A anatomia dos olhos nos tentáculos sifonais ópticos do molusco bivalve antártico *Laternula elliptica* (P. P. King, 1832) (Laternulidae)

Palavras-Chave: *L. elliptica*, olhos, retina

Autores:

Carolina Nascimento dos Santos (aluna), IB - UNICAMP

Prof. Dr. Flávio Dias Passos (orientador), IB – UNICAMP

Prof. Dr. Jorge Alves Audino (co-orientador), IB - USP

INTRODUÇÃO:

Durante a evolução do filo Mollusca, na classe Bivalvia houve a cobertura total do corpo pela concha e uma consequente descefalização – processo em que a cabeça foi perdida e não há distinção de uma extremidade anterior com olhos ou outros órgãos sensoriais, por exemplo. Assim, na grande maioria dos bivalves, os olhos estão localizados na margem do manto, a parte do corpo que tem contato com o ambiente. Em relação aos fotorreceptores, há bivalves que apresentam estruturas fotossensíveis mais simples enquanto outros possuem olhos complexos (como Pectinidae e Spondylidae). Diferentemente da grande maioria, na infraclasse Heteroconchia há três famílias que apresentam olhos sifonais: Myidae, Cardiidae e Laternulidae. A espécie foco deste trabalho foi *Laternula elliptica* (P. P. King, 1832), uma das 39 espécies (WORMS, 2025) presentes de Laternulidae e a única representante dessa família na Antártica, que apresenta os olhos em tentáculos ópticos na parte distal de seus sifões. Os laternulídeos são animais infaunais e possuem apenas os tentáculos sifonais – tanto táteis quanto ópticos - voltados para a coluna d'água.

Dentro de Laternulidae, para apenas *Exolaternula spengleri* (Gmelin, 1971) há um estudo aprofundado sobre seus olhos.

METODOLOGIA:

Os espécimes de *L. elliptica* foram coletados na Baía do Almirantado, Ilha Rei George, Arquipélago das Shetland do Sul, onde está instalada a "Estação Antártica Comandante Ferraz" (EACF) – base brasileira na Antártica.

Após a separação dos tentáculos ópticos dos sifões, estes foram imersos em duas soluções de fixadores, Karnoviski (composta, entre outros reagentes, por gluta- e formaldeído) ou Boiun, adequadas

para a confecção de futuros estudos histológicos e mantidos no Laboratório de Malacologia da Unicamp (LAMAL) até o início de 2024, quando esse projeto foi aprovado.

Foram então feitos cortes histológicos em um micrótomo Leica, obtidos de dois blocos de historesina: o 1° bloco possuía um tentáculo óptico e dois tentáculos não-ópticos e foi cortado longitudinalmente com espessura de 5 µm, resultando em 55 lâminas. O 2° bloco possuía um tentáculo óptico e um tentáculo não-óptico que também foi cortado longitudinalmente com espessura de 5 µm.

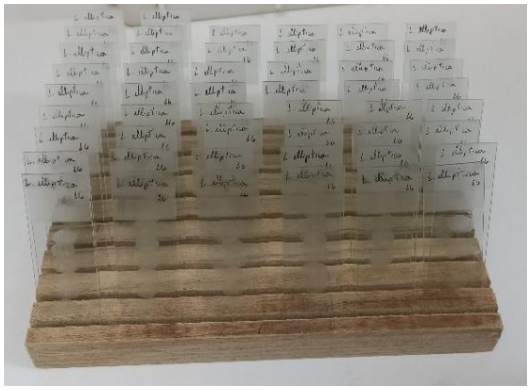

Figura 1 – Lâminas do 1° bloco.

Figura 2 – Banho histológico e micrótomo, respectivamente.

As lâminas do 1° bloco foram coradas em 2 diferentes corantes, em ambos por 5 minutos: Azul de Toluidina (AT) 1% e fucsina básica para contraste, e Tricômio de Gomory (TG) e ácido acético glacial para contraste.

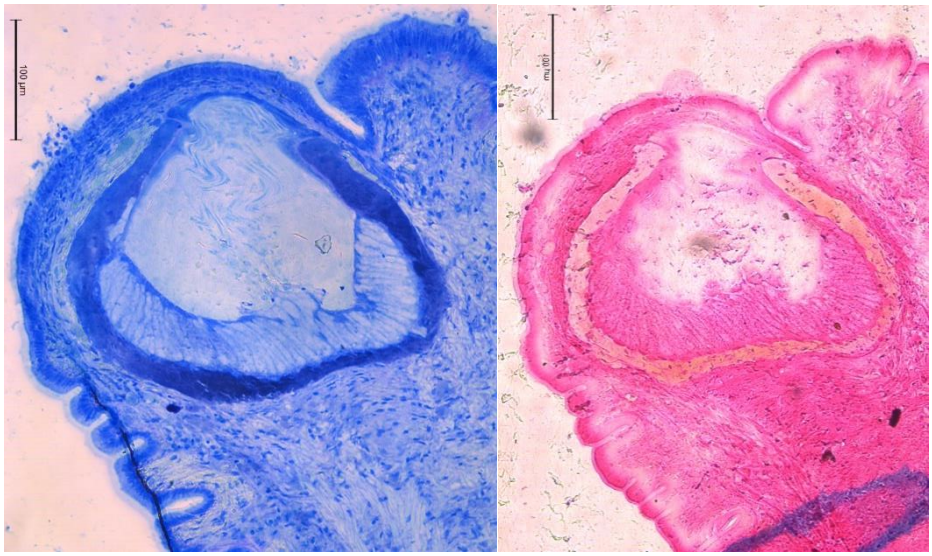

Figura 3 - Cortes sagitais corados com AT e TG, respectivamente.

Outro método utilizado foi a tomografia computadorizada (micro-CT). Primeiramente, os tentáculos ópticos fixados em Bouin receberam três banhos de álcool 70% e, em seguida, foram adicionados a uma solução de contraste 0,3% PTA (Ácido Fosfotunguístico) + 3% DMSO (Dimetil Sulfóxido) por 48 horas e posteriormente guardados em álcool 70%.

Um tentáculo ocular e um não-ocular do sifão inalante e um tentáculo ocular do sifão exalante foram fixados em historesina e, após secos, cortados na dimensão 5x5 mm. Para o material em meio líquido, um tentáculo ocular (material 4) e um tentáculo não-ocular (material 5) do sifão inalante receberam 7 banhos de álcool de diferentes concentrações e foram colocados em tubos Kapton de 1,06 mm e 1,52 mm de espessura, respectivamente.

Os materiais em meio sólido e líquido foram então levados à Linha de Luz Mogno do acelerador de partículas (Sírius) no Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), onde foi feita a tomografia computadorizada.

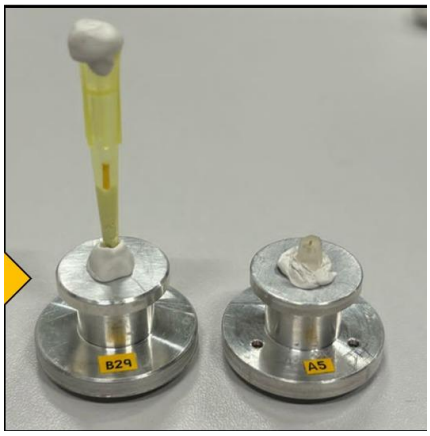

Figura 4 - Material em meio líquido e sólido.

Foto: Júlia Mariana da Silva Carvalho

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com as técnicas de histologia, coloração e análises por microscópio óptico, foram obtidos os seguintes resultados ao lado da anatomia interna dos olhos de *L. elliptica*:

Na imagem A, é possível observar todas as estruturas do olho de *L. elliptica*: córnea, lente, retina, tapetum, nervo óptico e apêndice ocular. Já na imagem B, com o zoom de 40x aplicado, é possível analisar a retina, em corte longitudinal parassagital, com maiores detalhes e observar que ela é formada por apenas uma única camada de células retinais alongadas.

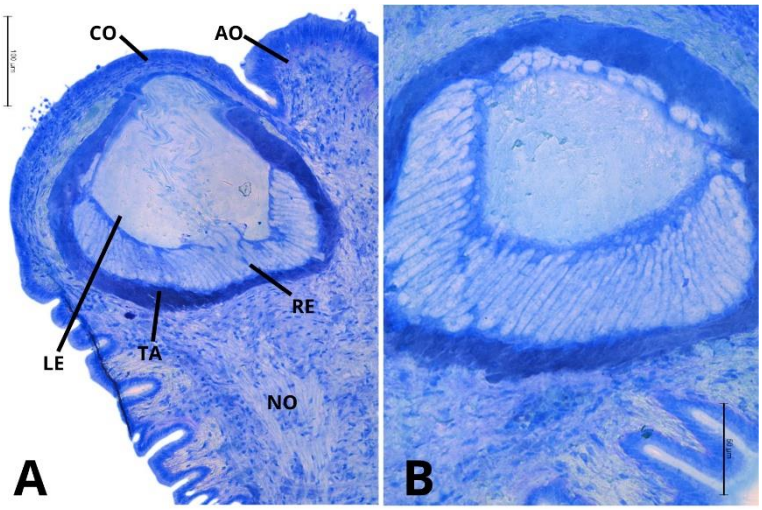

Figura 5 - A) Corte sagital; B) Corte parassagital - retina em zoom de 40x.

Abreviações: AO, apêndice ocular; LE, lente; RE, retina; CO, córnea; NO, nervo óptico; TA, tapetum.

Pelas imagens feitas pela tomografia computadorizada e editadas manualmente pelo software Avizo (disponibilizado pelo CNPEM), foram obtidas as seguintes imagens 3D:

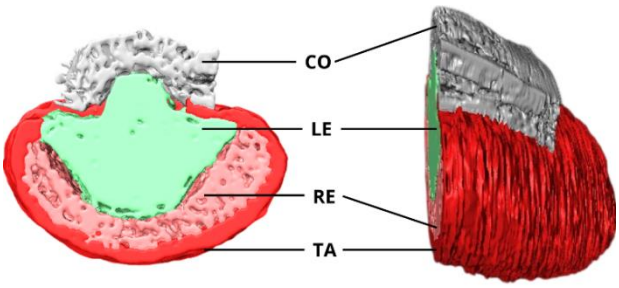

Figura 6 – Corte sagital do olho de L. elliptica em 3D.

C D

Figura 7 - C) QRCode do tentáculo óptico em vista tomográfica externa; D) QRCode da vista externa 3D do olho de L. elliptica.

A partir das imagens feitas pela técnica da micro-CT, é possível compará-las com as imagens da histologia e notar que as mesmas estruturas estão presentes em ambas e, além disso, com a tomografia conseguimos saber a resolução do tentáculo sifonal óptico, que é de 682 nm, e guardar esse dado para futuras comparações com olhos de outros moluscos em novas pesquisas. Entretanto, não foi possível visualizar detalhadamente na tomografia a quantidade de camadas retinais presentes no olho.

CONCLUSÕES:

Com a análise dos resultados histológicos e tomográficos, é possível concluir que apesar de outros grupos de Bivalvia, como as famílias Pectinidae e Spondylidae, e, inclusive, membros da mesma família, como *E. spengleri*, possuírem olhos complexos "tipo câmera" com as mesmas estruturas que *L. elliptica* (córnea, lente, retina e tapetum), estes espécimes apresentam retina com duas camadas de células (retina proximal e distal), *L. elliptica*, como pudemos observar, apresenta apenas uma única camada de células retinais.

A infraclasse Pteriomorphia (Pectinidae e Spondylidae) e a infraclasse Heteroconchia (Anomalodesmata) (Laternulidae) possuem origem evolutivas distintas, o que pode ser uma resposta para a diferença de camadas de células retinais entre ambos. Em contrapartida, *E. splengeri* também possui duas camadas de células retinais, mostrando que pode haver diferenças no nível familiar.

BIBLIOGRAFIA

PASSOS, Flávio; SARTORI, André Fernando; DOMANESCHI, Osmar; BIELER, Rüdiger. **Anatomy and behavior of *Laternula elliptica*, a keystone species of the Antarctic benthos (Bivalvia: Anomalodesmata: Laternulidae).** PeerJ 10:e14380. 2022.

ADAL, MN; MORTON, Brian. **The fine structure of the pallial eyes of *Laternula truncata* (Bivalvia: Anomalodesmata: Pandoracea)**. Journal of Zoology, 170: 533-556. 1973.

AUDINO, Jorge; MARIAN, José; LOPES, Sônia. **Síntese do conhecimento sobre a diversidade de sistemas visuais em Mollusca, com ênfase em Bivalvia**. Revista da Biologia, São Paulo, Brasil, v. 14, n. 1, p. 24–32. 2018.

MORTON, Brian. **The evolution of eyes in the Bivalvia: new insights.** American Malacological Bulletin, 26(1/2): 35-45. 2008.

TAYLOR, John; GLOVER, Emely; HARPER, Elizabeth; CRAME, J Alistair; IKEBE, Chiho; WILLIAMS, Suzanne. **Left in the cold? Evolutionary origin of *Laternula elliptica*, a keystone bivalve species of Antarctic benthos**. Biological Journal of the Linnean Society, Volume 123, Issue 2, Pages 360–376. 2018.