

HISTOLOGIA DA GLÂNDULA OVIDUCAL DA RAIÁ- DE-LA PLATA, *Atlantoraja platana* (GÜNTHER, 1880) (CHONDRICHTHYES, RAJOIDEI)

Histology of the oviducal gland of the La Plata skate, *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) (Chondrichthyes, Rajoidei)

Alexander Basallo¹, Maria Cristina Oddone²

¹Curso de Especialização em Ecologia Aquática Costeira, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 8, Campus Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96203-900

²Instituto de Ciências Biológicas, Setor de Morfologia, Laboratório de Pesquisa em Chondrichthyes, Universidade Federal de Rio Grande, Avenida Itália, km 8, Campus Carreiros, Rio Grande, RS, Brasil, CEP 96203-900. E-mail: mcoddone@furg.br

RESUMO

Nos peixes elasmobrânquios, a glândula oviducal é uma estrutura complexa, localizada entre o oviduto anterior e o útero. O presente estudo teve como objetivo conhecer os aspectos anatômicos e histológicos da glândula oviducal da fêmea adulta da raia *Atlantoraja platana*. Para cada amostra foram feitas as colorações AB (*Alcian Blue*) com pH 1,0 e 2,5; como também PAS (Reação do ácido periódico de Schiff), hematoxilina e eosina (HE) e (*carmin best*). O oviduto anterior está representado por uma camada externa (túnica serosa) e uma de músculo liso (circular e longitudinal), apresentando reações positivas com PAS e AB de pH 1,0 e 2,5. As zonas de “club” e papilar, foram responsáveis pela produção de substâncias citoplasmáticas PAS+ e AB+ de pH 1,0 e 2,5. A zona de “baffle” contém espineretes, que comunicam os túbulos secretores internos serosos com o lúmen. Além disso, a zona de “baffle” foi o local onde se registrou maior concentração de espermatozoides. Na região mais distal da zona terminal, foi observada a presença de túbulos de secreção serosa, mucoso e misto, apresentando um epitélio cilíndrico pseudoestratificado ciliado, com células caliciformes (PAS+, AB+). Devido à sua alta complexidade e funcionalidade histo-fisiológica, a glândula oviducal dos tubarões, raias e quimeras pode ser considerado um elemento chave da reprodução.

Palavras-chave: Oviparidade, estratégia reprodutiva, ducto reprodutivo, morfologia.

Received: 12 August 2021

Approved: 04 September 2022

ABSTRACT

*In elasmobranchs, the oviducal gland is a complex structure located between the anterior oviduct and the uterus. This study aimed to understand the anatomical and histological aspects of the oviducal gland of the adult female of the skate *Atlantoraja platana*. Samples were submitted to AB (Alcian Blue) stains at pH 1.0 and 2.5; as well as PAS (Schiff Periodic Acid Reaction), hematoxylin and eosin (HE) and (carmin best). The anterior oviduct is represented by an outer layer (tunica serosa) and a smooth muscle layer (circular and longitudinal), showing positive reactions with PAS and AB of pH 1.0 and 2.5. The club and papillary zones were responsible for the production of cytoplasmic substances PAS+ and AB+ at pH 1.0 and 2.5. The baffle zone contains spinnerets, which communicate the inner serous secretory tubules with the lumen. In addition, the baffle zone was the region of the gland where the highest concentration of spermatozoa was registered. In the most distal region of the terminal zone, the presence of serous, mucous and mixed secretion tubules was observed, presenting a ciliated pseudostratified cylindrical epithelium, with goblet cells (PAS+, AB+). Due to its high complexity and histophysiological functionality, the oviducal gland of sharks, batoids and chimaeras can be considered the key element of reproduction.*

Keywords: *Oviparity, reproductive strategy, reproductive duct, morphology.*

INTRODUÇÃO

O gênero *Atlantoraja* (Menni, 1972) (Rajiformes, Arhynchobatidae) contém três espécies; *Atlantoraja castelnaui* (Ribeiro, 1907), conhecida no Brasil como emplastro/raia-pintado/a, emplastro/raia-marcela; *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903), ou emplastro/raia-carimbado/a e *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) ou emplastro-de-La Plata. A distribuição do gênero *Atlantoraja* está restrita à costa sudeste do Oceano Atlântico, na América do Sul, abrangendo as plataformas continentais do Brasil, Uruguai e Argentina (McEachran e Aschliman, 2004). *Atlantoraja platana* ocorre desde o litoral de São Paulo, no Brasil, até a costa da Argentina, sendo comum na costa sul do Brasil, em profundidades entre 40 e 100 m (Figueiredo, 1977; Vooren, 1998, Vooren e Klippel, 2005).

As raias, assim como outros Chondrichthyes (peixes cartilagosos), apresentam uma extensa variedade de modos reprodutivos classificados em duas grandes categorias; viviparidade e oviparidade (Musick e Ellis, 2005). Dois tipos de oviparidade são reconhecidos nos Chondrichthyes. No primeiro tipo, conhecido como “oviparidade simples” (observado na maioria das espécies ovíparas), os ovos são fechados na cápsula ovígera e depositados no fundo, ocorrendo o desenvolvimento embrionário fora do corpo da mãe (Wourms, 1977). Neste caso, somente uma cápsula se desenvolve por oviduto (Musick e Ellis, 2005). O segundo tipo, conhecido como “oviparidade retida”, ocorre mais raramente e se refere à retenção de várias cápsulas ovígeras no oviduto onde parte do desenvolvimento embrionário acontece antes da postura (Wourms, 1977). Além disso, múltiplas cápsulas ovígeras podem ser desenvolvidas por oviduto. Nakaya et al. (2020) revisaram os modos reprodutivos dos condrictes, com ênfase na oviparidade, descrevendo oviparidade simples longa e curta, sendo esta última, o caso das raias ovíparas.

Em relação ao objeto de estudo, a glândula oviducal dos condrictes, é esta uma estrutura complexa, localizada entre o oviduto anterior e o útero, com forma de rim, que se encontra em todos os Chondrichthyes conhecidos (Hamlett *et al.*, 1998; Hamlett e Koob, 1999). Histologicamente podem ser diferenciadas quatro zonas dentro desta estrutura; zona de “club” (*club zone*), zona papilar (*papillary zone*), zona de “baffle” (*baffle zone*) e zona terminal (*terminal zone*) (Galíndez e Estecondo, 2008). Durante o período reprodutivo da fêmea (em ovíparas e vivíparas), a glândula oviducal armazena espermatozoides viáveis durante vários meses.

Durante este período, os ovócitos II atravessam a glândula oviducal, recebendo um lote de espermatozoides para a fertilização, sendo construída uma complexa cápsula ovígera (Wourms, 1977).

Estudos realizados tanto em elasmobrânquios ovíparos como em vivíparos na glândula oviducal, indicam que as zonas de “club” e papilar são responsáveis pela produção de substâncias citoplasmáticas, principalmente mucopolissacarídeos ácidos sulfatados e carboxilados, como também glicoproteínas (Galíndez e Estecondo, 2008; Galíndez *et al.*, 2010a; Moura *et al.*, 2011; Storrie *et al.*, 2008). A região diferenciada observada entre as zonas papilar e de “baffle”, foi constatada por Hamlett *et al.* (2005) em outros condrictes, quem a chamou de “bonding papillary lamella” (lamelas papilares de adesão). Estas estruturas foram também descritas para *Mustelus antarcticus* Günther, 1870 por Storrie *et al.* (2008) e para *S. acuta* por Galíndez e Estecondo (2008), os quais observaram que estas estruturas são fortemente positivas ao corante AB pH 2,5.

Os estudos histológicos realizados para estruturas reprodutivas, como é o caso da glândula oviducal dos elasmobrânquios ovíparos, permitem desvendar os mecanismos envolvidos na produção e formação de novos indivíduos que irão compor a população (Hamlett *et al.*, 1998). Além disto, a produção anual de cápsulas ovígeras nos rajídeos, *i.e.*, a fecundidade anual, depende diretamente da funcionalidade desta estrutura. Por estes motivos, o estudo da glândula oviducal nos elasmobrânquios é de transcendência não só biológica, mas também ecológica. *Atlantoraja platana* em particular, vem sofrendo um grande impacto nas últimas décadas, por causa da pesca no Sul e Sudeste do Brasil (Oddone, 2007). A espécie está classificada globalmente como “Em Perigo” na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (Pollom *et al.*, 2020). Apesar de ser intensamente capturada como *bycatch*, o estado de conservação das populações de *A. platana* é ainda desconhecido, sendo classificada como “Dados Insuficientes” no Brasil (ICMBio, 2018). Uma maior compreensão a respeito da sua biologia reprodutiva é imprescindível para qualquer ação de conservação futura (Carrier *et al.*, 2004).

Dentro dos estudos de reprodução, a histologia é uma ferramenta particularmente útil nesse contexto, podendo, no caso do estudo da glândula oviducal, revelar informações sobre questões não meramente estruturais, mas também relativas ao ciclo reprodutivo das espécies ovíparas (Galíndez e Estecondo, 2008). Dentro do âmbito biológico, as ciências morfológicas, a histologia e a ecologia estão intimamente relacionadas pelo fato de todas elas estudarem a “estrutura” (*i.e.*, anatomia, citologia e histologia) e “função” (fisiologia), assim como a relação do organismo com o seu meio ambiente. Por todos os motivos expostos, a descrição histológica da glândula oviducal de *A. platana* torna-se crucial dentro do contexto da ecologia reprodutiva.

Existe um grande impacto sobre as populações de Chondrichthyes no Brasil, devido à exploração que estas espécies sofrem pela pesca comercial (Vooren e Klippel, 2005). As raias (Ordem Rajiformes) atualmente representam um dos grupos mais ameaçados de todas as espécies marinhas (Stevens *et al.*, 2000). A sobrepesca de rajídeos devido geralmente à pesca de arrasto, tem causado forte declínio nas suas populações no mundo todo, com alguns casos de drástica extirpação das populações das suas áreas habituais de distribuição e ainda casos de extinção local, tornando as raias um dos peixes mais vulneráveis à exploração pesqueira (Dulvy e Reynolds, 2002; Dulvy *et al.*, 2000), sendo isto agravado pelo alto grau de endemismo e sedentarismo (Stevens *et al.*, 2000; Iglésias *et al.*, 2009)

Para *Atlantoraja platana*, no Brasil, Marçal (2003); Oddone *et al.* (2004); Oddone; Amorim (2008) estudaram o desenvolvimento sexual no Sudeste e Sul e descreveram a cápsula ovígera. Oddone e Velasco (2008) analisaram os padrões da sazonalidade da reprodução para esta espécie na região sudeste. Apesar da relevância já mencionada da glândula oviducal na reprodução, a histologia desta estrutura para *A. platana* não foi estudada até o momento. Nesse contexto, objetivo geral do presente estudo foi caracterizar os aspectos macro e micro anatômicos da glândula oviducal de *A. platana*, relacionando esta glândula com a formação da cápsula ovígera. Já os objetivos específicos foram: i) caracterizar a presença das zonas (“club”, papilar, “baffle” e terminal); ii) diferenciar os grupos celulares principais que compõem estas estruturas; e iii) caracterizar histologicamente a região dos ovidutos anterior e posterior (útero) adjacentes à glândula oviducal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo foram utilizadas três fêmeas maduras de *Atlantoraja platana* coletadas nos cruzeiros do Projeto REVIZEE Score Sul entre agosto de 2001 e março de 2002. A área de captura esteve compreendida entre o Chuí e o Cabo de Santa Marta Grande, entre as latitudes 34°30'S e 30°40'S e entre as profundidades de 100 m e 600 m. De cada exemplar, foi extraído a bordo o aparelho reprodutor completo de fêmeas adultas. O material foi fixado imediatamente após a coleta em solução de formalina a 10% durante 24 horas e, posteriormente, conservado em álcool etílico 70%. As glândulas oviducas pós fixação, tiveram comprimento médio de 2,45 cm e uma largura média de 4,28 cm. As amostras, depositadas na Coleção de Chondrichthyes (Setor de Morfologia, Pesquisa em Chondrichthyes, ICB-FURG), pertencem ao lote CC00103.

A glândula oviducal de *A. platana* foi seccionada longitudinalmente, corte sagital (Fig.1) e transversalmente em pequenos fragmentos, de aproximadamente 5 mm². Os fragmentos foram desidratados em diferentes concentrações alcoólicas crescentes: 70%, 80%, 90%, 96% e (2x) 100% (Junqueira e Carneiro, 2013). Após a desidratação, as amostras foram submetidas à diafanização por meio de (2x) Xilol e em seguida foi feita a impregnação e inclusão utilizando Paraplast Xtra® (Sigma - P3808). As amostras processadas foram seccionadas a 7 µm em micrótomo rotativo motorizado (Leica - RM 2255). Para cada amostra de glândula oviducal e oviduto foram utilizados os seguintes corantes: Hematoxilina e eosina (HE), Reação do ácido periódico de Schiff (PAS), Alcian blue (AB) pH 1,0, AB pH 2,5 e Carmin best. Finalmente, as lâminas foram montadas com bálsamo natural do Canadá, com o qual o material foi preservado. As imagens foram capturadas por meio de um microscópio de luz óptico Olympus BX51, base Standard com iluminação incorporada tipo LED e uma câmera fotográfica refrigerada Olympus DP72 de 12,8 Mp. A análise e processamento das imagens foram realizados através do software livre *Image J*. Versão 1.43.

RESULTADOS

Oviduto anterior

Esta região é formada por uma cavidade que comunica o ovário com a glândula oviducal (Figura 1), permitindo o transporte dos ovócitos desde o ovário até a glândula oviducal. Nesta glândula, os ovócitos são fecundados. Está formada por uma camada externa de células epiteliais pavimentosas simples com tecido conjuntivo frouxo (túnica serosa). Em seguida, estão presentes duas camadas de células musculares lisas; uma camada circular externa e uma longitudinal interna (Figura 2). Observam-se longas evaginações do tecido epitelial do oviduto, formado por um epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado, que secreta muco (Figura 3). As células do epitélio interno do oviduto anterior, especificamente, apresentam uma forte marcação, sendo positivas para os corantes PAS, AB pH 2,5 e pH 1,0 (Figuras 3 B e C, Tabela I).

Figura 1. Corte sagital da glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*. Observam-se em detalhe as diferentes zonas e estruturas adjacentes que compõem esta estrutura

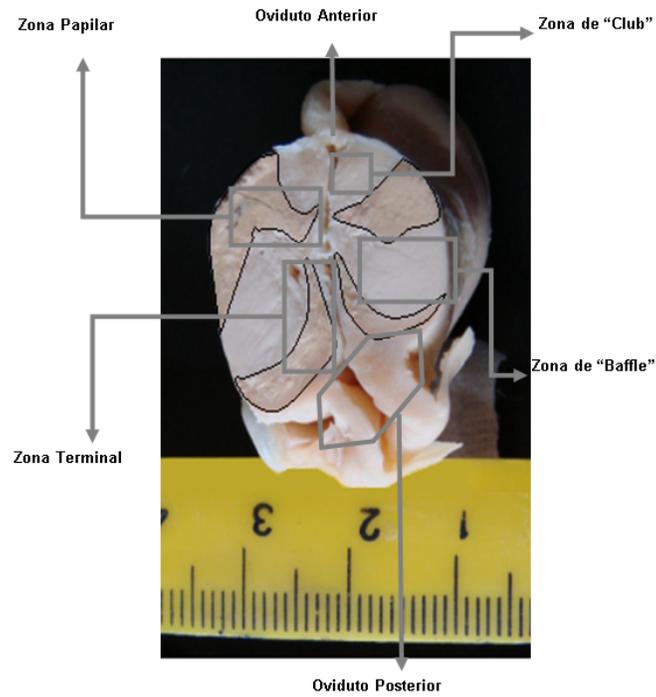


Figura 2. Corte transversal oviduto anterior da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*. (HE) 40x. Pregas (P); camada circular externa (CCE); camada longitudinal interna (CLI) e túnica serosa (TS)



Figura 3. Cortes sagittais do oviduto anterior da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana* 400x; seta (Evaginações do epitélio); vasos sanguíneos (VS); tecido conjuntivo (TC); lâmina própria (LP); epitélio cilíndrico pseudoestratificado ciliado (ECP). A. Corante HE; B. Corante AB pH 1,0; C. Corante AB pH 2,5; D. Corante de PAS

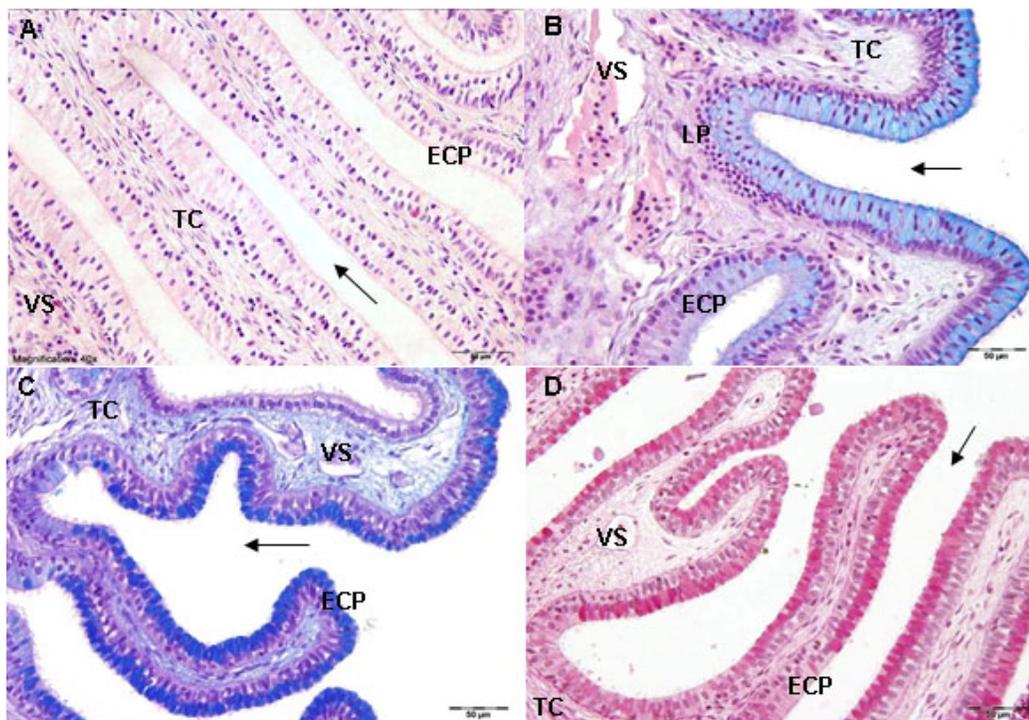


Tabela I - Intensidade com a qual foram marcados o oviduto anterior e posterior (zona de transição) e as zonas da glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*, mediante a utilização de diferentes corantes histológicos.

Zonas	PAS	AB 1,0	AB 2,5	Carmin Best
Oviduto anterior	+++	++	+++	-
“Club”	+++	+	++	-
Papilar	+++	+	++	-
“Baffle”	-	-	+	-
Terminal	+	+	++	-
Oviduto posterior	+	+	++	-

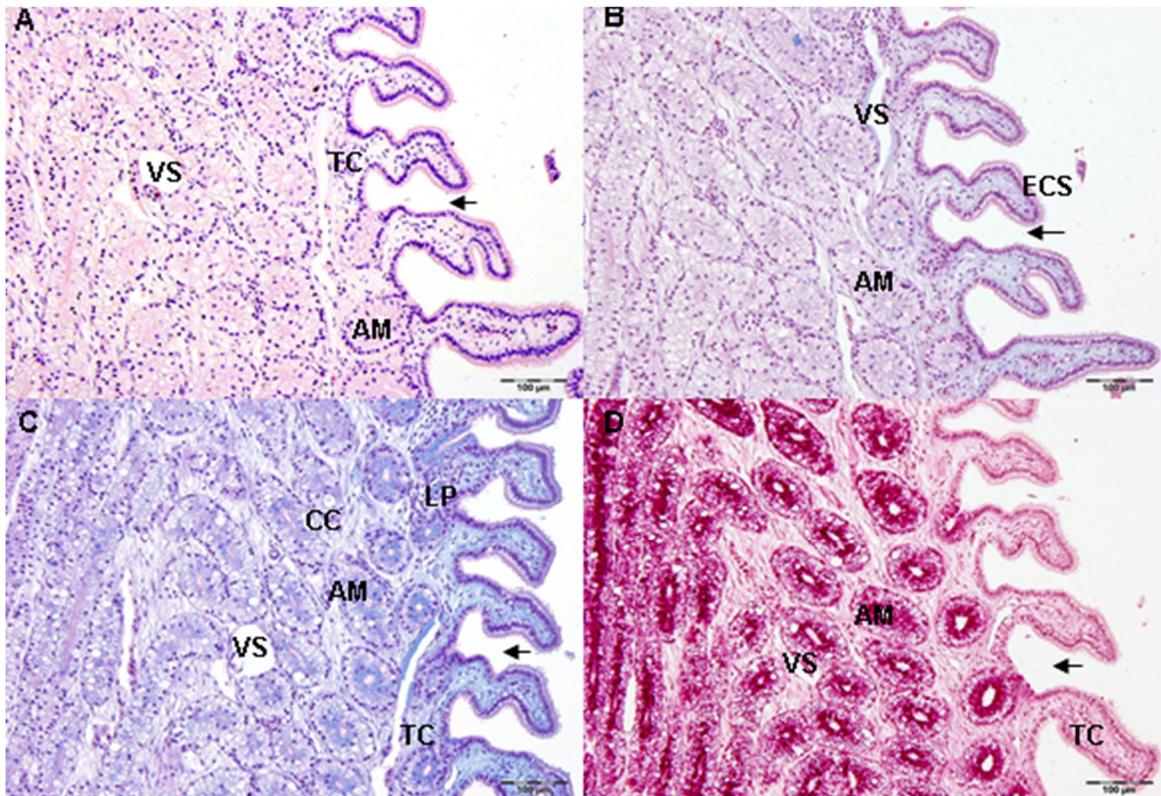
Glândula oviducal propriamente dita

Zona de “Club”

Esta zona está localizada imediatamente posterior ao oviduto anterior (Figura 1). É caracterizada pela presença de um epitélio cilíndrico simples, formando pregas características para esta zona, apresentando invaginações do epitélio projetado formando a luz do túbulo secretor principal (Figura 4). A região interna da zona de “club” se caracteriza por apresentar unidades secretoras de muco (ácinos mucosos), apresentando reatividade positiva para AB de

pH 1,0 e 2,5 e também para PAS. A zona de “club” mostra ductos secretores com um epitélio rico em células cromóforas, as quais possuem como característica a presença de citoplasma pouco corado (Figura 4).

Figura 4. Cortes sagitais da glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana* 200x; correspondente à zona de “Club”. Seta (Evaginações do epitélio); vasos sanguíneos (VS); tecido conjuntivo (TC); lâmina própria (LP); epitélio cilíndrico simples ciliado (ECS); ácino mucoso (AM); células cromóforas (CC). A. Corante HE; B. Corante AB pH 1,0; C. Corante AB pH 2,5; D. Corante de PAS.



Zona Papilar

Esta região se caracteriza por apresentar um epitélio cilíndrico simples ciliado, que forma, juntamente com o tecido conjuntivo frouxo adjacente, pregas de formato típico e constante. Neste nível, ocorre a abertura do túbulo secretor principal da glândula da submucosa (Figura 5). Os adenômeros que estão na zona papilar são do tipo acinar mucóide, que apresentam secreções ricas em polissacarídeos e substâncias mucosas neutras, sendo fortemente positivas com PAS e AB pH 2,5 e moderada para AB pH 1,0 (Tabela I). Na região compreendida entre a zona papilar e de “baffle”, se observa uma camada de células secretoras diferenciadas, organizadas formando uma espécie de barreira ou zona de transição entre as duas regiões (Figura 6).

Figura 5. Cortes sagitais da glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*; correspondente à zona papilar. Seta (Criptas); vasos sanguíneos (VS); tecido conjuntivo (TC); lâmina própria (LP); epitélio cilíndrico simples ciliado (ECS); ácino mucoso (AM); PZP (Pregas Zona Papilar). A. Corante HE 400x; B. Corante AB pH 1,0. 200x; C. Corante AB pH 2,5 400x; D. Corante de PAS 200x.

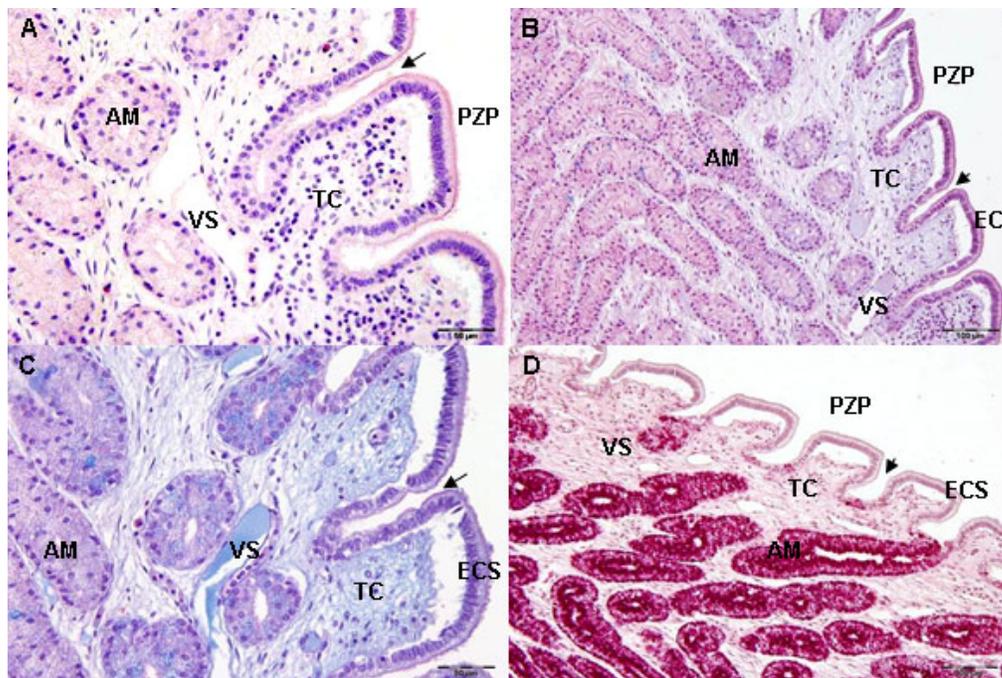
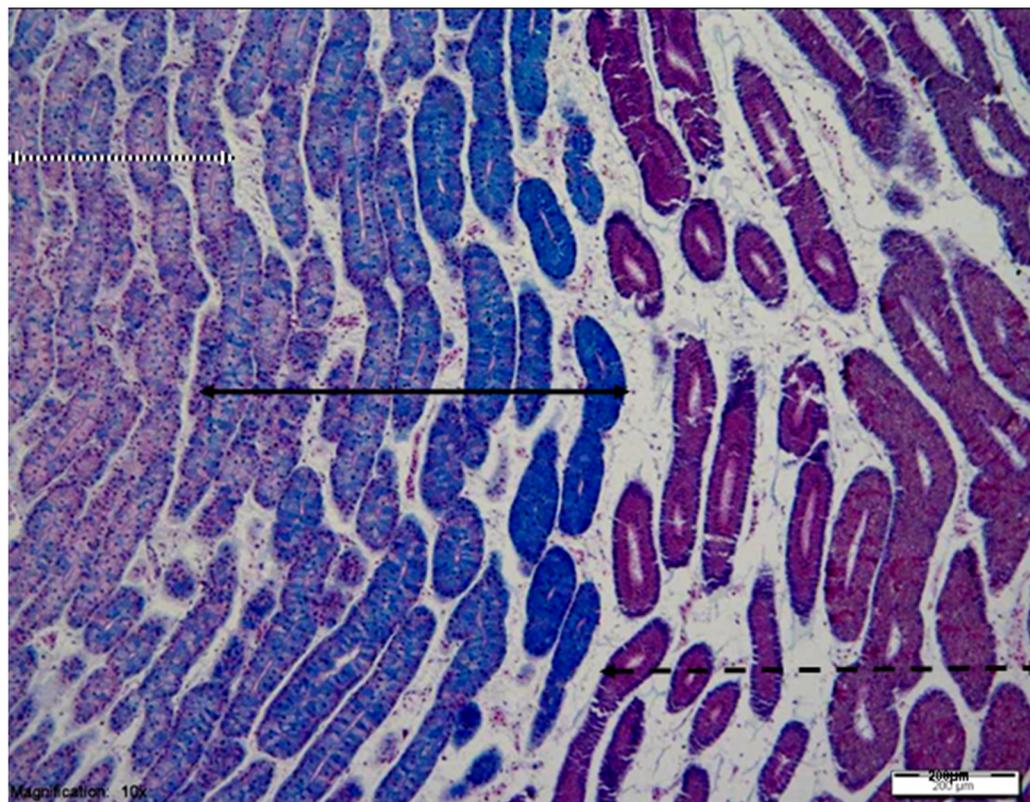


Figure 6. Corte sagital da glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*. <.....> Zona papilar; <====> Túbulo papilar caudal; e <====> Zona de Baffle. Corante AB pH 2.5; 100x.



Zona de “baffle”

A zona de “baffle” está organizada em um epitélio colunar pseudoestratificado formando juntamente com o tecido conjuntivo frouxo, longas lamelas, quando comparadas com as outras regiões da glândula oviducal de *A. platana*. As lamelas estão orientadas à luz principal do túbulo secretor da glândula oviducal; encontrando-se em meio de cada uma destas lamelas uma série de pregas na base (Figura 7). A região de “baffle” foi negativa para PAS e AB de pH 1,0 (Tabela I). Nesta região, houve presença de espermatozoides dentro dos túbulos secretores internos e nas lamelas, próximos das pregas, chegando os mesmos a penetrar até 1/3 da glândula oviducal (Figuras 7 e 8).

Figura 7. Cortes sagitais da glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana* 100x; correspondente à zona de “baffle”. Seta (Criptas); vasos sanguíneos (VS); tecido conjuntivo (TC); lâmina própria (LP); epitélio cilíndrico pseudo-estratificado ciliado (ECP); ácino seroso (AS); espermatozoide (*); espineretes (E); lamelas zona de “baffle” (LZB). A. corante HE; B. Corante AB pH 1.0; C. Corante AB pH 2.5; D. Corante de PAS.

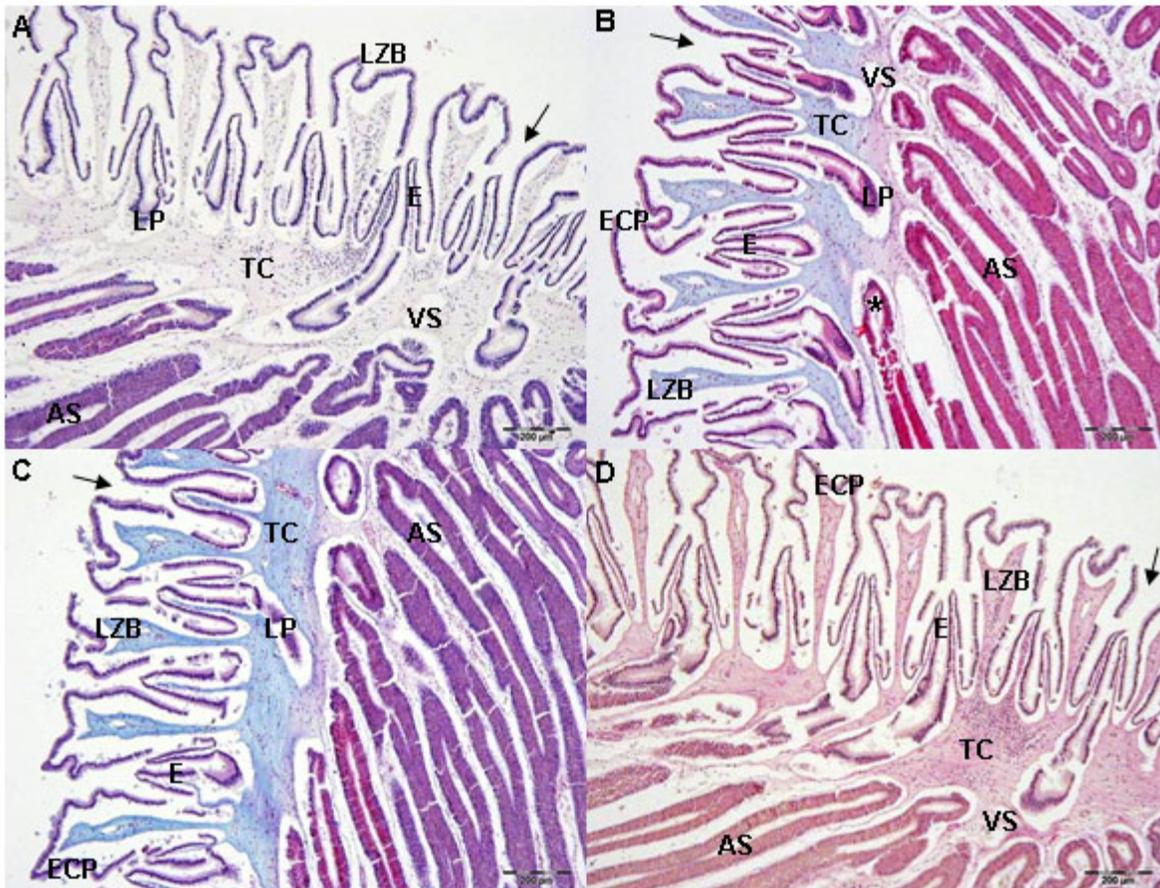
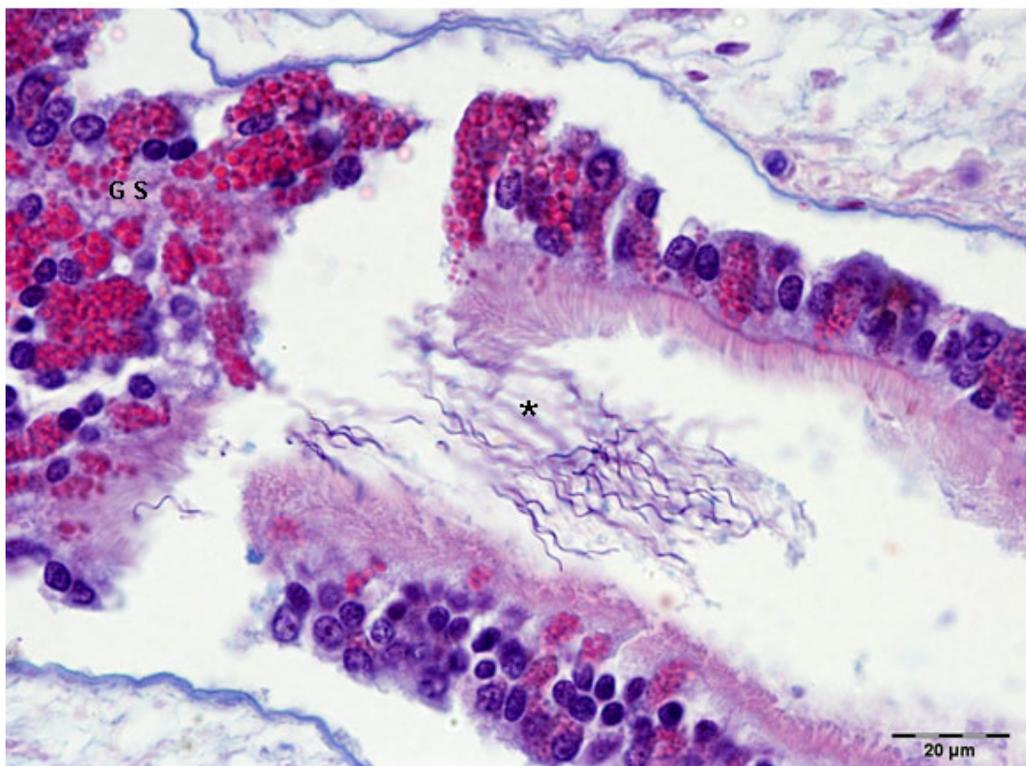


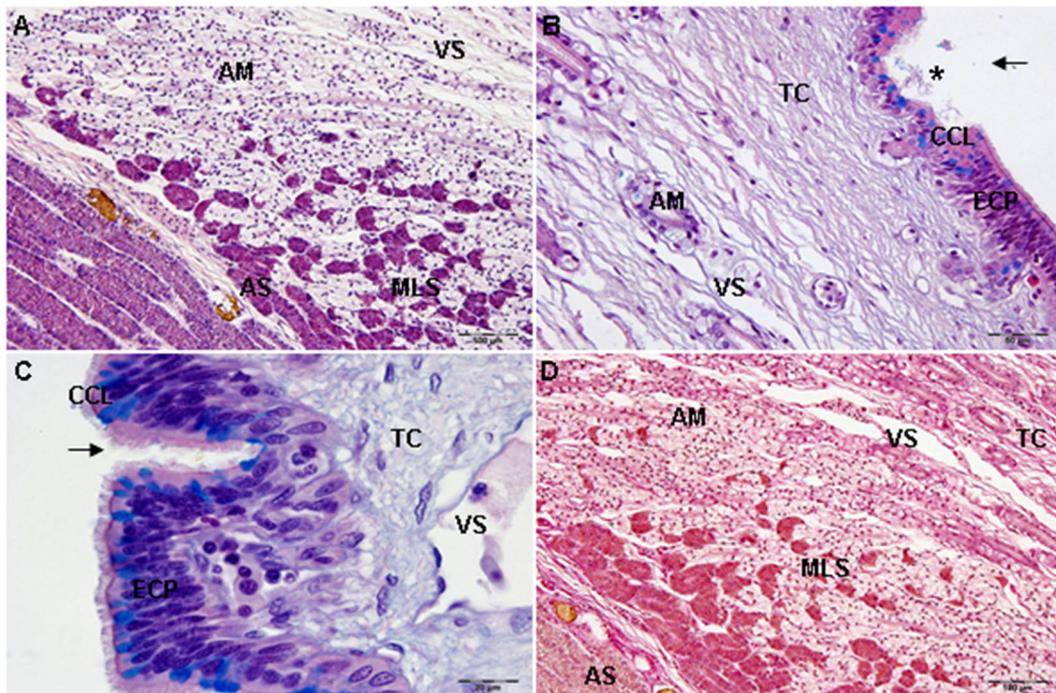
Figura 8. Cortes sagitais da glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana* 1000x; Região correspondente à zona de "baffle". Corante AB pH 2,5; (*) indica presença de espermatozoides dentro do túbulo secretor seroso; grânulos de secreção (GS)



Zona Terminal

O epitélio interno da zona terminal é pseudoestratificado cilíndrico ciliado. Este se comunica com um tecido conjuntivo (fibras) próximo, mostrando evaginações pouco proeminentes deste epitélio (Figura 9). A zona terminal está composta por uma variedade de estruturas secretoras. Há predomínio de túbulos secretores serosos (Figuras 9 A e D). A região distal do túbulo secretor principal é rica em tecido conjuntivo frouxo, bastante vascularizado (Figura 9). Há ligação da glândula oviducal com o útero na região posterior; esta região é conhecida como zona de transição, encontrando-se presentes ácinos mucosos, serosos e sero-mucosos, estes mostram reatividade positiva para o PAS e para AB de pH 1,0 e 2,5 (Tabela I). Destaca-se também a presença de células caliciformes no epitélio cilíndrico pseudoestratificado próximo ao lúmen (Figuras 9 B e C). Este epitélio vai mudando para cúbico simples ciliado à medida que se aproxima ao útero na região do cérvix (Figura 10). Acúmulos de espermatozoides foram registrados nesta região, localizados próximos à luz principal do túbulo secretor (Figura 9 B).

Figura 9. Cortes sagitais, glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana* correspondente à Zona Terminal. Seta (criptas); vasos sanguíneos (VS); tecido conjuntivo (TC); epitélio cilíndrico pseudo-estratificado ciliado (ECP); ácino mucoso (AM); ácino seroso (AS); meia lua serosa (MLS); espermatozoide (*). A. corante H E 200x; B. Corante AB pH 1.0 400x; C. Corante AB pH 2.5 1000x; D. Corante de PAS 200x.



Oviduto posterior

Compreende uma região rica em tecido conjuntivo com presença de músculo liso e fibras colágenas, bastante vascularizado, caracterizado por apresentar uma grande quantidade de vasos sanguíneos que irrigam esta região (Figura 10). O epitélio interno é do tipo colunar simples ciliado e forma múltiplas dobras do tecido conjuntivo frouxo. O epitélio interno do útero, na região do istmo, apresenta abundante secreção proveniente de glândulas ramificadas simples (Figuras 10 C e D), evidenciadas através da reação positiva dos corantes AB pH 1,0 e 2,5 e PAS respectivamente (Tabela I). A região do cérvix caracteriza-se pela presença de músculo liso em meio de duas camadas de tecido conjuntivo frouxo, composto por fibras colágenas, e delimitadas interna e externamente por um epitélio cúbico (Figuras 10 A e B). O tecido uterino está relacionado com processos como a formação, manutenção e extrusão das cápsulas ovíferas, sendo observadas estas estruturas reprodutivas nesta região (Figuras 11 e 12).

Figura 10. Cortes sagitais do oviduto posterior (útero) da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*. Vasos sanguíneos (VS); tecido conjuntivo (TC); epitélio cilíndrico simples ciliado (ECS); epitélio cúbico simples (ECBS); secreções citoplasmáticas (SC); glândula simples ramificada (GSR); músculo liso (ML); fibras colágenas (FC). A. Região do cérvix corante H E 200x; B. Região do cérvix corante AB pH 1.0 400x; C. Região do istmo corante AB pH 2.5 400x; D. Região do istmo corante de PAS 400x.

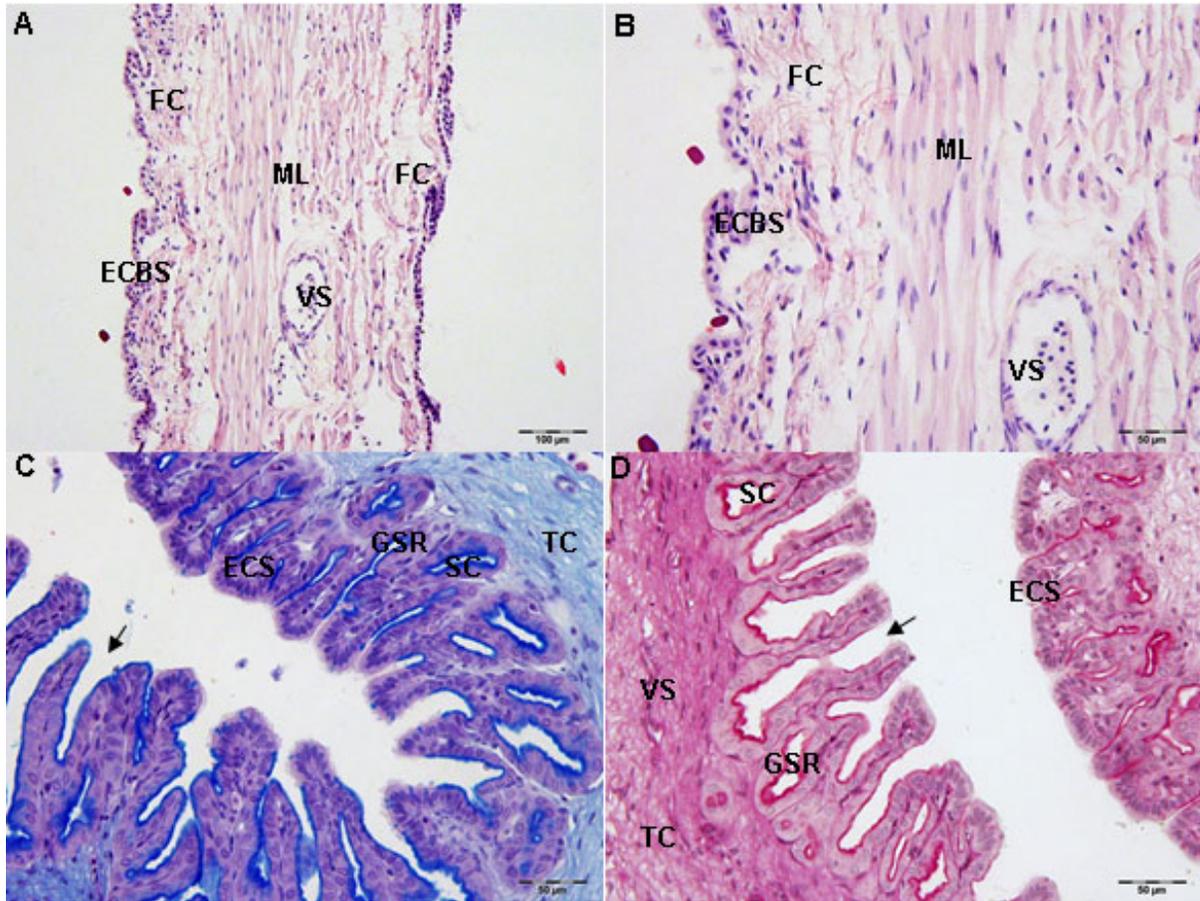


Figura 11. Glândula oviducal da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*, vista macroscópica. A. Posição da cápsula ovígera totalmente formada trás da glândula oviducal, observa-se a correspondência da forma; B. glândula oviducal sem a cápsula ovígera, note-se a forma que adota o epitélio uterino, para manter esta estrutura nesta cavidade; C. Secreção da glândula oviducal correspondente à “clara” do ovo e estrias típicas do oviduto posterior (seta); D. Corte medial da glândula oviducal mostra-se a parte dorsal (direita) e ventral (esquerda).

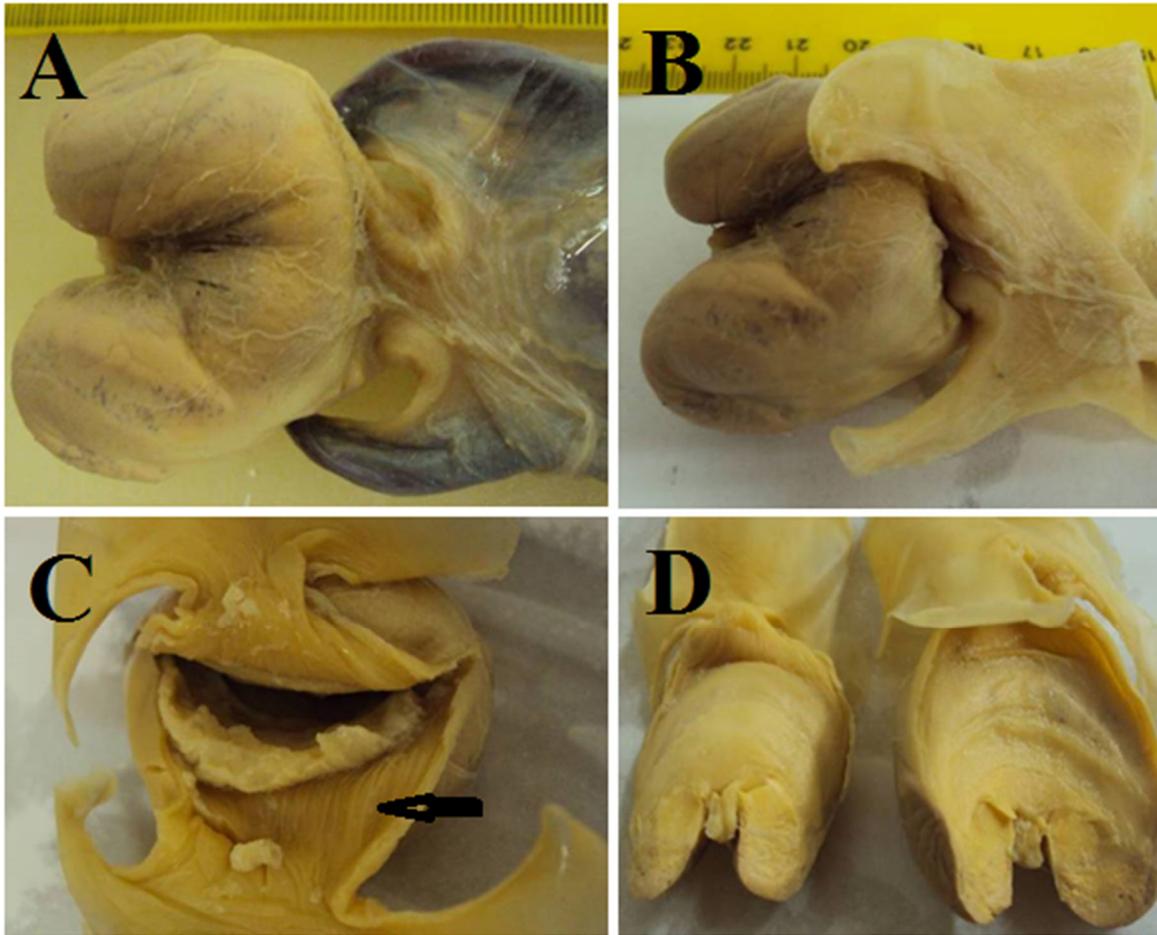


Figura 12. Cápsulas ovíferas da raia-de-La Plata *Atlantoraja platana*. A. Vista Ventral; B. Vista anterior; C. Vista posterior; D. Vista lateral.



DISCUSSÃO

Este estudo representa a primeira descrição microanatômica da glândula oviducal de *A. platana* (e de qualquer estrutura do trato reprodutivo) na sua área de distribuição. O estudo representa também o primeiro a registrar a histologia reprodutiva do gênero.

A organização histológica do oviduto anterior de *A. platana*, representada por uma camada externa escamosa (túnica serosa) e uma de músculo liso (circular e longitudinal), é a mesma descrita para a raia ovípara *Leucoraja erinacea* (Mitchill, 1825) por Hamlett e Hysell (1998). As reações positivas do PAS e AB confirmam a presença de mucopolissacarídeos ácidos, sulfatados, carboxilados e neutros; além de glicoproteínas (Junqueira e Carneiro, 2013). O mesmo foi constatado através de estudos histoquímicos por (Hamlett e Hysell, 1998; Hamlett *et al.*, 1998, 2002a, 2002b, 2005) para várias espécies de tubarões e raias ovíparas e vivíparas e por Galíndez e Estecondo (2008) para a raia ovípara *Sympterygia acuta* Garman, 1877, a qual pertence também à família Arhynchobatidae.

As pregas observadas entre as lamelas na zona de “baffle” foram denominadas “espineretes” (*spinnerets*) por Hamlett *et al.* (2005). Estas estruturas comunicam os túbulos secretores internos com o lúmen (Hamlett *et al.*, 2005; Galíndez e Estecondo, 2008). Secreções de natureza serosa da zona de “baffle” foram detectadas em elasmobrânquios ovíparos e vivíparos (Galíndez e Estecondo, 2008; Storrie *et al.*, 2008). Estas seriam responsáveis pela produção das cápsulas ovígeras nas espécies ovíparas (Hamlett *et al.*, 2005). Além disso, a zona de “baffle” foi o local da glândula oviducal de *A. platana* onde se registrou maior concentração de espermatozoides, o que é consistente com o que já foi descrito para esta região em outros elasmobrânquios (Galíndez e Estecondo, 2008; Hamlett *et al.*, 1998, 2002a, 2005; Moura *et al.*, 2011; Storrie *et al.*, 2008; Walker, 2005). A presença de espermatozoides nas lamelas e na entrada dos espineretes coincide com as observações de Hamlett *et al.* (1998, 2005) para várias espécies de condrictes. O fato de que os espermatozoides nos túbulos secretores chegam a penetrar até 1/3 da glândula oviducal demonstra uma possível relação entre as secreções e a manutenção da viabilidade espermática, possibilitando fertilizações por um longo período, tal como foi documentado por Clark (1922) para raias ovíparas mantidas em cativeiro.

A presença de túbulos de secreção serosa e mucosa na região terminal da glândula oviducal está de acordo com as observações de Hamlett *et al.* (2005). Galíndez e Estecondo (2008) registraram também a ocorrência de ácinos sero-mucosos ou mistos e de células calciformes (PAS+ AB+) para a *S. acuta*. Muito embora secreções mucogênicas tenham sido comuns nas zonas de “club” e papilar da glândula oviducal de *A. platana*, foi constatada também a presença destas na zona terminal, concordando com as observações de Galíndez e Estecondo (2008). Os espermatozoides ocorrem na luz principal do túbulo secretor na região terminal, sendo que, por outro lado, não ocorrem em locais mais internos desta região, tais como os túbulos secretores. Este padrão observado no presente estudo para *A. platana* é consistente com o descrito por Hamlett *et al.* (2005), Moura *et al.* (2011) e Storrie *et al.* (2008) para várias espécies de condrictes ovíparos e vivíparos. Sobre o padrão obtido após a aplicação de corantes às amostras de glândula oviducal e oviduto de *A. platana*, os resultados são consistentes aos obtidos por Galíndez *et al.* (2010b) que também registraram reatividade positiva para PAS e AB de pH 1,0 e 2,5 no útero do tubarão vivíparo *Mustelus schmitti* Springer, 1940 ao nível do istmo. A estrutura histológica do cérvix de *A. platana* é semelhante às relatadas por Galíndez *et al.* (2010c); Hamlett *et al.* (2002a) e Storrie *et al.* (2008) para outras espécies de elasmobrânquios. A forte vascularização que irriga este tecido, permitiria a expansão e a retração durante processos como a formação, manutenção e extrusão das cápsulas ovígeras ou simplesmente para permitir o transporte de secreções produzidas pela glândula oviducal.

Em conclusão, histologicamente, a glândula oviducal de *A. platana* possui quatro zonas diferenciadas, em concordância com observações de outros autores para espécies de elasmobrânquios ovíparos. As diferentes secreções produzidas pela glândula oviducal são determinantes para o sucesso reprodutivo da espécie. A glândula oviducal de *A. platana* é o órgão onde ocorre o armazenamento de espermatozoides dentro do trato reprodutivo feminino, mais

especificamente na zona de “baffle”. Devido à sua alta complexidade e funcionalidade histofisiológica, a glândula oviducal dos tubarões e raias pode ser considerado o “órgão chave da reprodução” (C.M. Vooren, com. pess.).

Agradecimentos – Ao Prof. Antonio Sergio Varela e aos técnicos João Cassimiro e Pedro Garcia (Setor de Morfologia, ICB, FURG) pelo apoio e colaboração durante o processamento das amostras. Ao Natanael do Nascimento Gomes, bolsista de Iniciação Acadêmica da Universidade Federal do Ceará, pela ajuda na formatação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

Carrier, J.C., Pratt, H L. e Castro, J. Reproductive biology of elasmobranchs, p. 269-286, in Carrier, J.C., Musick, J.A. e Heithaus, M. (eds.). *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Press, 596 p., Boca Raton, 2004.

Clark, R.S. Rays and skates (Raiæ). No. I.-Egg-Capsules and Young. *J. Marine Biol. Ass. UK*, v. 12, p. 577-643, 1922.

Dulvy, N.K. e Reynolds, J.D. Predicting extinction vulnerability in skates. *Cons. Biol.*, v. 16, pp. 440-450, 2002.

Dulvy, N.K., Metcalfe, J., Glanville, J., Pawson, M.G. e Reynolds, J.D. Fishery stability, local extinctions, and shifts in community structure in skates. *Cons. Biol.*, v. 14, pp. 283-293, 2000.

Figueiredo, J.L. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, Raias e Quimeras*. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 104 p., São Paulo, 1977.

Galíndez, E.J. e Estecondo, S. Histological remarks of the oviduct and the oviducal gland of *Sympterygia acuta* Garman, 1877. *Braz. J. Biol.*, v. 68, p. 359-365, 2008.

Galíndez, E., Piscicelli, J., Wehitt, A., Fuentes, S., Díaz Andrade, M. e Estecondo, S. Desarrollo y microanatomía del ovario de *Mustelus schmitti* (Chondrichthyes, Triakidae) a través del ciclo reproductivo. *Cienc. Morfol.* v. 12, n, pp. 7-17, 2010a.

Galíndez, E.J., Díaz Andrade, M.C., Moya, A.C. e Estecondo, S. Morphological changes in the pregnant uterus of the Smooth Hound Dogfish *Mustelus schmitti* Springer, 1939 (Gatuzo) (Chondrichthyes, Triakidae): Microscopic study and phylogenetic reproductive implications. *Int. J. Morph.*, v. 28, pp. 1003-1010, 2010b.

Galíndez, E.J., Díaz-Andrade, M.C., Avaca, M.S. e Estecondo, S. Morphological study of the oviductal gland in the smallnose fanskate *Sympterygia bonapartii* (Müller and Henle, 1841) (Chondrichthyes, Rajidae). *Braz. J. Biol.*, v. 70, pp. 325-333, 2010c.

Hamlett, W.C. e Hysell, C.K. Uterine specializations in elasmobranchs. *J. Exp. Zool.*, v. 282, pp. 438-459, 1998.

Hamlett, W.C., Knight, D.P., Koob, T.J., Jezior, M., Luong, T., Rozycki, T., Brunette, N., Hysell, C. K. Survey of oviducal gland structure and function in elasmobranchs. *J. Exp. Zool.*, v. 282, pp. 399-420, 1998.

Hamlett, W.C e Koob, T.J. Female reproductive system. In W. C. Hamlett (Ed.), *Shark, Skates and Rays. The Biology of Elasmobranch Fishes* (p. 398–443): The Johns Hopkins University Press, 515 p., Baltimore and London, 1999.

Hamlett, W.C., Fishelson, L., Baranes, A., Hysell, C.K. e Sever, D.M. Ultrastructural analysis of sperm storage and morphology of the oviducal gland in the Oman shark, *Iago omanensis* (Triakidae). *Mar. Freshw. Res.*, v. 53, pp. 601–613, 2002a.

Hamlett, W.C., Musick, J.A., Hysell, C.K. e Sever, D.M. Uterine epithelial-sperm interaction, endometrial cycle and sperm storage in the terminal zone of the oviducal gland in the placental smoothhound, *Mustelus canis*. *J. Exp. Zool.*, v. 292, pp. 129–144, 2002b.

Hamlett, W.C., Knight, D.P., Pereira, F.T.V., Steele, J. e Sever, D.M. Oviducal glands, in Chondrichthyans, pp. 301–335. *Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids, and Chimaeras*. Science Publishers, 562 p., Enfield, 2005.

ICMBio. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume VI - Peixes*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio/MMA, 1030p., Brasília, 2018.

Iglésias, S., Toulhoat, L., e Sellos, D.Y. Taxonomic confusion and market mislabelling of threatened skates: important consequences for their conservation status. *Aq. Cons.: Mar. Fresh. Ecos.*, v. 20, pp. 319–333, 2009.

Junqueira, L.C. e Carneiro, J. *Histologia Básica*, 12^a ed.. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 538 p., Rio de Janeiro, 2013.

Marçal, A.S. *Biologia reprodutiva de Atlantoraja platana (Günther 1880) (Elasmobranchii: Rajidae) no sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande, 62 pp, 2003.

McEachran, J. e Aschliman, N. Phylogeny of Batoidea. In Carrier, J.C, Musick, J.A. e Heithaus, M.R. (ds.), *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, 596 p, Boca Raton, 2004.

Moura, T., Serra-Pereira, B., Gordo, L.S. e Figueiredo, I. Sperm storage in males and females of the deepwater shark Portuguese dogfish with notes on oviducal gland microscopic organization. *J. Zool.*, v. 283, 210–219, 2011.

Musick, J.A. e Ellis, J. Reproductive evolution of chondrichthyans. In W. C. Hamlett (Ed.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids and Chimaeras* (pp. 45–79). Science Publishers, p. 45-71, Enfield, 2005.

Nakaya, K., White, W.T. e Ho, HC. Discovery of a new mode of oviparous reproduction in sharks and its evolutionary implications. *Sci. Rep.* 10, 12280, 2020.

Oddone, M.C. *Biologia reprodutiva dos gêneros Atlantoraja Menni, 1972 e Rioraja Whitley, 1939 (Chondrichthyes: Rajidae) na Plataforma Interna do Sudeste do Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista 'Júlio Mesquita Filho', 199 pp, 2007.

Oddone, M.C. e Amorim, A.F. Size at maturity of *Atlantoraja platana* (Günther, 1880) (Chondrichthyes: Rajidae: Arhynchobatinae) in the south-west Atlantic Ocean. *J. Fish Biol.*, v. 72, 1515–1519, 2008.

Oddone, M.C., Marçal, A.S., e Vooren, C.M. Egg capsules of *Atlantoraja cyclophora* (Regan, 1903) and *A. platana* (Günther, 1880) (Pisces, Elasmobranchii, Rajidae). *Zootaxa*, v. 426, 1–4, 2004.

Oddone, M.C. e Velasco, G. Observations on the reproductive seasonality of *Atlantoraja platana* (Günther, 1880), an intensively fished skate endemic to the Southwestern Atlantic Ocean. *Endang. Spec. Update*, v. 25, 122–129, 2008.

Pollom, R., Barreto, R., Charvet, P., Chiaramonte, G.E., Cuevas, J.M., Faria, V., Herman, K., Montealegre-Quijano, S., Motta, F., Paesch, L. e Rincon, G. *Atlantoraja platana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T63110A3118881. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T63110A3118881.en>, 2020.

Stevens, J.D., Bonfil, R., Dulvy, N.K. e Walker, P.A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. Mar. Sci.*, v.57, 476–494, 2000.

Storrie, M.T., Walker, T.I., Laurenson, L.J. e Hamlett, W.C. Microscopic organization of the sperm storage tubules in the oviducal gland of the female gummy shark (*Mustelus antarcticus*), with observations on sperm distribution and storage. *J. Morph.*, v, 269, 1308–1324, 2008.

Vooren, C.M. Elasmobrânquios demersais, p. 157-162, in Seeliger, U, Odebrecht, C. e Castello, J.P. (eds.), *Os Ecossistemas Costeiro e Marinho do Extremo Sul do Brasil* (pp. 157–162). Editora Ecoscientia, 326 p., Rio Grande, 1998.

Vooren, C.M. e Klippel, S. (eds.). *Ações para a Conservação de Tubarões e Raias no Sul do Brasil*. Igaré, Porto Alegre, 261 p., 2005.

Walker, T I. Reproduction in Fisheries Science, p. 82-127, in Hamlett, W.C. (ed.), *Reproductive Biology and Phylogeny of Chondrichthyes: Sharks, Batoids, and Chimaeras* (pp. 81–127). Science Publishers, 562 p., Enfield, 2005.

Wourms, J.P. Reproduction and Development in Chondrichthyan Fishes. *Am. Zool.*, v. 17, 379–410, 1977.