

FACULDADE DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA
MESTRADO EM ZOOLOGIA

ALVARO BRUM NETO

**Morfologia dentária e dimorfismo sexual das raias do gênero
Psammobatis Günther, 1870 (Chondrichthyes: Batomorphii:
Arhynchobatidae) do Sul do Brasil, Atlântico Sul Ocidental**

Porto Alegre
2018

PÓS-GRADUAÇÃO - STRICTO SENSU



Pontifícia Universidade Católica
do Rio Grande do Sul

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE
DO SUL**

FACULDADE DE BIOCÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

**Morfologia dentária e dimorfismo sexual das
raias do gênero *Psammobatis* Günther, 1870
(Chondrichthyes: Batomorphii:
Arhynchobatidae) do Sul do Brasil, Atlântico
Sul Ocidental**

Álvaro Brum Neto

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
Av. Ipiranga 6681 - Caixa Postal 1429
Fone: (051) 320-3500
CEP 90619-900 Porto Alegre - RS
Brasil**

2018

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA**

**Morfologia dentária e dimorfismo sexual das raias do
gênero *Psammobatis* Günther, 1870 (Chondrichthyes:
Batomorphii: Arhynchobatidae) do Sul do Brasil,
Atlântico Sul Ocidental**

Álvaro Brum Neto

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto S. de Lucena

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PORTO ALEGRE - RS - BRASIL

2018

Sumário

Relação de Figuras.....	II
Relação de Tabelas.....	VI
Agradecimentos	VIII
Resumo.....	IX
Abstract	X
Introdução.....	1
Material e Métodos.....	4
Resultados.....	6
Discussão.....	9
Referências Bibliográficas	13
Material Examinado	17
Apêndices.....	18

Relação de Figuras

Figura 1: Exemplar de <i>Psammobatis extenta</i>	18
Figura 2: Distribuição de <i>Psammobatis extenta</i>	19
Figura 3: Exemplar de <i>Psammobatis lentiginosa</i>	20
Figura 4: Distribuição de <i>Psammobatis lentiginosa</i>	21
Figura 5: Exemplar de <i>Psammobatis rutrum</i>	22
Figura 6: Distribuição de <i>Psammobatis rutrum</i>	23
Figura 7: <i>Psammobatis extenta</i> FURG (não numerado), número de campo P12, 31,7 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Arcada superior, vista interna, regiões examinadas: LE lateral esquerda, SI região sinfisiana, LD lateral direita	24
Figura 8: <i>Psammobatis extenta</i> FURG (não numerado), número de campo P24, 24,8 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior indicando onde foram feitas as medidas da largura do dente (eixo horizontal) e do comprimento do dente (eixo vertical) para o cálculo das proporções	25
Figura 9: <i>Psammobatis extenta</i> FURG (não numerado), número de campo 96907, 25,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Dentes da região sinfisiana da arcada superior. Vista interna. A = coroa; B = cúspide	26
Figura 10: (A) <i>Psammobatis extenta</i> UERJ (não numerado), número de campo ARJ05, 15,0 cm CT, fêmea imatura, costa do Rio de Janeiro. Região lateral direita da arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) <i>Psammobatis extenta</i> FURG (não numerado), número de campo ARJ02, 18,0 cm CT, macho imaturo, costa do Rio de Janeiro. Região lateral esquerda da arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (C) Mesmo exemplar em (A), mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral esquerda da arcada superior .	27

Figura 11: (A) *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P24, 24,8 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentição pavimentosa, na arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P05, 29,5 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul, mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral direita da arcada superior28

Figura 12: *Psammobatis extenta* FURG, (não numerado), número de campo P21, 28,4 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada inferior. Dentes monocuspidados, do tipo agarrador, coroa em forma losangular, bordas arredondadas. Cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana29

Figura 13: *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P17, 26,0 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentes com cúspide lisa em formato circular em corte transversal30

Figura 14: *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P17, 26,0 cm CT, macho adulto, Rio Grande do Sul. Metade direita da arcada inferior. Machos adultos menores (com menos de 28 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada se comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais31

Figura 15: (A) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo G336428, 46,6 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentição pavimentosa. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo H336412, 43,0 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul, mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral direita da arcada inferior32

Figura 16: *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo Y992075, 46,3 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo agarrador. Coroa em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana33

Figura 17: (A) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo K447536, 48,4 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Cúspide com um sulco longitudinal (forma de rachadura) na região central da face e com formato elíptico em corte transversal. Microscópico de

Varredura. (B) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo A003190, 48,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Cúspide com um sulco longitudinal na região central da face e com formato elíptico em corte transversal. Microscópio óptico34

Figura 18: *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo Y992075, 46,3 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região lateral direita da arcada superior. Machos adultos menores (com menos de 47 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada se comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais36

Figura 19: (A) *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo A003180, 27,5 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentição pavimentosa. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) Mesmo exemplar em (A), mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral esquerda da arcada superior37

Figura 20: *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo 96907, 25,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada inferior. Dentes monocuspidados, do tipo agarrador. Coroa em forma losangular, com bordas arredondadas. Cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana38

Figura 21: *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo 96907, 25,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região lateral esquerda da arcada inferior. Cúspide lisa e com formato elíptico em corte transversal39

Figura 22: *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo 96905, 26,0 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região lateral direita da arcada inferior. Machos adultos menores (com menos de 28 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada se comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais40

Figura 23: Relação entre o comprimento total (CT) e a média do comprimento/largura (CD/LD) dos dentes sinfisianos em cada exemplar examinado de *Psammobatis extenta*. Dentes medidos: fêmeas = 44; machos = 61; imaturos = 3741

Figura 24: Relação entre o comprimento total (CT) e a média do comprimento/largura dos dentes sinfisianos em cada exemplar examinado de *Psammobatis lentiginosa*. Dentes medidos: Fêmeas = 30; Machos = 85 ...42

Figura 25: Relação entre o comprimento total (CT) e a média do comprimento/largura dos dentes sinfisianos em cada exemplar examinado de *Psammobatis rutrum*. Dentes medidos: fêmeas = 30; machos = 11943

Relação de Tabelas

Tabela 1: Dados das arcadas e de morfometria dos exemplares examinados com as respectivas espécies. a+i = arcadas + indivíduos inteiros; * = valores originais associados aos exemplares44

Tabela 2: Fórmulas dentárias de *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rutrum*. (CT em cm)45

Tabela 3: Medidas de *Psammobatis extenta*. CT = Comprimento total; \bar{x} LD = média largura dos dentes (μm); \bar{x} CD = média comprimento dos dentes (μm); \bar{x} CD/LD = média relação comprimento / largura (μm); ND = número de dentes medidos, * = imaturos46

Tabela 4: Medidas de *Psammobatis lentiginosa*. CT = Comprimento total; \bar{x} LD = média largura dos dentes (μm); \bar{x} CD = média comprimento dos dentes (μm); \bar{x} CD/LD = média relação comprimento / largura (μm); ND = número de dentes medidos.....47

Tabela 5: Medidas de *Psammobatis rutrum*. CT = Comprimento total; \bar{x} LD = média largura dos dentes (μm); \bar{x} CD = média comprimento dos dentes (μm); \bar{x} CD/LD = média relação comprimento / largura (μm); ND = número de dentes medidos.48

Ao meu irmão, pelo amor, pelo
exemplo, pela força, por tudo
que me ensina.

Agradecimentos

Ao Carlos Lucena, pela orientação, pelo exemplo, pela calma, pelos ensinamentos. Por estar sempre disponível. Pela confiança.

À minha família, pelo apoio emocional e financeiro. Pelo incentivo a seguir meus sonhos.

À Nayê, meu amor, por acreditar em mim, pela paciência.

Aos colegas de laboratório e da pós-graduação, pela receptividade, pelas discussões pelas preciosas dicas, pela hora do café.

Aos funcionários do LabCEMM da PUCRS, em especial ao Wagner Prates, pela ajuda com as fotos em microscopia eletrônica.

Ao Rafael Gazzana, por deixar as fotos magníficas.

Ao Marcelo Carvalho pelo envio de valiosa bibliografia.

À Bianca Rangel, pelo auxílio na metodologia.

À Maria Cristina Oddone (Universidade Federal de Rio Grande) e ao Ulisses Gomes (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) pelo empréstimo de material, fundamental para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de estudo fornecida.

Resumo

O gênero *Psammobatis* Günther inclui oito espécies: *P. bergi* Marini, *P. extenta* (Garman), *P. lentiginosa* McEachran, *P. maculatus* Hildebrand, *P. normani* McEachran, *P. parvacauda* McEachran, *P. rudis* Günther – espécie tipo, e *P. rutrum* Jordan. *Psammobatis bergi*, *P. extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rutrum* são encontradas na costa do Brasil entre os estados do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Estudos sobre a morfologia dentária podem contribuir não apenas para o conhecimento da biologia das espécies envolvidas, mas também são aplicáveis à taxonomia e a estudos de relações filogenéticas. Este trabalho teve como objetivo investigar a morfologia dentária de *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rutrum* a fim de verificar ocorrências de heterodontia ginândrica e/ou ontogenética. Os espécimes foram capturados entre 40 m e 145 m de profundidade nas costas dos estados do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro e estão depositadas na Fundação Universidade do Rio Grande e na Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Foram analisadas 27 arcadas dentárias. Após serem destacadas do corpo, três regiões (duas laterais e a sinfisiana) de cada placa dentária foram fotografadas com microscópio eletrônico de varredura (SEM). Os dentes foram medidos e comparados em exemplares machos e fêmeas adultos das três espécies, e também em imaturos de *P. extenta*. As fêmeas adultas das três espécies possuem dentição pavimentosa, com dentes achatados, unicuspidados (tipo triturador); a coroa possui forma losangular, com os dentes sinfisianos ligeiramente maiores que os demais. Os dentes dos machos adultos das três espécies, embora também unicuspidados e com coroa losangular, possuem a cúspide mais longa e afilada (tipo agarrador) do que a dos dentes das fêmeas. Além disso, os dentes dos machos estão voltados para o interior da boca na região de sínfise e lateralmente (com cúspide mais curta, mas ainda pronunciada) nas regiões laterais de cada placa dentígera. A cúspide alongada observada em machos adultos de *Psammobatis extenta* é lisa e possui forma circular, inferido a partir de seu formato externo; enquanto nos machos de *P. rutrum* e *P. lentiginosa* possui forma elíptica. A cúspide de *P. lentiginosa* apresenta um sulco longitudinal. Em *Psammobatis extenta*, única espécie da qual foram examinados exemplares imaturos, não foi constatada heterodontia ginândrica nesta fase de desenvolvimento. Da mesma forma que nas fêmeas adultas, exemplares imaturos possuem dentição pavimentosa, com os dentes tipo triturador; mas sem variação de tamanho entre os dentes sinfisianos e os demais.

Palavras-chave: taxonomia, SEM, peixes, dentes.

Abstract

The genus *Psammobatis* Günther includes eight species: *P. bergi* Marini, *P. extenta* (Garman), *P. lentiginosa* McEachran, *P. maculatus* Hildebrand, *P. normani* McEachran, *P. parvacauda* McEachran, *P. rudis* Günther – type-species, and *P. rutrum* Jordan. *Psammobatis bergi*, *P. extenta*, *P. lentiginosa*, and *P. rutrum* are found in the Atlantic coast of Brazil from Rio de Janeiro to Rio Grande do Sul states. Studies on dental morphology may contribute not only to the biological knowledge of the species involved, but also to their taxonomy and phylogenetic relationships. The purpose of this study is to characterize the dental morphology of *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* and *P. rutrum* and aims to verify whether there is sexual and/or ontogenetic heterodonty. The specimens were captured in depths between 40m and 145m in the coasts of Rio Grande do Sul and Rio de Janeiro states, and deposited at Fundação Universidade do Rio Grande and Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Twenty-seven dental arches were examined. The jaws were detached from the body, and three regions (two lateral and one symphyseal) from each individual were photographed using a scanning electron microscope (SEM). Teeth were measured and compared between adult males and adult females of the three species, and also among immatures of *P. extenta*. Adult females of the three species showed pavement-like dentition, with flat, smooth, monocuspidate teeth (crusher type); the crown had a diamond shape, with the symphyseal teeth slightly larger than the others. The teeth of adult males of the three species, although also monocuspidate and diamond-shaped crown, have a longer, sharp cusp (grabber type) than females. Additionally, teeth observed on males were point inward in the symphysis region and sideward (with shorter but still pronounced cusp) in the distal region. The longest cusps in adult males of *P. extenta* are smooth and showed a circular shape, based on its external format; while males of *P. rutrum* and *P. lentiginosa* have an elliptical shape. *P. lentiginosa* presented a slight groove in the middle of the cusp. In *Psammobatis extenta*, the only species with immature specimens available, no sexual dimorphism related to dentition was observed. Similar to adult females, they have pavement-like dentition with the crusher type teeth; but without variation of size between the symphysis teeth and the others.

Keywords: taxonomy, SEM, fishes, teeth.

Introdução

Psammobatis Günther, 1870 é um gênero da família Arhynchobatidae (Ordem Rajiformes) e foi descrito a partir de *Psammobatis rudis* Günther, 1870 (espécie-tipo). O gênero é endêmico da costa sul da América do Sul, sendo registrado no sudoeste do Oceano Atlântico, da costa do Estado do Rio de Janeiro até a Argentina, e no sudeste da costa do Chile, oceano Pacífico (Carvalho & Figueiredo, 1994; Gomes *et al.*, 2010; McEachran, 1982). Atualmente, *Psammobatis* inclui oito espécies: *P. bergi* Marini, 1932, *P. extenta* (Garman, 1913), *P. lentiginosa* McEachran, 1983 e *P. rutrum* Jordan, 1891 (Rio de Janeiro até Rio Grande do Sul, Brasil, Uruguai e Argentina), *P. normani* McEachran, 1983 (Uruguai, Argentina e Chile), *P. parvacauda* McEachran, 1983 (Argentina), *P. rudis* Günther, 1870 (Argentina e Chile), e *P. scobina* (Philippi, 1857) (Uruguai e Argentina) (Carvalho & Figueiredo, 1994; Gomes *et al.*, 2010; McEachran, 1982). As espécies *P. bergi*, *P. extenta*, *P. lentiginosa*, *P. rutrum*, *P. normani*, *P. rudis* habitam substrato arenoso, profundidades entre 39 a 160 metros, e se alimentam de pequenos invertebrados bentônicos, principalmente crustáceos, como anfípodes (Muto *et al.*, 2001; Mabragaña & Giberto, 2007; Gomes *et al.*, 2010).

De acordo com a Lista de Espécies Ameaçadas da IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), *P. bergi* e *P. extenta* estão na categoria “Menos Preocupante” (Chiaramonte, 2004a, b), enquanto que as outras seis espécies estão em “Dados Insuficientes” (Kyne, 2007; Kyne & Valenti, 2007; Lamilla, 2004, 2007).

O estudo da morfologia dentária em Elasmobranchii é uma ferramenta valiosa para identificar espécies e estabelecer relações filogenéticas (McEachran & Miyake, 1988; Herman *et al.*, 1989, 1994; Taniuchi & Shimizo, 1993; Herman *et al.*, 1995, 1996; Adnet & Cappetta, 2001; Oliveira & Oddone, 2012) dentre outras utilidades.

Variações morfológicas na dentição, relacionadas ao sexo e tamanho, são registradas em elasmobrânquios. Em raias como *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) (Urotrygonidae) e *Aptychotrema rostrata* (Shaw & Noder, 1794)

(Rhinobatidae), machos e fêmeas imaturos têm a estrutura das arcadas dentárias semelhantes entre si; enquanto fêmeas adultas mantêm a morfologia, os dentes dos machos adultos podem sofrer modificações permanentes, se diferenciando dos demais (Nordell, 1994; Gutteridge & Bennet, 2014). Já em *Hypanus sabinus* (Lesueur, 1824) (Dasyatidae) o dimorfismo dentário está relacionado à época de reprodução: os machos apresentam dentes iguais aos das fêmeas (cúspides não desenvolvidas), mas, quando na época reprodutiva, desenvolvem dentes com cúspides alongadas (Kajiura & Tricas, 1996). Quando dimorfismos dentários ocorrem, fêmeas (imaturos e adultas) e machos imaturos apresentam dentes com função de triturar, enquanto machos adultos possuem dentes com função de apreender (Feduccia & Slaughter, 1974; Navia *et al.*, 2011). Esta distinção morfológica está relacionada com o acasalamento, onde o macho prende a fêmea com a boca no momento da cópula (McEachran, 1977; McCourt & Kerstitch, 1980; Nordell, 1994; Scenna *et al.*, 2006). Esse dimorfismo já foi registrado em *Hypanus sabinus*, *Psammobatis normani* e *P. rudis* (Kajiura *et al.*, 2000; Mabragaña & Giberto, 2007). Também já foi evidenciado em *Hemitrygon akajei* (Müller & Henle, 1841) e *Urotrygon rogersi* (Jordan & Starks 1895), onde a maturação sexual dos machos coincide com a modificação da morfologia dentária (Taniuchi e Shimizo, 1993; Navia *et al.*, 2011).

Alguns trabalhos com morfologia dentária e ontogenia em Arhynchobatidae já foram feitos e heterodontia ginândrica pode estar presente, como em *Bathyraja* (Sáez & Lamilla, 2012), ou ausente, como em *Sympterygia* (Queiroz, 1986; Delpiani *et al.*, 2012).

Estudos com as espécies de *Psammobatis* até o momento se restringiram à biologia reprodutiva, abordando maturidade sexual e sazonalidade da época reprodutiva (Braccini & Chiaramonte, 2002), hábitos alimentares (Muto *et al.*, 2001; Mabragaña & Cousseau, 2004) e distribuição geográfica (Menni & Stehmann, 2000; Gomes *et al.*, 2010), não incluindo estudos sobre a morfologia dentária. Paragó (2001) registrou dimorfismo sexual em *P. extenta* e *P. rutrum* relacionado à margem anterior do disco, onde a ponta do focinho é convexa.

Pelo exposto acima, há inúmeros relatos de dimorfismo sexual e/ou diferenças ontogenéticas relacionados à dentição em elasmobrânquios. Portanto, o objetivo deste trabalho é investigar as espécies *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rufum* para verificar a ocorrência ou não de heterodontia ginândrica e/ou heterodontia ontogenética. Devido a disponibilidade de material em coleções só foi possível analisar este último aspecto em *P. extenta*.

Material e Métodos

As espécies *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rutrum* apresentam suas distribuições restritas à costa leste da América (Figs. 1 - 6). Os espécimes utilizados neste estudo são provenientes do litoral do Estado do Rio Grande do Sul, capturados entre as latitudes 34°28'S, 31°29'S, em profundidades entre 40 e 142 metros e depositados no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Rio Grande (FURG). Os exemplares do litoral do Estado do Rio de Janeiro, capturados entre as latitudes 22°40'S e 22°41'S, em profundidades entre 50 e 55 metros e estão depositados na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (UERJ). De todos os exemplares emprestados (28), foram escolhidos alguns que representassem as faixas de comprimento total de adultos e de imaturos e sexos correspondentes. De alguns dos exemplares escolhidos, foram recebidos apenas as arcadas (ar), os demais estavam inteiros (i). Todos já devidamente identificados (espécie e sexo), com o comprimento total (CT), largura de disco e peso. As identificações das espécies foram confirmadas com a utilização de Paragó (2001) e Gomes *et al.*, (2010). A classificação adotada segue a de Naylor *et al.* (2016).

As arcadas (superior e inferior) que fazem parte do espécime, ou seja, ainda não destacadas, tiveram a sua área com dentes cuidadosamente desmembrada com material cirúrgico apropriado (bisturis com lâminas Solidor e Free-Bac números 12 e 15). Para todas as fotografias, os dentes foram meticulosamente limpos com escova de dentes macia de cerdas finas associada a pasta de dente, segundo Bianca Rangel (comunicação pessoal). Para o uso em microscopia eletrônica de varredura, as placas dentárias foram desidratadas em série crescente de purezas de álcoois (24 horas em 70° GL, 30 minutos em 80°GL e 30 minutos em 90°GL), secos em estufa a 50°C e metalizados com íons de ouro e fotografados (Rangel *et al.*, 2014) com auxílio de microscópio eletrônico de varredura marca Philips XL 30 do Laboratório Central de Microscopia e Microanálise (LabCEMM-PUCRS). É importante ressaltar que esta técnica ao ser aplicada em dentes de *P. lentiginosa* (machos) ocasionou a rachadura do dente no local onde antes havia um sulco.

Em razão disto, é mantido nas descrições a denominação de “sulco”, apesar de nas imagens apresentadas neste trabalho esta característica ter aspecto de rachadura. Para fotografia em microscopia ótica, as placas dentárias foram previamente expostas em temperatura ambiente por uma hora e fotografadas com auxílio de Estereomicroscópio Leica Z440 LAS Premium.

De cada arcada (Fig. 7) três regiões da placa dentária foram escolhidas para comparações e análises: laterais e mediana, totalizando seis regiões de cada exemplar. Cada uma das regiões foi comparada entre as arcadas do mesmo exemplar, entre os sexos da mesma espécie, entre as espécies e entre exemplares disponíveis a cada estágio ontogenético (imaturos/adultos). Para classificar o estágio ontogenético foi utilizado o estágio de desenvolvimento do clássper (Martins e Oddone, 2017). A descrição dos dentes, incluindo tamanho, disposição, morfologia e número, seguiu Moss (1977) e Rangel *et al.* (2014). O formato das cúspides, elíptico ou circular, foi inferido pelo formato externo do dente. A razão entre o comprimento e largura dos dentes versus comprimento total foi utilizada em gráficos para mostrar a variação do desenvolvimento dos dentes e o tamanho dos exemplares. As medidas dos dentes (Fig. 8) seguiram Gutteridge & Bennett (2014). De cada espécie, considerando ambas as arcadas, são apresentadas: (1) a descrição dos dentes de acordo com a faixa de tamanho examinada e (2) a fórmula dentária (contagem de fileiras de dentes a partir da sínfise até a região lateral de ambas as arcadas - superior/inferior).

Resultados

A menor fêmea examinada foi de um exemplar imaturo de *Psammobatis extenta* com 15,0 cm (CT). A maior fêmea examinada foi de *P. lentiginosa* com 46,6 cm CT. O menor macho examinado foi de *P. extenta* imaturo com 17,0 cm CT. O maior macho examinado foi de *P. lentiginosa* com 46,3 cm CT (Tab. 1).

Psammobatis extenta

Imaturos

A dentição de indivíduos imaturos analisados (<20 cm CT) de *P. extenta* é pavimentosa, tanto na arcada superior como na inferior. Os dentes são monocuspidados (Fig. 9), do tipo triturador, coroa lisa, losangular, bordas arredondadas, cúspides não desenvolvidas ou ausentes (Fig. 10A e 10B). A razão comprimento/largura varia entre 1,0 e 1,1 (Tab. 2). Os dentes das regiões laterais são mais espaçados entre si (Fig. 10C), enquanto que na região sinfisiana esse espaçamento é quase inexistente. Fórmula dentária: 16-20/17-20 (Tab. 2).

Fêmeas adultas

A dentição de fêmeas adultas de *P. extenta* analisados (> 24 cm CT) é pavimentosa, tanto na arcada superior como na inferior. Os dentes são monocuspidados, do tipo triturador, coroa lisa, em forma losangular, bordas arredondadas, cúspide não desenvolvida (Fig. 11A). A razão comprimento/largura varia entre 0,8 e 1,0 (Tab. 3). Os dentes das regiões laterais são mais espaçados entre si (Fig. 11B), enquanto que na região sinfisiana esse espaçamento é quase inexistente. Fórmula dentária: 19-23/20-23 (Tab. 2).

Machos adultos

Machos adultos analisados (> 26 cm CT) apresentam dentes monocuspidados, do tipo agarrador, em forma losangular, bordas arredondadas, com cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente

nos dentes da região sinfisiana (Fig. 12). A cúspide é lisa e com formato circular (Fig. 13). Adultos maiores (> 30 cm CT) apresentam quase toda a arcada com essa morfologia, sendo os laterais os últimos a se diferenciarem (de cúspides achatadas para com cúspides alongadas) e as maiores cúspides sempre encontradas na região sinfisiana. Adultos menores (< 28 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais (Fig. 14). A razão comprimento/largura varia entre 1,7 e 1,9 (Tab. 3). Fórmula dentária: 19-23/20-24 (Tab. 2).

Psammobatis lentiginosa

Fêmeas adultas

A dentição de fêmeas adultas de *P. lentiginosa* analisadas (> 44 cm CT) é pavimentosa, tanto na arcada superior como na inferior. Os dentes são monocuspidados, do tipo triturador, coroa lisa, em forma losangular, bordas arredondadas, cúspide não desenvolvida (Fig. 15A). A razão comprimento/largura varia entre 0,7 e 0,8 (Tab. 4). Os dentes das regiões laterais são mais espaçados entre si, enquanto que na região sinfisiana esse espaçamento é quase inexistente (Fig. 15B). Fórmula dentária: 22-24/23-24 (Tab. 2).

Machos adultos

Machos adultos analisados (> 44 cm CT) apresentam dentes monocuspidados, do tipo agarrador, em forma losangular, bordas arredondadas, com cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana (Fig. 16). As cúspides têm formato elíptico e possuem um sulco longitudinal na região central de sua face (Figs. 17A, B). Adultos maiores (> 48 cm CT) apresentam quase toda a arcada com essa morfologia, sendo os da porção distal os últimos a se diferenciarem (de cúspides achatadas para com cúspides alongadas) e as maiores cúspides sempre encontradas na região sinfisiana. Adultos menores (< 47 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais (Fig.

18). A razão comprimento/largura varia entre 1,6 e 1,7 (Tab. 4). Fórmula dentária: 21-22/21-23 (Tab. 2).

Psammobatis rutrum

Fêmeas adultas

A dentição de fêmeas adultas de *P. rutrum* analisadas (> 24 cm CT) é pavimentosa, tanto na arcada superior como na inferior. Os dentes são monocuspidados, do tipo triturador, coroa lisa, em forma losangular, bordas arredondadas, cúspide não desenvolvida (Fig. 19A). A razão comprimento/largura varia entre 0,9 e 1,0 (Tab. 5). Os dentes das regiões laterais são mais espaçados entre si, enquanto que na região sinfisiana esse espaçamento é quase inexistente (Fig. 19B). Fórmula dentária: 27-28/27-28 (Tab. 2).

Machos adultos

Machos adultos analisados (> 26 cm CT) apresentam dentes monocuspidados, do tipo agarrador, em forma losangular, bordas arredondadas, com cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana (Fig. 20). A cúspide é lisa e com formato elíptico (Fig. 21). Adultos maiores (> 30 cm CT) apresentam quase toda a arcada com essa morfologia, sendo os da porção distal os últimos a se diferenciarem (de cúspides achatadas para com cúspides alongadas) e as maiores cúspides sempre encontradas na região sinfisiana. Adultos menores (< 28 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais (Fig. 22). A razão comprimento/largura varia entre 1,7 e 2,0 (Tab. 5). Fórmula dentária: 25-27/25-27 (Tab. 2).

Não foram registradas malformações como dentes com cúspides duplas, fileiras interrompidas ou disposição irregular.

Discussão

Este estudo foi o primeiro a investigar a relação entre o dimorfismo sexual em espécies de *Psammobatis*. Foram registradas distinções interespecíficas, diferenciando as três espécies incluídas no trabalho; e intraespecíficas, com variações entre machos adultos, fêmeas adultas e indivíduos imaturos. Todos os indivíduos apresentaram heterodontia monognata (dentes diferentes em regiões diferentes da mesma arcada), mas cada espécie, cada sexo e cada estágio ontogenético ao seu modo. *Psammobatis extenta* se diferencia de *P. rutrum* e *P. lentiginosa* pela fórmula dentária e pelo formato da cúspide; *P. rutrum* e *P. extenta* se diferenciam pela presença de um sulco na cúspide de *P. lentiginosa*. Imaturos de *P. extenta* e fêmeas das três espécies se distinguem de machos adultos por possuírem dentição do tipo triturador, enquanto machos adultos possuem dentição do tipo agarrador.

Conforme Feduccia & Slaughter (1974) e San Martin *et al.* (2007) a dentição do tipo esmagador observada nas fêmeas das três espécies analisadas e nos machos imaturos de *Psammobatis extenta* está associada ao item alimentar crustáceos. Já Muto *et al.* (2001), trabalhando com a mesma espécie, não encontraram diferenças significativas na alimentação entre imaturos e adultos (ambos se alimentando principalmente de crustáceos bentônicos). Isto pode indicar que este tipo de dentição não está unicamente relacionado ao alimento. É possível que o tipo esmagador permita uma maior amplitude na dieta, conforme Barbini & Lucifora (2012).

A análise da razão comprimento/largura vista nos adultos das três espécies (Figs. 23, 24 e 25) deste estudo mostra que o comprimento do dente dos machos pode chegar a aproximadamente o dobro da largura do dente. Já as fêmeas adultas das três espécies e nos indivíduos imaturos de *P. extenta* apresentaram comprimento e largura dos dentes em grandezas similares.

Como a alteração nos dentes dos machos das três espécies coincide com a maturação sexual (com CT entre 25 e 26 cm para *P. extenta* e *P. rutrum*, entre 40 e 42 cm de CT para *P. lentiginosa*, e desenvolvimento do cláspere) (Gomes *et al.*, 2010; Perier *et al.*, 2011; Martins & Oddone, 2017), é provável que tais modificações, pelo menos nas espécies de *Psammobatis* examinadas

aqui, estejam associadas com a cópula (Kajiura *et al.*, 2000; Delpiani *et al.*, 2012; Gutteridge & Bennett, 2014).

A mesma heterodontia ginândrica encontrado nas três espécies deste estudo foi encontrado em *Atlantoraja cyclophora* (Regan 1903) (Arhynchobatidae) (Oliveira & Oddone, 2011a, 2011b, 2012, 2013; Rangel *et al.*, 2015). Nestes estudos, foi observado que fêmeas têm dentição do tipo esmagador e machos adultos do tipo agarrador, e essa diferença foi associada ao comportamento do macho no acasalamento. Em *Amblyraja doellojuradoi* (Pozzi 1935) (Rajidae) Delpiani *et al.* (2012) observaram diferenças entre machos e fêmeas tanto em relação ao tamanho da cúspide, maior nos machos, quanto na disposição, tendo maior espaçamento entre os dentes dos machos. Nas três espécies do presente estudo, todos esses dimorfismos sexuais foram encontrados, com exceção do espaçamento entre os dentes dos machos. Esta característica foi vista tanto em machos quanto em fêmeas, evidente nos dentes mais distais.

Em Myliobatiformes a heterodontia ginândrica de adultos (dente tipo agarrador/dente tipo esmagador) é registrada em diferentes espécies, como *Gymnura micrura* (Bloch & Schneider 1801), encontrada no Oceano Atlântico e no Oceano Índico (Kobelkowsky, 2013). Em *Hemitrygon akajei* foi observado, assim como em *Psammobatis extenta*, que apenas os machos adultos apresentam dentes com a cúspide desenvolvida; fêmeas e indivíduos imaturos apresentam dentição similar (Taniuchi & Shimizo, 1993). Já *Hypanus sabinus* possui o mesmo dimorfismo, mas restrito à época reprodutiva; ou seja, a dentição dos machos é idêntica à das fêmeas (não há dimorfismo sexual dental) fora da temporada de acasalamento (tipo esmagador) e troca (através da polifiodontia) para tipo agarrador no período de reprodução (Taniuchi & Shimizo, 1993).

Comparando as fórmulas dentárias de imaturos e adultos de *P. extenta*, o número de fileiras de dentes parece aumentar proporcionalmente ao tamanho do indivíduo; assim como visto em *Mustelus henlei* (Belleggia *et al.*, 2014). A diferença de número de fileiras de dentes entre adultos de *P. extenta* e adultos de *P. rutrum* pode ser mais uma característica que auxilia a diferenciar as duas espécies, visto que *P. rutrum* possui mais fileiras de dentes.

Foi observado na fórmula dentária de *P. lentiginosa* e *P. rutrum*, uma sutil tendência a um número maior de dentes nas fêmeas (Tab. 5).

Recentes estudos filogenéticos em Batoidea (raias) (Naylor *et al.*, 2016) mostram que as famílias Rajidae, Arhynchobatidae, Anacanthobatidae e Gurgesiellidae formam um grupo monofilético nomeado de Rajiformes e que esta ordem é grupo-irmão das demais ordens de raias. Nossos resultados em *Psammobatis*, comparados ao que é apresentado na bibliografia, sugerem que o dimorfismo sexual apresentando dentes esmagadores em fêmeas e imaturos, e agarradores em machos, é um caráter que ocorreu mais de uma vez em Batoidea (pelo menos em Rajiformes e Myliobatiformes). Entretanto, uma análise de maior abrangência, envolvendo outras espécies de raias, pode mostrar que o mesmo padrão dimórfico na dentição e sexos pode ser uma novidade evolutiva (sinapomorfia) em clados menos inclusivos.

Duas teorias diferentes já tentaram explicar o dimorfismo sexual relacionado à dentição. Feduccia & Slaughter (1974) sugeriram que pode ser interpretado como uma estratégia para evitar competição intraespecífica, onde os diferentes tipos de dentição possibilitam a busca por presas diferentes. Por outro lado, McEachran (1977) não encontrou diferença significativa no conteúdo estomacal de quatro espécies, contestando a hipótese anterior. A este trabalho de 1977 juntaram-se outros (Taniuchi & Shimizo, 1993; Navia *et al.*, 2011) que associaram a maturação sexual dos machos com o dimorfismo sexual dental, ambos ocorrendo ao mesmo tempo. Com base nisto, McCourt & Kerstitch (1980), Nordell (1994) e Scenna *et al.* (2006) sugerem que os dentes dos machos têm essa diferenciação para ajudar a segurar a fêmea durante o acasalamento, uma vez que observaram que machos mordem a nadadeira peitoral das fêmeas durante a cópula e encontram cicatrizes nas mesmas nadadeiras. Sendo assim, a cúspide prolongada dos dentes dos machos de *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rutrum* deve estar relacionada com comportamento reprodutivo e não com forrageio.

Esses novos dados sobre *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rutrum* são ferramentas úteis na taxonomia do gênero e também de toda Arhynchobatinae, visto que a diagnose destas espécies ainda é problemática devido às semelhanças morfológicas. Somando-se esses novos dados ao que

já se conhece sobre o gênero, novas análises filogenéticas são incitadas, uma vez que as relações dentro da família ainda são pouco conhecidas.

Referências Bibliográficas

- Adnet, S. & H. Cappetta. 2001. "A palaeontological and phylogenetical analysis of squaliform sharks (Chondrichthyes: Squaliformes) based on dental characters". *Lethaia* 34(3):234–48.
- Barbini, S. A. & L. O. Lucifora. 2012. "Ontogenetic diet shifts and food partitioning between two small sympatric skates (Chondrichthyes, Rajidae) in the Southwestern Atlantic". *Marine and Freshwater Research* 63(10):905–13.
- Belleggia, M., D. E. Figueroa & C. S. Bremec. 2014. "The dentition of the narrownose smooth-hound shark, *Mustelus schmitti*". *Marine and Freshwater Research* 65(8):688–96.
- Braccini, J. M., & G. E. Chiaramonte. 2002. Reproductive biology of *Psammobatis extenta*. *Journal of Fish Biology*, 61(1), 272-288.
- Carvalho, M. R. De & J. L. De Figueiredo. 1994. "*Psammobatis extenta* (Garman, 1913): A Senior Synonym of *Psammobatis glansdissimilis*". *Copeia* 1994(4):1029–33.
- Chiaramonte, G.E. 2004a. *Psammobatis bergi*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T44582A10908578.
- Chiaramonte, G.E. 2004b. *Psammobatis extenta*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T44583A10908756.
- Delpiani, G., D. Figueroa & E. Mabrugaña. 2012. "Dental abnormalities of the southern thorny skate". *Revista de biología marina y oceanografía* 47:135–40.
- Feduccia, A. & B. H. Slaughter. 1974. "Sexual Dimorphism in Skates (Rajidae) and Its Possible Role in Differential Niche Utilization". *Evolution* 28(1):164–68.
- Gomes, U. L., C. N. Signori, O. B. F. Gadig & H. R. S. Santos. 2010. *Guia para identificação de tubarões e raias do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Technical Books.
- Gutteridge, A. N. & M. B. Bennett. 2014. "Functional implications of ontogenetically and sexually dimorphic dentition in the eastern shovelnose ray, *Aptychotrema rostrata*". *Clinical Cancer Research* 217(2):192–200.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler & D. C. Hovestadt. 1989. "Odontology. Additional character complex for interpreting interrelationships and systematics of the living chondrichthyes". *Third Indo-Pacific Fish Conference, Wellington* 1–8.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler & D. C. Hovestadt. 1994. "Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodorulites in living supra-specific taxa of Chondrichthyan fishes: addendum to part A.1. Order: Hexanchiformes - Family: Hexanchidae. Odontological results supporti". *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique* (64):147–63.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler, D. C. Hovestadt & M. Stehmann. 1995. "Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodorulites in living supra-specific taxa of chondrichthyan fishes. Part B: Batomorphii No. 1b: Order Rajiformes-Suborder Rajoidei-Family: Rajidae-genera and sub". *Biologie* 65:237–307.
- Herman, J., M. Hovestadt-Euler, D. C. Hovestadt & M. Stehmann. 1996. "Part B: Batomorphii N°1c: Order Rajiformes- Suborder Rajoidei-Family: Rajidae-Genera and Subgenera: *Arhynchobatis*, *Bathyraja richardsoni*-type, *Cruriraja*, *Irolita*, *Notoraja*, *Pavoraja* (*Insentiraja*), *Pavoraja* (*Pavoraja*), *Pseudoraja*, *Raja*

- (*Atlantoraja*), *Raja* ". P. 179–236 in *Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodorulites in living supraespecific taxa of Chondrichthyan fishes*, organizado por M. Stehmann. Bulletin de l'Institut royal des sciences naturelles de Belgique.
- Kajiura, S. M., A. P. Sebastian & T. C. Tricas. 2000. "Dermal bite wounds as indicators of reproductive seasonality and behaviour in the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*". *Environmental Biology of Fishes* 58(1):23–31.
- Kajiura, S. M. & T. C. Tricas. 1996. "Seasonal dynamics of dental sexual dimorphism in the Atlantic stingray *Dasyatis sabina*". *The Journal of experimental biology* 199:2297–2306.
- Kyne, P.M. 2007. *Psammobatis lentiginosa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T63121A12614979
- Kyne, P.M. & Valenti, S.V. 2007. *Psammobatis parvacauda*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T63134A12621691.
- Kobelkowsky, A. 2013. "Morfología Del Sistema Digestivo De La Raya Mariposa *Gymnura micrura* (Batoidea : Gymnuridae)". *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras* 42(1):57–71.
- Lamilla, J. 2004. *Psammobatis normani*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T44640A10931056.
- Lamilla, J. 2007. *Psammobatis scobina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2007: e.T63140A12622192.
- Mabragaña, E. & M. B. Cousseau. 2004. "Reproductive biology of two sympatric skates in the south-west Atlantic: *Psammobatis rudis* and *Psammobatis normani*". *Journal of Fish Biology* 65(2):559–73.
- Mabragaña, E. & D. A. Giberto. 2007. "Feeding ecology and abundance of two sympatric skates, the shortfin sand skate *Psammobatis normani* McEachran, and the smallthorn sand skate *P. rudis* Günther (Chondrichthyes, Rajidae), in the southwest Atlantic". *ICES Journal of Marine Science* 64(5):1017–27.
- Martins, M. F. & M. C. Oddone. 2017. "Reproductive biology of *Psammobatis rutrum* (Chondrichthyes: Arhynchobatidae) in south Brazil, south-west Atlantic". *Journal of Fish Biology* 91(2):443–59.
- McCourt, R. M. & A. N. Kerstitch. 1980. "Mating behavior and sexual dimorphism in dentition in the stingray *Urolophus concentricus* from the Gulf of California". *Copeia* 1980(4):900–901.
- McEachran, J. D. 1982. "Chondrichthyes". P. 831–58 in *Synopsis and classification of living organisms.*, vol. 2. New York: McGraw-Hill.
- McEachran, J. D. 1977. "Reply to 'Sexual Dimorphism in Skates (Rajidae)'". *Evolution* 31(1):218–20.
- McEachran, J. D. & T. Miyake. 1988. "A New Species of Skate from the Gulf of California (Chondrichthyes , Rajoidei)". *Copeia* 1988(4):877–86.
- Menni, R. C. & M. Stehmann. 2000. "Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review." *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 2(1):69–109.
- Moss, S. A. 1977. "Feeding Mechanisms in Sharks". *American Zoologist* 17(355):355–64.
- Muto, E. Y., L. S. Soares, & R. Goitein. 2001. "Food resource utilization of the skates

- Rioraja agassizii* (Müller & Henle, 1841) and *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) on the continental shelf off Ubatuba, South-eastern Brazil.” *Brazilian journal of biology* 61(2):217–38.
- Navia, A. F., A. Torres, P. A. Mejía-Falla & A. Giraldo. 2011. “Sexual, ontogenetic, temporal and spatial effects on the diet of *Urotrygon rogersi* (Elasmobranchii: Myliobatiformes)”. *Journal of Fish Biology* 78(4):1213–24.
- Naylor, G. J. P., L. Yang, S. Corrigan, & Carvalho, M. D. 2016. Phylogeny and classification of rays. *Rays of the World*. CSIRO Publishing, Melbourne.
- Nordell, S. E. 1994. “Observations of the mating behavior and dentition of the round stingray, *Urolophus halleri*”. *Environmental Biology of Fishes* 39(3):219–29.
- Oliveira, M. A. & M. C. Oddone. 2011a. “Determinação da fórmula dentária da raia *Atlantoraja castelnaui* (Ribeiro, 1907) (Chondrichthyes, Arhynchobatidae)”. *E-book da Mostra Unisinos de Iniciação Científica*.
- Oliveira, M. A. & M. C. Oddone. 2011b. “Estudo preliminar da ontogenia na dentição da raia pintada *Atlantoraja castelnaui* (Ribeiro, 1907)”. *Resumos do VII Encontro da Sociedade Brasileira para Estudo dos Elasmobrânquios*.
- Oliveira, M. A. & M. C. Oddone. 2012. “La dentición heterodonta en rayas (Chondrichthyes: Rajiformes): caso de estudio en el género *Atlantoraja menni*, 1972”. in *II Congreso Uruguayo de Zoología*.
- Oliveira, M. A. & M. C. Oddone. 2013. “Comparative morphology of the adult symphyseal dentition in genus *Atlantoraja* Menni, 1972 in Southern Brazil”. in *Resúmenes del XV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar*. Punta del Este.
- Paragó, C. L. D. P. 2001. Contribuição à taxonomia do gênero *Psammobatis* Günther, 1870 (Chondrichthyes, Rajidae): caracterização das espécies do subgrupo I de McEachran (1983) com base em padrões de coloração e espinulação.
- Perier, R., M. Estalles, M. Coller & E. E. Di Giacomo. 2011. “Reproductive biology of the endemic skate *Psammobatis lentiginosa* in the San Matías Gulf (south-western Atlantic)”. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 91(6):1165–73.
- Queiroz, E. L., 1986, Estudo comparativo da alimentação de *Sympterygia acuta* Garman, 1877 e *S. bonapartei* Müller & Henle, 1841 (Pisces: Rajiformes) com relação a: distribuição, abundância, morfologia e reprodução, nas águas litorâneas do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, FURG, 326p.
- Rangel, B., J. Marinho, C. Malavasi-Bruno, A. Amorim, J. R. Kfoury Junior, & R. Rici. 2015. Dimorfismo sexual da raia-santa *Atlantoraja cyclophora*: aspectos morfológicos. *Revista Cecilians* 7(2):9–12.
- Rangel, B. S., S. S. Rodrigues, P. O. Favaron, A. Amorim, & R. Rici. 2014. “Structure and dental sexual dimorphism in *Dasyatis hypostigma* (Santos & Carvalho, 2004) (Myliobatiformes, Dasyidae)”. *Microscopy: advances in scientific research and education. Microscopy book series* 89–94.
- Sáez, S. & J. Lamilla. 2012. “Claves taxonomicas para el reconocimiento dentario en taxa del superorden Rajomorphii de Chile (Chondrichthyes, Batoidea)”. *Latin American Journal of Aquatic Research* 40(2):282–91.
- San Martin, M. J., J. M. Braccini, L. L. Tamini, G. E. Chiaramonte, & J. E. Perez. 2007. “Temporal and sexual effects in the feeding ecology of the marbled sand skate *Psammobatis bergi* Marini, 1932”. *Marine Biology* 151(2):505–13.
- Scenna, L. B., S. B. García de la Rosa, & J. M. Díaz de Astarloa. 2006. “Trophic

ecology of the Patagonian skate, *Bathyraja macloviana*, on the Argentine continental shelf". *ICES Journal of Marine Science* 63(5):867–74.

Taniuchi, T. & M. Shimizo. 1993. "Dental sexual dimorphism and food habits in the stingray *Dasyatis akajei* from Tokoyo Bay, Japan". 59(1):53–60.

Material Examinado

Psammobatis extenta: UERJ (não numerado), número de campo ARJ01 – Rio de Janeiro, UERJ (não numerado), número de campo ARJ02 – Rio de Janeiro, UERJ (não numerado), número de campo ARJ05 – Rio de Janeiro, FURG (não numerado), número de campo P05 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P12 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P13 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P17 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P20 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P21 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P24 – Rio Grande do Sul.

Psammobatis lentiginosa: FURG (não numerado), número de campo P54 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P61 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P64 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo P76 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo G336428 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo H336412 – Rio Grande do Sul, FURG (não numerado), número de campo K447536 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo Y992075 – Rio Grande do Sul.

Psammobatis rutrum: FURG (não numerado), número de campo P04 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo P56 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo P77 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo P60 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo A003180 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo P62 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo 96905 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo 96907 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo D114299 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo L558649 – Rio Grande do Sul; FURG (não numerado), número de campo L558649 – Rio Grande do Sul.

Apêndices



Figura 1: Exemplar de *Psammobatis extenta* (obtido em <http://www.fishbase.org>, 2017).

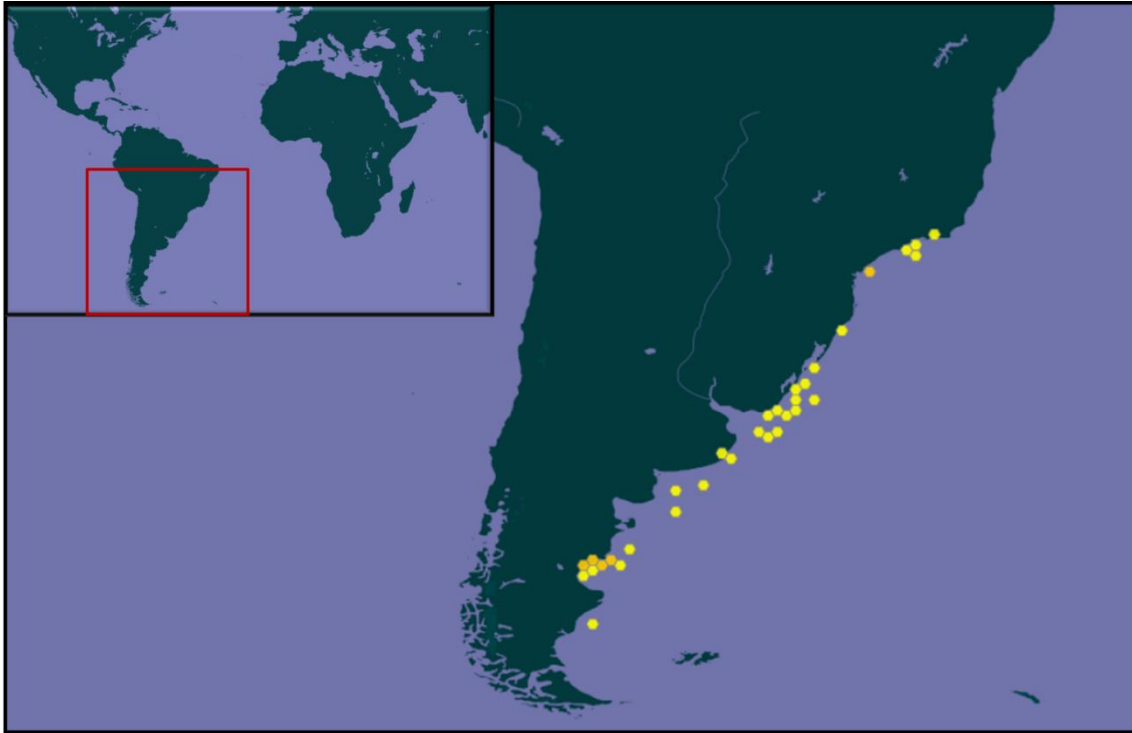


Figura 2: Distribuição de *Psammobatis extenta* (obtido em <http://www.gbif.org>, 2017).



Figura 3: Exemplar de *Psammobatis lentiginosa* (obtido em <http://www.fishbase.org>, 2017).



Figura 4: Distribuição de *Psammobatis lentiginosa* (obtido em <http://www.gbif.org>, 2017).



Figura 5: Exemplar de *Psammobatis rutrum* (obtido em <http://www.fishbase.org>, 2017).

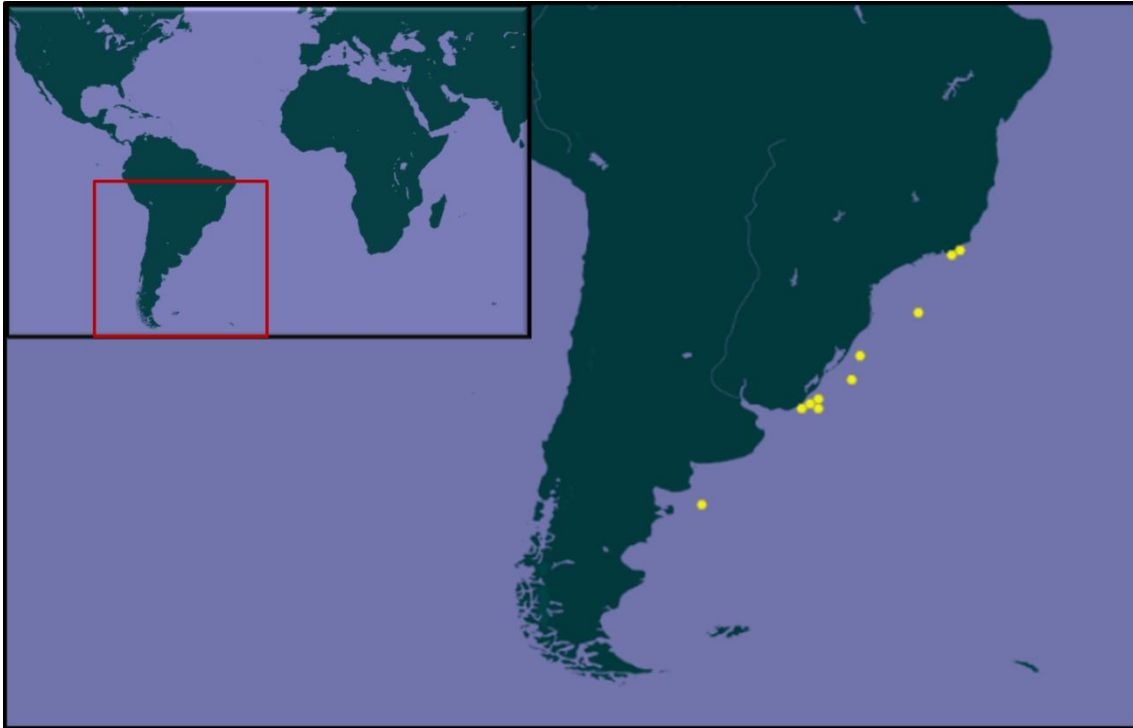


Figura 6: Distribuição de *Psammobatis rutrum* (obtido em <http://www.gbif.org>, 2017).

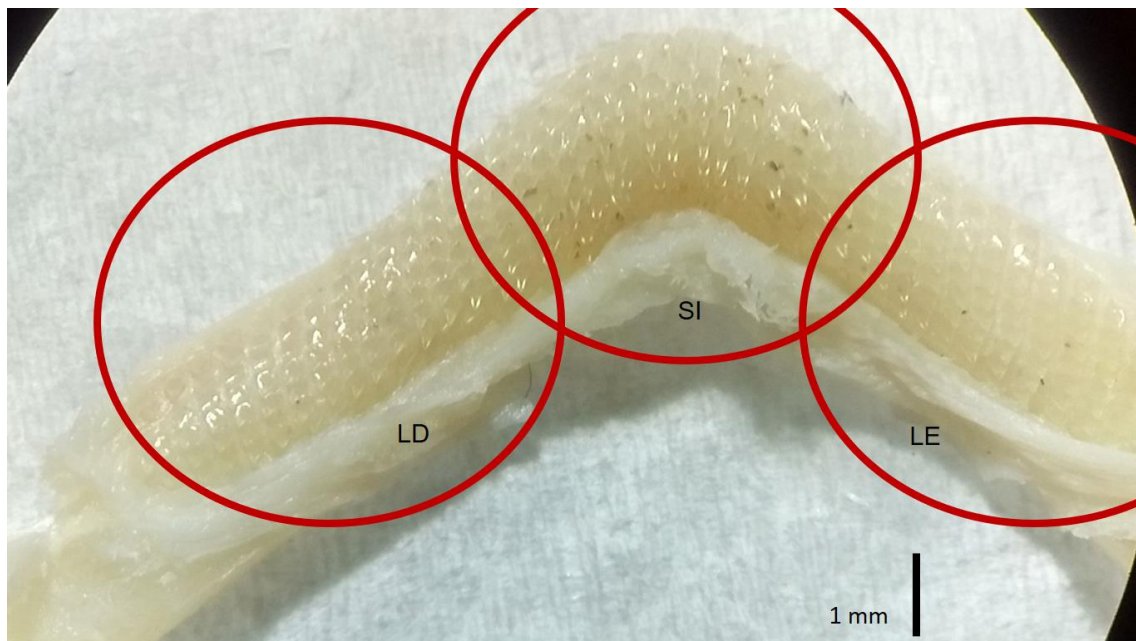


Figura 7: *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P12, 31,7 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Arcada superior, vista interna, regiões examinadas: LE lateral esquerda, SI região sinfisiana, LD lateral direita.

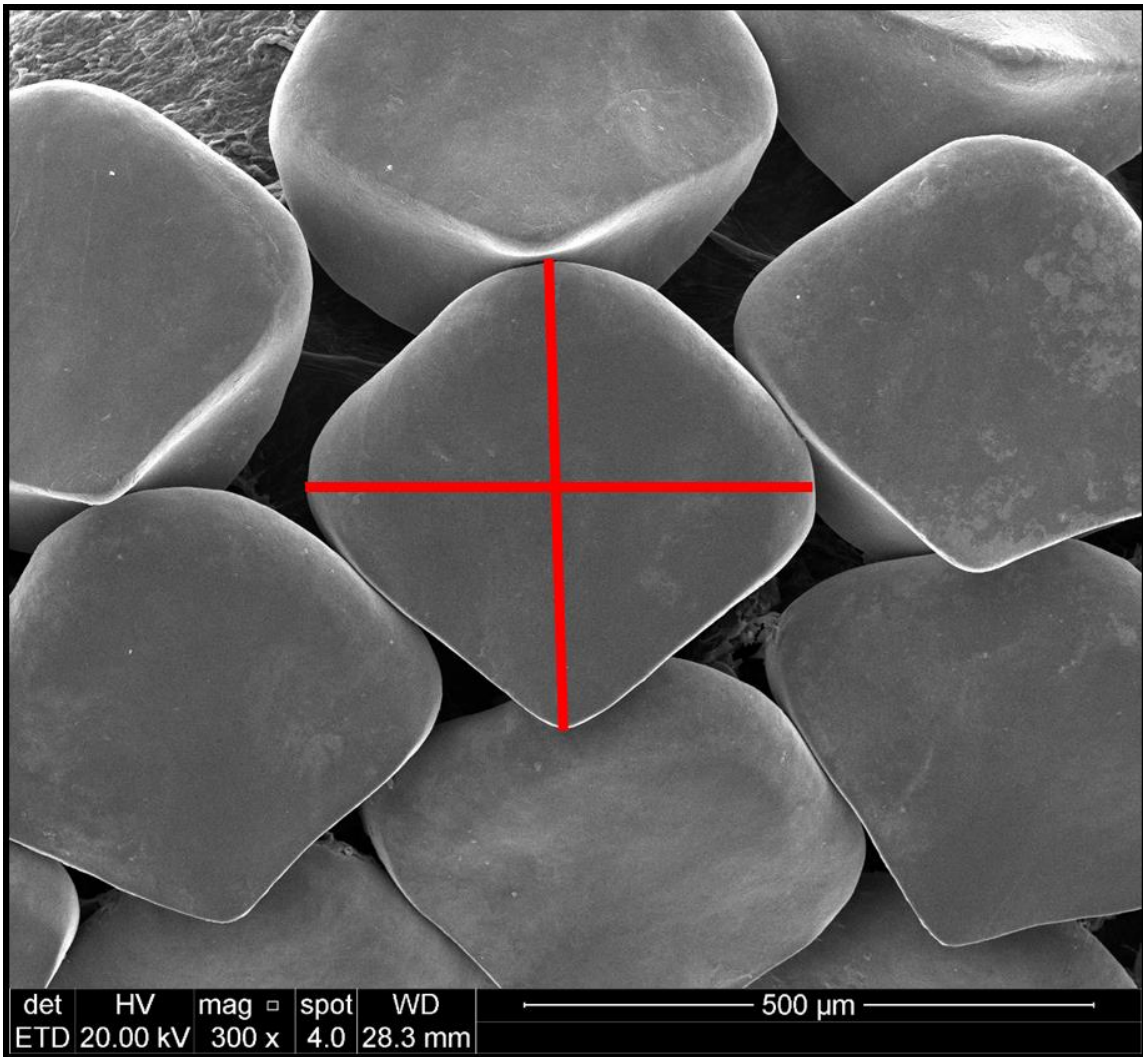


Figura 8: *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P24, 24,8 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior indicando onde foram feitas as medidas da largura do dente (eixo horizontal) e do comprimento do dente (eixo vertical) para o cálculo das proporções.

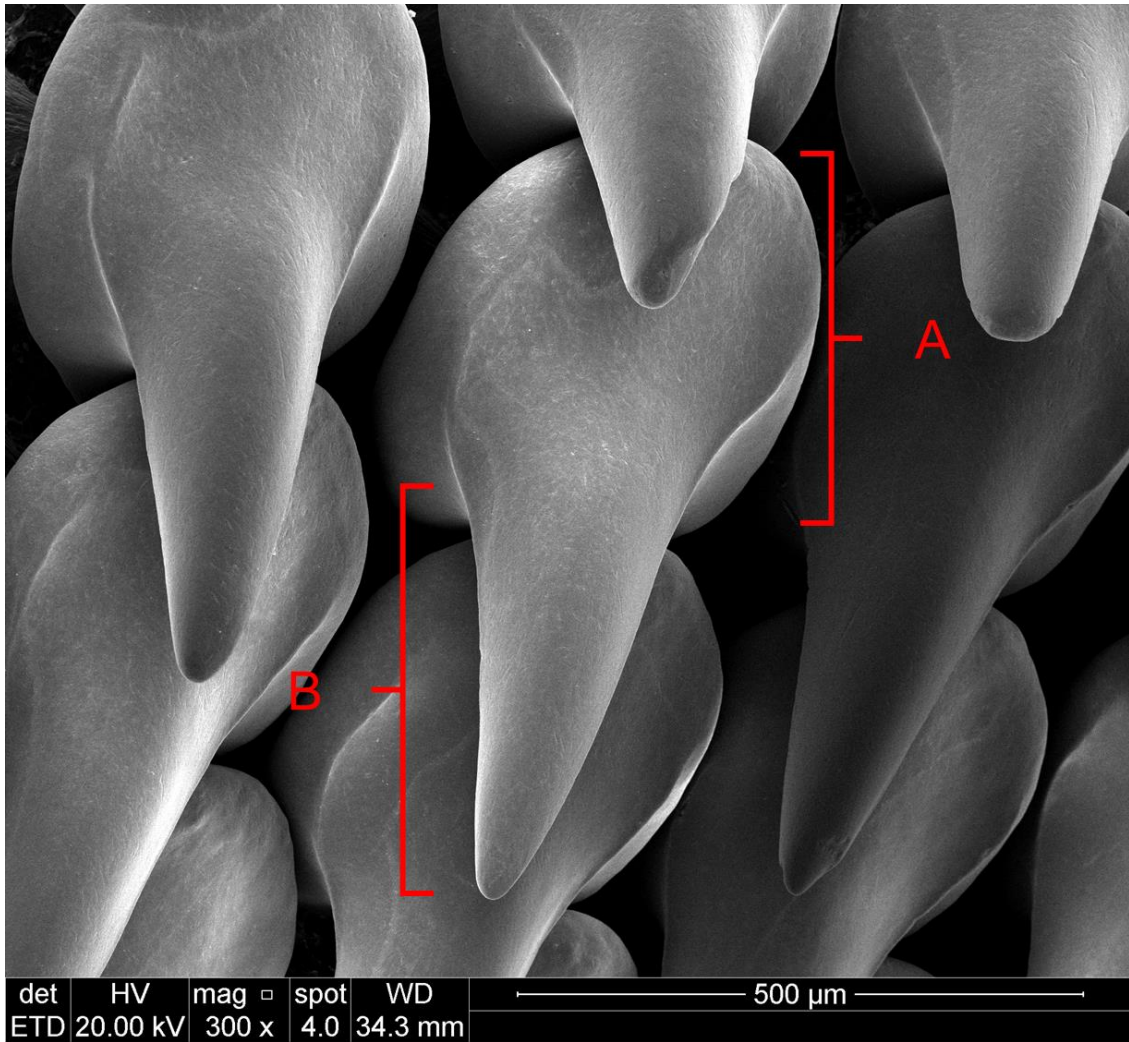


Figura 9: *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo 96907, 25,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Dentes da região sinfisiana da arcada superior. Vista interna. A = coroa; B = cúspide.

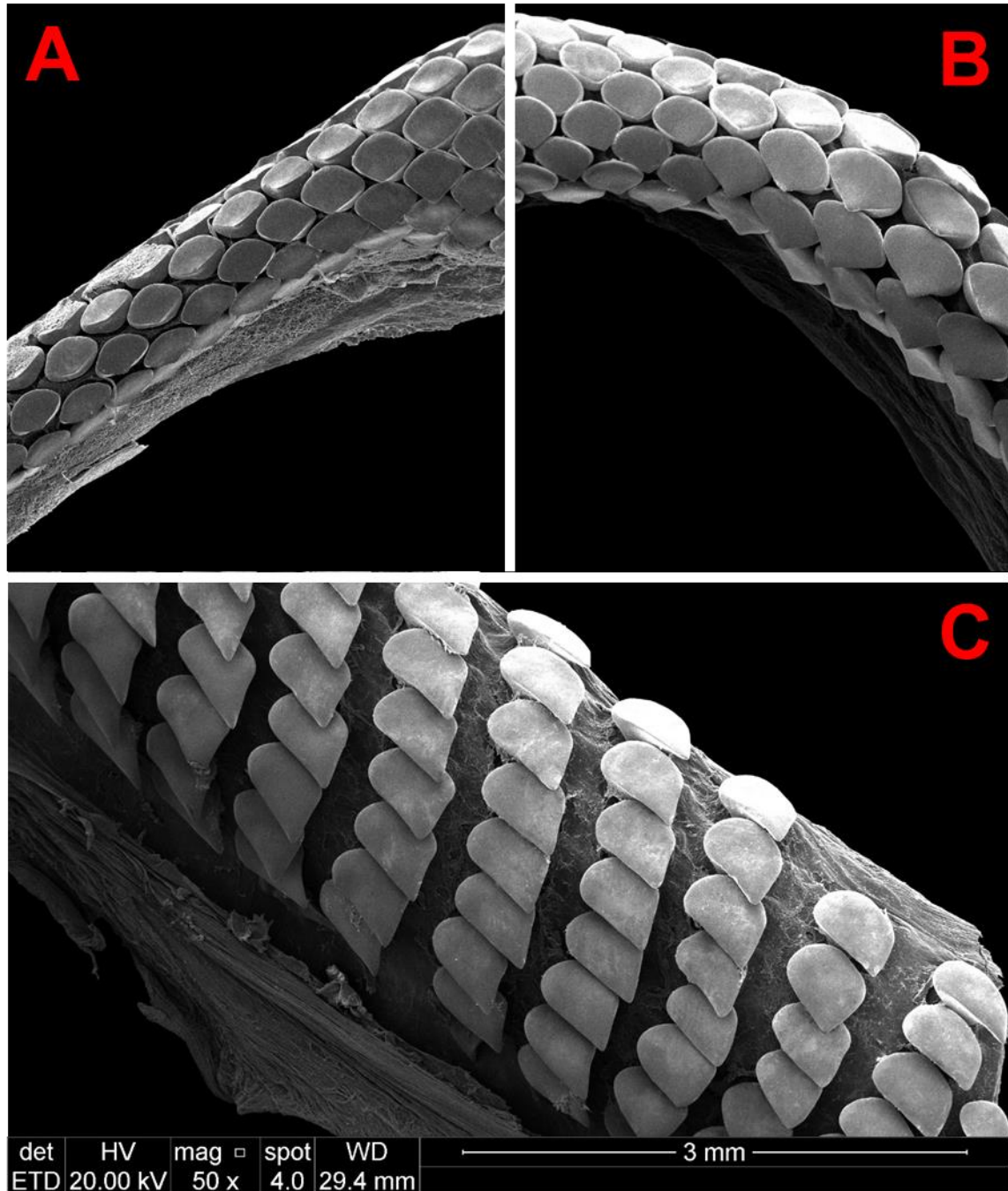


Figura 10: (A) *Psammobatis extenta* UERJ (não numerado), número de campo ARJ05, 15,0 cm CT, fêmea imatura, costa do Rio de Janeiro. Região lateral direita da arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo ARJ02, 18,0 cm CT, macho imaturo, costa do Rio de Janeiro. Região lateral esquerda da arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (C) Mesmo exemplar em (A), mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral esquerda da arcada superior.

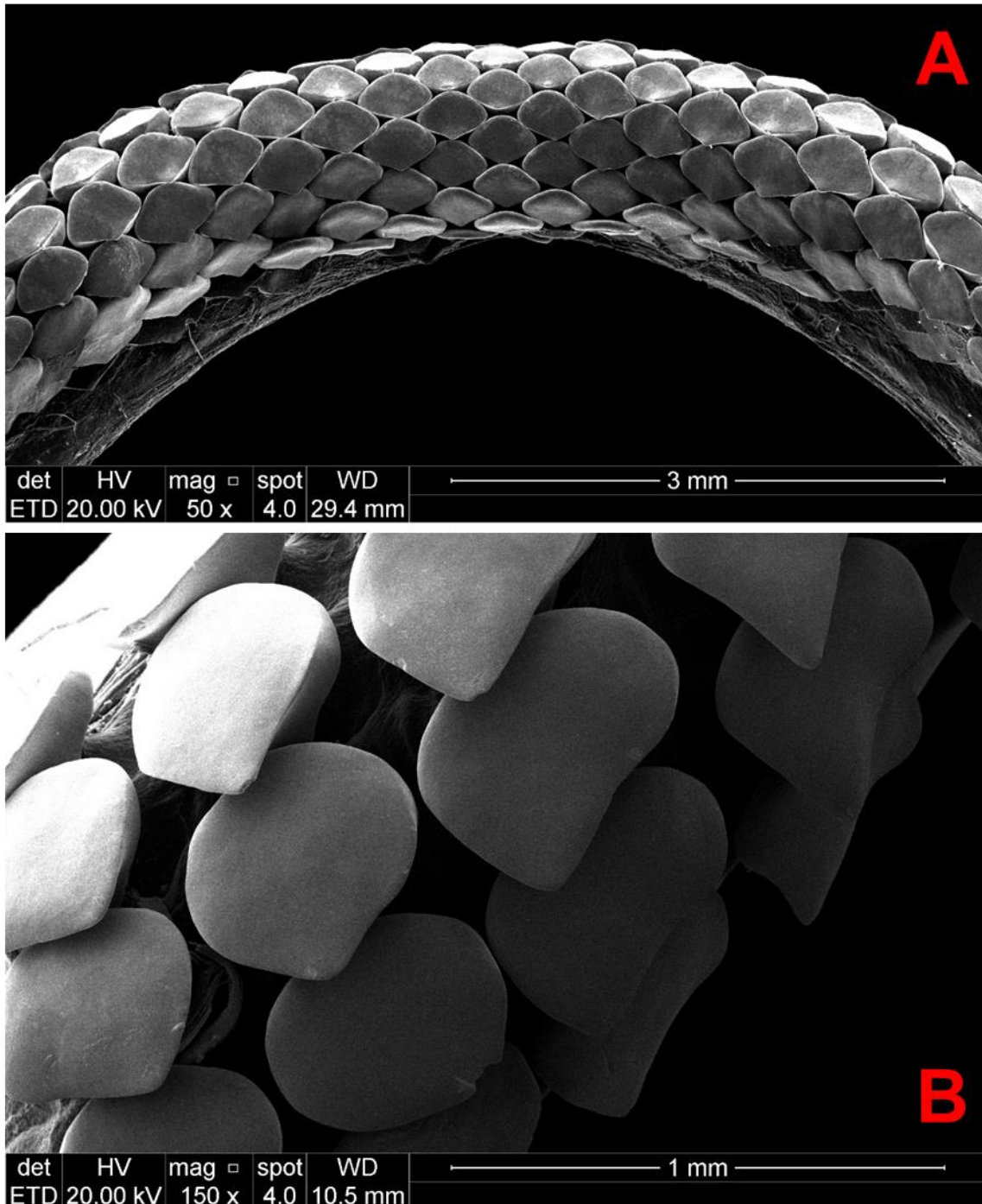


Figura 11: (A) *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P24, 24,8 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentição pavimentosa, na arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P05, 29,5 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul, mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral direita da arcada superior.

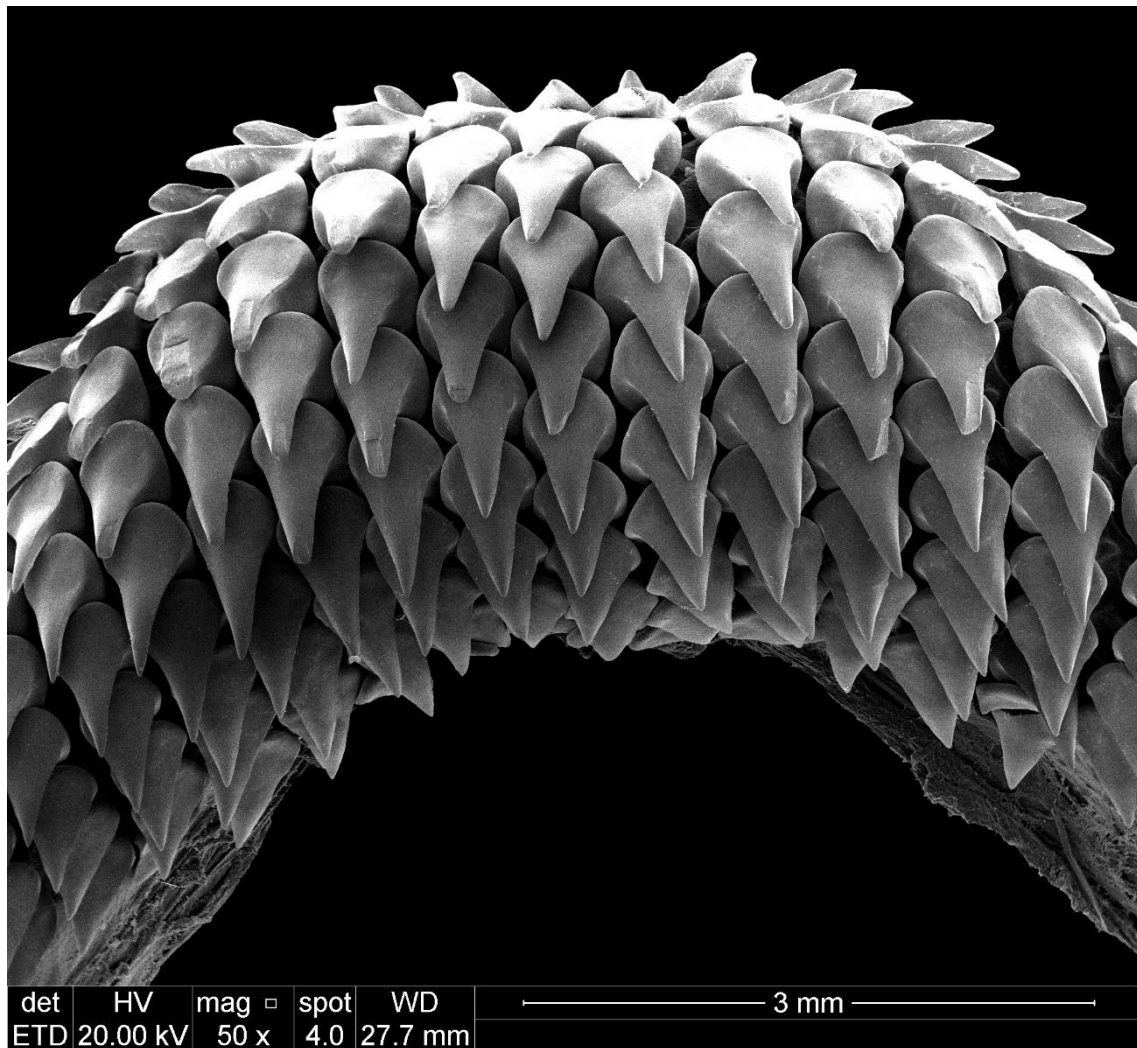


Figura 12: *Psammobatis extenta* FURG, (não numerado), número de campo P21, 28,4 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada inferior. Dentes monocuspidados, do tipo agarrador, coroa em forma losangular, bordas arredondadas. Cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana.

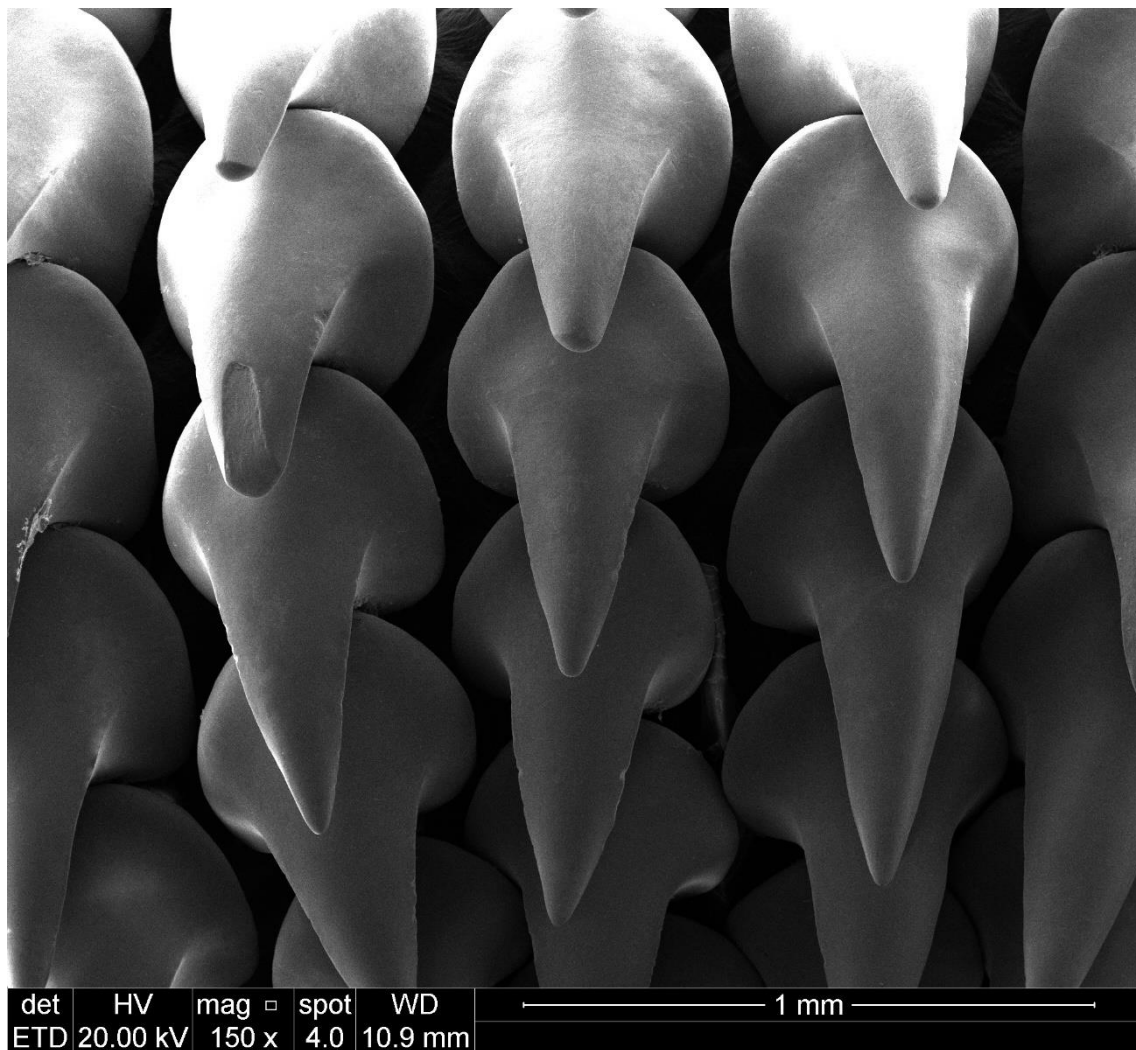


Figura 13: *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P17, 26,0 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentes com cúspide lisa em formato circular em corte transversal.

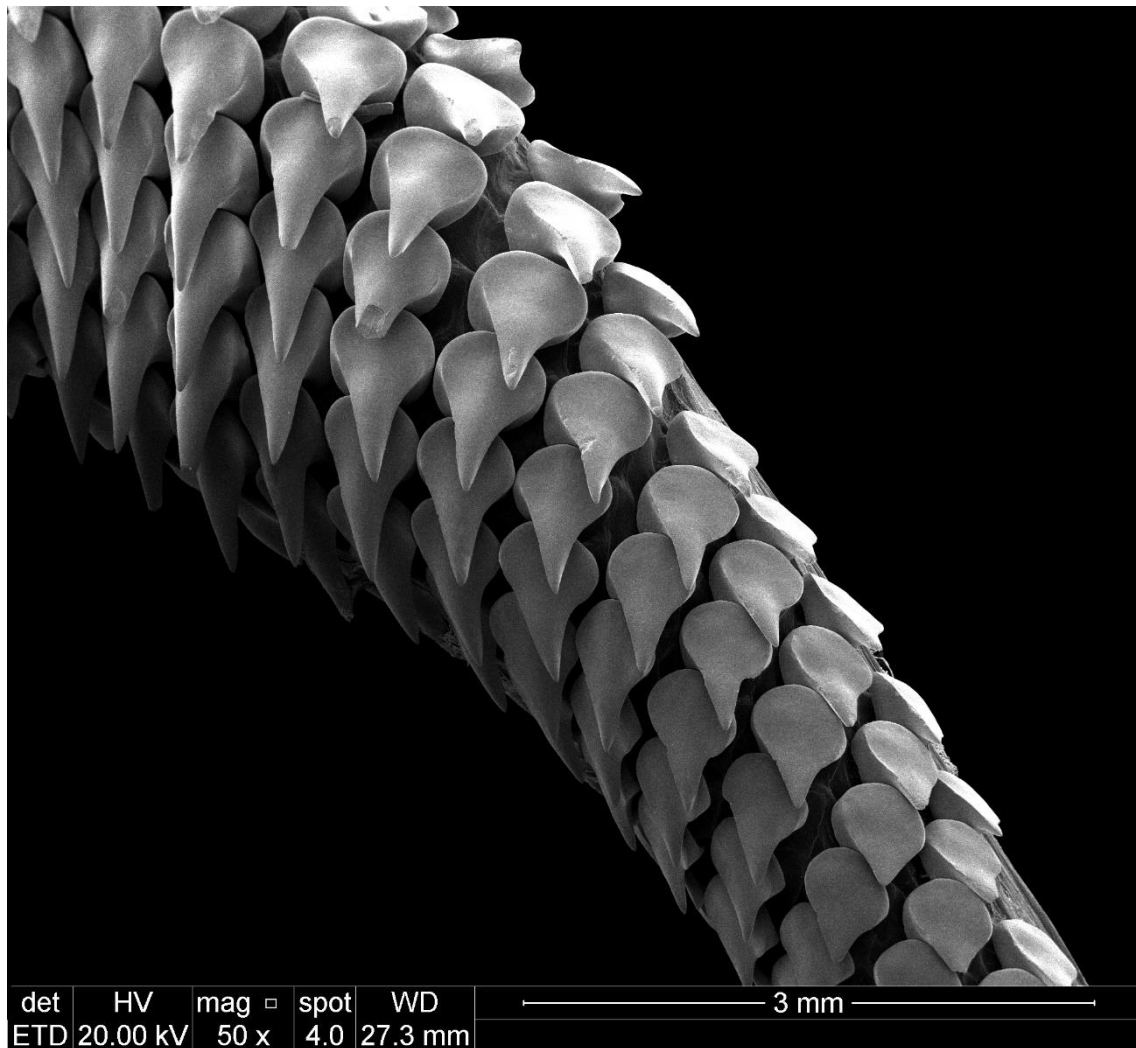


Figura 14: *Psammobatis extenta* FURG (não numerado), número de campo P17, 26,0 cm CT, macho adulto, Rio Grande do Sul. Metade direita da arcada inferior. Machos adultos menores (com menos de 28 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada se comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais.

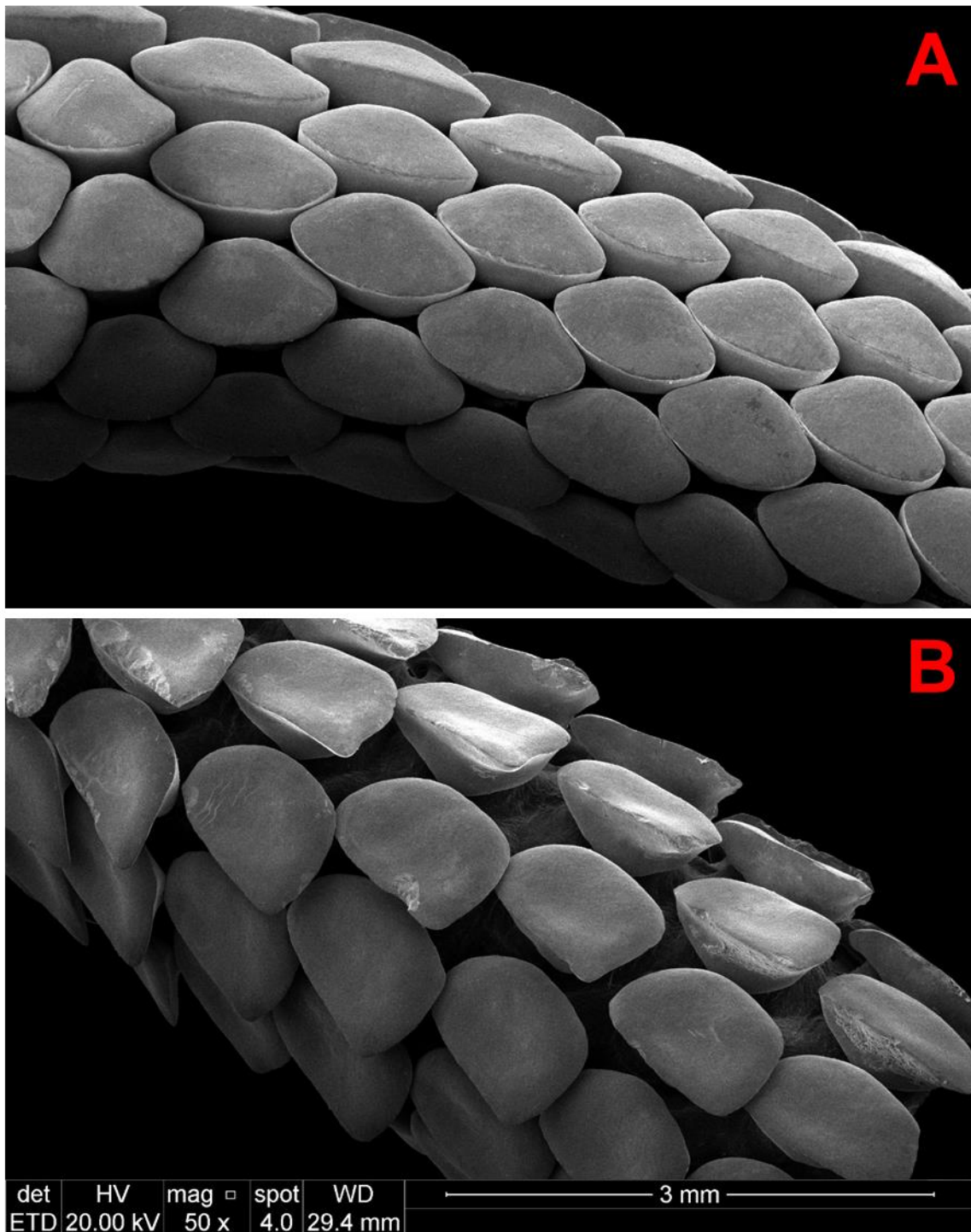


Figura 15: (A) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo G336428, 46,6 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentição pavimentosa. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo H336412, 43,0 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul, mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral direita da arcada inferior.

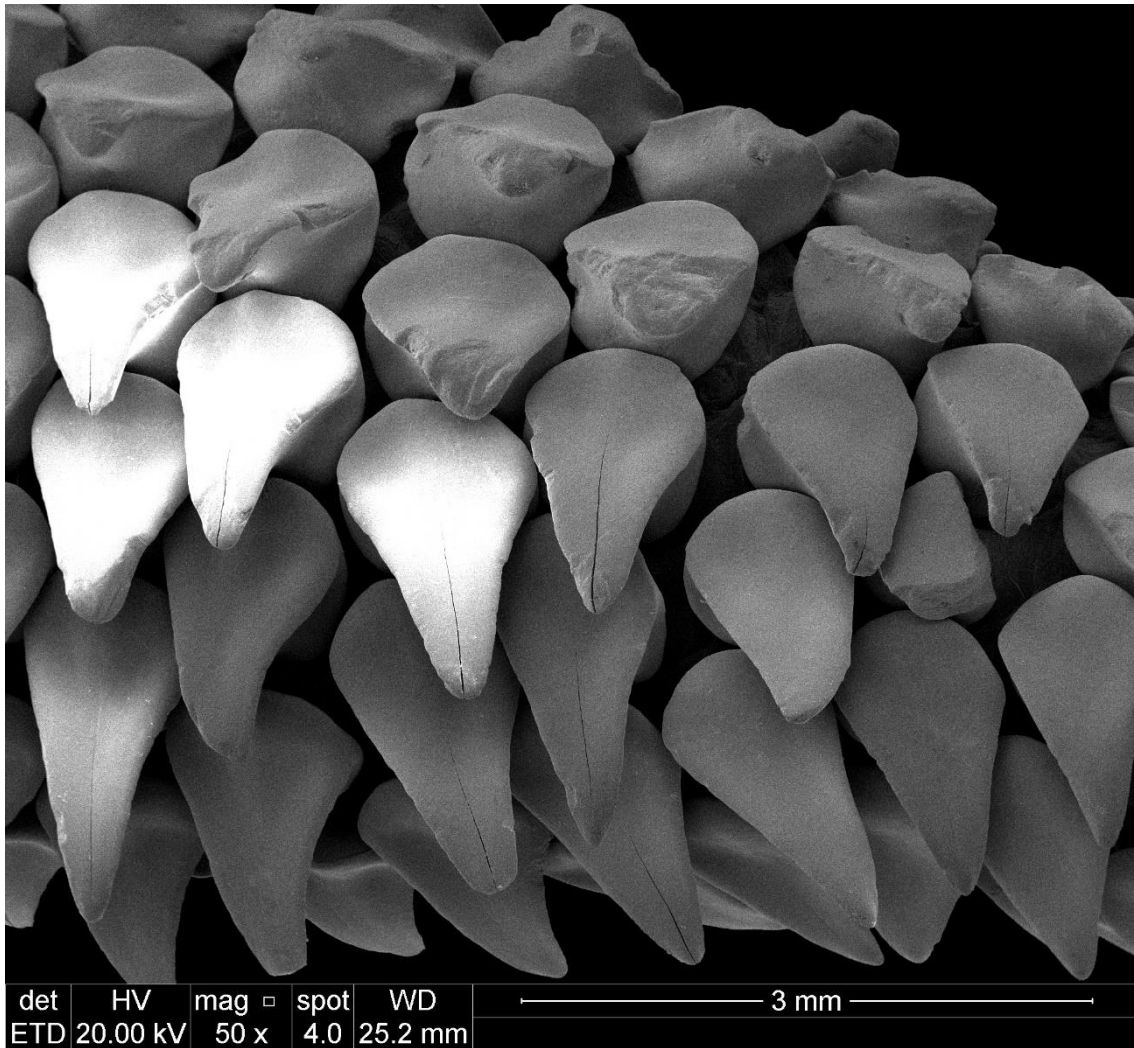


Figura 16: *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo Y992075, 46,3 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentes monocuspidados, do tipo agarrador. Coroa em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana.

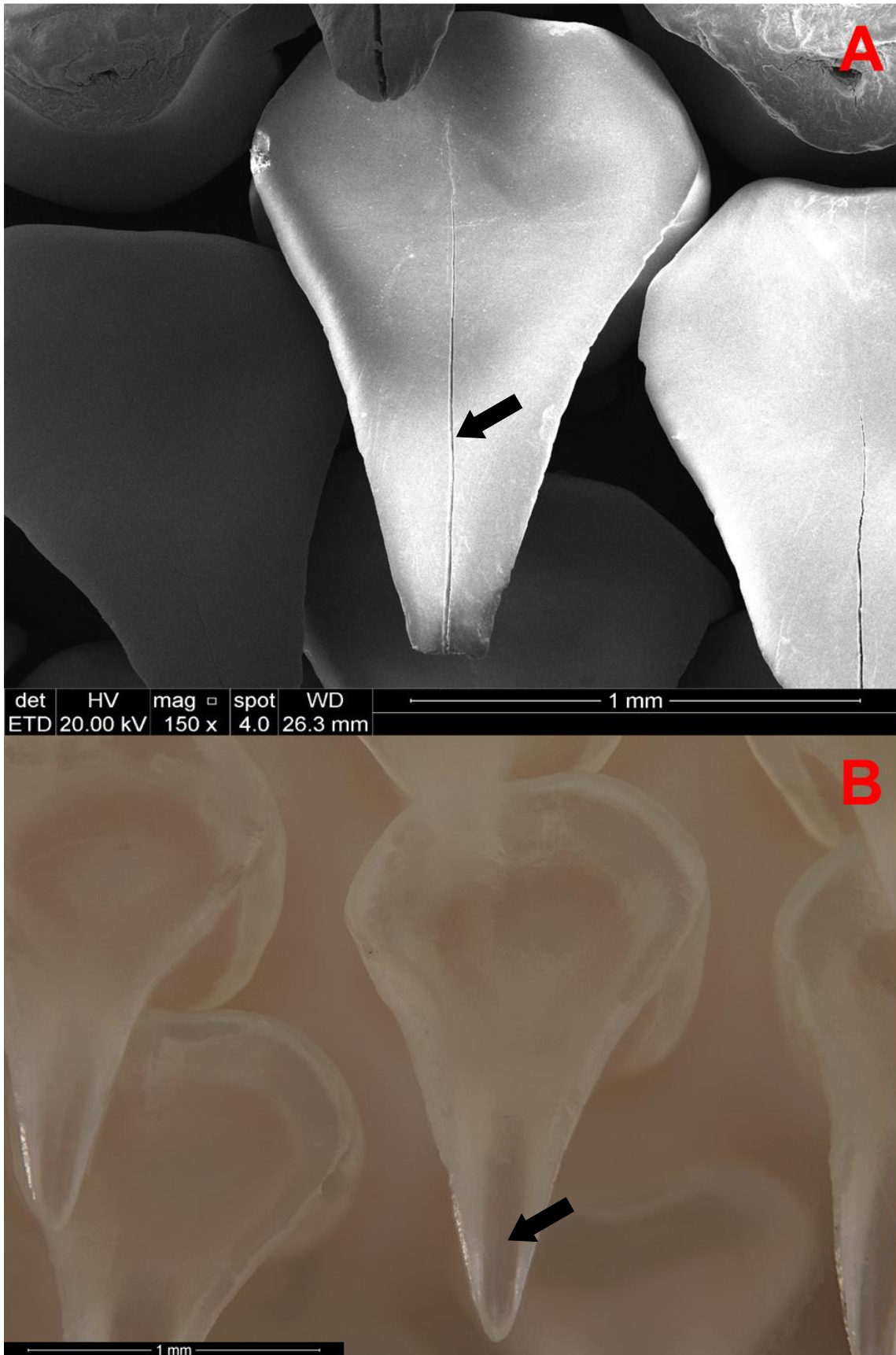


Figura 17: (A) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo K447536, 48,4 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana

da arcada superior. Cúspide com um sulco longitudinal (forma de rachadura) na região central da face e com formato elíptico em corte transversal. Microscópico de Varredura. (B) *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo A003190, 48,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Cúspide com um sulco longitudinal na região central da face e com formato elíptico em corte transversal. Microscópio óptico.

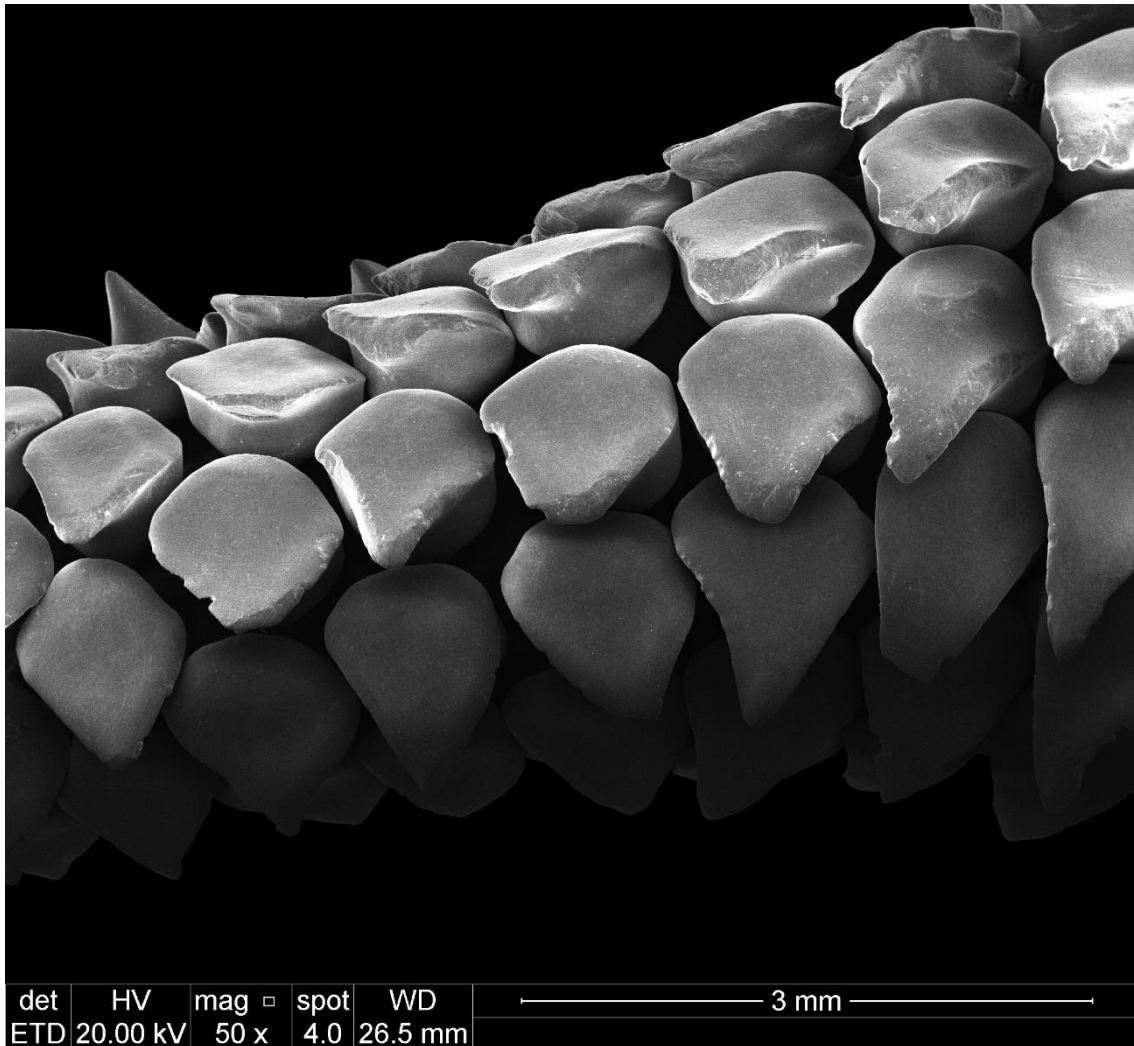


Figura 18: *Psammobatis lentiginosa* FURG (não numerado), número de campo Y992075, 46,3 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região lateral direita da arcada superior. Machos adultos menores (com menos de 47 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada se comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais.

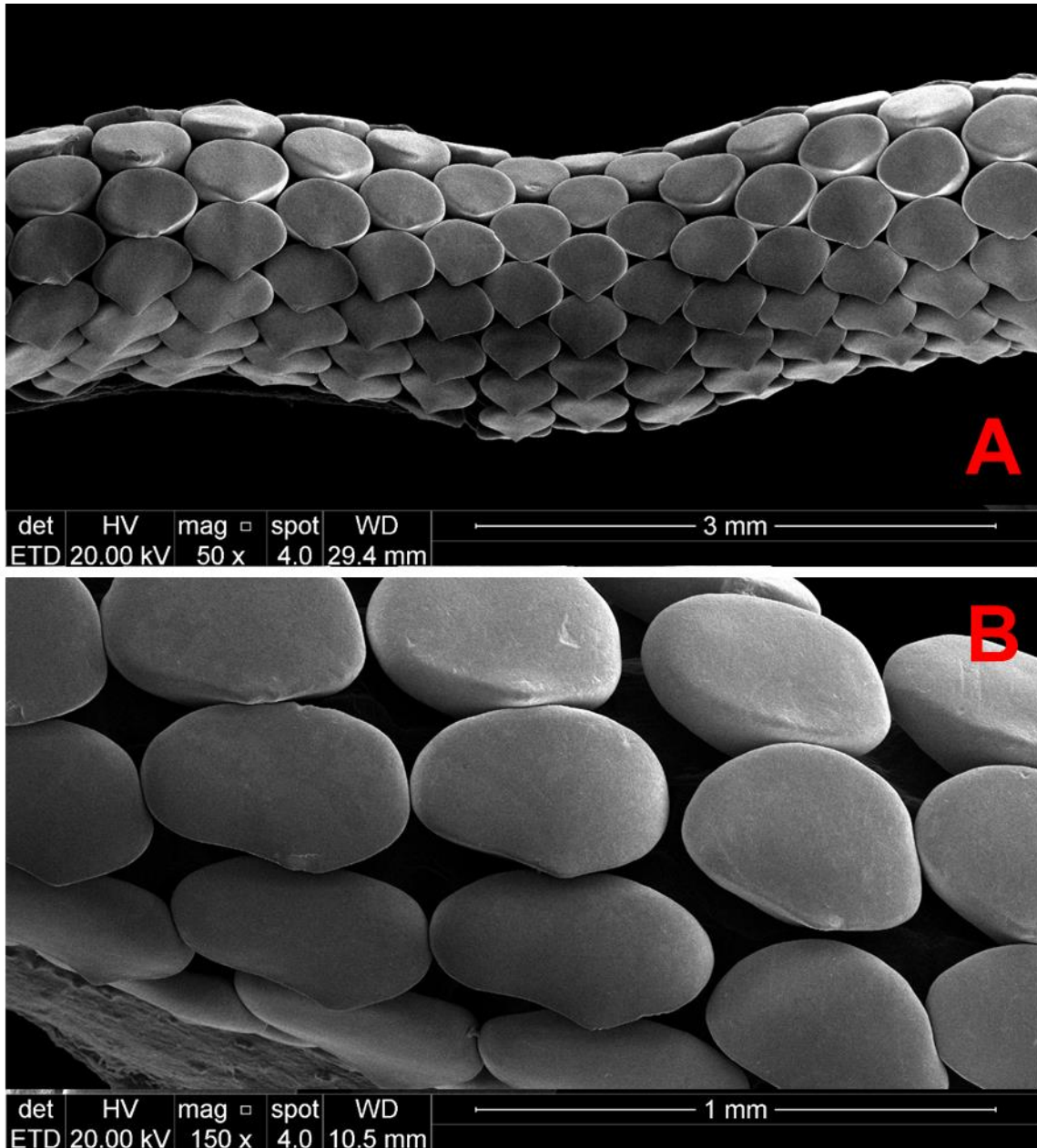


Figura 19: (A) *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo A003180, 27,5 cm CT, fêmea adulta, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada superior. Dentição pavimentosa. Dentes monocuspidados, do tipo triturador. Coroa lisa, em forma losangular com bordas arredondadas. Cúspide não desenvolvida. (B) Mesmo exemplar em (A), mostrando o maior espaçamento entre os dentes da região lateral esquerda da arcada superior.

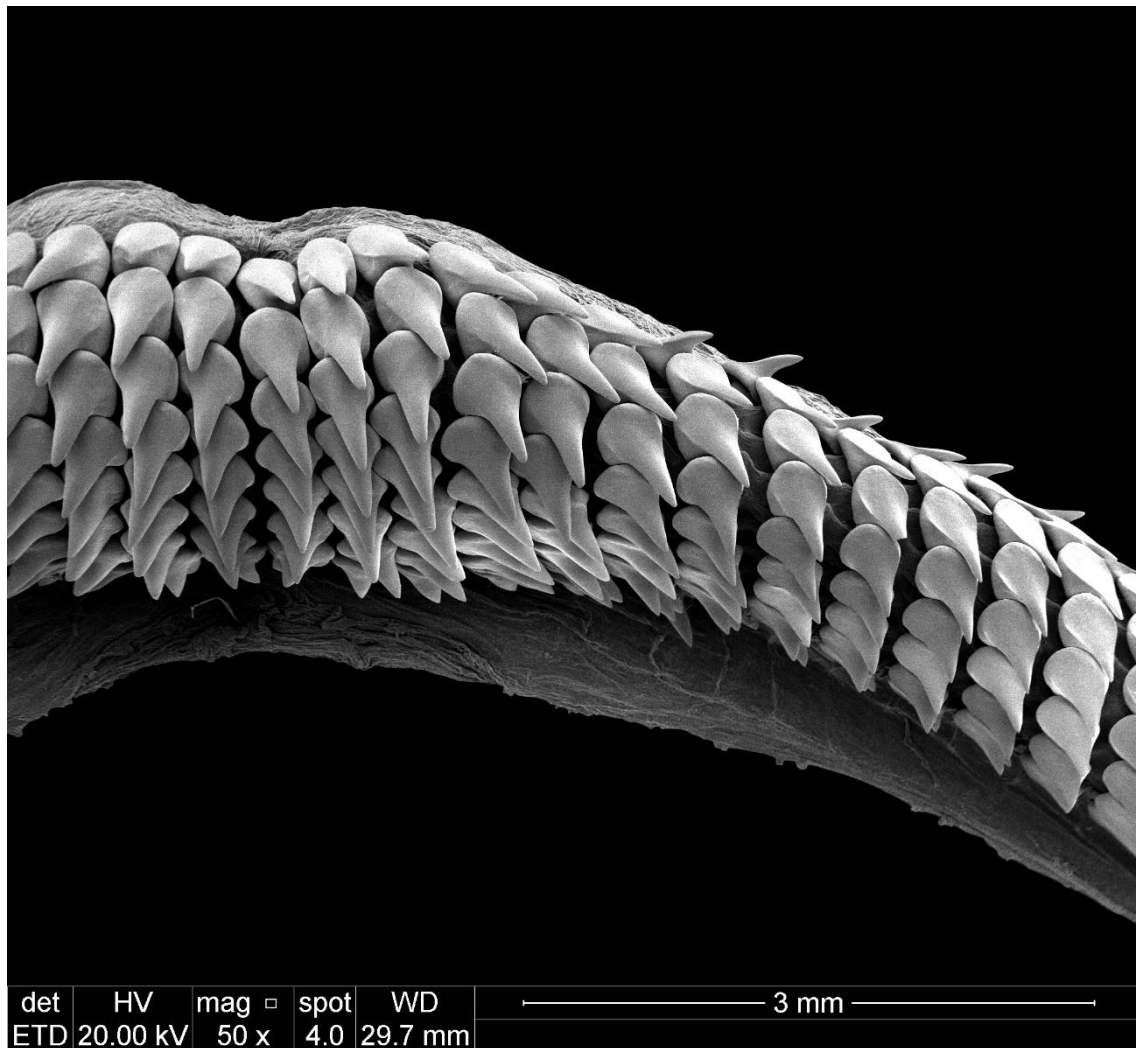


Figura 20: *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo 96907, 25,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região sinfisiana da arcada inferior. Dentes monocuspídeos, do tipo agarrador. Coroa em forma losangular, com bordas arredondadas. Cúspides alongadas em orientação vertical, principalmente nos dentes da região sinfisiana.

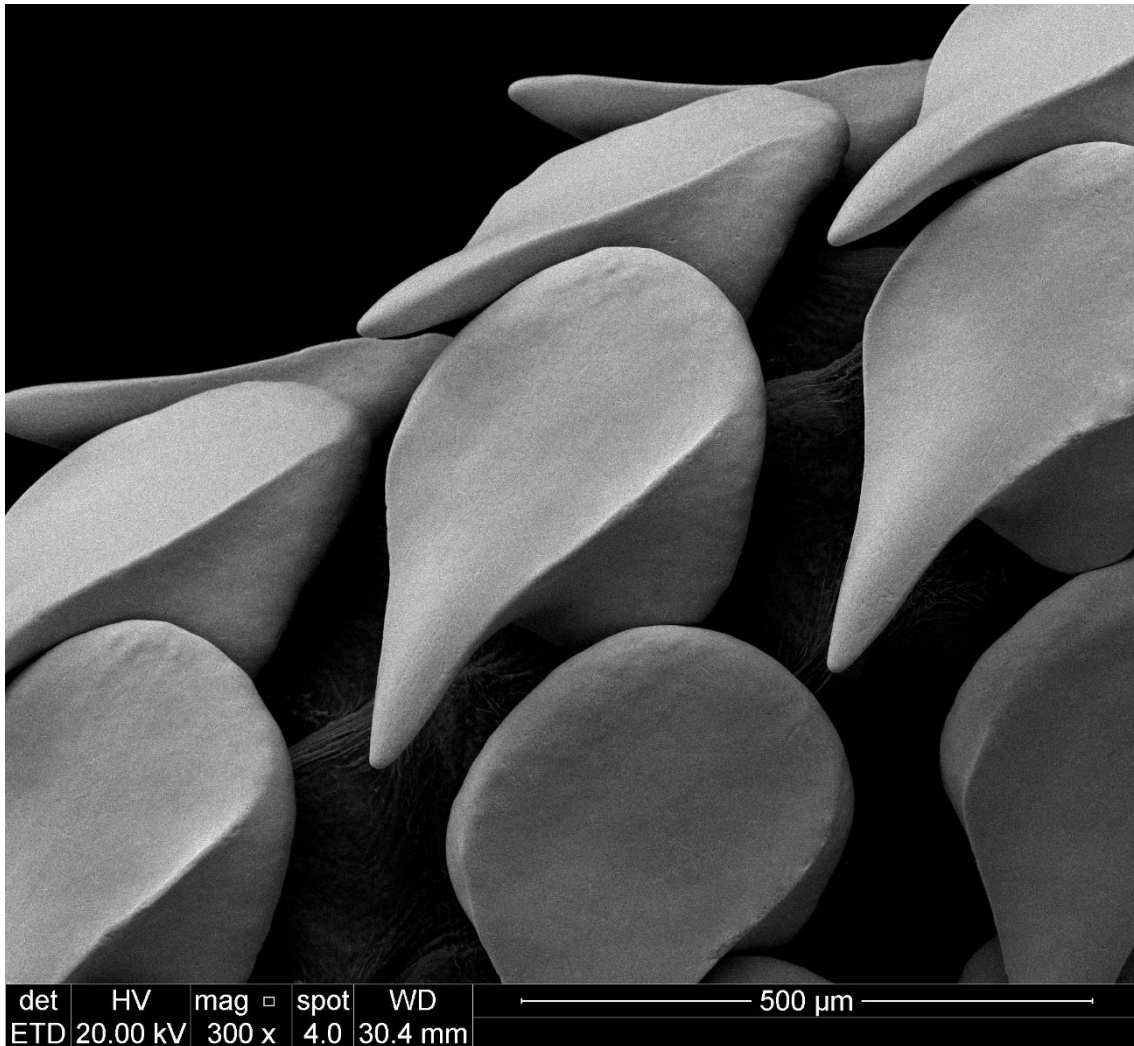


Figura 21: *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo 96907, 25,5 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região lateral esquerda da arcada inferior. Cúspide lisa e com formato elíptico em corte transversal.

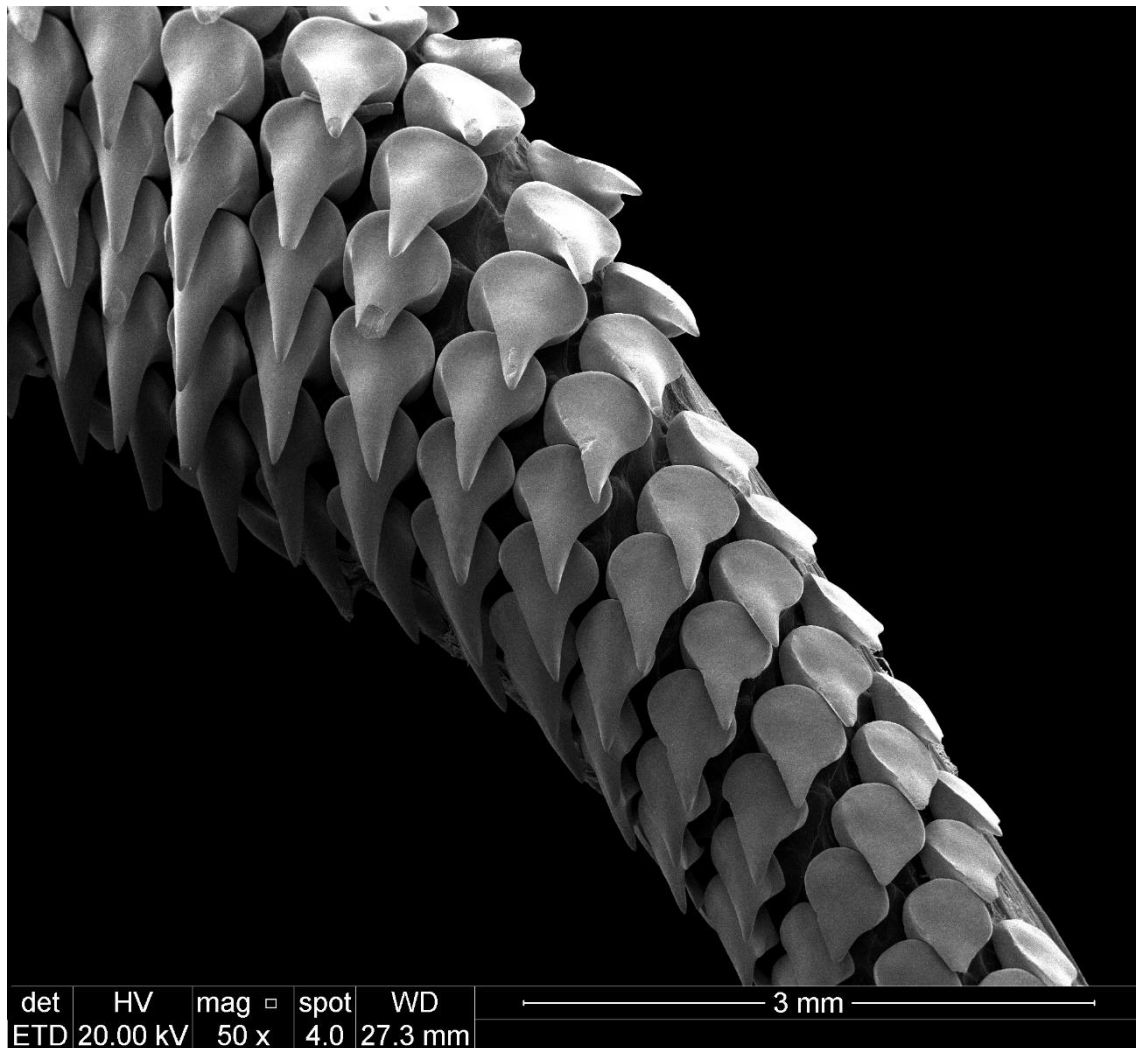


Figura 22: *Psammobatis rutrum* FURG (não numerado), número de campo 96905, 26,0 cm CT, macho adulto, costa do Rio Grande do Sul. Região lateral direita da arcada inferior. Machos adultos menores (com menos de 28 cm CT) possuem menos dentes com a cúspide alongada se comparados com machos maiores, apresentando dentes com cúspides curtas nas regiões laterais.

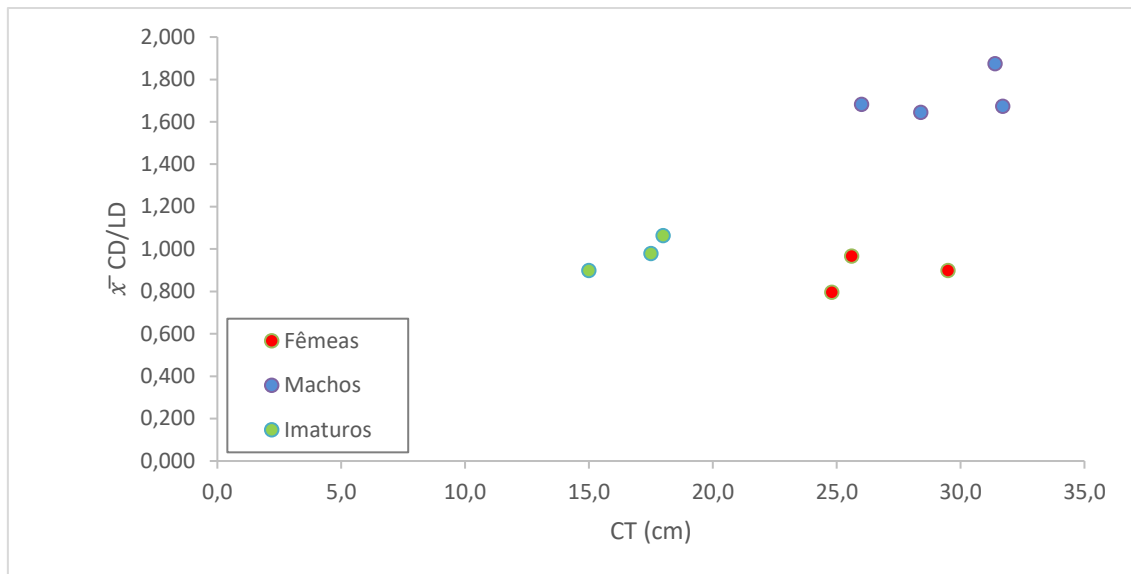


Figura 23: Relação entre o comprimento total (CT) e a média do comprimento/largura (CD/LD) dos dentes sinfisianos em cada exemplar examinado de *Psammobatis extenta*. Dentes medidos: fêmeas=44; machos=61; imaturos=37.

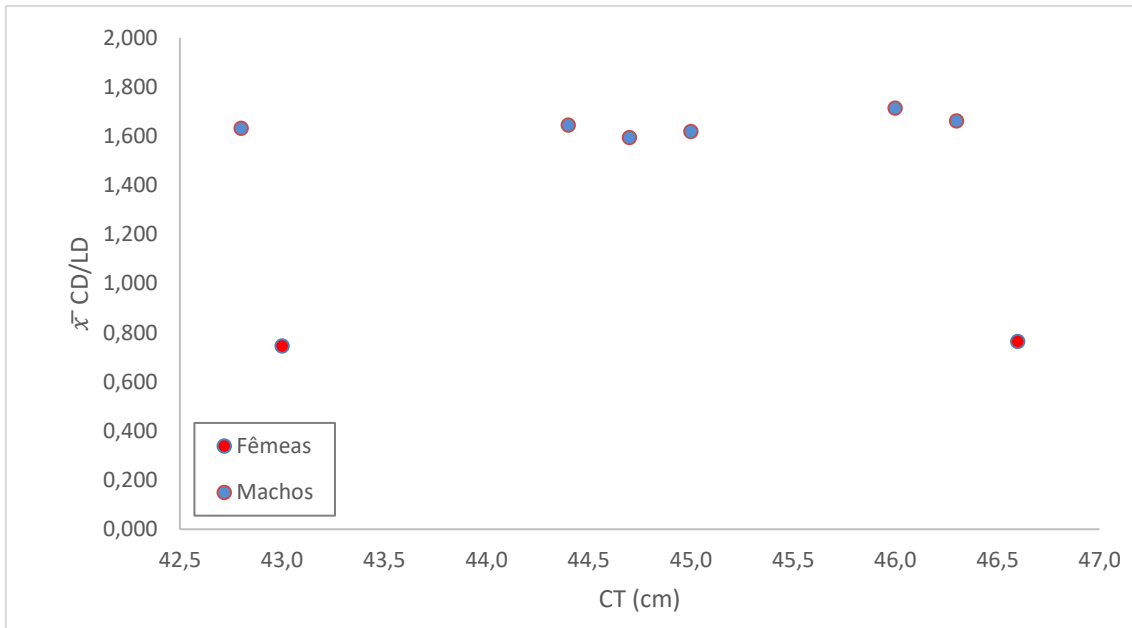


Figura 24: Relação entre o comprimento total (CT) e a média do comprimento/largura dos dentes sinfisianos em cada exemplar examinado de *Psammobatis lentiginosa*. Dentes medidos: fêmeas=30; machos=85.

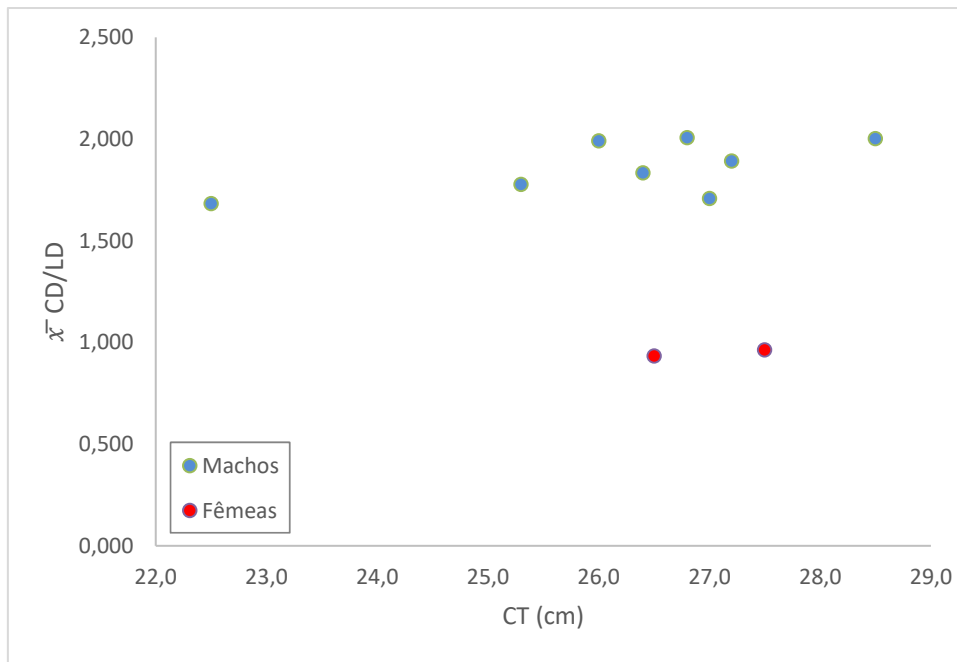


Figura 25: Relação entre o comprimento total (CT) e a média do comprimento/largura dos dentes sinfisianos em cada exemplar examinado de *Psammobatis rutrum*. Dentes medidos: fêmeas=30; machos=119.

Tabela 1: Dados das arcadas e de morfometria dos exemplares examinados com as respectivas espécies. a+i = arcadas + indivíduos inteiros; * = valores originais associados aos exemplares.

Espécie	Machos (a+i)	Fêmeas (a+i)	Comprimento Total* (cm)			Largura de Disco* (cm)		
			Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
<i>P. extenta</i>	5 + 0	0 + 5	15,0	27,3	31,7	7,8	15,4	18,5
<i>P. lentiginosa</i>	0 + 6	0 + 2	42,8	46,5	48,4	24,0	26,7	29,0
<i>P. rutrum</i>	1 + 7	0 + 2	22,5	26,0	28,5	13,6	16,0	18,0

Tabela 2: Fórmulas dentárias de *Psammobatis extenta*, *P. lentiginosa* e *P. rutrum*. (CT em cm).

<i>P. extenta</i>			<i>P. lentiginosa</i>		<i>P. rutrum</i>	
Imaturos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
(n=3)	(n=3)	(n=3)	(n=2)	(n=6)	(n=2)	(n=8)
(CT=15<18)	(CT=24<30)	(CT=26<32)	(CT=43<47)	(CT=42<48)	(CT=27<28)	(CT=22<29)
16-20/	19-23/	19-23/	22-24/	21-22/	27-28/	25-27/
17-20	20-23	20-24	23-24	21-23	27-28	25-27

Tabela 3: Medidas de *Psammobatis extenta*. CT = Comprimento total; \bar{x} LD = média largura dos dentes (μm); \bar{x} CD = média comprimento dos dentes (μm); \bar{x} CD/LD = média relação comprimento / largura (μm); ND = número de dentes medidos, * = imaturos.

Espécime	Sexo	CT	\bar{x} LD	\bar{x} CD	\bar{x} CD/LD	ND
P05	F	29,5	470,893	422,462	0,899	15
P20	F	25,6	498,901	831,016	0,967	15
P24	F	24,8	445,480	354,665	0,796	14
ARJ01*	F	17,5	366,931	357,378	0,979	12
ARJ05*	F	15,0	470,893	422,462	0,899	13
ARJ02*	M	18,0	320,869	341,939	1,065	12
P12	M	31,7	505,720	845,727	1,673	15
P13	M	31,4	485,354	423,167	1,875	16
P17	M	26,0	466,555	783,943	1,683	15
P21	M	28,4	420,879	692,092	1,645	15

Tabela 4: Medidas de *Psammobatis lentiginosa*. CT = Comprimento total; \bar{x} LD = média largura dos dentes (μm); \bar{x} CD = média comprimento dos dentes (μm); \bar{x} CD/LD = média relação comprimento / largura (μm); ND = número de dentes medidos.

Espécime	Sexo	CT	\bar{x} LD	\bar{x} CD	\bar{x} CD/LD	ND
P54	M	42,8	955,440	1559,942	1,633	16
P61	M	45,0	987,741	1599,150	1,619	15
P64	M	44,7	991,140	1581,360	1,595	15
P76	M	44,4	1001,104	1648,259	1,646	12
K447536	M	48,4	933,989	1601,958	1,715	15
Y992075	M	46,3	975,486	1618,216	1,662	12
G336428	F	46,6	1052,888	804,219	0,764	15
H336412	F	43,0	873,654	652,672	0,747	15

Tabela 5: Medidas de *Psammobatis rutrum*. CT = Comprimento total; \bar{x} LD = média largura dos dentes (μm); \bar{x} CD = média comprimento dos dentes (μm); \bar{x} CD/LD = média relação comprimento / largura (μm); ND = número de dentes medidos.

Espécime	Sexo	CT	\bar{x} LD	\bar{x} CD	\bar{x} CD/LD	ND
A003180	F	27,5	431,565	403,191	0,934	15
D114299	F	27,5	415,012	400,349	0,964	15
P04	M	22,5	436,323	472,797	1,683	18
P56	M	25,3	410,284	729,302	1,778	15
P77	M	26,0	344,992	687,129	1,992	14
P60	M	26,4	377,435	692,134	1,834	15
P62	M	26,8	358,972	720,865	2,008	12
96905	M	26,0	409,130	699,047	1,709	15
96907	M	25,5	387,820	733,901	1,892	15
L558649	M	28,5	339,768	678,588	2,003	15



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Pró-Reitoria de Graduação
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 1 - 3º. andar
Porto Alegre - RS - Brasil
Fone: (51) 3320-3500 - Fax: (51) 3339-1564
E-mail: prograd@pucrs.br
Site: www.pucrs.br