



DENTÍCULOS DÉRMICOS COMO CARÁCTER TAXONÓMICO EM ELASMOBRÂNQUIOS DO SUL DO BRASIL

Alberto Gabriel Cabreira Rota*  e Maria Cristina Oddone 

Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Ciências Biológicas – ICB,
Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Instituto de Oceanografia - IO
Setor de Morfologia, Pesquisa em Chondrichthyes, Av. Itália, Km 8 s/n, Campus Carreiros, 96203-900 Rio Grande, RS, Brasil

*Autor para correspondência: Gabriel_rota93@hotmail.com.br

Fecha de recepción: 26 de julio de 2022

Fecha de aceptación: 23 de abril de 2024

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fazer a descrição dos dentículos dérmicos e utilizar estes como ferramenta de identificação taxonômica em espécimes de tubarões e raias processados para consumo humano. Os indivíduos são oriundos de apreensões realizadas por órgãos de fiscalização ambiental no período entre 2018 e 2020. Para análise dos dentículos dérmicos, amostras de pele foram submetidas a protocolo de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). A confirmação da identificação, quando possível, foi feita com base em referências bibliográficas. A identificação na ordem Carcharhiniformes foi dificultada devido às semelhanças dos dentículos entre as famílias, sendo que a única característica em comum a todos os dentículos é a presença de cristas, que variaram em formato e tamanho. Dentre os Squaliformes houve variações entre as duas espécies de *S. megalops*. Na ordem Squatiniformes os dentículos possuem um aspecto robusto e formato oval. A análise de um resquício de pele presente em um pedaço de músculo já processado para consumo, possibilitou fazer a identificação taxonômica de *Squatina* a nível de gênero. Este trabalho demonstrou que os dentículos dérmicos podem ser ferramentas chave na identificação taxonômica, em ausência de caracteres morfológicos externos que levariam a uma descrição direta das espécies. Na maioria dos casos foi possível a identificação no nível de gênero. Os gêneros identificados foram: *Atlantoraja*, *Myliobatis*, *Sphyrna*, *Squalus* e *Squatina*. Ainda, foi observado que em alguns grupos, como por exemplo o gênero *Squalus*, a identificação a nível de espécie apenas através dos dentículos dérmicos pode não ser precisa.

Palavras-chave: Chondrichthyes, Identificação taxonômica, Conservação, Atlântico Sul, Elasmobrânquios.

ABSTRACT

Study of dermal denticle morphology as characters of taxonomic importance in endangered sharks and rays from southern of Brazil. The aim of this study was to use the dermal denticles as taxonomic identification tools, in shark and rays species gutted and processed for human consumption. The specimens come from surveillance actions by environmental protection agencies between 2018 and 2020 in South Brazil. For the dermal denticles analyses, skin samples were extracted and submitted to protocol for Scanning Electronic Microscopy (SEM). Whenever possible, the validation of the identification was done with base on published references. The identification within the Carcharhiniformes was challenging due to similarities among denticles of the different families, but the only characteristic shared by this order was the presence of crests, which varied in shape and size. The Squaliformes, represented by *S. megalops*, varied considerably in shape. In the Squatiniformes the denticles were robust and oval shaped. Through the analysis of a remaining piece of skin on a muscle sample already processed for consumption, the identification to genus was possible, revealing that the individual was *Squatina*. This study demonstrated that dermal denticles are key tools for the taxonomic identification in absence of external morphologic characters that would lead to the direct species identification. In most cases, the identification was possible at least to genus. The identified genera were: *Atlantoraja*, *Myliobatis*, *Sphyrna*, *Squalus* and *Squatina*. Furthermore, it was observed that the more complex is the taxonomic identification of a taxon, such as genus *Squalus*, the more is the difficulty in the identification to species with the dermal denticles.

Keywords: Chondrichthyes, Taxonomic identification, Conservation, South Atlantic, Elasmobranchs.



INTRODUÇÃO

A pele dos elasmobrânquios é coberta por escamas placóides, também conhecidas como denticulos dérmicos, que são estruturas homólogas aos seus dentes. Consistem em estruturas achatadas e individualmente inseridas na derme. Os denticulos são fixados na derme por fibras de colágeno, atravessam a epiderme e conferem à pele dos elasmobrânquios um aspecto áspero. Através da morfologia dos denticulos dérmicos, podem ser inferidos aspectos ecológicos dos elasmobrânquios tais como o modo de vida, velocidade de natação e bioluminescência, entre outros (Reif, 1985; Raschi, Tabit, 1992; Kemp, 1999; Laranjeira et al., 2015).

Na literatura disponível existem diversos trabalhos com descrições detalhadas dos denticulos dérmicos, porém a identificação de gêneros ou espécies através dessas estruturas ainda é bastante restrita na literatura existente, ainda que estas tenham demonstrado ser uma ferramenta com grande potencial para a identificação tanto de espécies viventes quanto para a identificação em sítios arqueológicos (Gravendeel, Van Neer, Brinkhuizen, 2002; Ankhelyi, Wainwright, Lauder, 2018).

A descrição da morfologia dos denticulos pode ser feita levando em consideração algumas características como o tipo de distribuição, forma, tamanho, número de cúspides, presença, tamanho e forma do pedicelo, presença de cristas e microestruturas (Macías-Cuyare, 2021; Kanagusuku et al., 2021).

A análise da morfologia dos denticulos pode ser utilizada para fazer a diferenciação de famílias ou até mesmo de espécies do mesmo gênero, como ocorre no gênero *Squalus*, onde Viana, Lisher & De Carvalho (2016) fizeram a diferenciação de *S. acutipinnis* de *S. megalops* através de características morfológicas, incluindo o número de cúspides dos denticulos. *S. acanthias* Linnaeus, 1758 possui denticulos dérmicos tricuspídeos, com uma cúspide central maior e duas laterais menores, três cristas e superfície da coroa lisa (Feld et al., 2019). Em *S. blainvillei* (Risso, 1826), por outro lado, os denticulos são muito semelhantes. Em *Squalus megalops* (Macleay, 1881), os espécimes encontrados no Atlântico possuem denticulos com uma única cúspide em forma de adaga, uma crista central muito aparente e superfície da coroa lisa. Nos indivíduos da mesma espécie encontrados no Indo-Pacífico, foi observado que os denticulos dérmicos possuíam uma única cúspide, crista central bastante desenvolvida e superfície da coroa lisa, porém, neste caso os denticulos possuem recortes laterais que fazem com que a forma do denticulo seja, diferente do que foi descrito em *S. megalops* do Atlântico (Muñoz-Chapuli, Ramos, 1989). Através da observação de algumas características morfológicas como o formato do corpo, presença de espinhos nas nadadeiras dorsais e morfologia dos denticulos dérmicos, Sarah

et al., (2018) descreveram duas novas espécies do gênero; *S. margaretsmithae* e *S. mahia*, no Atlântico oriental e Índico ocidental respectivamente. Essas espécies eram frequentemente classificadas como *S. megalops* australianos, porém, Muñoz-Chapuli & Ramos (1989) já haviam detectado diferenças morfológicas nos denticulos dérmicos, o que indicou que na verdade se tratava de um complexo de espécies.

De acordo com Laranjeira et al. (2015), em algumas espécies da família Sphyrnidae, os indivíduos adultos apresentam denticulos dérmicos muito semelhantes a alguns encontrados na família Carcharhinidae. Nesse caso, ambos apresentam denticulos orais com uma única cúspide, uma, duas ou três cristas e com microestruturas que lembram o formato de um favo de mel. Os denticulos corporais são tricuspídeos, com cúspides bastante afiadas, três cristas bem aparentes e microestruturas com o mesmo formato daqueles da boca.

Acredita-se que a morfologia dos denticulos esteja fortemente relacionada com os modos de vida, visto isso, o fato de os dois grupos serem compostos por predadores ativos, que vivem em águas tropicais e temperadas e possuem hábitos de vida semelhantes, estão de acordo com os padrões que foram propostos por Raschi & Tabit (1992). Nesse caso, não é possível fazer a identificação somente através da morfologia do denticulo, sendo assim, para realizar uma identificação precisa, seria necessário fazer a avaliação de outros caracteres morfológicos ou a análise genética (Laranjeira et al., 2015; Feitosa et al., 2018).

A sobre-exploração dos estoques de elasmobrânquios ao longo do tempo, fez com que atualmente estes estejam entre os grupos de vertebrados mais ameaçados de extinção mundialmente (Marino et al., 2018; Muniz, Brugnoli, Venturini & Conde, 2019). Atualmente, 37% dos condrictes do mundo estão na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), sob algum nível de ameaça de extinção. Ainda, 54 espécies de condrictes constam no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. No Rio Grande do Sul, desde a década de 1980, as principais espécies alvo de condrictes em atividades pesqueiras foram a raia viola, *Pseudobatos horkelii* (Muller & Henle, 1841), o cação bico doce, *Galeorhinus galeus* (Linnaeus, 1758), o cação cola fina, *Mustelus schmitti* Springer, 1940, e os cações anjo, *Squatina guggenheim* Marini, 1936 e *Squatina occulta* Vooren & Silva, 1991. Atualmente, essas espécies estão classificadas como "Criticamente em Perigo"- CR, de acordo com os critérios da IUCN, sendo que este é o grau de ameaça mais crítico, prévio à extinção. Ainda, no Brasil essas espécies possuem o estado jurídico de espécie ameaçada de extinção (Vooren & Oddone, 2019).

Características como baixa fecundidade,

crescimento lento e maturidade tardia tornam os elasmobrânquios mais suscetíveis ao declínio populacional devido à sobrepesca (Cortés, 2000). Sendo assim, a exploração não racional de indivíduos imaturos pode acentuar ainda mais esses impactos, sendo um problema sério para a gestão, pois a sobrevivência desses animais ao serem devolvidos ao mar é de grande importância para que possam contribuir para as próximas gerações (Oddone & Vooren, 2005; Oddone, Paesch & Norbis, 2005).

O objetivo deste trabalho foi utilizar fragmentos de pele para análise dos dentículos dérmicos e confirmar se estes podem ser usados como ferramenta na identificação de espécies de Chondrichthyes apreendidos de atividades de pesca ilegal na costa Sul do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Origem dos exemplares e amostragem biológica

Os exemplares analisados neste trabalho são oriundos de apreensões realizadas de atividades ilegais de pesca. As apreensões foram realizadas pelo Comando Ambiental da Brigada Militar (PATRAM) e doadas à FURG através do Projeto de Extensão “Efetivação das normativas de proibição de pesca de espécies de condrictes ameaçados de extinção no Estado do Rio Grande do Sul, através da produção de laudos técnicos de identificação de espécies para o Comando Ambiental da Patrulha Militar”. O projeto foi formalizado em 2017 e visa produzir laudos de identificação de condrictes oriundos de pesca irregular em âmbito municipal. (FURG/PROEX/EXT-109). Os espécimes apreendidos são geralmente submetidos para identificação eviscerados, em forma de carcaça, o que dificulta a sua identificação. Adicionalmente, uma amostra de um indivíduo do gênero *Squatina* (amostra #10) foi coletada pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-Centro Pesquisas Rio Grande – IBAMA e doada ao Laboratório de Pesquisa em Chondrichthyes após análise, em março de 2020. A amostra em questão tratava-se de uma carcaça desprovida de tegumento, exceto um minúsculo resquício de pele, o qual foi submetido a preliminarmente a microscopia óptica, onde foi possível perceber a presença de dentículos dérmicos. Após fazer a análise das imagens obtidas através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), os dentículos dérmicos eram similares aos do gênero *Squatina*, de acordo com de Lima Villod et al. (2021).

As amostragens foram realizadas entre os anos de 2017 e 2020. Durante esse período foram obtidos 12 exemplares, sendo 10 tubarões e duas raias. Os indivíduos analisados estão descritos na Tabela 1. As carcaças foram identificadas no menor nível

taxonômico possível, de acordo com, Vooren et al. (2003). Para cada indivíduo, foram retiradas amostras de 1 x 1 cm de pele da região anterior da inserção da primeira nadadeira dorsal, em concordância com Ankhelyi et al. (2018) e Kanagusuku et al. (2021). Excepcionalmente, uma amostra referente a *Squatina* sp. correspondeu à uma região peitoral. Nesse caso, a amostra foi retirada da inserção anterior da primeira nadadeira peitoral.

Para descrição dos dentículos dérmicos de *Mustelus schmitti* Springer, 1940, foi utilizada uma amostra de neonatos coletados nos descartes dos desembarques pesqueiros da pesca industrial de da cidade do Rio Grande, em duas oportunidades: 28/01/2014 e 11/02/2014. Os espécimes são provenientes de viagens de pesca de arrasto de fundo (arrasto parelha). A área de pesca onde estes espécimes foram capturados esteve situada entre o farol do Chui 33°44'S e o farol Sarita 32°37'S, em uma profundidade entre 13 e 30 m. Os espécimes foram levados ao laboratório para fixação em formol 10% e posteriormente preservados em álcool 70% e encontram-se tombados na Coleção de Chondrichthyes do Instituto de Ciências Biológicas - ICB, no Laboratório de Morfologia 2 – FURG. sob o número de lote CC00320.

Preparação das amostras para processamento no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

A preparação das amostras para o processamento em MEV consistiu em duas etapas: desidratação e a metalização, respectivamente. Para isso, as amostras foram colocadas em soluções de etanol (50%, 60%, 70%, 80%, 90% 95% e 100%) em intervalos de cada 12 horas, exceto 100% etanol, que teve duração de 8 horas. Após isso, as amostras de pele foram colocadas em um banho de etanol 95% em ultrassônica UNIQUE 1400 por três minutos, e o processo repetido mais três vezes. A seguir as amostras foram lavadas com etanol e colocadas em um dessecador BIOPAR S205SD a 48 °C durante cinco dias (Macías-Cuyare & Oddone, 2022).

Após isso as amostras foram pulverizadas com ouro e carbono utilizando o Denton Vacuum Desk V durante 5 min. A obtenção das imagens do MEV foi realizada em um Jeol, JSM – 6610LV, com microsonda de EDS, em modo de alto e baixo vácuo, no Centro de Microscopia Eletrônica do Sul (CEME-SUL) da FURG. A metodologia utilizada foi de acordo com Ferrón et al. (2018) e Feld et al. (2019).

Descrição morfológica dos dentículos dérmicos

Os dentículos foram micrografados de acordo com a sua posição natural e original do tegumento, ou seja, não foram extraídos dentículos individuais. Portanto, a descrição dos dentículos refere-se exclusivamente à morfologia da coroa. Para a

descrição dos denticulos foram consideradas as seguintes características qualitativas e quantitativas: tipo de distribuição do denticulo (sobreposto, adjacente ou separado), forma da coroa número de cúspides laterais (uma ou duas), média de tamanho (comprimento e largura da coroa) e coeficiente de variação, presença e número de cristas na coroa e a presença de microestruturas (Macías-Cuyare, 2021; Kanagusuku et al., 2021).

Análise morfométrica dos denticulos dérmicos

Para determinar o comprimento (CD) e largura (LD) dos denticulos dérmicos, assim como calcular a densidade foi utilizado o software ImageJ 1.53K. A largura e o comprimento dos denticulos foram determinados em milímetros, já a densidade foi determinada em mm². De acordo com Gilligan & Otway (2011), a comparação entre o tamanho do denticulo associado com as características morfológicas fornece uma abordagem eficaz à identificação de espécies. O cálculo da média aritmética (MA) e desvio padrão (DP) foi feito utilizando o software R Core Team (2021). Em todos os casos, as variáveis foram descritas em termos de amplitude, MA e DP (como MA±DP), junto do número amostral (n) (Sokal & Rohlf, 1998). Foi também calculado o coeficiente de variação (CV). Observou-se que o grau de imbricação dos denticulos dérmicos variou consideravelmente entre os exemplares analisados, como consequência da variação na densidade de denticulos dérmicos por área. Por este motivo, em espécimes que apresentavam um alto número de denticulos dérmicos por área, devido à intensa imbricação, não foi possível realizar a medição do CD dos denticulos dérmicos. Nesses casos, isto foi informado na descrição morfométrica. A confirmação da identificação dos gêneros e espécies através dos denticulos dérmicos foi realizada através da comparação com espécimes já descritos e identificados em nível de espécie, presentes na Coleção de Chondrichthyes do ICB (Laboratório de Morfologia II, Pesquisa em Chondrichthyes), na FURG ou de referências formalmente publicadas na literatura. Em alguns casos, os indivíduos estavam eviscerados e sem cabeça, no entanto, foi possível fazer a identificação pelo menos ao nível de ordem através da observação de caracteres externos, como o espinho na nadadeira dorsal do gênero *Squalus* ou o formato achatado do corpo da ordem Squatiniformes.

RESULTADOS

Descrição dos denticulos dérmicos por táxon

Ordem Carcharhiniformes

Família Sphyrnidae

Gênero *Sphyrna* Rafinesque, 1810

Sphyrna sp.: Denticulos dérmicos com formato orbicular, bordas lisas, pentacuspídeos com uma cúspide central maior e duas laterais em cada lado (Fig. 1a). As cúspides mais externas são muito pequenas e em alguns casos não são aparentes. Três cristas, uma central maior e duas menores que ficam adjacentes à central. As cristas se estendem até as cúspides. Microestruturas evidentes em forma de hexágono (Fig. 1b). Não foi possível medir o CD devido ao grau de imbricação. A LD variou entre 0,165 e 0,144 mm (MA=0,147 ±0,048 mm, n=20) e o CV foi de 8,17% (Tabela 2). A densidade foi de 114 denticulos por mm² (Fig.1c).

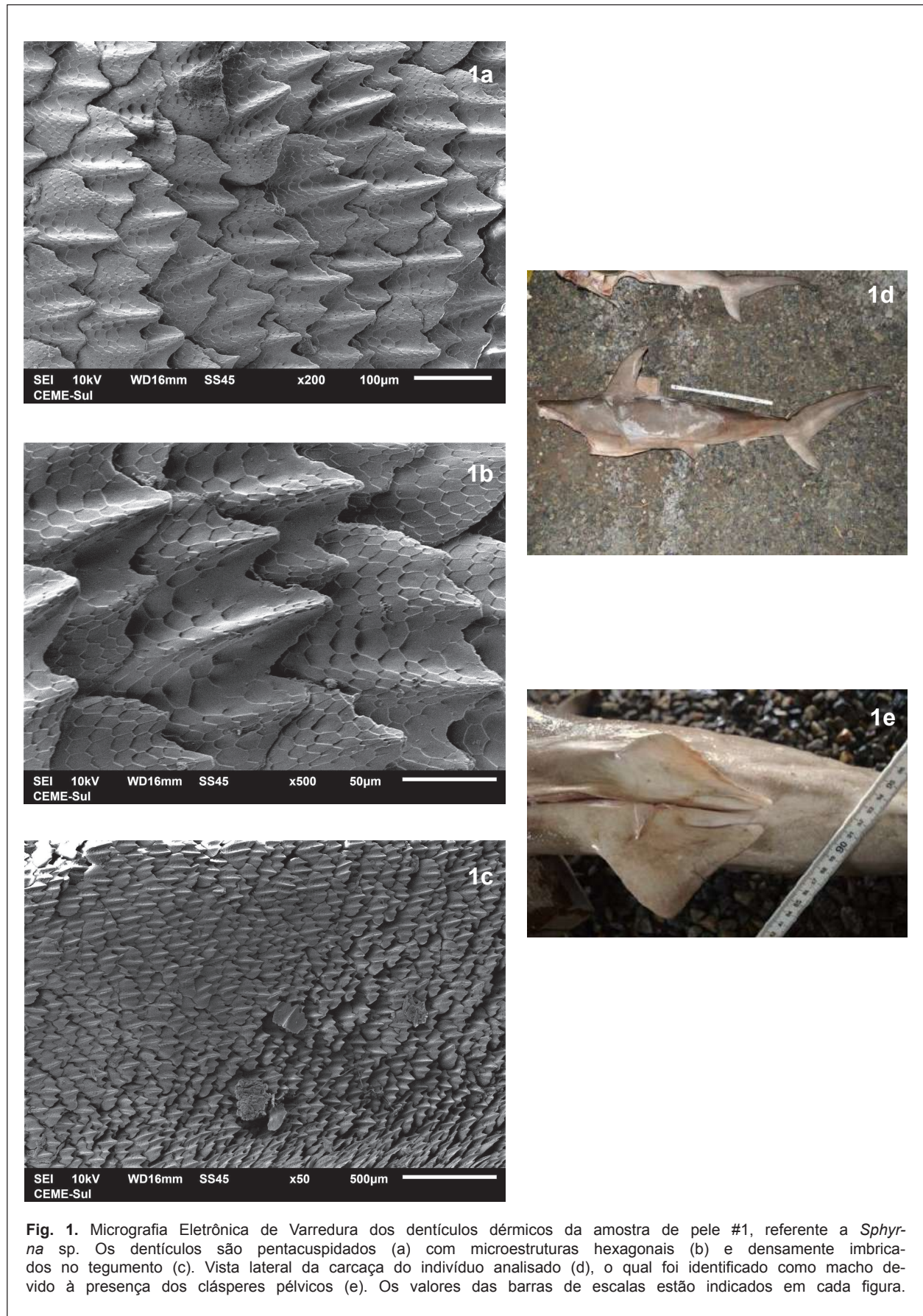
Sphyrna sp.: Denticulos dérmicos com bordas lisas, pentacuspídeos, sendo que a cúspide central é a maior e as mais externas são as menores (Fig. 2a). Cinco cristas que se estendem até a extremidade das cúspides, o padrão de tamanho das cristas é o mesmo observado nas cúspides. Presença de microestruturas em forma de hexágono, (Fig. 2b). Não foi possível medir o comprimento devido ao grau de imbricação dos denticulos (Fig. 2c). A LD variou entre 0,299 e 0,234 mm (MA=0,277±0,021mm, n=20) e o CV foi de 9,25% (Tabela 2). A densidade observada foi de 95 denticulos por mm² (Fig. 2c).

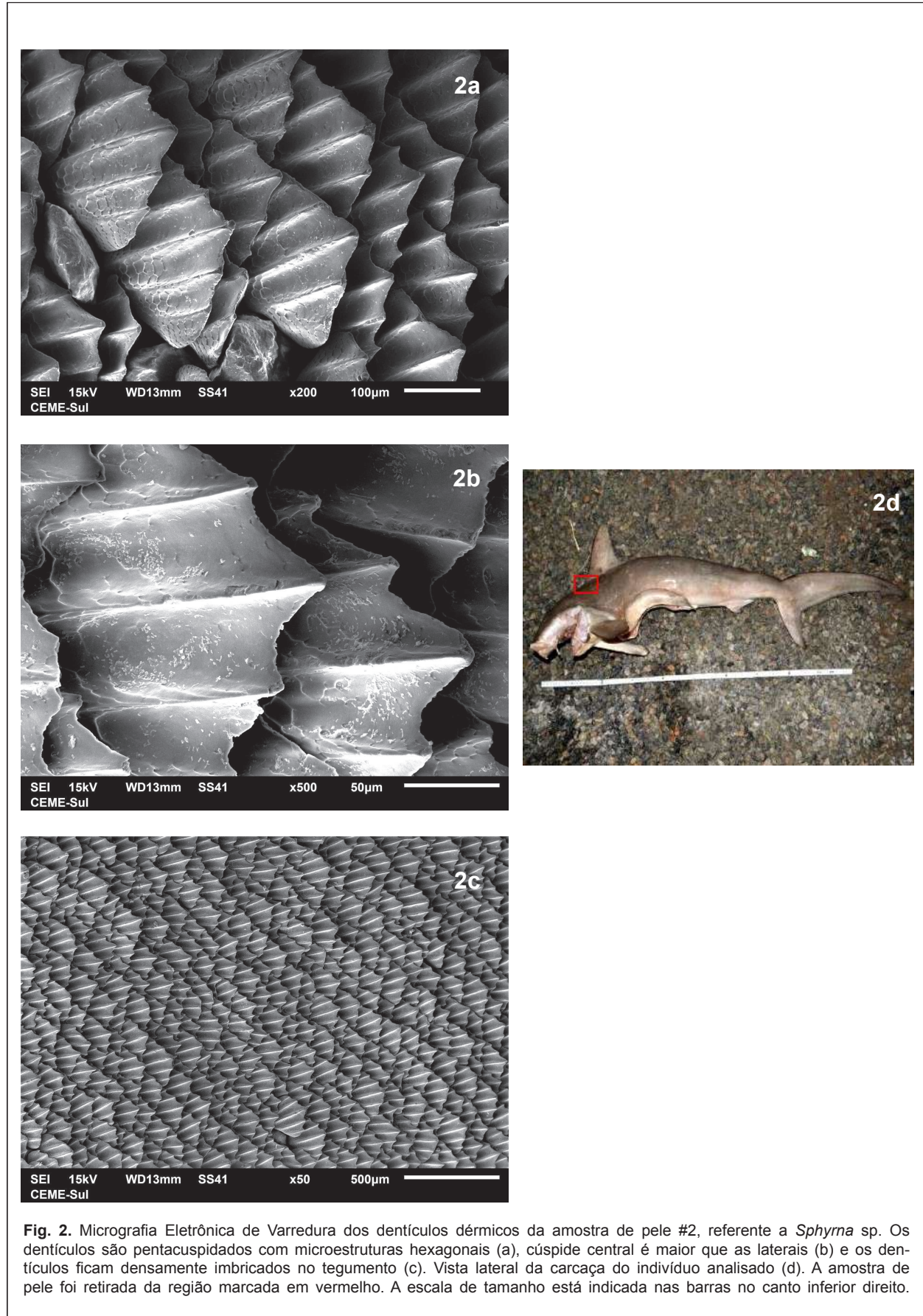
Amostra #3, *Sphyrna* sp.: Denticulos dérmicos com bordas lisas, tricuspídeos, com cúspides afiadas e a cúspide central é maior que as laterais (Fig. 3a). Três cristas que se estendem até as extremidades das cúspides, sendo que a crista central é maior que as laterais. Microestruturas muito sutis e limitadas à base da coroa (Fig. 3b). Não foi possível medir o comprimento devido ao grau de imbricação dos denticulos (Fig. 3c). A LD variou entre 0,219 e 0,272 mm (MA=0,248± 0,015mm, n=20) e o CV foi de 6,04% (Tabela 2). A densidade foi de 42 denticulos mm² (Fig. 3c).

Família Triakidae

Gênero *Mustelus* Linck, 1790

Mustelus schmitti Springer, 1940: Denticulos dérmicos com formato elíptico, bordas lisas, unicuspidados com uma cúspide alongada e afiada (Fig. 4a). Presença de microestruturas com aspecto de círculos irregulares sobrepostos, que partem da base e se estendem até quase a metade da coroa e duas cristas muito aparentes (uma esquerda e uma direita), situadas lateralmente à cúspide (Fig. 4b). O CD variou entre 0,320 e 0,273mm (MA=0,298 ± 0,013mm, n=20) e o CV foi de 4,36%. A LD variou entre 0,170 e 0,149 mm (MA=0,157 ± 0,05mm, n=20) e o CV foi de 31,84% (Tabela 2). A densidade foi de 16 denticulos por mm², não havendo sobreposição dos mesmos, motivo pelo qual o subjacente a eles é visível (Fig. 4c).





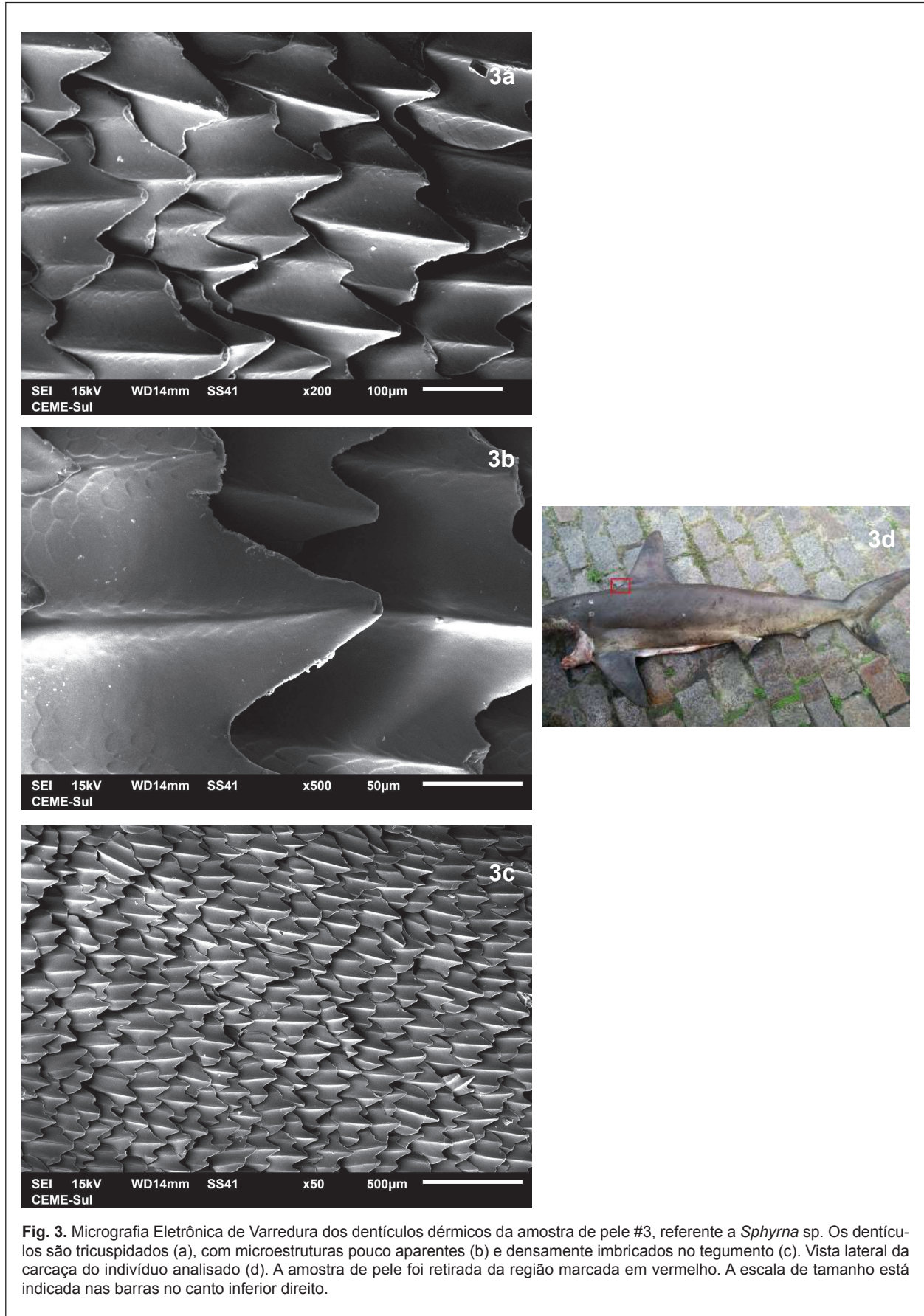


Tabela 1. Amostras analisadas organizadas taxonomicamente até o menor nível possível a partir da ordem. A nomenclatura utilizada está de acordo com Compagno (2005), exceto para Rajiformes, para os quais foram utilizadas a classificação de Last et al (2016). O sexo está indicado como machos (M), fêmeas (F) ou como não identificado (-). As amostras foram retiradas da região anterior da inserção da primeira nadadeira dorsal (IND) e uma amostra foi retirada da inserção anterior da nadadeira peitoral (INP). A amostra #10 corresponde a uma região desconhecida.

Subclasse Elasmobranchii

Ordem	Família	Gênero	Espécie	N° da amostra	Sexo	Tamanho	Região da amostra
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	<i>Sphyrna</i>	sp.	#01	M	56 mm	IND
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	<i>Sphyrna</i>	sp.	#02	-	-	ND
Carcharhiniformes	Sphyrnidae	<i>Sphyrna</i>	sp.	#03	-	-	IND
Carcharhiniformes	Triakidae	<i>Mustelus</i>	<i>schmitti</i>	#04F	-	-	ND
Squaliformes	Squalidae	<i>Squalus</i>	<i>megalops</i>	#05	-	-	IND
Squaliformes	Squalidae	<i>Squalus</i>	<i>megalops</i>	#06	-	-	ND
Squatiformes	Squatinae	<i>Squatina</i>	sp.	#07	-	-	IND
Squatiformes	Squatinae	<i>Squatina</i>	sp.	#08	-	-	INP
Squatiformes	Squatinae	<i>Squatina</i>	sp.	#9	-	-	ND
Squatiformes	Squatinae	<i>Squatina</i>	sp.	#10	-	-	-
Myliobatiformes	Myliobatidae	<i>Myliobatis</i>	sp.	#11	-	-	IND
Rajiformes	Arhynchobatidae	<i>Atlantoraja</i>	<i>castelanaui</i>	#12	-	-	IND

Ordem Squaliformes

Família Squalidae

Gênero *Squalus* (Linnaeus, 1758)

Squalus megalops: Denticulos dérmicos com formato ovalado, bordas lisas, unicuspidados, uma crista direita e uma esquerda, ambas pequenas, uma crista média, pode haver um sulco ao longo da crista média (Fig. 5a). Microestruturas ausentes, mas há presença de listras irregulares que percorrem o denticulo dérmico ao longo do seu eixo crânio-caudal (Fig. 5b). Não foi possível medir o comprimento devido ao grau de imbricação dos denticulos (Fig. 5c). A LD variou entre 0,409 e 0,313 mm (MA=0,366±0,027 mm, n=20) e o CV foi de 7,37% (Tabela 2). A densidade observada foi de 11 denticulos por mm² de superfície (Fig. 5c).

Squalus megalops.: Denticulos dérmicos com coroa e bordas lisas, tricuspidados com a cúspide central maior em relação às laterais, duas cristas direitas, uma crista média e duas cristas esquerdas (Fig. 6a). As cristas das extremidades são discretas em relação à central. Algumas regiões apresentaram espaços sem denticulos (Fig. 6b). O CD variou entre 0,382 e 0,28 mm (MA= 0,326±0,044 (n=20) e o CV foi de 13,77%. A LD variou entre 0,398 e 0,240 mm (MA= 0,312± 0,052 mm, n=20) e o CV foi de 16,66% (Tabela 2). A densidade foi de 17 denticulos por mm² de superfície (Fig. 6b).

Ordem Squatiniformes

Família Squatinidae

Gênero *Squatina* Dumeril, 1806

Squatina sp.: Denticulos dérmicos com formato oval, base larga, superfície lisa, bordas serradas, unicuspidados, uma crista central grande com formato oblongo que se estende até a extremidade da cúspide (Fig. 7a). O CD variou entre 0,609 e 0,361 mm (MA= 0,501±0,086 mm, n=12) e o CV foi de 17,16%. A LD variou entre 0,424 e 0,222 mm (MA= 0,320± 0,066 mm, n=12) e o CV foi de 20,62% (Tabela 2). A densidade foi de aproximadamente três denticulos por mm², não havendo sobreposição dos mesmos, motivo pelo qual o subjacente a eles é visível (Fig. 7b).

Amostra #8, *Squatina* sp.: Denticulos dérmicos com formato oval, base larga, superfície lisa, bordas serradas, unicuspidados, uma crista central grande com formato oblongo que se estende até a extremidade da cúspide sendo que a crista possui um sulco central (Fig. 8a). O CD variou entre 0,622 e 0,412 mm (MA=0,498± 0,059, n=13) e o CV foi de 11,84%. A LD variou entre 0,466 e 0,264 mm (MA= 0,338±0,059 mm, n=13) e o CV foi de 17,45% (Tabela 2). A densidade foi de 4 denticulos por mm² não havendo sobreposição dos mesmos, motivo pelo qual o subjacente a eles é visível (Fig. 8b).

Squatina sp.: Denticulos dérmicos robustos com formato oval, base larga, superfície lisa, bordas serreadas, unicuspidados (Fig. 9a). Possui uma crista central grande com formato oblongo e superfície plana, que se estende até a extremidade da cúspide, a qual não se destaca de modo conspicuo do tegumento subjacente, estando em contato com ele praticamente em toda sua extensão, com exceção do extremo distal. (Fig. 9b). O CD variou entre 0,584 e 0,366 mm (MA=0,467±0,069 mm, n=10) e o CV foi de 14,77%. A LD variou entre 0,330 e 0,225 mm (MA= 0,276±0,035 mm, n=10) e o CV foi de 12,68% (Tabela 2). A densidade foi de 3 denticulos por mm² não havendo sobreposição dos mesmos, motivo pelo qual o subjacente a eles é visível. As cúspides dos denticulos dérmicos estão orientadas na mesma direção, porém em ângulos diferentes (Fig. 9c).

Squatina sp.: Denticulos dérmicos ovais, com bordas lisas e unicuspidados, sendo que a cúspide possui uma ponta não muito afiada (Fig. 10a). Não há cristas na coroa, que possui pequenas ranhuras (Fig. 10b). O CD variou entre 0,217 e 0,167 mm (MA= 0,190±0,015 mm, n=20) e o CV foi de 7,89%. A LD variou entre 0,160 e 0,93 mm (MA=0,130±0,016 mm, n=20) e o CV foi de 12,30% (Tabela 2). A densidade foi de 102 denticulos por mm² (Fig. 10c).

Ordem Myliobatiformes

Família Myliobatidae

Gênero *Myliobatis* Cuvier, 1817

Myliobatis sp.: A amostra apresentou um tegumento liso, sem denticulos dérmicos, tanto em baixa magnificação quanto em alta (Fig. 11 a,b)

Ordem Rajiformes

Família Arhynchobatidae

Gênero *Atlantoraja* Menni, 1972

Atlantoraja castelnaui (Ribeiro, 1907):

Denticulos dérmicos em forma de cone, com bordas lisas e pontas arredondadas (Fig. 12a). Os denticulos ficam salientes em regiões mais espessas do tegumento (Fig. 12a). O extremo distal da coroa aponta para a lateral do corpo, a diferença dos casos anteriores, onde a ponta mais pronunciadamente para a região caudal. Neste caso, as medidas de CD e LD foram feitas levando em consideração a parte cônica do denticulo. O CD variou entre 0,274 e 0,185 mm (MA=0,240±0,043 mm, n=5) e o CV foi de 17,91%. A LD variou entre 0,162 e 0,114 mm (MA=0,136±0,036 mm, n=5) e o CV foi de 16,91% (Tabela 2). A densidade de denticulos foi < 1 denticulo por mm² (Fig. 12b).

DISCUSSÃO

As amostras de pele identificadas neste trabalho

corresponderam a cinco ordens de tubarões e raias, Carcharhiniformes, Squaliformes, Squatiniformes, Myliobatiformes e Rajiformes. No caso de uma amostra de Squatiniformes, a qual já estava processada para consumo, em forma de filé de peixe, a ordem, gênero e espécie, foram inferidas através da morfologia dos denticulos dérmicos. Nos casos restantes, a observação externa permitiu a determinação da ordem e ou da família. A morfologia dos denticulos dérmicos será discutida por ordem taxonômica.

Ordem Carcharhiniformes

Família Sphyrnidae

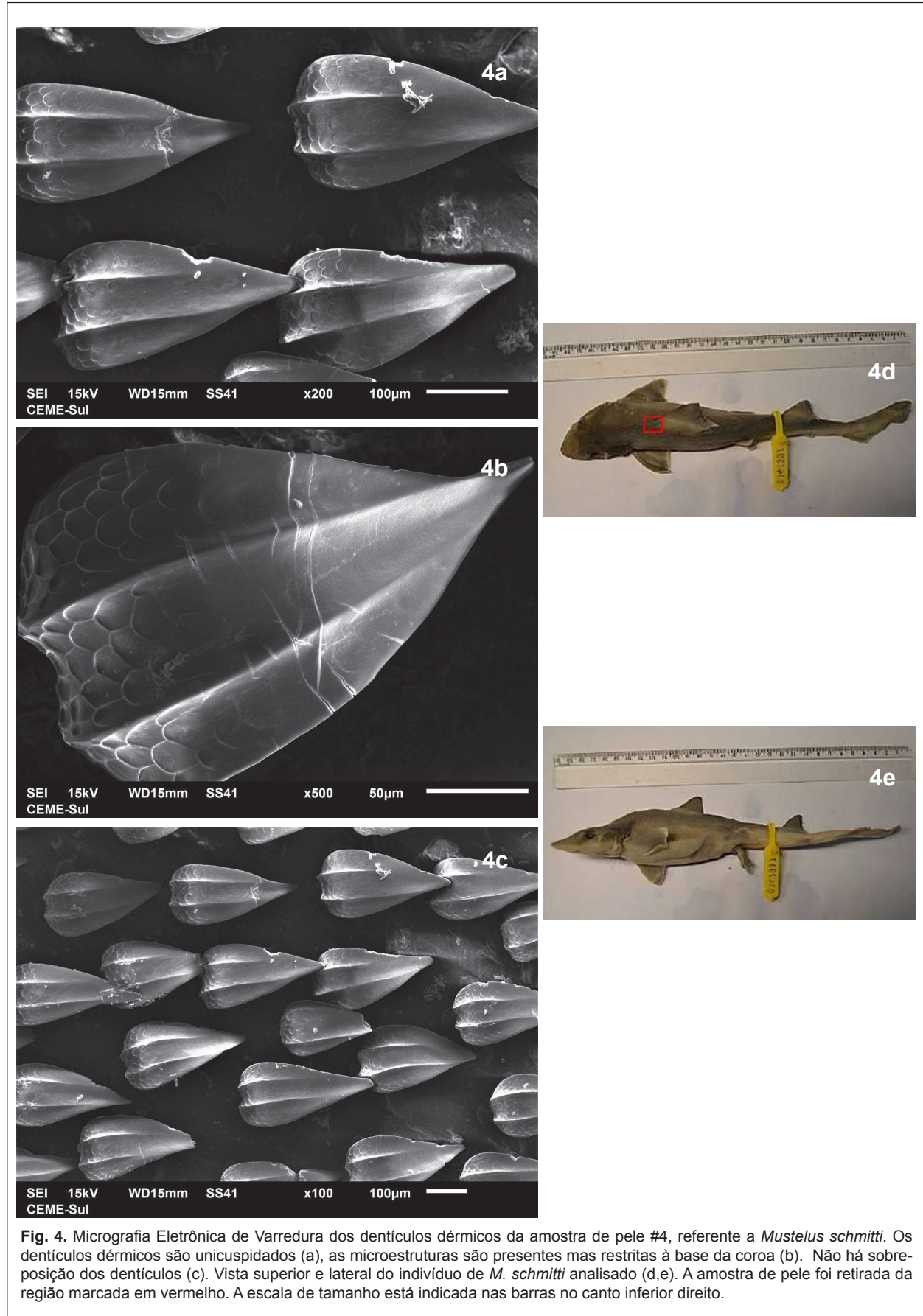
Nas amostras #1, #2 e #3, correspondentes ao gênero *Sphyrna*, é possível perceber características morfológicas semelhantes mesmo quando a forma geral do denticulo é diferente. As cúspides afiadas e a presença de microestruturas hexagonais caracterizam os denticulos dérmicos desse gênero (Mello, 2011). A morfologia dos denticulos tem sido frequentemente associada aos hábitos de vida do indivíduo (Reif, 1985), porém, de acordo com Mello (2011), as microestruturas podem ser uma característica derivada e provavelmente evoluíram para aumentar a hidrodinâmica. No caso dos tubarões-martelo, onde os indivíduos são predadores ativos e realizam grandes migrações, as microestruturas podem ser especialmente úteis para aumentar a eficiência natatória. (Santos & Coelho, 2018; Ebert, Dando & Fowler, 2021). Visto isso, os denticulos dérmicos correspondem com a terminologia de Reif (1985).

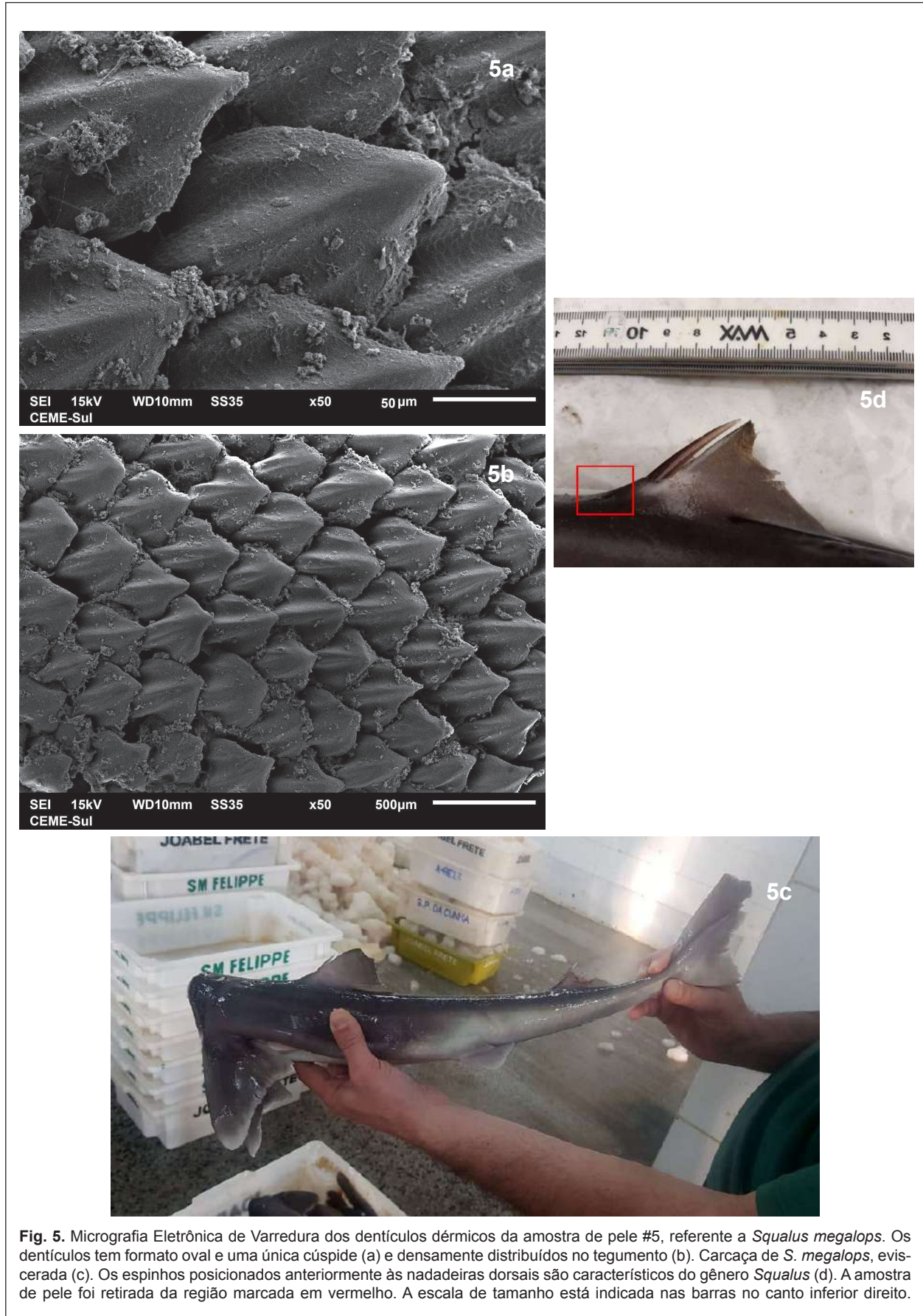
Características dos denticulos dérmicos tais como microestruturas, presença de cristas e cúspides, podem ser homoplásticas entre os grupos e podem dizer respeito aos hábitos de vida dos indivíduos (Compagno, 1990; Mello, 2011). As microestruturas são uma característica plesiomórfica dos Carcharhiniformes (Mello, 2011) e, espécies de natação rápida possuem uma maior densidade de denticulos, porém, estes são mais leves (Raschi & Tabit, 1992).

O tubarão-anequim, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, ordem Lamniformes, é uma espécie pelágica de natação rápida e que possui distribuição generalizada ao longo dos oceanos (Ebert, Dando & Fowler, 2021). Nessa espécie, os denticulos são tricuspidados, com três cristas não muito aparentes e coroa lisa (Patricia et al., 2019). O fato de o tubarão-anequim possuir hábitos de vida similar aos dos tubarões-martelo, e a estrutura morfológica dos denticulos ser muito semelhante, exceto pela presença de microestruturas, corrobora a ideia de que a forma dos denticulos está altamente ligada aos hábitos de vida dos indivíduos e podem ter desenvolvido sua forma por homoplasia nos diferentes grupos (Mello, 2011).

Família Triakidae

Referente a *Mustelus schmitti* Springer, 1940, os





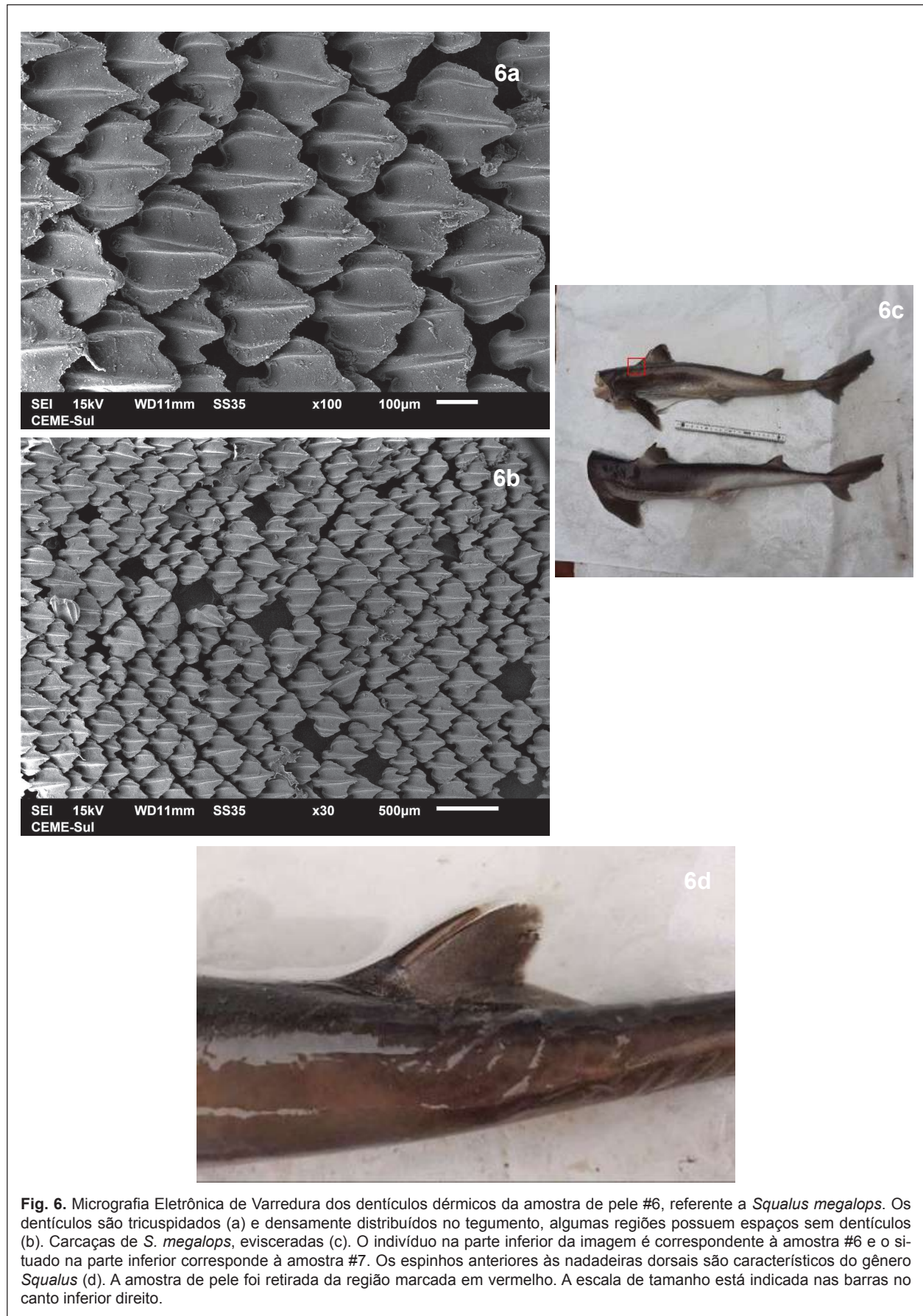


Fig. 6. Micrografia Eletrônica de Varredura dos denticulos dérmicos da amostra de pele #6, referente a *Squalus megalops*. Os denticulos são tricuspídeos (a) e densamente distribuídos no tegumento, algumas regiões possuem espaços sem denticulos (b). Carcaças de *S. megalops*, evisceradas (c). O indivíduo na parte inferior da imagem é correspondente à amostra #6 e o situado na parte inferior corresponde à amostra #7. Os espinhos anteriores às nadadeiras dorsais são característicos do gênero *Squalus* (d). A amostra de pele foi retirada da região marcada em vermelho. A escala de tamanho está indicada nas barras no canto inferior direito.

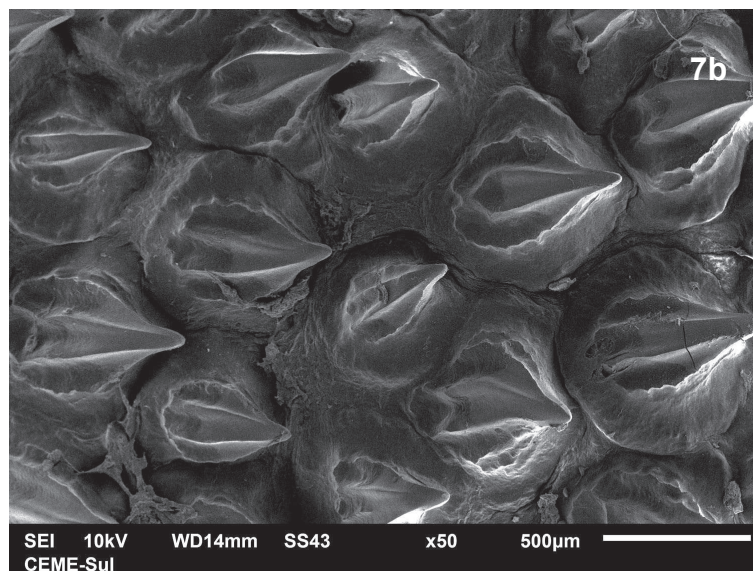
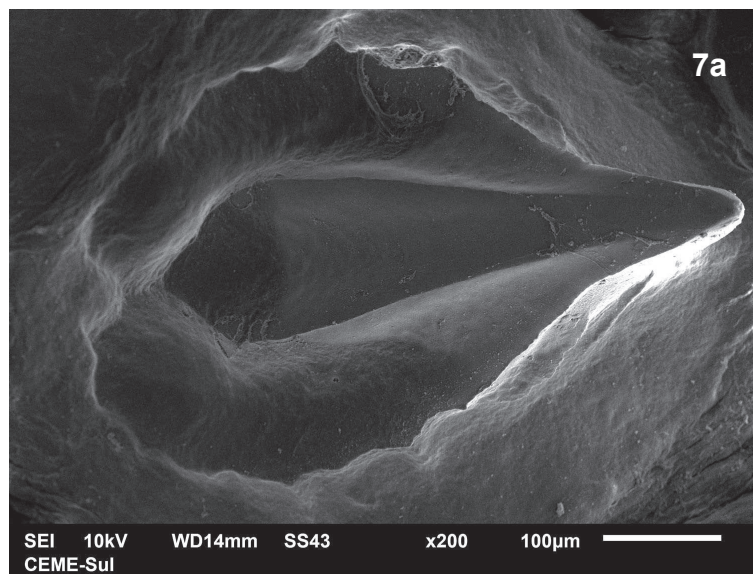


Fig. 7. Micrografia Eletrônica de Varredura dos dentículos dérmicos da amostra de pele #7, referente a *Squatina* sp. Os dentículos dérmicos possuem uma cúspide e uma crista larga que se estende até a extremidade da cúspide (a), não há sobreposição dos dentículos (b). Carcaças de indivíduos do gênero *Squatina* eviscerados (c,d). A escala de tamanho está indicada nas barras no canto inferior direito.

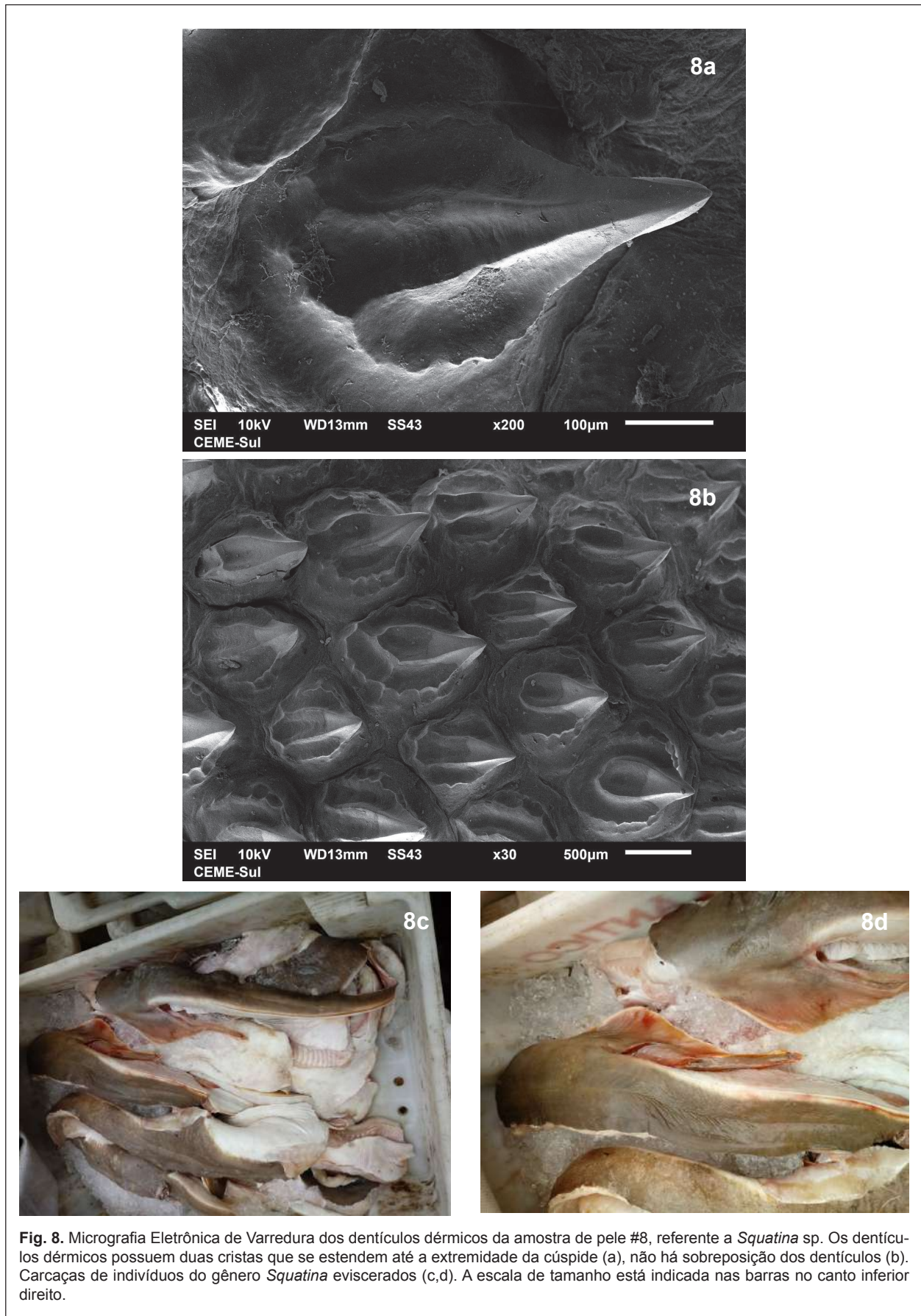
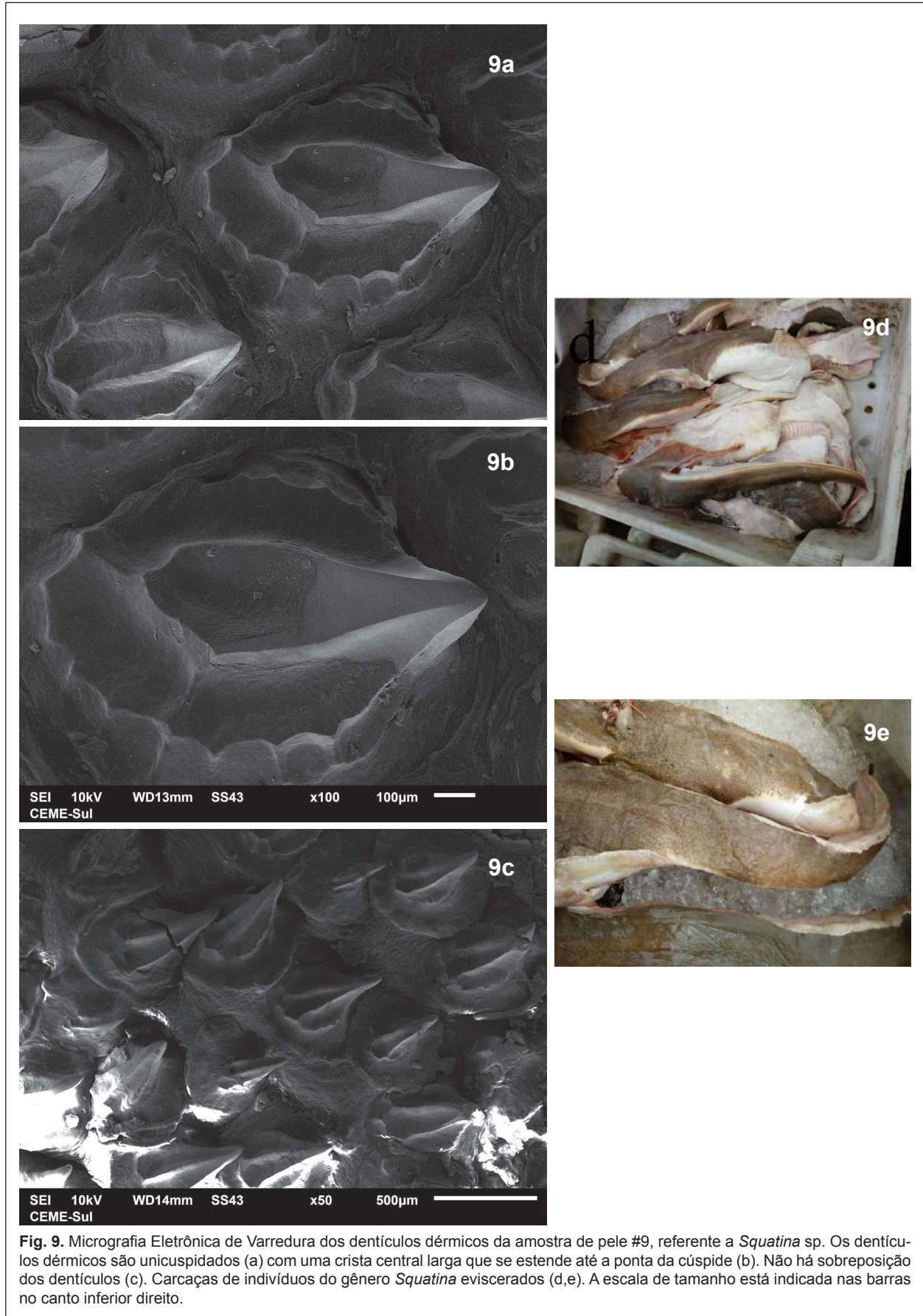
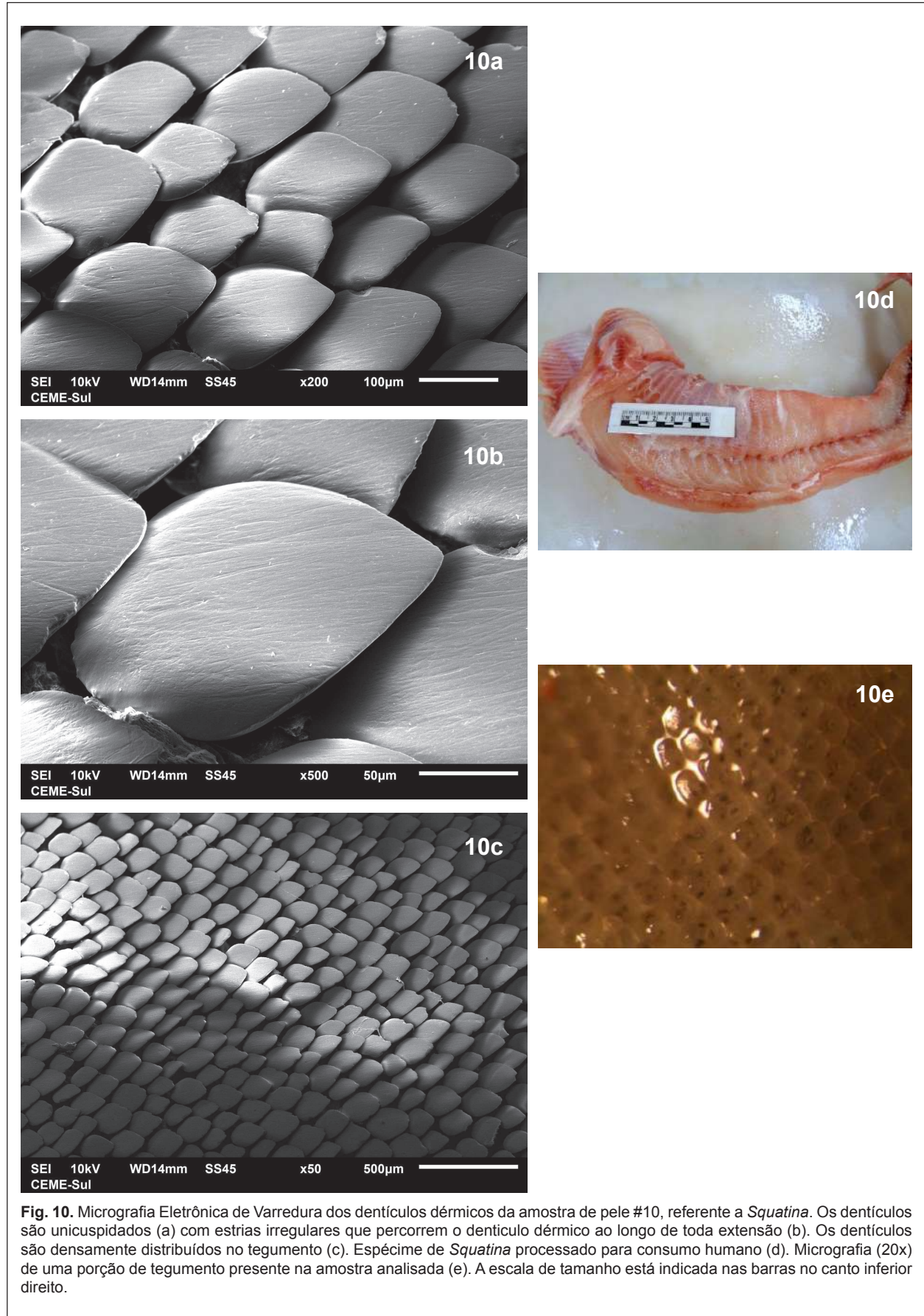


Fig. 8. Micrografia Eletrônica de Varredura dos denticulos dérmicos da amostra de pele #8, referente a *Squatina* sp. Os denticulos dérmicos possuem duas cristas que se estendem até a extremidade da cúspide (a), não há sobreposição dos denticulos (b). Carcaças de indivíduos do gênero *Squatina* eviscerados (c,d). A escala de tamanho está indicada nas barras no canto inferior direito.





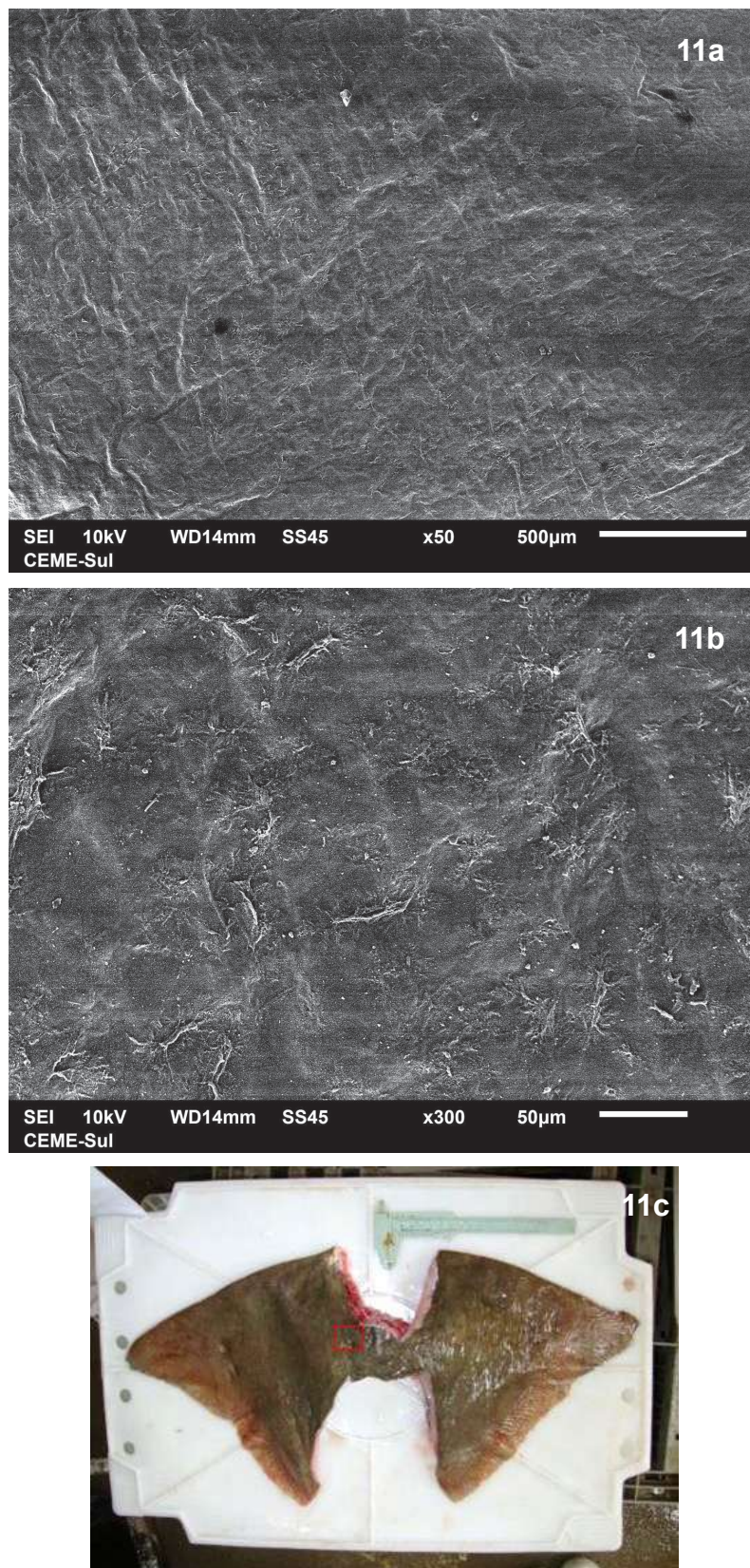


Fig. 11. Micrografia Eletrônica de Varredura da amostra de pele#11, referente a *Myliobatis* sp., extraída da região dorsal. Não há dentículos dérmicos no tegumento (a,b). A amostra de pele foi retirada da região marcada em vermelho (c). A escala de tamanho está indicada nas barras no canto inferior direito.

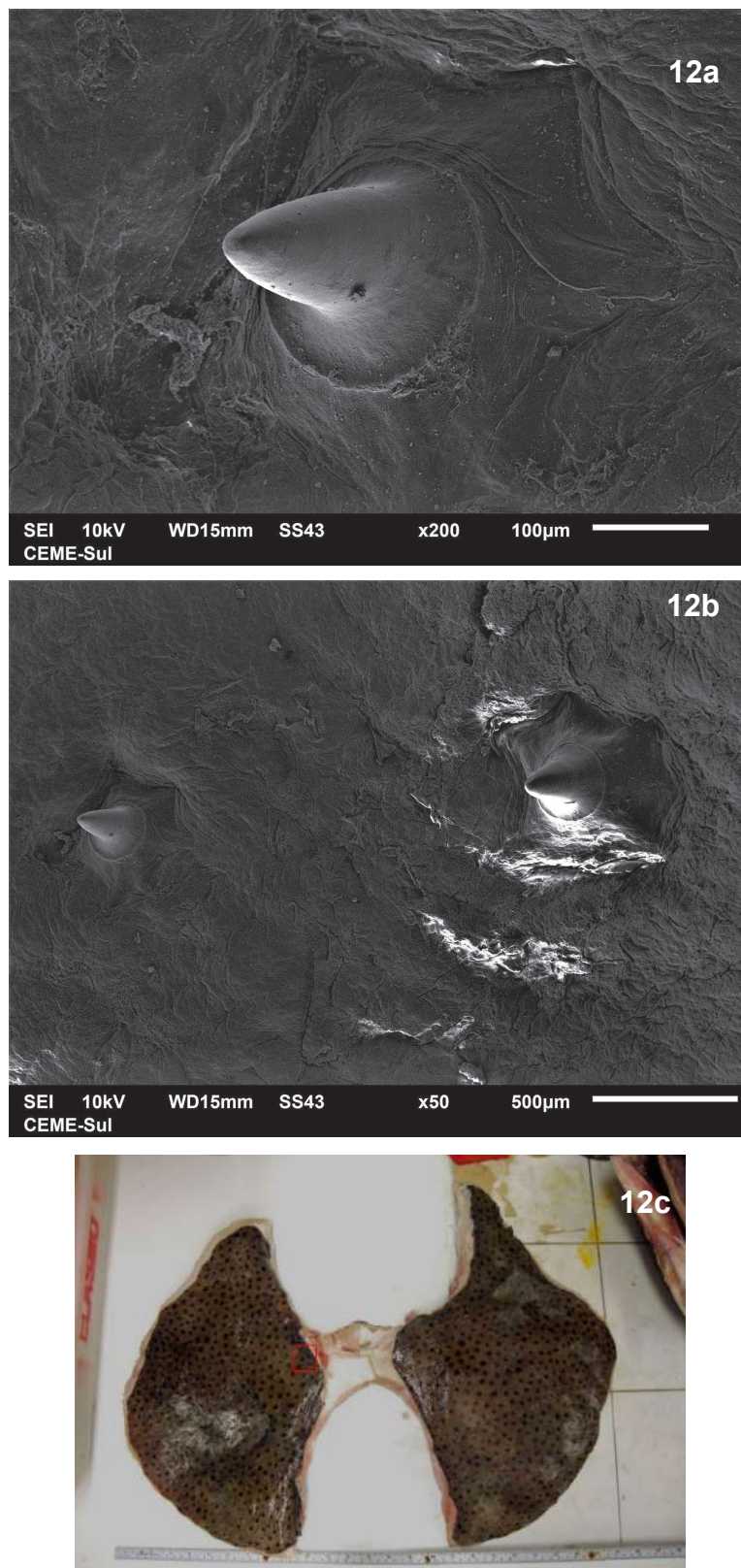


Fig. 12. Micrografia Eletrônica de Varredura dos denticulos dérmicos da amostra de pele #12, referente a *Atlantraja castelnaui*. Os denticulos possuem forma formato de cone e são inseridos em porções modificadas do tegumento (a). Não há sobreposição dos denticulos (b). Carcaça de *A. castelnaui* eviscerada com a região cranial voltada para cima (c). A amostra de pele foi retirada da região marcada em vermelho. A escala de tamanho está indicada nas barras no canto inferior direito.

Tabela 2. Estatística descritiva relativa as variáveis morfométricas obtidas dos dentículos dérmicos de espécies de tubarões e raias apreendidos de atividades ilegais de pesca no período entre 2018 e 2020. O comprimento médio dos dentículos (CMD) e a largura média dos dentículos (LMD) estão expressos em média e desvio padrão (MA±DP) e número amostral (n) referente aos dentículos dérmicos analisados.

Família	Amostra	Espécie	Ano	CMD (mm)	LMD (mm)	n
Sphyrnidae	#1	<i>Sphyrna</i> sp.	2018	-	0,147 ± 0,048	20
Sphyrnidae	#2	<i>Sphyrna</i> sp.	2018	-	0,277± 0,021	20
Sphyrnidae	#3	<i>Sphyrna</i> sp.	2018	-	0,248± 0,015	20
Triakidae	#4	<i>M. schmitti</i> .	2020	0,273± 0,013	0,157± 0,05	20
Squalidae	#5	<i>S. megalops</i>	2020	-	0,366± 0,027	20
Squalidae	#6	<i>S. megalops</i>	2018	0,326± 0,044	0,312± 0,052	20
Squatinae	#7	sp.	2018	0,501± 0,086	0,320± 0,066	12
Squatinae	#8	sp.	2018	0,498± 0,059	0,338± 0,059	12
Squatinae	#9	sp.	2018	0,467± 0,069	0,276± 0,035	10
Squatinae	#10	sp.	2018	0,190± 0,015	0,130± 0,016	20
Myliobatidae	#11	<i>Myliobatis</i> sp.	-----	-	-	-
Arhynchobatidae	#12	<i>A. castelnaui</i>	2018	0,240± 0,043	0,136± 0,036	5

dentículos possuem duas cristas e microestruturas hexagonais bem aparentes. A descrição das amostras de *M. schmitti* foi semelhante a descrição feita por Heemstra (1997). No gênero *Mustelus*, a identificação de espécies muitas vezes é dificultada devido às semelhanças morfológicas encontradas entre as espécies, o que também pode ocorrer no caso dos dentículos dérmicos (Marino et al., 2018). No entanto, de acordo com Marino et al., (2018), os dentículos dérmicos foram a característica morfológica mais confiável para fazer a identificação de *M. mustelus* e *M. punctulatus*. Em *M. mustelus*, os dentículos possuem coroas lisas, lanceoladas, levemente tricuspíadas e cristas longitudinais salientes que se estendem ao longo de toda coroa. Da mesma forma a coroa de *M. punctulatus*, porém com pontas suaves, pequenas cristas que, quando presentes, estendem-se no máximo até a metade do comprimento da coroa (Marino et al., 2018).

Ainda que possuam diferenças, é possível perceber semelhanças entre os dentículos do gênero. A maioria dos dentículos possuem uma única cúspide, podendo em alguns casos serem tricuspíados. No entanto, as cúspides laterais sempre são muito menores que as centrais.

Ordem Squaliformes

Família Squalidae

Na amostra referente a *S. megalops*, houve diferenças acentuadas entre os indivíduos. Na amostra #5 os dentículos possuem uma única cúspide com uma crista central proeminente. Já na amostra #6 os dentículos são tricuspíados com três cristas

delgadas. No gênero *Squalus* a identificação pode ser dificultada devido à semelhanças compartilhadas entre as espécies ou até por algumas espécies estarem contidas como variações dentro de uma mesma espécie (Sarah, Lisher & De Carvalho, 2018). Além disso, a morfologia dos dentículos dérmicos além de variar de acordo com a região do corpo, também pode variar de acordo com a idade e o sexo do indivíduo (Feld et al., 2019). Ebert et al. (2010) realizaram uma reavaliação taxonômica do gênero *Squalus* e, através de análises morfológicas e moleculares revelaram que a espécie *Squalus suckleyi* (Girard, 1854) não estava extinta, mas mascarada entre as variações intraespecíficas de *S. acanthias*. Portanto, a identificação levando em consideração apenas a morfologia dos dentículos pode não ser suficiente. Sendo assim, seriam necessárias mais informações, como por exemplo marcadores moleculares ou outras características morfológicas para realizar uma classificação precisa (Marino et al., 2018).

Ordem Squatiniformes

Família Squatinidae

No gênero *Squatina*, cujas espécies são conhecidas popularmente como cações anjo, através do padrão da morfologia dos dentículos foi possível a identificação até o nível de gênero. Os dentículos da região dorsal no gênero *Squatina* possuem um aspecto robusto, com bordas serrilhadas e uma base muito larga (Vaz & De Carvalho, 2013; De Lima Viliod et al., 2021). Vaz & De Carvalho (2013), descreveram diferenças nos padrões de organização, tamanho e

distribuição dos dentículos dérmicos da região cranial entre as espécies *S. argentina*, *S. guggenheim* e *S. occulta*, sendo que anteriormente essas espécies estavam em sinonímia (Vaz & De Carvalho, 2013). Isso corrobora a hipótese de que, ainda que a morfologia do dentículo possa variar de acordo com a região do corpo, sexo e idade dos indivíduos, quando comparados da maneira correta, ou seja, comparando indivíduos de idade e sexo similares e levando em consideração a região do corpo, os dentículos dérmicos apresentam diferenças interespecíficas e podem ser uma importante ferramenta taxonômica.

Ordem Myliobatiformes

Myliobatis sp. não apresentou dentículos dérmicos. A literatura disponível sobre a estrutura tegumentar de Myliobatiformes é muito restrita. Portanto, não foi possível fazer a comparação com outras amostras do gênero *Myliobatis*. Algumas famílias da ordem Myliobatiformes, como a família Dasyatidae, por exemplo, possuem dentículos dérmicos e estes são sexualmente dimórficos. Neste caso, os dentículos dérmicos foram descritos apenas na região ventral do disco das fêmeas (Santos & Almeida, 2007). Neste trabalho foi utilizada apenas uma amostra da região dorsal do indivíduo, sendo assim, seria necessário coletar amostras de várias regiões do corpo para inferir mais dados de identificação, como a família ou gênero e o sexo do indivíduo (Santos & Almeida, 2007).

Ordem Rajiformes

Família Arhynchobatidae

O gênero *Atlantoraja* é composto por apenas três espécies: *A. castelnaui* (Ribeiro, 1907), *A. cyclophora* (Regan, 1903) e *A. platana* (Günther, 1880) a literatura disponível sobre a morfologia dos dentículos dérmicos do gênero é limitada, sendo assim, a amostra foi comparada unicamente com a descrição dos dentículos de *A. castelnaui* realizada por Rangel et al. (2016). Em *A. castelnaui*, os dentículos têm um formato cônico e são embutidos em porções modificadas do tegumento.

No presente trabalho, os dentículos foram fotografados na sua posição original no tegumento, portanto a descrição da morfologia foi feita levando em consideração apenas a morfologia coroa.

Identificação e conservação

Nos últimos anos, as populações de elasmobrânquios no Brasil vêm sofrendo declínio devido a atividades de pesca não racionais (Gemaque et al., 2017). Na plataforma Sul do Brasil, a pesca é o principal fator de ameaça para a biodiversidade de elasmobrânquios (Vooren & Klippel, 2005).

Os tubarões-martelo estão classificados pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) como em estado crítico de conservação e, entre os anos de 1995 e 2002, os desembarques anuais de tubarão-martelo variaram

entre 100 e 300 toneladas (Vooren & Klippel, 2005). Com relação ao estado de conservação dessas espécies, *S. zygaena* (Linnaeus, 1758) e *S. lewini* (Griffith & Smith, in Cuvier, Griffith & Smith, 1834) são os únicos representantes do gênero *Sphyrna* encontrados na área estudo (Vooren & Oddone, 2019). O estado de conservação de *S. zygaena* foi classificado pela UICN como "Vulnerável"-VU (Rigby et al., 2019). Já *S. lewini* está classificada como "Críticamente em perigo"-CR (Rigby et al., 2019). No Brasil, *S. lewini* e *S. zygaena* estão classificados pelo ICMBIO (2016) como CR. Alguns peixes geralmente categorizados como "caçães" são pertencentes ao gênero *Mustelus*. De acordo com Vooren & Klippel, a média de captura de espécies do gênero *Mustelus* no mês de agosto de 1983 chegou a 33 quilos por hora. Referente ao estado de conservação, *M. schmitti* está classificado pela UICN como CR (Pollom et al., 2020). No Brasil, *M. schmitti* está classificado como CR, de acordo com o ICMBIO (2016). Os dados de pesca científica apontam que entre 1986 e 2002 ocorreu um declínio de 85% e 80% das populações de *S. guggenheim* e *S. occulta*, respectivamente (Vooren & Klippel, 2005). De acordo com a UICN, *S. guggenheim* e *S. occulta* estão classificadas como "Em perigo"-EN (Oddone et al., 2019) e CR (Awruch et al., 2019). A classificação da conservação em âmbito nacional para *S. guggenheim* e *S. occulta*, de acordo com o ICMBIO (2016) é de CR.

Não foi possível identificar a amostra referente ao gênero *Myliobatis*, devido a ausência dos dentículos dérmicos. Nesse caso, seria necessário coletar amostras de mais regiões do corpo dos indivíduos para coletar mais informações sobre o gênero, visto que a literatura sobre os dentículos dérmicos da ordem Myliobatiformes é extremamente limitada. As espécies desse gênero encontradas na região Sul do Brasil são *Myliobatis freminvillei* Lesueur, 1824, *Myliobatis goodei* Garman, 1885 e *Myliobatis ridens* Ruocco, Lucifora, De Astarloa, Mabragaña & Delpiani, 2012. Com relação ao estado de conservação do gênero, de acordo com a IUCN, *M. freminvillei* e *M. goodei* estão classificadas como VU (Carlson et al., 2021). *M. ridens*, por sua vez, está classificada como CR (Pollom et al., 2020). Já no Brasil, exceto *M. freminvillei*, que está classificada como EN, todas as espécies do gênero *Myliobatis* estão classificadas como em CR (ICMBIO, 2016). Com relação à *A. castelnaui*, o estado de conservação de acordo com a UICN é CR (Pollom et al., 2020). No Brasil, *A. castelnaui* está classificada pelo ICMBIO (2016) como EN.

As pressões exercidas por atividades de grande esforço de pesca, tornam as populações de elasmobrânquios muito suscetíveis ao declínio populacional, devido principalmente a seus ciclos de vida lentos e maturidade sexual tardia (Compagno, 1990). Portanto, se faz necessário que medidas legais sejam tomadas para realizar o cumprimento da lei

brasileira nº7.679, 23 de novembro de 1988, que proíbe a captura de espécies em períodos de reprodução, assim como as pescarias sem industriais sem autorização de órgãos competentes. Realizar um manejo adequado nas atividades de pesca é essencial para a manutenção da biodiversidade dos elasmobrânquios, pois garantir a sobrevivência desses animais até que atinjam a idade reprodutiva é essencial para que possam contribuir para as próximas gerações (Oddone, Paesch & Norbis, 2005; Oddone & Vooren, 2005).

Neste trabalho, foi possível identificar alguns indivíduos em nível de família, gênero e até em nível de espécie. Alguns desses indivíduos, como os do gênero *Squatina*, estão protegidos por lei devido ao seu acentuado risco de extinção devido a forte pressão pesqueira exercida sobre sua população nas últimas décadas (Haimovici & Maceira, 1981). Visto isso, conclui-se que a utilização dos denticulos para a identificação é uma importante ferramenta que pode ser utilizada especialmente em casos em que não se tem acesso ao animal inteiro, como ocorre em casos de apreensões de atividade de pesca ilegal. Nesses casos, fazer a identificação correta é muito importante pois, em casos de descumprimento da lei, possibilita a aplicação das medidas judiciais cabíveis. É importante ainda, continuar os registros de descrição apurada (com auxílio do MEV) dos denticulos dérmicos em espécimes depositados em coleções cuja identificação taxonômica foi corretamente realizada em base a caracteres externos. Deste modo, a observação rápida sob baixa magnificação de microscopia óptica, poderia futuramente auxiliar na identificação quando é necessário um laudo imediato.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Ankhelyi, M.V., Wainwright, D.K., & Lauder, G.V. (2018). Diversity of dermal denticle structure in sharks: skin surface roughness and three dimensional morphology. *Journal of morphology*, 279(8), 1132-1154.
- Awruch, C.A., Barreto, R., Charvet, P., Chiaramonte, G.E., Cuevas, ... Rincon, G. 2019. *Squatina occulta*. *The IUCN Red List of Threatened Species* (2019): e.T39331A2899669. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T39331A2899669.en>. Accessed on 06 February 2022.
- Brugnoli, E. (2015). Ciencias marino-costeras en el umbral del siglo XXI: Desafíos en Latinoamérica y el Caribe.
- Carlson, J., Charvet, P., Avalos, C., Blanco-Parra, ... Pollom, R. (2021). *Myliobatis freminvillei* (amended version of 2020 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e . T 1 6 1 5 6 8 A 2 0 1 1 8 3 0 8 9 . <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T161568A201183089.en>. Accessed on 06 February 2022.
- Castro, L.A.S. (2002). Processamento de amostras para microscopia eletrônica de varredura. *Embrapa Clima Temperado - Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)*.
- Compagno, L.J. (2005). Checklist of living Chondrichthyes. Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes. *Sharks, batoids and chimaeras*, 503-548.
- Ebert, D.A., White, W.T., Goldman, K.J., Compagno, L.J.V., Daly-Engel, T.S., & Ward, R.D. (2010). Resurrection and redescription of *Squalus suckleyi* (Girard, 1854) from the North Pacific, with comments on the *Squalus acanthias* subgroup (Squaliformes: Squalidae. *Zootaxa*, (2612), 22–40. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2612.1.2>
- de Lima Viliod, M.C., Rangel, B.D.S., Rocha, L.C., dos Santos Domingos, J.F., Malavasi Bruno, C.E., ... & Ciena, A.P. (2021). Ecomorphological, space, and mineral relations of dermal denticles in angular angel shark (*Squatina* sp.). *Microscopy Research and Technique*, 84(9), 2017-2023.
- Feitosa, L.M., Martins, A.P.B., Giarrizzo, T., Macedo, W., Monteiro, I.L., Gemaque, R., ... & Carvalho-Costa, L.F. (2018). DNA-based identification reveals illegal trade of threatened shark species in a global elasmobranch conservation hotspot. *Scientific reports*, 8(1), 3347.
- Feld, K., Kolborg, A.N., Nyborg, C.M., Salewski, M., Steffensen, J.F., & Berg-Sørensen, K. (2019). Dermal denticles of three slowly swimming shark species: microscopy and flow visualization. *Biomimetics*, 4(2), 38.
- Ferrón, H.G., Paredes-Aliaga, M.V., Martínez-Pérez, C., & Botella, H. (2018). Bioluminescent-like squamation in the galeomorph shark *Apristurus ampliceps* (Chondrichthyes: Elasmobranchii). *Contributions to Zoology*, 87(3), 187-196
- Gemaque, R., Monteiro, I.L.P., Gomes, F., Sodré, D., Sampaio, ... & Rodrigues-Filho, L.D.S. (2017). Why implement measures to conserve the diversity of Elasmobranchs? The case of the northern coast of Brazil. *Revista da Biologia*, 17(2), 1-7.
- Gilligan, J.J., & Otway, N.M. (2012). Comparison of dorsal and pectoral fin denticles for grey nurse, great white, and six whaler sharks from east Australian waters. In *Journal and Proceedings*, 144(3&4), 66-82.
- Gravendeel, R., Van Neer, W., & Brinkhuizen, D. (2002). An identification key for dermal denticles of Rajidae from the North Sea. *International Journal of Osteoarchaeology*, 12(6), 420-441.
- Haimovici, M., MACEIRA, R.P. Observações sobre a seleção a bordo e rejeição na pesca de arrasto de fundo no Rio Grande do Sul. In: Congresso



- Brasileiro de Engenharia de Pesca. 1981. p. 401-412.
- Heemstra, P.C. (1997). A review of the smooth-hound sharks (genus *Mustelus*, family Triakidae) of the western Atlantic Ocean, with descriptions of two new species and a new subspecies. *Bulletin of Marine Science*, 60(3), 894-928.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2014). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/storie13valiação13sa13valiação13se13valiação13ses-diversas/livro_vermelho_2018_vol1.pdf. (Acesso em: 02/12/2021).
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (2016). Avaliação do risco de extinção dos elasmobrânquios e quimeras no Brasil: 2010-2012. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/pub_2016_avaliacao_elasmo_2010_2012.pdf. Acesso em: 06/02/2022.
- IUCN (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2021-2. <https://www.iucnredlist.org>. Downloaded on [02/12/2021].
- Kanagusuku, K., Dufflocq, P., Sánchez-Rea, A., Huamantínco, A.A., & Ramírez-Amaro, S. (2021). Morphological characterization of dermal denticles of the Broadnose Sevengill Shark *Notorynchus cepedianus* (Elasmobranchii: Hexanchidae). *Universitas Scientiarum*, 26(3), 261-279.
- Kemp, N.E. (1999). Integumentary system and teeth. En: Hamlett WC (ed). Sharks, skates and rays.
- Laranjeira, M.E., Guimarães, J.P., Amorim, A.F., Rotundo, M., Rici, R.E.G., & Mari, R.B. (2015). Ultrastructure of dermal denticles in sharpnose shark (*Rhizoprionodon lalandii*) (Elasmobranchii, Carcharhinidae). *Microscopy research and technique*, 78(10), 859-864.
- Last, P.R., Weigmann, S., & Yang, L. (2016). Changes to the nomenclature of the skates (Chondrichthyes: Rajiformes). *Rays of the World: Supplementary Information*. Clayton: CSIRO Special Publication, 11-34.
- Macías Cuyare, M., & Oddone, M.C. (2022). Morphological pattern of the dermal denticles of the Southern sawtail catshark *Galeus mincaronei* Soto, 2001. *Journal of Morphology*, 283(8), 1120-1134.
- Marino, I.A.M., Finotto, L., Colloca, F., Di Lorenzo, M., Gristina, M., ... & Mazzoldi, C. (2018). Resolving the ambiguities in the identification of two smooth-hound sharks (*Mustelus mustelus* and *Mustelus punctulatus*) using genetics and morphology. *Marine Biodiversity*, 48(3), 1551-1562.
- Muniz, P., Brugnoli, E., Venturini, N. & Conde, D. (2019). Ciencias marino-costeras en el umbral del Siglo XXI Desafíos en Latinoamérica y el Caribe.
- Muñoz-Chápuli, R., Ramos, F. (1989). Morphological comparison of *Squalus blainvillei* and *S. megalops* in the eastern Atlantic, with notes on the genus. *Japanese Journal of Ichthyology*, 36(1), 6-21.
- Oddone, M.C., Paesch, L., & Norbis, W. (2005). Size at first sexual maturity of two species of rajoid skates, genera *Atlantoraja* and *Dipturus* (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae), from the south western Atlantic Ocean. *Journal of Applied Ichthyology*, 21(1), 70-72.
- Oddone, M.C., & Vooren, C.M. (2005). Reproductive biology of *Atlantoraja cyclophora* (Regan 1903) (Elasmobranchii: Rajidae) off southern Brazil. *ICES Journal of Marine Science*, 62(6), 1095-1103.
- Oddone, M., Awruch, C.A., Barreto, R., Charvet, P., Chiaramonte, ... & Vooren, C.M. 2019. *Squatina guggenheim*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T130393378A130393975. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T130393378A130393975.en>. Accessed on 06 February 2022.
- Patricia, F.W., Guzman, D., Iñigo, B., Urtzi, I., Maria, B.J., & Manu, S. (2019). Morphological characterization and hydrodynamic behavior of shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) dorsal fin denticles. *Journal of Bionic Engineering*, 16(4), 730-741.
- Pollom, R., Barreto, R., Charvet, P., Chiaramonte, G.E., Cuevas, Rincon, G. (2020). *Atlantoraja castelnaui*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T44575A152015479. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T44575A152015479.en>. Accessed on 06 February 2022.
- Pollom, R., Barreto, R., Charvet, P., Chiaramonte, G.E., Cuevas, ... & Rincon, G. (2020). *Mustelus schmitti*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T60203A3092243. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T60203A3092243.en>. Accessed on 06 February 2022.
- Pollom, R., Barreto, R., Charvet, P., Chiaramonte, G.E., Cuevas, J, ... & Rincon, G. (2020). *Myliobatis ridens*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2020: e.T104025473A104025749. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T104025473A104025749.en>. Accessed on 06 February 2022.
- Rangel, B.D.S., Wosnick, N., Magdanelo Leandro, R., Amorim, A. F. D., Kfoury Junior, ... & Rici, R.E.G. (2016). Thorns and dermal denticles of skates *A. tlantoraja cyclophora* and *A. castelnaui*:

- Microscopic features and functional implications. *Microscopy Research and Technique*, 79(12), 1133-1138.
- Raschi, W., & Tabit, C. (1992). Functional aspects of placoid scales: a review and update. *Marine and Freshwater Research*, 43(1), 123-147.
- Reif, W.E. (1985). Functions of scales and photophores in mesopelagic luminescent sharks. *Acta Zoologica*, 66(2), 111-118.
- Rigby, C.L., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., Herman, K., ... & Winker, H. (2019). *Sphyrna zygaena*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T39388A2921825. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T39388A2921825.en>. Accessed on 06 February 2022.
- Rigby, C.L., Dulvy, N.K., Barreto, R., Carlson, J., Fernando, D., Fordham, S., & Winker, H. (2019). *Sphyrna lewini*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T39385A2918526. Accessed on 06 February 2022.
- Santos, H.R.S., & Charvet-Almeida, P. (2007). Description of females of the stingray *Dasyatis colarensis* Santos, Gomes & Charvet-Almeida, 2004 (Chondrichthyes, Myliobatiformes, Dasyatidae). *Arquivos do Museu Nacional*, 65(1).
- Santos, C.C., & Coelho, R. (2018). Migrations and habitat use of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the Atlantic Ocean. *PLoS One*, 13(6), e0198664.
- Sokal, R.R., & Rohlf F.J. (1998). *Biometry: The principles and practice of statistics in biological research*. New York: Freeman.
- Vaz, D.F., & De Carvalho, M.R. (2013). Morphological and taxonomic revision of species of *Squatina* from the Southwestern Atlantic Ocean (Chondrichthyes: Squatiniformes: Squatinidae). *Zootaxa*, 3695(1), 1-81.
- Viana F.L., Lisher, S.T., de Carvalho, M.R. (2018). Two new species of short-snouted dogfish sharks of the genus *Squalus* Linnaeus, 1758, from southern Africa (Chondrichthyes: Squaliformes: Squalidae). *Marine Biodiversity*, 48(4), 1787-1814.
- Vooren, C.M., Naves, L.C., & Romay, A.F.L. (2003). *Guia para a identificação de tubarões e raias em desembarques da pesca no Rio Grande do Sul*. Ed. FURG.
- Vooren, C.M., & Klippel, S. (Eds.). (2005). *Ações para a conservação de tubarões e raias no sul do Brasil*. Sandro Klippel.
- Vooren, C.M., & Oddone, M.C. (2019). La diversidad de los condricios del extremo sur de Brasil: las especies, sus orígenes, y sus modos reproductivos. *Ciencias marino-costeras en el umbral del siglo XXI Desafíos en Latinoamérica y el Caribe*, Capítulo, 1, 171-214.

Editor de Sección: Raúl Maneyro