeço imensamente por todo apoio dado, pela orientação disposta, paciência, confiança e oportunidades ofertadas, além das experiências adquiridas ao longo dessa jornada.

As minhas amigas Candice Milena, Ana Clara, Milena Maisa, que juntas sempre apoiamos uma a outra, sempre dando conforto e segurança para superar e vencer as dificuldades diárias nesses seis anos de convivência.

Aos meus companheiros de turma: Ana Clara dos Santos, Candice Milena Oliveira,

Milena Maisa Nogueira, Marcos Natom Dias, William Amâncio, Wisley Wilke da Silva, Mathews Bremer Medrado, Rodrigo Lacerda, Weverton César Santos e Francisco Gustavo da Silva. Obrigado pelo companheirismo e por todos os momentos que só se tornaram incríveis por serem apenas com vocês.

Aos meus amigos que trago desde o ensino médio: Beatriz Lima, Larissa Caldas e Francisco Gustavo da Silva, tenho orgulho e carinho imenso por cada um de vocês.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, muito obrigada!

*“Os que confiam no SENHOR são
como o monte de Sião, que não se pode abalar,
mas permanecem para sempre.” (Salmo
125:1)*

RESUMO

Otólitos são estruturas rígidas presentes na capsula auditiva dos peixes ósseos e suas principais funções são o equilíbrio e a audição. Dos três pares de otólitos, o *sagittae* é o mais utilizado nas pesquisas por ser o maior. Dos diversos estudos, a forma dos otólitos é importante para auxiliar na identificação das espécies de peixes em suas diferentes fases de vida, e por esta razão, o objetivo do presente estudo foi avaliar a morfologia dos otólitos *sagittae* de espécies de peixes das famílias Haemulidae e Sciaenidae, fornecendo suporte na identificação e classificação das espécies por grupos taxonômicos. Foram analisados morfometrias, contornos e índices de forma de 9 espécies de peixes sendo três da família Haemulidae e seis da família Sciaenidae. Para análise do contorno dos otólitos foram utilizadas as harmônicas dos descritores elípticos de Fourier (EFD), e a partir dos valores das harmônicas dos otólitos, foi realizado uma análise linear discriminante (LDA), para testar o poder de discriminação de formas por espécie e família. Por último, foi calculado os índices de forma: razão do aspecto, circularidade, redondeza, retangularidade e elipticidade. A análise dos contornos aponta diferença significativa entre os contornos dos otólitos por espécies (Permanova, $F = 10,47$; p -valor = 0,001), porém com baixo poder de classificação (61,9%). Quando comparadas essas formas por família, o poder de classificação aumenta para 85,7%. Os índices apontam que não existe diferença significativa para espécies de Haemulidae (p -valor > 0,05). Já para a família Sciaenidae, houve diferença significativa (p -valor < 0,05). O estudo permite comprovar que as formas e relações biométricas dos otólitos podem auxiliar na distinção das espécies de peixes das famílias Haemulidae e Sciaenidae.

Palavras-chave: Otólitos; Morfometria; Haemulidae; Sciaenidae.

ABSTRACT

Otoliths are rigid structures present in the ear capsule of bony fish, and their main functions are balance and hearing. Of the three pairs of otoliths, the sagittae is the most commonly used because it is the largest. Of the various studies, the shape of the otoliths is important to assist in the identification of fish species in their different life stages, and for this reason, the objective of the present study was to evaluate the morphology of the otolith sagittae of fish species of the families Haemulidae and Sciaenidae, providing support in the identification and classification of species by taxonomic groups. The morphometry, contour and shape index of 9 fish species were analyzed, three from the family Haemulidae and six from the family Sciaenidae. The harmonics of Fourier elliptic descriptors (EFD) were used to analyze the otolith contour, and from the values of the otolith harmonics, a linear discriminant analysis (LDA) was performed to test the power of shape discrimination by species and family. Finally, the shape indices were calculated: aspect ratio, circularity, roundness, rectangularity and ellipticity. The contour analysis points out significant difference between otolith contours by species (Permanova, $F = 10.47$; $p\text{-value} = 0.001$), but with low classification power (61.9%). When comparing these shapes by family, the classification power increases to 85.7%. The indices show that there is no significant difference for species of Haemulidae ($p\text{-value} > 0.05$). For the family Sciaenidae, there was a significant difference ($p\text{-value} < 0.05$). This study shows that the shapes and biometric relations of otoliths can help in the distinction of fish species of the families Haemulidae and Sciaenidae.

Keywords: Otoliths; Morphometry; Haemulidae; Sciaenidae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contorno dos otólitos por espécie. A= <i>Bardiella ronchus</i> ; B= <i>Conodon nobilis</i> ; C= <i>Haemulon aurolineatum</i> ; D= <i>Haemulon corvinaeformis</i> ; E= <i>Larimus breviceps</i> ; F= <i>Menticirrhus americanus</i> ; G= <i>Menticirrhus littoralis</i> ; H= <i>Stellifer rastrifer</i> ; I= <i>Umbrina coroides</i>	19
Figura 2. Análise discriminante das formas dos otólitos de espécie de peixes das famílias Sciaenidae e Haemulidae	20
Figura 3. Análise discriminantes entre as formas dos otólitos agrupados por família. Azul = Sciaenidae; Vermelho = Haemulidae	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Espécies utilizadas no estudo, com descrição de local e medidas adquiridas	17
Tabela 2 Equações dos índices de forma. OL – Comprimento do otólito, OH – Altura do otólito, OP - Perímetro, e OA – Area do otólito.....	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Coleta de dados.....	15
3.2 Processamento e análise dos dados	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

Os otólitos são pequenas estruturas cristalinas, ou, como também conhecidas, peças formadas de carbonato de cálcio (95%), matéria orgânica (<5%) e elementos traço (<5%) (CAMPANA, 2004) com dimensão variável, que propõem um papel fundamental no funcionamento do labirinto membranoso ou ouvido interno, um órgão sensorial cefálico dos vertebrados, cujas funções primárias estão relacionadas com a percepção da posição e do movimento, e, principalmente, com a recepção sonora (BOND, 1996).

Em peixes ósseos existem três pares de otólito denominados *sagitta*, *lapillus* e *asteriscus* (SECOR et al., 1991), entretanto, o *sagitta* é o mais utilizado para diversos estudos (BEGG et al., 2005), relacionados à idade e crescimento, uso de habitat, identificação de estoque, entre outros, ocasionada por ser comumente o maior otólito entre os três (VOLPEDO & VAZ-DOS-SANTOS, 2015). Por apresentarem alta especificidade morfológica, são consideradas estruturas taxonômicas consistentes para a determinação de espécies ícticas (TORNO, 1976; HECHT, 1987).

Segundo Gaemers (1984), a sua forma é altamente espécie-específica e exhibe frequentemente variações relacionadas à fatores ambientais. Contudo, Gauldie (1988) afirmou que a forma do otólito pode ser controlada por diversos fatores, incluindo verificações e descontinuidades no crescimento controlado pelo epitélio sensorial. Por consequência, esses estímulos são induzidos por variações nas condições ambientais, como fotoperíodo, temperatura e hábitos alimentares (LECOMTE-FINIGER, 1999).

As verificações do contorno dos otólitos em conjunto com outros elementos, como biometria, permitem a caracterização morfológica dessa estrutura e relacionam estas informações à ecologia das populações e estrutura das comunidades de peixes (TUSET et al., 2008; ZHUANG et al., 2014; BOSTANCI et al., 2015), uma vez que a forma do otólito apresenta uma pequena variação entre indivíduos da mesma espécie, permitindo a identificação dessas espécies (AGUIRRE & LOMBARTE, 1999; LYCHAKOV & REBANE, 2000), mesmo essa morfologia estando sujeita a variações genéticas, ontogenéticas e ambientais (LOMBARTE et al., 2003; CAMPANA, 2004).

O estudo da forma do otólito, a partir de imagens analisadas, promove um papel importante e com relevância na pesquisa morfométrica, o que disponibiliza uma melhor descrição da forma e o potencial para o desenvolvimento de novos métodos analíticos (CADRIN &

FRIEDLAND, 1999).

A aplicação dessas formas para distinguir as espécies de peixes é de alta importância, principalmente devido à grande quantidade de espécie e a alta similaridade entre algumas espécies de mesmo gênero, como é o caso das espécies pertencente as famílias Haemulidae e Scienidae. A família Haemulidae é representada por 19 gêneros e duas subfamílias (NELSON, 2016) com um total de 133 espécies (Lindeman & Toxey, 2003; Bernardi et al., 2008; Rocha et al., 2008; Sanciangco et al., 2011; Tavera et al., 2012) são em grande parte marinhos, porém algumas das espécies habitam em águas salobras e doces, no oceano Atlântico, Índico e Pacífico (Nelson, 2016). Já a família Sciaenidae representa um importante recurso pesqueiro em todo o mundo, com aproximadamente 67 gêneros (Nelson, 2016) e 291 espécies encontradas no oceano Atlântico, Índico e Pacífico (Eschmeyer & Fong, 2017). Essas duas famílias são importantes recursos pesqueiros, com alto valor socioeconômico, e desempenham papel ecológicos fundamental para o ambiente aquático.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar se a morfologia dos otólitos sagitta de espécies de peixes das famílias Haemulidae e Sciaenidae que ocorrem no litoral Pernambuco - Brasil, fornecem suporte na identificação e classificações das espécies por grupos taxonômicos

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a morfologia dos otólitos *sagittae* de peixes das famílias Haemulidae e Sciaenidae.
- Identificar quais espécies apresentam similaridade na forma dos otólitos, dentro de cada família.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta de dados

Utilizamos complementamente imagens disponíveis na literatura e de banco de dados

dos otólitos das espécies das famílias Haemulidae e Sciaenidae. Encontramos fotos disponíveis de nove espécies (seis Sciaenidae e três Haemulidae) (Tabela 1), onde foram realizadas as medidas de comprimento (OL, mm) e altura (OH, mm) do otólito, além do perímetro (OP, mm) e área (OA, mm²). Todas as medidas foram registradas usando o software ImageJ versão 1.48 (SCHNEIDER et al., 2012).

Tabela 1. Espécies utilizadas no estudo, com descrição de local e medidas adquiridas. OL – Comprimento do otólito, OH – Altura do otólito, OP - Perímetro, e OA – Area do otólito.

Espécie	Local de captura (Estado/Pais)	FAMÍLIA	OL	OH	AO	OP
<i>Bairdiella ronchus</i>	Pernambuco, Brasil	Sciaenidae	2,960	1,900	3,840	11,670
<i>Bairdiella ronchus</i>	Pernambuco, Brasil	Sciaenidae	2,910	2,078	3,913	12,250
<i>Bairdiella ronchus</i>	Pernambuco, Brasil	Sciaenidae	2,550	2,140	3,940	11,050
<i>Bairdiella ronchus</i>	Pernambuco, Brasil	Sciaenidae	4,440	2,590	9,200	21,075
<i>Conodon nobilis</i>	São Paulo, Brasil	Haemulidae	14,420	9,390	93,760	41,530
<i>Conodon nobilis</i>	Paraná, Brasil	Haemulidae	3,670	2,220	5,700	10,350
<i>Conodon nobilis</i>	Veracruz, Mexico	Haemulidae	10,040	6,490	47,390	27,390
<i>Haemulon aurolineatum</i>	São Paulo, Brasil	Haemulidae	8,290	5,510	33,640	23,240
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Rio Grande do Norte, Brasil	Haemulidae	5,850	4,010	16,240	16,560
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Usiminas, RJ, Brasil	Haemulidae	7,270	4,860	26,710	20,340
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Veracruz, Mexico	Haemulidae	9,790	7,210	51,750	28,170
<i>Haemulopsis corvinaeformis</i>	São Paulo, Brasil	Haemulidae	5,820	4,239	17,180	16,910
<i>Haemulopsis corvinaeformis</i>	Pernambuco, Brasil	Haemulidae	4,750	3,080	10,350	19,400
<i>Haemulopsis corvinaeformis</i>	Pernambuco, Brasil	Haemulidae	4,990	3,470	12,290	22,280
<i>Haemulopsis corvinaeformis</i>	Pernambuco, Brasil	Haemulidae	5,070	3,393	11,920	22,790
<i>Larimus breviceps</i>	São Paulo, Brasil	Sciaenidae	7,398	5,043	27,920	21,477
<i>Larimus breviceps</i>	Rio de Janeiro, Brasil	Sciaenidae	12,080	8,320	76,140	35,160
<i>Larimus breviceps</i>	Rio Grande do Norte, Brasil	Sciaenidae	10,380	6,960	54,942	29,800
<i>Larimus breviceps</i>	San Jose River, Trinidad	Sciaenidae	6,650	4,510	23,420	19,850
<i>Menticirrhus americanus</i>	Nord del Golf de Mèxico	Sciaenidae	8,460	3,420	20,550	21,422
<i>Menticirrhus americanus</i>	Paranaguá	Sciaenidae	7,144	3,057	14,850	17,720
<i>Menticirrhus americanus</i>	Paraná, Brasil	Sciaenidae	6,020	2,230	12,830	17,280
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Nord del Golf de Mèxico	Sciaenidae	8,461	3,340	20,140	20,980
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Região Sudeste-Sul, Brasil	Sciaenidae	10,533	4,240	32,660	29,050
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Paraná, Brasil	Sciaenidae	4,050	2,220	10,440	11,220
<i>Stellifer rastrifer</i>	São Paulo, Brasil	Sciaenidae	4,672	3,210	13,310	15,530
<i>Stellifer rastrifer</i>	Sergipe, Brasil	Sciaenidae	4,100	2,900	10,910	12,150

<i>Stellifer rastrifer</i>	Indefinido	Sciaenidae	4,380	3,300	12,450	14,490
<i>Umbrina coroides</i>	São Paulo, Brasil	Sciaenidae	8,100	5,550	36,480	25,130
<i>Umbrina coroides</i>	Ilha do Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil	Sciaenidae	15,171	10,580	116,780	43,300
<i>Umbrina coroides</i>	Canal, Panama	Sciaenidae	5,220	4,117	17,380	16,110

3.2 Processamento e análise dos dados

Para análise do contorno dos otólitos foram utilizadas as harmônicas dos descritores elípticos de Fourier (EFD), usando o software Shape (IWATA, 2002). A partir dos valores das harmônicas dos otólitos, foi realizada uma análise linear discriminante (LDA), para testar o poder de discriminação de formas por espécie e família, seguindo de teste de PERMANOVA.

Foram calculados os índices de forma dos otólitos: razão do aspecto, circularidade, redondeza, retangularidade e elipticidade (TUSET *et al.*, 2003) (Tabela 2), em que a circularidade e redondeza comparam a forma do otólito a um círculo perfeito; retangularidade descreve a variação em comprimento e largura com respeito à área; a elipticidade indica se as mudanças nos eixos são proporcionais; o fator forma estima a irregularidade da área de superfície (TUSET *et al.*, 2003). O teste de Kruskal-Wallis foi usado para comparar esses índices entre as espécies de cada família, considerando a significância de 0,05. Quando diferenças significativas entre as várias classificações foram detectadas, o teste U de Mann-Whitney foi subsequentemente aplicado para comparação de pares entre as espécies (ZAR, 2014).

Tabela 2. Equações dos índices de forma. OL – Comprimento do otólito, OH – Altura do otólito, OP – Perímetro, e OA – Área.

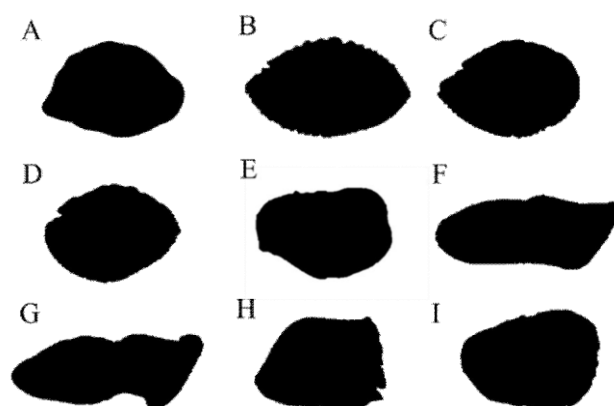
Índice de forma	Equação
--------------------	---------

Razão do aspecto	$\frac{OL}{OH}$
Circularidade	$\frac{OP^2}{O\Lambda}$
Redondeza	$\frac{40A}{\pi \cdot OL^2}$
Retangularidade	$\frac{OA}{OL \cdot OH}$
Elípticidade	$\frac{OL - OH}{OL + OH}$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após analisamos os contornos dos otólitos (Figura 1), observa-se que em muitas espécies o contorno é similar, e isso ocorre devido o formato do otólito também está ligado com a filogenia dos peixes, logo, peixes da mesma família/gênero podem compartilhar de características específicas (LOMBARTE & CRUZ, 2007), como é o caso das espécies de *Menticirrhus* spp. (Figura 1, F e G).

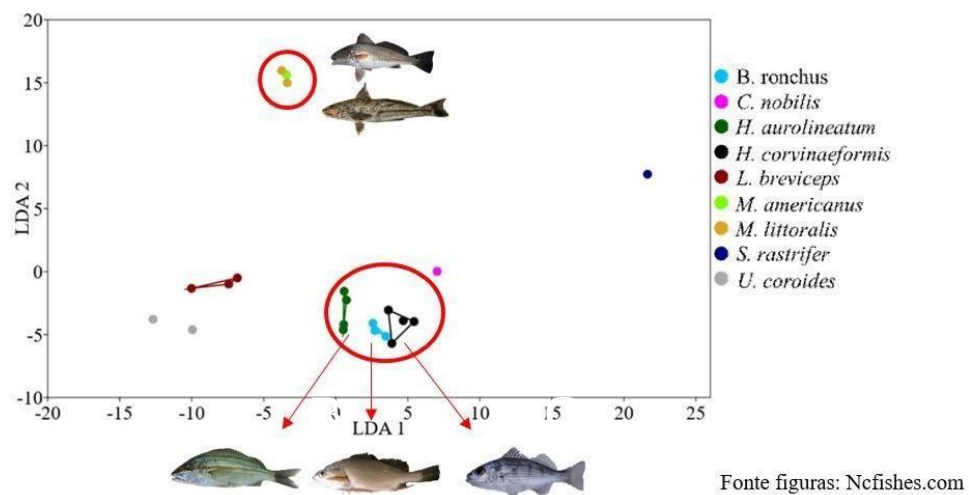
Figura 1. Contorno dos otólitos por espécie. A= *Bardiella ronchus*; B= *Conodon nobilis*; C= *Haemulon aurolineatum*; D= *Haemulon corvinaeformis*; E= *Larimus breviceps*; F= *Menticirrhus americanus*; G= *Menticirrhus littoralis*; H= *Stellifer rastrifer*; I= *Umbrinas*;



Fonte figura: Autor

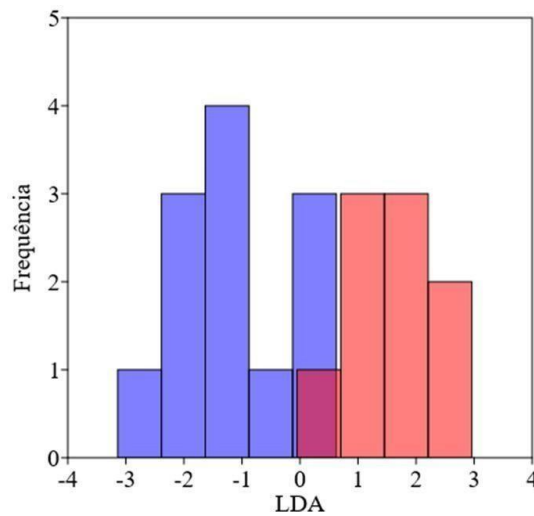
A análise dos contornos aponta diferença significativa entre os otólitos por espécies (PERMANOVA, $F=10,47$; $p\text{-valor}=0,001$), porém com baixo poder de classificação (61,9%) (Figura 2). Sendo a forma mais distinta das espécies, a *S. rastrifer*. Essa baixa classificação pode ser resultado devido os otólitos utilizados (mesmo sendo da mesma espécie) serem de localidade diferentes, logo, a morfologia apresentou muitas variações que não permitiram a identificação de um padrão claro para cada espécie, como aqueles reportados em outros estudos, como por exemplo Lombarte & Tuset (2015).

Figura 2. Análise discriminante das formas dos otólitos de espécie de peixes das famílias Sciaenidae e Haemulidae.



Quando comparadas essas formas por família, o poder de classificação aumenta para 85.7%, havendo pouca sobreposição entre as famílias Sciaenidae e Haemulidae, mostrando que é possível distinguir as espécies basando-se na forma do otólito para classificação (Figura 3). Resultado por essas famílias terem história filogenética mais distintas, consequentemente seus otólitos também passam pelo mesmo processo (LOMBARTE & CRUZ, 2007).

Figura 3. Análise discriminantes entre as formas dos otólitos agrupados por família. Azul = Sciaenidae; Vermelho = Haemulidae.



Fonte figura: Autor

Os índices apontam que não existe diferença significativa para espécies de Haemulidae ($p\text{-valor} > 0.05$). Já para a família Sciaenidae, houve diferença significativa ($p\text{-valor} < 0.05$), porém não foi possível identificar diferenças entre as espécies do gênero *Menticirrhus* (Tabela 3).

Essa diferença entre os índices de formas pode estar relacionada ao tipo habitat. Segundo Volpedo & Fuchs (2010), otólitos com maior circularidade são mais característicos de peixes pelágicos do que de peixes demersais, nos quais a retangularidade tendem a ser maior. Podemos observar que mesmo usando otólitos de peixes pertencente a diferentes populações, há uma pequena diferença nas formas desses otólitos, resultados da variabilidade intra-populacional (RONDON et al., 2014). Nesse contexto, pode-se afirmar que a variação inter-populacional é mais evidente do que a variação intra-populacional.

Tabela 3. Índice de forma dos otólitos por espécie. Letras diferentes representam diferenças estatísticas (p-valor < 0.05).

<i>Família</i>	<i>Espécie</i>	<i>Razão do aspecto</i>	<i>Redondeza</i>	<i>Circularidade</i>	<i>Retangularidade</i>	<i>Elípticidade</i>
<i>Haemulidae</i>	<i>Conodon nobilis</i>	1.578± 0.064 ^a	0.570± 0.030 ^a	17.673± 1.608 ^a	0.706± 0.018 ^a	0.224± 0.019 ^a
	<i>Haemulon aurolineatum</i>	1.454± 0.067 ^a	0.639± 0.035 ^a	15.941± 0.702 ^a	0.729± 0.026 ^a	0.184± 0.022 ^a
	<i>Haemulopsis corvinaeformis</i>	1.461± 0.072 ^a	0.612± 0.029 ^a	34.242± 12.097 ^a	0.701± 0.008 ^a	0.187± 0.024 ^a
	<i>Bairdiella ronchus</i>	1.466± 0.223 ^a	0.628± 0.096 ^a	38.270± 7.326 ^a	0.712± 0.065 ^a	0.183± 0.075 ^a
<i>Sciaenidae</i>	<i>Larimus breviceps</i>	1.471± 0.016 ^a	0.659± 0.012 ^a	16.436± 0.301 ^b	0.761± 0.013 ^a	0.190± 0.005 ^{ab}
	<i>Menticirrhus americanus</i>	2.503± 0.183 ^b	0.395± 0.047 ^b	22.249± 1.066 ^a	0.781± 0.151 ^a	0.428± 0.029 ^b
	<i>Menticirrhus littoralis</i>	2.280± 0.395 ^b	0.514± 0.256 ^b	19.917± 7.091 ^a	0.868± 0.253 ^a	0.383± 0.079 ^b
	<i>Stellifer rastrifer</i>	1.398± 0.065 ^a	0.809± 0.028 ^a	16.171± 2.371 ^b	0.888± 0.028 ^b	0.165± 0.022 ^a
	<i>Umbrina coroides</i>	1.387± 0.104^a	0.722± 0.083^a	16.099± 1.189^b	0.782± 0.047^a	0.161± 0.037^a

5 CONCLUSÃO

As formas dos otólitos são importantes ferramentas na identificação dos peixes das famílias Haemulidae e Sciaenidae. Quando comparamos os contornos dos otólitos entre espécie, é possível notar diferença significativa, mas com baixo poder de classificação. Já na comparação por família, o poder de classificação aumenta, com pouca sobreposição entre as famílias. Ao usarmos otólitos de populações diferentes, houve uma pequena separação, logo acreditamos que ao usar os otólitos oriundos de uma mesma população, haverá maior poder distinção entre as formas dos otólitos por grupos taxonômicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, H.; LOMBARTE, A. Ecomorphological comparisons of sagittae in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. **Journal of Fish Biology**, [S. l.], v. 55, n. 1, p. 105-114, 1999. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1095-8649.1999.tb00660.x>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- BEGG, G. A.; CAMPANA, S. E.; FOWLER, A. J.; SUTHERS, I. M. Otolith research and application: current directions in innovation and implementation. **Marine and Freshwater Research**, v. 56, n. 5, p. 477-483, 2005. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/mf/pdf/MF05111>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- BOND, C. E. **Biology of fishes**. Fort Worth: Saunders College Publishing, 1996.
- BOSTANCI, D.; POLAT, N.; KURUCU, G.; YEDIER, S.; KONTAŞ, S.; DARÇIN, M. Using otolith shape and morphometry to identify four *Alburnus* species (*A. chalcoides*, *A. escherichii*, *A. mossulensis* and *A. tarichi*) in Turkish inland waters. **Journal of Applied Ichthyology**, [S. l.], v. 31, n. 6, p. 1013-1022, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jai.12860>. Acesso em: 20 jun. 2023.
- CADRIN, S. X.; FRIEDLAND, K. D. **The utility of image processing techniques for morphometrics analysis and stock identification**. Fisheries Research, 43: 129–139. 1999
- CAMPANA, S. E. **Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean**. Can. J.Fish. Aquat. Sci., 133: 1-284. 2004.
- ESCHMEYER, W.N., FONG, J.D. **Species by Family/Subfamily**. 2017. HECHT, T. **A guide to the otoliths of Southern Ocean Fishes**. S. Afr. Antarctic. Res., 17(1): 1-87.1987.
- IWATA H. SHAPE. **A computer program package for quantitative evaluation of biological shapes based on elliptic Fourier descriptors**. J. Hered., 93(5), 384–5. 2002.
- LOMBARTE, A.; CRUZ, A. **Otolith size trends in marine fish communities from different depth strata**. Journal of Fish Biology, 71(1), 53-76. 2007.
- LOMBARTE, A.; TORRES, G. J.; MORALES-NIN, B. **Specific *Merluccius* otolith growth patterns related to phylogenetics and environmental factors**. Journal of the Marine Biological Association Of the United Kingdom, 83(2), 277-281. 2003.
- LOMBARTE, A.; TUSET, V. Morfometria de otólitos. In: VOLPEDO, A. V.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. (ed.). **Métodos de estudos con otolitos: principios y aplicaciones**. Buenos Aires: Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2015. p. 59-92.
- LINDEMAN, K. C.; TOXEY, C. Haemulidae. In: CARPENTER, K. E. (ed.). **The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic**. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. Rome, Italy: Food and Agriculture Organisation of the United Nations, 2002. p. 1522-1550.
- LYCHAKOV, D. V.; REBANE, Y. T. **Otolith regularities**. Hearing research, 143(1-2), 83-
- NELSON, J. S. **Fishes of the world**. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1984.

QTUSET, V. M.; LOMBARTE, A.; GONZÁLEZ, J. A.; PERTUSA, J. F.; LORENTE, M. **J. Comparative morphology of the sagittal otolith in Serranus spp.** J. Fish Biol., 63(6), 1491–504. 2003.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH. **Image to ImageJ: 25 years of image analysis.** Nat Methods, 9(7):671–5. 2012.

SECOR, D. H.; DEAN, J. M.; LABAN, E. H. **Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination.** Columbia: Electric Power Research Institute: Belle W. Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, 1991.

TORNO, A.E. **Description y comparacion de los otolitos de algunas familias de peces de la plataforma Argentina.** Rev. Mus. Arg. Cien, Nat. “Bernadino Rivadavia” e Inst. Nac. Inv. DeLas Cienc. Nat. 12(12):25-44. 1976.

TUSET, V. M.; LOMBARTE, A.; ASSIS, C. A. **Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic.** Scientia Marina, 72(S1), 7-198. 2008.

VOLPEDO, A. V.; FUCHS, D. V. **Ecomorphological patterns of the lapilli of Paranoplatense Siluriforms (South America).** Fisheries Research, 102(1-2), 160-165, 2010.

VOLPEDO, A. V.; VAZ-DOS-SANTOS, A. M. (ed.). **Métodos de estudios con otolitos: principios y aplicaciones.** Buenos Aires: Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2015.

YAMANOUE, Y. ET AL. **Multiple invasions into freshwater by pufferfishes (Teleostei: Tetraodontidae): a mitogenomic perspective.** PLoS One, v. 6, n. 2, p. e17410, 2011. 102. 2000.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** 5th ed. New Jersey: Pearson, 2014.

ZHUANG, L.; YE, Z.; ZHANG, C. **Application of otolith shape analysis to species separation in *Sebastes* spp. from the Bohai Sea and the Yellow Sea, northwest Pacific.** Environmental biology of fishes, 98(2), 547-558. 2015.