

UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Curso: Ciências Biológicas

Greiziele da Luz Alves Chagas

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS, ANATÔMICAS, E BIOLÓGICAS ENTRE LULAS
(CEPHALOPODA, DECAPODIFORMES) E POLVOS
(CEPHALOPODA, OCTOPODIFORMES)**

São Paulo

2019

Greiziele da Luz Alves Chagas

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS, ANATÔMICAS, E BIOLÓGICAS ENTRE LULAS
(CEPHALOPODA, DECAPODIFORMES) E POLVOS
(CEPHALOPODA, OCTOPODIFORMES)**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado
ao Curso de Ciências Biológicas da
Universidade Santo Amaro – UNISA, como
requisito parcial para obtenção do título
Bacharel em Ciências Biológicas

Orientador Prof. Dr. Flavio de Barros Molina

São Paulo

2019

C424aChagas, Greiziele da Luz Alves

Análise comparativa das características morfológicas, anatômicas e biológicas entre lulas (Cephalopoda, decapodiformes) e polvos (Cephalopoda, octopodiformes) / Greiziele da Luz Alves Chagas. – São Paulo, 2019.

49 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Santo Amaro, 2019.

Orientador(a): Prof. Dr. Flavio de Barros Molina

1. Mollusca. 2. Cephalopoda. 3. Morfologia. 4. Bentônicos. I. Molina, Flavio de Barros, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Elaborado por Ricardo Pereira de Souza – CRB8 / 9485

Greiziele da Luz Alves Chagas

**ANÁLISE COMPARATIVA DAS CARACTERÍSTICAS
MORFOLÓGICAS, ANATÔMICAS, E BIOLÓGICAS ENTRE LULAS
(CEPHALOPODA, DECAPODIFORMES) E POLVOS
(CEPHALOPODA, OCTOPODIFORMES)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade de Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador Prof. Dr. Flavio de Barros Molina

São Paulo 4 de Novembro de 2019

Banca Examinadora

Prof. Dr. Guilherme José Costa da Silva

Prof. Dr. Maria do Socorro Silva Pereira Lippi

Conceito Final: _____

sempre

Para minha Vera,

AGRADECIMENTOS

Deus se manteve ao meu lado, me dando coragem e ânimo para não desistir e continuar seguindo o caminho deste sonho. A ele eu devo minha gratidão.

No decorrer destes anos tive a oportunidade de estudar e evoluir com grandes professores, a todos agradeço por participarem desta jornada.

Ao meu orientador Flavio de Barros Molina, que esteve sempre presente me auxiliando com toda a paciência, este trabalho não seria possível sem a sua dedicação.

Ao professor Guilherme José Costa Silva, pela oportunidade de poder estagiar sob sua supervisão.

Agradeço a minha mãe e meus irmãos , que apesar de todas as dificuldades, me ajudaram na realização do meu sonho, também ao meu namorado Gleidson pelas caronas e todo apoio emocional.

As amigas Gabriela Gonçalves, por horas de estudos e grande participação na construção deste trabalho, e Pamela Quinteiro me ajudando e sendo presente em toda minha vida acadêmica.

Agradeço a todos que de alguma forma participaram da realização do meu sonho.

RESUMO

O filo Mollusca é composto por animais de corpo mole, assim como lesmas, caramujos, mexilhões, lulas e polvos, em sua maioria marinhos. Quase todos possuem conchas cálcarias, que formam três camadas, a mais externa é a prismática para proteção do corpo mole, e uma mais interna a nacarada, apenas o grupo dos Aplacophora não possuem concha. Alguns aspectos gerais da morfologia/anatomia dos moluscos merecem ser destacados: locomoção que é feita a partir de um pé muscular, grande e achatado que se locomove através de 'puxadas' para frente; manto que forma uma parede dorsal no corpo, que mais tarde em alguns moluscos cresce e forma lobos musculares e vias hemocélicas; cavidade do manto formada a partir de uma dobra da epiderme; brânquias localizadas na cavidade do manto. Os moluscos podem se alimentar através de herbivoria, ou predação e para a captura desses alimentos a rádula é utilizada. O tubo digestivo é completo, e a digestão extracelular ocorre no estômago e nos cecos digestivos. O celoma pode ser pequeno, devido à perda de diversas funções, sendo o sistema hemal formado por um coração, alguns vasos sanguíneos, aorta dorsal, amebócitos contidos no sangue e hemocle. Para o sistema sensorial os moluscos contam com tentáculos cefálicos que possuem alguns receptores mecânicos e químicos; no pé é localizado um par de estatocistos; e a cabeça abriga um par de olhos grandes e na cavidade do manto apresenta-se um par de osfrádios. Mollusca possui sete taxóons principais (Aplacophora, Monoplacophora, Scaphopoda, Bivalvia, Gastropoda, Polyplacophora e Cephalopoda). Os Cephalopoda incluem polvos, lulas, nautilus e sibas; a concha desses animais pode ter sido perdida, ou eventualmente reduzida. Apenas os nautilus possuem concha externa, com câmaras lineares; a câmara mais nova é a última formada, local onde o animal se encontra. Os cefalópodes possuem grande cavidade do manto, e sistema circulatório fechado. Apresentam uma cabeça saculiforme, com um par de olhos grandes; os tentáculos partem da cabeça, e circulam a boca, onde está contido o bico e a rádula; os machos possuem um tentáculo modificado para a cópula. São todos marinhos, pelágicos ou bentônicos e totalizam cerca de 900 espécies.

Palavras-chaves: Mollusca, Cephalopoda, Morfologia, Bentônicos.

Lista de Ilustrações

Figura 1- Esquema corporal de um molusco.....	13
Figura 2- Brânquias bipectinadas mostrando os espaços aquíferos interfilamentares.....	15
Figura 3- Dentes da radula em fileiras transversais, laterais e medianas.....	17
Figura 4- Projeção da rádula contra substrato.....	18
Figura 5- Diferenças morfológicas entre polvo e lula.....	34
Figura 6- Olho de um polvo.....	39
Figura 7- Cópula entre lulas.....	41
Figura 8- Espermatóforo de Lula.....	42
Figura 9- Camadas de cromatóforos e iridócitos, apresentadas na pele de Octopus. As setas mostram a absorção de raios de luz.....	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	09
1.1 Aspectos Básicos Dos Moluscos	12
1.2 Principais Clados de Mollusca	21
2. OBJETIVOS	26
3. METODOLOGIA	27
4. ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LULAS E POLVOS	28
4.1 Taxonomiada classe Cephalopoda	28
4.2 CephalopodaDecapodiformes e Octopodiformes	32
4.3 Os Cromatóforose glândulas de tinta	41
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

A fauna atual de Mollusca tem cerca de 110.000 espécies já descritas e algumas estimativas sugerem a existência 200.000 espécies. Cerca de 70.000 espécies extintas já foram descritas. O filo Mollusca representa um grande grupo de animais, como por exemplo caracóis, lesmas, mexilhões, lulas e polvos distribuídos em sete táxons vivos, que possuem dessemelhanças nítidas, ainda assim, todos são moluscos e compartilham aspectos básicos.^{(1); (2)}

Este filo possui uma extensa história evolutiva conhecida, isso se deve à presença de uma concha calcária que se conserva no registro fóssil com grande facilidade.⁽³⁾ Em sua maioria são marinhos com todas as suas classes bem adaptadas vivendo no mar. Apenas os gastrópodes vivem em ambiente terrestre, alguns ainda em água doce juntamente com os bivalves. Os sete táxons principais incluídos em Mollusca (Aplacophora, Monoplacophora, Scaphopoda, Bivalvia, Gastropoda, Polyplacophora e Cephalopoda), dividem um plano corpóreo comum, porém, cada um desenvolveu características diferentes em seus planos corpóreos básicos, caracterizando seus táxons.⁽⁴⁾

De acordo com o registro fóssil, durante a explosão do cambriano apareceram os primeiros moluscos de concha calcária. Acredita-se que durante o Pré-cambriano viviam espécies que não possuíam concha e que não deixaram registros.⁽³⁾ O padrão corpóreo comum desses moluscos ancestrais deve ter sido compartilhado, assim dando origem ao padrão corpóreo comum dos sete táxons vivos. Esse padrão foi formado por características plesiomórficas que são recebidas de um ancestral não molusco e de características apomórficas únicas dos moluscos.⁽⁵⁾

Acredita-se que o molusco ancestral era um animal com fase larval plantônica, de corpo mole, que vivia em um ambiente marinho bentônico. Os

representantes dessa geração ancestral compartilhavam um grupo de apomorfias únicas do filo Mollusca. Esses caracteres, salvo quando perdidos secundariamente, aparecem em todos os taxóons superiores de moluscos vivos. ⁽⁵⁾O manto, uma dobra de pele glandular que secreta uma cutícula formada por mucopolissacarídeos e espículas de carbonato de cálcio, delimita uma cavidade denominada cavidade do manto, importante por manter-se em contato com o ambiente externo (ambiente marinho no caso dos primeiros ancestrais). Nessa cavidade, situam-se as brânquias responsáveis pelas trocas gasosas. São bipectinadas e possuem cílios, cujo batimento garante a circulação da água através da cavidade do manto. Na região ventral, localiza-se o pé, uma massa muscular ciliada responsável pelo deslocamento do animal. Músculos retratores que ligam o pé ao manto e à concha podem retraí-lo para dentro da concha quando necessário. Separada do pé por um sulco transversal ventral, está a cabeça, que possui um par de gânglios cerebrais tetraencefálicos. Esse ancestral, possivelmente, sofreu um processo de metamerização, apresentando corpo formado por oito segmentos. ^{(3); (2)}

O molusco ancestral possuía um grupo de características plesiomórficas, adquirida de ancestrais de grupos distintos (não moluscos). Esse molusco ancestral é um protostômio onde o blastóporo permanece após a conclusão do desenvolvimento embrionário, com a função de boca, com a cavidade celomática reduzida e simetria bilateral. Apresentam sistema circulatório aberto, formado basicamente pelo coração, por artérias e por seios hemocélicos. Supostamente esse ancestral era monóico, com fecundação externa ocorrendo no ambiente marinho. Os ovos, microlécitos, sofrem clivagem holoblástica espiral e eclodem em uma fase trocófora planctônica ou em uma fase pós trocófora. Células 4d mesentoblastos, garantem a formação da mesoderme, enquanto, o celoma se origina através de um processo de esquizocelia que ocorre no centro de um grupo de células derivadas dos mesentoblastos. ⁽⁵⁾

A primeira radiação evolutiva dos ancestrais dos moluscos foi realizada supostamente pelos aplacóforos, que não possuíam concha, condição que é

hipoteticamente primária. Os aplacóforos desenvolveram um corpo vermiforme, mantendo as espículas calcárias do seu plano básico, porém, diminuíram o tamanho ou perderam o pé. Grande parte perdeu as brânquias, outros em menor quantidade perderam a rádula, sendo, Eumollusca e Aplacophora como táxons irmãos.⁽⁵⁾

Monoplacophora possuem concha não dividida, por outro lado, os Polyplacophora desenvolveram placas separadas, em oito valvas dorsais, os dois possuem oito conjuntos de músculos retratil pediosos dorsoventrais. Não há indícios de evolução do Monoplacophora a partir do Polyplacophora por fusão das valvas para a formação de uma concha indivisa, ou de evolução do Polyplacophora a partir do Monoplacophora por divisão da concha. O mais provável é que ambas as classes derivaram de um ancestral comum que não possuía concha. Essa deve ter se formado, independentemente em cada grupo, secretada pelo epitélio do manto. Para o epitélio que já estava preparado para produzir espículas calcárias, não deve ter sido difícil de secretar uma concha calcária sólida independente nas duas linhagens evolutivas. Uma delas originou o clado Polyplacophora, a outra deu origem aos outros moluscos englobados em Conchifera: Monoplacophora, Bivalvia, Cephalopoda, Gastropoda e Scaphopoda. A maior parte do músculo retrator de Conchifera foi perdido, todos têm concha única formada por três camadas. As brânquias e a cavidade do manto no ancestral eram posteriores. Os gastrópodos possuíam um ancestral que possivelmente sofreu uma torção, criando uma concha enrolada assimétrica, passando a ter então, sua cavidade do manto na parte anterior. No entanto, o molusco ancestral é capaz de se parecer com o molusco popular, sendo a divisão do corpo definida pela presença da cabeça, de uma enorme massa visceral, dorsal e de um amplo e achatado pé ventral.⁽⁵⁾

No seu habitat que incluía superfícies rígidas e rochosas, a rádula era utilizada para fazer a raspagem do substrato, garantindo uma alimentação a base de fragmentos de algas microscópicas e outros organismos pequenos que não possuem capacidade de locomoção. Para proteger as partes moles do corpo de predadores, a concha forma um escudo.⁽⁵⁾

1.1 Aspectos Básicos dos Moluscos

Manto

O manto é uma dobra da epiderme, situada sobre a massa visceral e diferenciada para liberar sais de cálcio, muco, proteína, podendo ser também sensorial.⁽²⁾

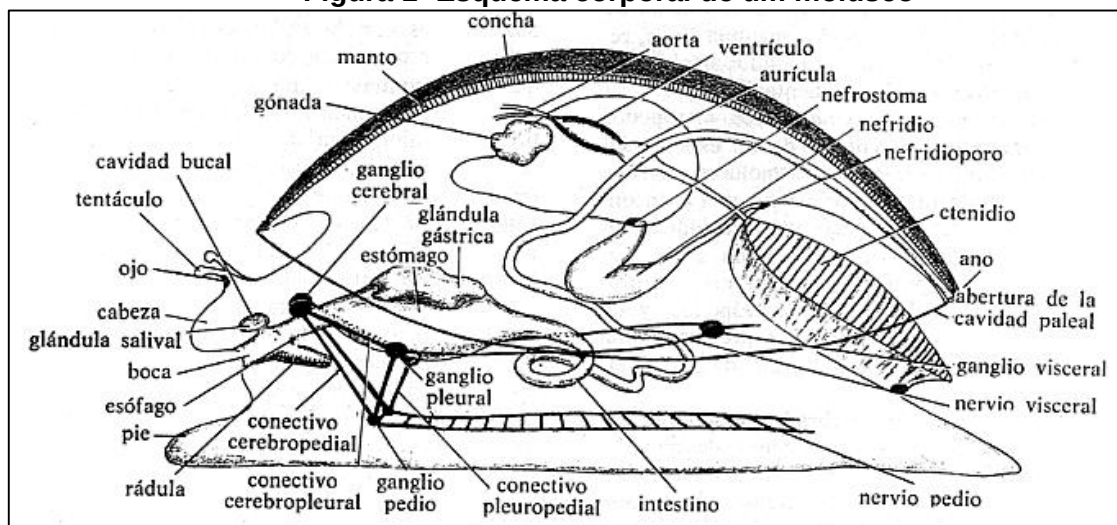
Concha

A concha é uma estrutura simples, rígida e calcária de formato variado, está acima do manto cobrindo o dorso do molusco, no entanto, a concha se tornou um abrigo espaçoso para proteger o corpo do molusco de predadores. A epiderme do manto secreta proteínas e material calcário, para a produção das três camadas da concha e possivelmente, forma espículas aciculiformes. A concha vai aumentando de tamanho a medida que o animal cresce. No molusco ancestral, a concha foi possivelmente produzida como uma cutícula espessa de proteína e quitina sendo, mais tarde, adquiridos os sais de cálcio. A concha dos moluscos é formada por três partes, são camadas básicas onde duas são calcárias e uma orgânica. A primeira camada, sendo ela a mais externa é o perióstraco, formado pela proteína conchiolina. Diretamente sob essa camada, esta presente o óstraco cálcio e abaixo desta, localiza-se o hipóstraco, para alguns taxóons, como bivalves, gastrópodes e cefalópodes o hipóstraco pode ser nacarado.^{(2); (6)}

Cavidade do Manto

O manto é formado quando uma dobra da epiderme, se estende sobre as visceras do molusco, a invaginação do manto da origem a uma cavidade (cavidade do manto) que é preenchida com água do mar circundante (Figura 1). A cavidade do manto é uma característica nesses animais, a parte externa do manto cobre a concha internamente, logo a parte mais interna do manto que é quase sempre ciliada e secreta muco, envolve a cavidade do manto. Para que a concha aumente seu comprimento, a margem da epiderme do manto é secretora e sensorial, sendo responsável por produzir carbonato de cálcio e proteína. Na cavidade do manto estão contidos o ânus, os nefridióporos, os osfrádios sensoriais, as brânquias e os gonóporos.^{(2); (6)}

Figura 1- Esquema corporal de um molusco



Fonte: ("Origen y formación de la concha de los Moluscos," n.d.)⁽⁷⁾

Brânquias

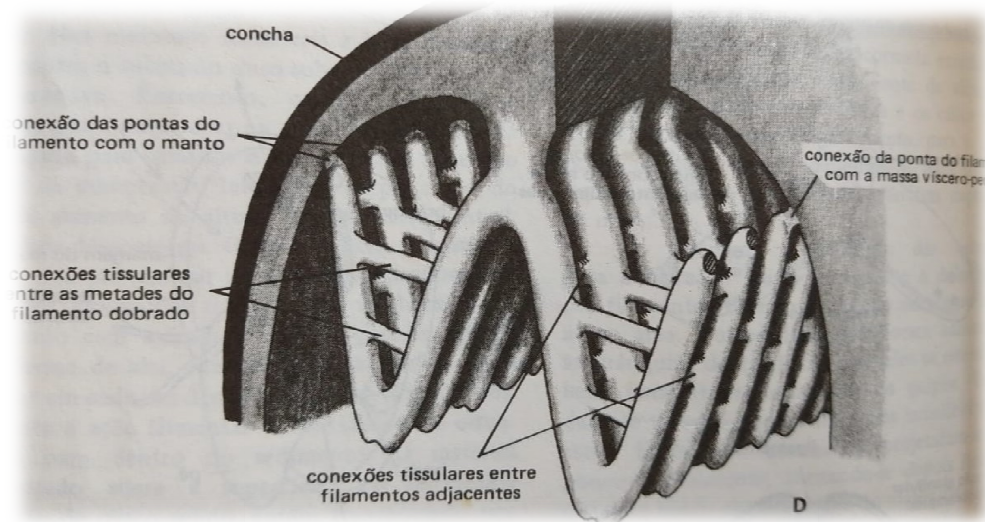
As brânquias estão posicionadas na cavidade do manto. Alguns moluscos possuem apenas um par de brânquias, outros com somente uma brânquia, essas podem ser perdidas ou substituídas por pulmões, como em Gastrophoda. A brânquia generalizada, é composta por um eixo central conectado ao manto, nele estão localizados os nervos, músculos e vasos sanguíneos, de lados opostos do eixo nascem filamentos brânquiais organizados e foliáceos.^{(2); (5)}

Diversos moluscos vivos possuem brânquias monopectinadas, assim, tendo apenas filamentos em um único lado do eixo em forma de dentes. Já os moluscos primitivos possuíam brânquias bipectinadas por possuírem duas fileiras de filamentos (Figura 2). Embora os filamentos fiquem muito próximos entre si, eles ficam separados por espaços aquíferos interfilamentares. A câmara inalante ventral (infrabranquial) e uma câmara exalante dorsal (suprabranquial), são formadas pela divisão que as brânquias fazem na cavidade do manto. As lamelas são formadas pelas superfícies expostas das brânquias. A lamela frontal está voltada para a câmara inalante e é formada pela junção das superfícies frontais dos filamentos brânquiais, a lamela abfrontal está voltada para a câmara exalante e é formada pela junção das margens abfrontais do filamento. Os cílios que ficam sobre os filamentos produzem uma corrente de água que penetra na cavidade do manto pela parte ventral, passa pelos filamentos para dentro da câmara exalante, e sai da cavidade do manto pela parte dorsal.^{(2); (5)}

Os cílios laterais criam uma corrente de água que garante que ocorra a função respiratória, no entanto, a epiderme dos filamentos é composta por três tipos de cílios, sendo que apenas um dos tipos de cílios cria essa corrente respiratória, os dois outros tipos fazem a movimentação de partículas e do muco, e cuidam para que as brânquias permaneçam sem material acumulado nelas, assim, não interferindo no fluxo respiratório da água para os demais filamentos. É nas superfícies achatadas

dos filamentos onde ocorre as trocas gasosas, essas estão voltadas para as correntes de água e para os espaços interfilamentares.^{(2); (5)}

Figura 2- Brânquias bipectinadas mostrando os espaços aquíferos interfilamentares



Fonte: (Barnes, 1990) ⁽⁸⁾

Osfrádios

Os moluscos possuem um par de osfrádios, um órgão sensorial com células receptoras, que supervisionam a água que passa pela cavidade do manto, para monitorar a presença de sedimentos ou substâncias químicas. Isso porque, em grande quantidade, essas substâncias causam a paralização do fluxo de água entre as brânquias e a descontinuação do batimento ciliar, até que volte para as condições normais.^{(2); (5)}

Pé

O pé muscular está localizado na superfície ventral do corpo. Ele é grande, achatado, amplo e possui uma sola rastejadora ciliada. O pé é composto por células glândulares mucosas, e faz a locomoção do corpo do molusco no substrato firme se aderindo a ele, graças ao muco produzido por essas células. A hemocèle pediosa que é um seio sanguíneo, e vários pares de músculos retratores pediosos, estão contidos no pé. Os músculos retratores estão ao longo do pé e presos a superfície interna da concha. São as contrações desses músculos que movem o pé na direção da concha, ou a concha na direção do pé. Quando os moluscos se sentem ameaçados, usam esses músculos para puxar a cabeça e o pé para dentro da concha.⁽²⁾

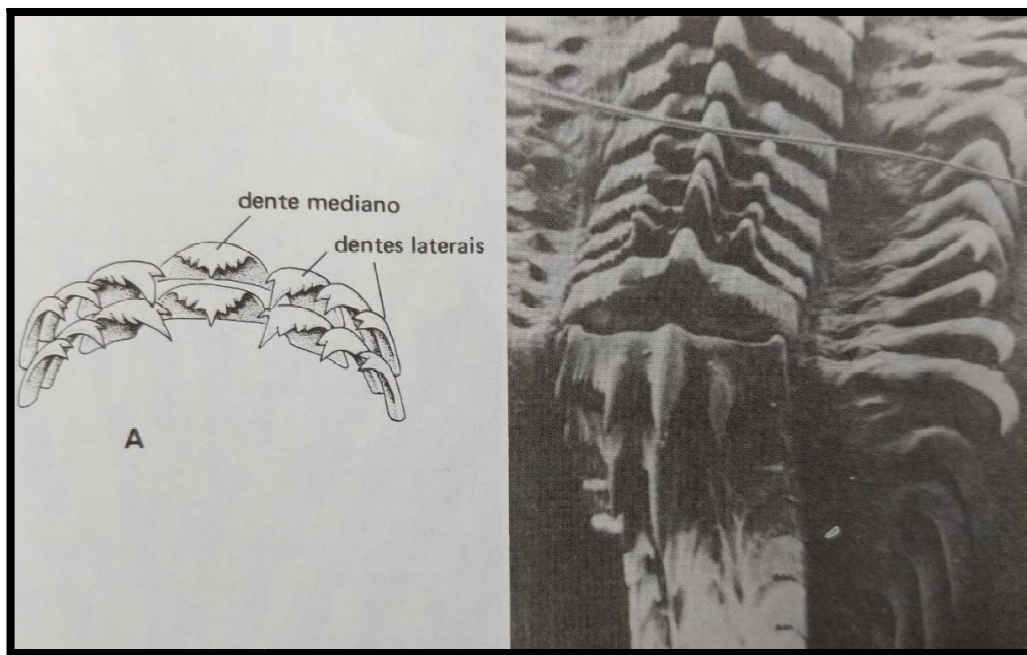
Sistema Digestório

Os moluscos usam a rádula, para fazer a raspagem de alimento do substrato, sendo fragmentos de algas, ou organismos presentes ali. A partir daí o intestino é preparado para desagregar e processar o conjunto de partículas alimentares finais, e partículas minerais finais não alimentares. Para que o trato digestivo consiga identificar o que é alimento, e o que são partículas sem valor alimentar, é necessário um trato digestivo complexo. O sistema digestivo simples está presente em moluscos carnívoros ou herbívoros, que possuem nutrição macrófaga, se alimentando de grande quantidade de matéria orgânica, esse sistema simples não requer a separação de partículas minerais e orgânicas necessárias.⁽⁶⁾

O trato digestivo consiste nas regiões anterior, mediana e posterior. A cavidade bucal cuticularizada, boca e faringe estão presentes na região anterior, enquanto o reto e o ânus formam a região posterior, a região intermediária é

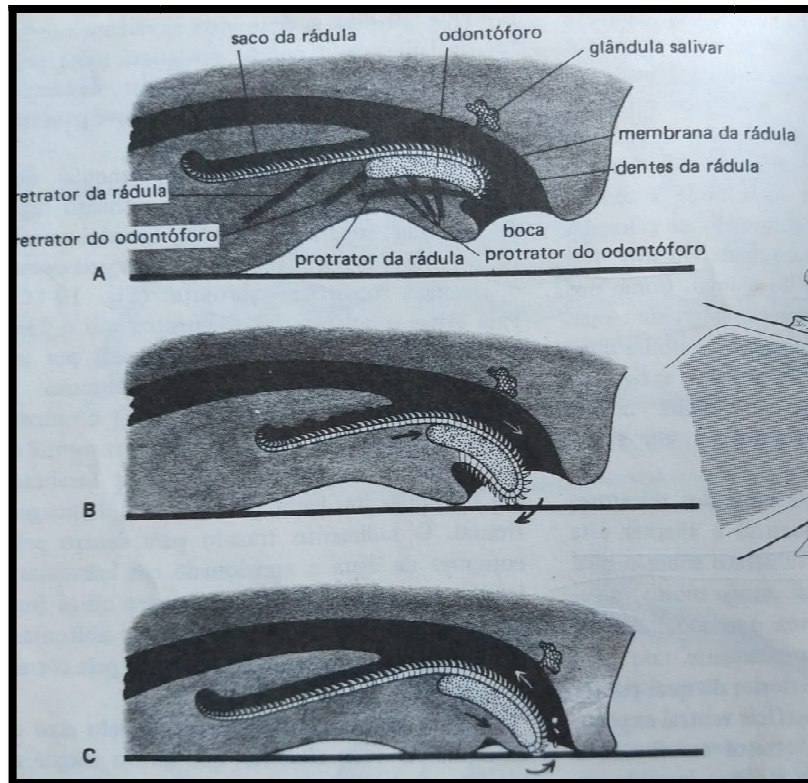
formada por, esôfago, estômago, ceco digestivo e intestino. A rádula está localizada na parte inferior da cavidade bucal, no aparelho radular, onde também está o tecido conjuntivo que forma o odontóforo, que sustenta a rádula. A rádula tem segmentos transversais de dentículos quitinosos (Figura 3). O odontóforo e a rádula, estão ligados a vários músculos protratores e retratores, com função de lançar a rádula e o odontóforo para dentro e para fora da cavidade bucal (Figura 4).⁽²⁾

Figura 3- Dentes da radula em fileiras transversais, laterais e medianas



Fonte: (Barnes, 1990) ⁽⁸⁾

Figura 4- Projeção da rádula contra o substrato



Fonte: (Barnes, 1990) ⁽⁸⁾

Os bivalves não possuem rádula, provavelmente porque esses animais são filtradores, já nos demais moluscos a rádula é única. A formação dos dentes da rádula se dá por deposição de proteína e quitina, em certos momentos podendo ser endurecidas por uma composição ferrosa ou siliconosa. Esses dentes estão distribuídos em filas transversais e possuem formas diferenciadas, modificados perfeitamente para o tipo de alimento, dos diferentes táxons. Existem pares de glândulas salivares que produzem muco no interior da cavidade bucal. Partículas alimentares se aderem ao muco, assim formando um cordão mucoso, que é transportado por batimentos cílios em direção ao esôfago que se estende até o estômago. Um par de glândulas digestivas com alta ramificação está ligado por meio de dutos com a região anterior do estômago. A gastroderme produz enzimas digestivas, que são direcionadas para o estômago, onde acontece a digestão

extracelular. A absorção de nutrientes acontece no ceco digestivo que também é responsável pela digestão intracelular, armazenamento e fagocitose. Apenas Aplacophora não possui cecos digestivos.⁽²⁾

O epitélio da região anterior do estômago inclui um escudo gástrico é também uma área de seleção formada por pregas e sulcos. O escudo tem como função proteger a gastroderme do estômago, já a área de seleção vai selecionar os alimentos com valor nutritivo de partículas não digestíveis.⁽²⁾

Celoma

Os moluscos possuem um celoma pequeno que, perdeu muitas de suas funções primitivas. Entretanto, ainda ocupa um espaço importante. Sua real função como esqueleto hidráulico foi passada para concha e hemocele, no entanto o celoma ainda é um componente funcional dos sistemas reprodutor e excretor. O celoma está representado pela cavidade pericárdica e pela gonocoele.⁽²⁾

Sistema Circulatório

Os moluscos possuem um sistema hemal formado por um coração, uma aorta dorsal, outros vasos sanguíneos, hemocele e sangue que por sua vez contém amebócitos. O coração é formado pelos átrios e pelo ventrículo que bombeia o sangue para a aorta. Desta, o sangue segue via artérias de menor calibre para os seios hemocélicos. Os seios hemocélicos mais importantes estão localizados na cabeça, na massa visceral e no pé. O sangue passa pelos nefrídios e chega nas brânquias através dos vasos branquiais aferentes. O retorno ao coração é feito pelos vasos branquiais eferentes. Como fica claro devido à presença de lacunas sanguíneas entre os fluxos sanguíneos arterial e venoso, trata-se de um sistema circulatório aberto.⁽²⁾

Sistema Excretor

Os moluscos realizam a excreção pelo complexo cardiorrenal. O rim ou nefrídeo de muitos moluscos tem a capacidade de absorção e secreção, é um grande saco banhado por sangue da hemocele visceral, com um canal renopericardinal que possui uma abertura na cavidade pericárdica denominada nefróstoma. Ultrafiltração ocorre devido a ação de podócitos localizados na parede atrial e essa urina primária flui através do nefróstoma para dentro do nefrídio. Substâncias nocivas ainda presentes no sangue podem ser secretadas para o interior do nefrídio. A urina ainda pode conter matéria útil, então o epitélio nefridial reabsorve essas substâncias, e as envia novamente para o sangue. No final a urina alterada deixa o rim pelo nefridióporo, indo em direção à abertura exalante da cavidade do manto.⁽²⁾

Sistema Nervoso e Órgãos Sensoriais

O sistema nervoso central dos moluscos é formado, basicamente, por um anel periesófagico ligado a dois pares de cordões nervosos longitudinais e por vários pares de gânglios. Os tentáculos, estatocistos e os olhos, estão vinculados a gânglios pediosos pleurais e bucais, através de conectivos, e enviam nervos sensoriais para os gânglios cerebrais. Os gânglios pleurais são responsáveis por inervarem o manto, gânglios pediosos fazem esse trabalho nos músculos do pé, já os gânglios bucais inervam os músculos do odontóforo e da rádula. As comissuras transversas ligam os pares de gânglios, por outro lado os conectivos longitudinais ligam gânglios de pares diferentes, sendo o anel nervoso circumesofágico formado a partir dessa maneira.⁽⁶⁾

O sistema sensorial dos moluscos é formado por tentáculos cefálicos com receptores mecânicos e químicos, um par de estatocistos, contidos no pé um par de olhos sobre a cabeça, e por fim na câmara inalante da cavidade do manto um par de osfrádios. Em alguns moluscos é possível observar tentáculos sensoriais nas extremidades do manto.⁽⁶⁾

Sistema Reprodutor

Os moluscos possuem reprodução sexuada, onde a maioria das espécies tem os sexos separados, exceto alguns bivalves (ostras) e nudibrânquios (aplisia), que são hermafroditas. A fecundação pode ocorrer externamente, onde o macho libera o espermatozoide e a fêmea o óvulo, na água, ou a reprodução interna na qual o espermatozoide é introduzido no corpo da fêmea. Na maioria das espécies, após a fecundação, há a formação de uma larva livre-natante.⁽⁶⁾

1.2 Principais Clados de Mollusca

O táxon **Aplacophora**, pequenos moluscos vermiformes marinhos, que somam aproximadamente 300 espécies já descritas. Seu tamanho varia de 1mm a 30cm. Eles se diferem dos demais moluscos por possuírem espículas calcárias, no lugar de uma concha, forma cilíndrica e redução ou ausência do pé.^{(2); (5)}

O manto se projeta lateralmente, para cobrir todo o corpo do animal com exceção do pé se tiver. Uma cutícula glicoprotéica é secretada pela epiderme do manto, nessa secreção estão contidas espículas calcárias de diversas formas. Sob a epiderme está contida a derme, constituída por tecido conjuntivo, logo sob a derme está localizado, sequentes camadas de músculos circulares, longitudinais e oblíquos. Próximo a camada muscular mais interna, está a hemocele.⁽²⁾

O pé (quando presente) é constituído por inúmeras pregas, ou apenas uma longitudinal onde se localiza a hemocele pediosa. Possui epitélio ciliado, e a locomoção é realizada através de batimento ciliar, sendo assim não é um pé muscular. No sulco pedioso situa-se o pé, que apresenta revestimento cuticular.⁽²⁾

Monoplacophora, são animais pequenos, variando de 3mm a 3cm, e achatados, todos são marinhos e vivem em baixas profundidades.⁽⁵⁾ Os fósseis mais antigos datam do Cambriano Inferior.⁽³⁾ Trata-se de um grupo pequeno com cerca de 30 espécies viventes.^{(2); (6)} Esses animais são bilateralmente simétricos e possuem uma concha, essas podem ter morfologias diferentes, em cada indivíduo do táxon. O manto encarrega-se da secreção da concha, com o ápice direcionado anteriormente. Ela é composta por três camadas: de dentro para fora temos o hipóstraco, o óstraco e o perióstraco, esta uma camada que não é formada por carbonato de cálcio, mas sim por uma proteína chamada conchiolina. Esses animais possuem um par de sulcos paliais laterais, que forma a cavidade do manto, que se estende em volta do pé, separando-o do manto. Na cavidade do manto pode existir até seis pares de brânquias monopectinadas, por onde é provável que se passe as correntes respiratórias. O celoma é reduzido e está situado ao redor das gônadas (gonóceles) e ao redor do coração (cavidade pericárdica). Como órgãos excretores, posicionados lateralmente, apresentam de 3 a 7 pares de nefrídios.⁽⁶⁾

Scaphopoda, é um grupo que contabiliza cerca de 500 espécies viventes já descritas. O tamanho varia entre 2 mm e 15 cm. Os fósseis mais antigos datam do Ordoviciano Médio. São cavadores e marinhos, possuem um formato de concha tubular, com uma abertura em cada ponta. Possuem rádula, mas não possuem brânquias, tem um pé especializado para escavar. Possuem um corpo alongado com a massa visceral situada no meio e na parte posterior da concha. O pé e a cabeça podem se projetar para fora da concha.^{(3); (5); (6)}

Bivalvia, é formado por cerca de 20.000 espécies, que se dividem em animais marinhos e de água doce. Algumas espécies chegam a alcançar 100 cm de comprimento. Os bivalves são compostos por mexilhões, ostras, teredos e vieiras. Os fósseis mais antigos datam do Cambriano Inferior. Os grupos lamelibrânquios, septibrânquios e protobrânquios, estão inclusos em bivalvia, são grupos morfológicos, que no passado foram classificados como subclasses, os septibrânquios são carnívoros; os protobrânquios, o grupo mais antigo existente, se alimenta de depósitos; e os lameliobrânquios que constituem a grande maioria dos bivalves, se alimentam de material em suspensão.^{(3); (5); (6)}

Bivalvia é a única exceção dentre os demais moluscos, uma vez que sofreram a perda da rádula, ficando dependentes das brânquias para conseguir alimento, através da filtração. Esse, táxon está adaptado a viver em habitat bentônico infaunal, onde pode estar mais seguro com relação aos predadores. Para que a escavação em substratos moles, seja mais acessível e fácil, esses animais tem a concha e o pé achatados. Os sifões são estruturas formadas posteriormente pelos lobos do manto, que permitem que o animal consiga água limpa, oxigênio e alimento, sem ter que sair do substrato.⁽⁶⁾ O manto se estende sobre as vísceras, possuem um par de lobos do manto, esses rodeiam o corpo e um grande espaço de água, onde nota-se a cavidade do manto. Os lobos estão divididos em três dobras, com funções diferentes, a prega interna formada por músculos advindos do manto, conecta-se na superfície interna da concha, ou ao longo da linha palial, essa se estende da linha anterior até a posterior da extremidade da concha. A prega mediana está relacionada a estímulos mecânicos e químicos, e a prega externa é responsável pela secreção da concha.⁽²⁾

Gastropoda são compostos por caracóis, caramujos aquáticos, e lesmas terrestres, são conhecidas em torno de 60.000 espécies viventes estima-se que existam 100.000 espécies.^{(2); (6)} Os fósseis mais antigos datam do Cambriano Inferior. Algumas conchas chega a 60 cm de altura. É a única classe de moluscos com representantes em ambientes terrestres. No entanto são animais de origem marinha,

que se adaptaram facilmente ao ambiente de água doce.^{(3); (5)} A conquista do ambiente terrestre se deu através da substituição da cavidade do manto por pulmões, e a perda das brânquias. Os gastrópodes são representados pelos prosobrânquios, animais exclusivamente marinhos, bentônicos, pelos opistobrânquios que tiram benefícios da perda da concha, e pelos pulmonados que possuem vantagens da respiração aérea. A concha desses animais em algumas espécies é interna, ou inexistentes (perda secundária).Entretanto, a maioria possui a concha univalve e externa. Possuem um pé restejador amplo e achatado. O sistema nervoso é cefalizado possuindo uma massa neuronal grande muitas vezes entrelasada no interior da concha e assistido por um sistema sensorial bem desenvolvido. São dotados de dois pares de olhos, e dois pares de tentáculos sensoriais. No geral a cavidade do manto possui uma brânquia, sendo que a concha, massa visceral e cavidade do manto mostram-se assimétricas. Uma larva do tipo véliger, operculada, precede o processo de eclosão.⁽²⁾

Polyplacophora, são organismos encontrados somente no mar, O seu tamanho varia de 3 mm a 40 cm. Os fósseis mais antigos datam do Cambriano Superior. Quase mil espécies já foram descritas pelos cientistas. Os quítons fazem parte dos Polyplacophora, sua coloração típica pode ser em tons foscos de vermelho, amarelo, verde ou marrom. Esses organismos embora tenham sofrido pouco desenvolvimento de sua estrutura, são facilmente adaptados para viver presos a rochas e conchas de outros animais, suportando forte arrebentações, de águas costeiras, onde parte do grupo vive. Os quítons podem ser encontrados também em, zonas rasas do infralitoral raso ou nas zonas entre marés, no entanto outras espécies preferem águas mais calmas e profundas.^{(3); (5); (6)} O corpo possui forma oval, achatado dorsalmente, somando em sua concha oito placas flexíveis sobrepostas, que lhes permitem fixar perfeitamente no substrato. O pé por ser amplo e achatado, também auxilia no processo de fixação. A cabeça é indefinível e primitiva e não possuem olhos nem tentáculos cefálicos. O manto é consistente e se estende pela superfície dorsal do animal.⁽²⁾

Cephalopoda, são animais bem desenvolvidos, rápidos e ativos, que compõem um táxon antigo que soma 1.000 espécies viventes e mais de 16.000 espécies extintas.⁽⁶⁾ Os fósseis mais antigos datam do Cambriano. São animais de exclusividade carnívora, que estão adaptados a viver em mar aberto, no entanto existe alguns animais como os *Octopus*, que possuem hábito bentônico.⁽³⁾ De acordo com alguns autores, a lula gigante pode alcançar até 20 m de comprimento total. Os cefalópodes possuem os sistemas nervoso, locomotor e sensorial, bem desenvolvidos. A cabeça inclui uma boca redonda, com um bico quitinoso, rádula e cérebro. O pé foi modificado, em um grupo de tentáculos que circundam a boca e, onde existem ventosas. A massa visceral é alongada, formando uma corcova visceral, a cavidade do manto da espaço para um par de brânquias. As paredes do manto são musculares, e envolvem a concha, que, (quando presente se encontra internamente no corpo do animal). Os nautilus, formam um grupo pequeno, que apresenta concha externa em espiral, essa concha é dividida por septos com repartimentos, sendo que no último repartimento (aberto para o meio exterior) é encontrado o animal. O sifúculo, se estende pela espiral da concha, até o ápice em posição central.^{(4); (5); (6); (9)}

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo comparar as diferenças anatômicas, morfológicas e biológicas apresentadas por lulas (Cephalopoda Decapodiformes) e polvos (Cephalopoda Octopodiformes).

3. METODOLOGIA

Foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando-se a ferramenta de busca Google Acadêmico. Livros foram obtidos na biblioteca Dr. Milton Soldani Afonso, da Universidade Santo Amaro.

4. ASPECTOS COMPARATIVOS ENTRE LULAS E POLVOS

4.1 Taxonomia da Classe Cephalopoda

Os cefalópodes incluem as sibas, calamares, argonautas, náutilos, lulas e polvos, todos são marinhos. Existem cerca de 700 espécies distribuídas em 139 gêneros e 47 famílias.⁽¹⁰⁾ Esses são animais especializados a uma forma natante, no entanto alguns cefalópodes, como polvos e lulas, possuem características menos ativas em relação ao domínio de substrato.^{(8); (11)} A classe é considerada um dos maiores grupos contidos no filo Mollusca, e está entre os organismos mais instigantes dos mares, isto é porque esses animais possuem uma peculiar adaptação a mudarem a cor do corpo rapidamente.^{(12); (13); (14)}

Alguns Cefalópodes sofrem a perda da concha, sendo apenas os *Nautilus* a única espécie vivente que possui concha completa, essa concha se acomoda enrolada a cima da cabeça, em formato de espiral, é segmentada por septos, onde as voltas da concha posicionam-se em apenas um plano. O animal apresentasse na ultima câmara, ao decorrer do crescimento do animal, ele move-se gradativamente para frente, e a fração traseira do manto secreta um septo. *Nautilus* e *Sepia* são animais flutuantes, desta forma ocupam apenas grandes profundidades, onde suas conchas possam suportar a pressão.^{(8); (13)}

De todos os invertebrados os cefalópodes são considerados os de maior tamanho, tendo em vista algumas espécies que chegam a ser gigantes com até 16 metros as *Architeuthis* que foram encontradas no Atlântico Norte. Normalmente as demais espécies chegam à atingir até 70cm, contando com seus tentáculos.^{(2); (8)}

A forma é distinta dos demais moluscos e contam com uma cabeça com grande massa visceral em formato de círculo, que apresenta dois grandes olhos,

desta cabeça partem apêndices cefálicos ou braços, onde estão situadas ventosas, na que possibilitam que o animal se fixe no substrado, ou auxilia na apreensão de seus alimentos. ^{(2); (8); (15)}

Os apêndices cefálicos podem se diversificar, variando o tamanho e o número de tentáculos, dessa forma dividindo a classe dos cefalópodes em, Cephalopoda Decapodiforme onde seus integrantes, possuem dez longos apêndices, lulas ou sibas Cephalopoda Octopodiforme, onde seus membros possuem oito apêndices, polvos propriamente ditos e argonautas. ⁽¹⁵⁾

Subclasse Nautiloidea

Seu corpo é envolvido por uma concha externa, podendo ser em espiral ou alongada; possuem suturas simples; seus integrantes vivos possuem diversos tentáculos, desprovidos de ventosas; *Nautilus* e *Allonautilus* incluem as únicas espécies vivas; contão com dois pares de nefrídeos e dois pares de brânquias; estima-se que a espécie seja existente desde o Cambriano. ^{(3); (8)}

Subclasse Ammonoidea

Alguns materiais fósseis indicam a concha externa enrolada; suturas e septos detalhados; estima-se que a espécie tenha existido desde o Siluriano até o Cretáceo; inclui os gêneros, *Ceratites*, *Scaphites* e *Pachydiscus*. ^{(3); (8); (13)}

Subclasse Coleoidea

Nota-se poucos tentáculos contendo ventosas; a concha pode ser interna ou inexistente; contam com um par de brânquias e um par de nefrídeos; estimasse que a espécie seja existente desde o Carbonífero Inferior. Foram extintos no final do Cretáceo. ^{(8); (13)}

Ordem Belemnidea (Subclasse Coleoidea)

Possuiam concha interna; incluem os gêneros; *Belemnites* e *Belemnoteuthis*. Surgiu no Carbonífero e tornou-se extinta no cretáceo. ^{(8); (13)}

Ordem Sepioidea (Subclasse Coleoidea)

Contam com oito braços e dois tentáculos; possuem uma concha pequena podendo ser ausente e contendo septos; o corpo é em forma de saco sendo curto e largo; é composto por *Sibas*, *Sepíolas*, *Spirula*, *Sepia*, *Idiosepius*, *Sepiola* e *Rossia*. ^{(8); (13)}

Ordem Teuthoidea (Subclasse Coleoidea)

São providos de oito braços e dois tentáculos; corpo longo, com choncha ou podendo conter pena e uma placa achatada; composto por Lulas.^{(8); (13)}

Subordem Myopsida (Subclasse Coleoidea)

O grupo é composto por lulas, que por cima do olho possuem uma membrana córnea transparente; composto por *Loligo*, *Lolliguncula*, *Sepioteuthis*.^{(8); (13)}

Subordem Oegopsida (Subclasse Coleoidea)

Grupo formado por lulas que não possuem membrana córnea sobre os olhos, no entanto possuem pálpebras; sua pupila em formato circular; composto por *Architeuthis*, *Abralia*, *Abraliopsis*, *Gonatus*, *Onychoteuthis*, *Ctenopteryx*, *Histiotheuthis*, *Bathyteuthis*, *Illex*, *Ommastrephes*, *Chiroteuthis* e *Cranchia*.^{(8); (13)}

Ordem Vampyromorpha (Subclasse Coleoidea)

É a chamada Lula-Vampiro; possuem oito tentáculos unidos a uma membrana, e dois pequenos tentáculos retráteis; vivem em águas profundas; composto por *Vampyroteuthis*.^{(8); (13)}

Ordem Octopoda (Subclasse Coleoidea)

Polvos com corpo em formato de saco globular; contam com oito braços; não são providos de nadadeiras; contam com *Octopus*, *Eledone*, *Eledonella*, *Vitreledonella*, *Amphitretus*, *Cirroteuthis*, *Argonauta*.^{(8); (13)}

4.2 Cephalopoda Decapodiformes e Octopodiformes

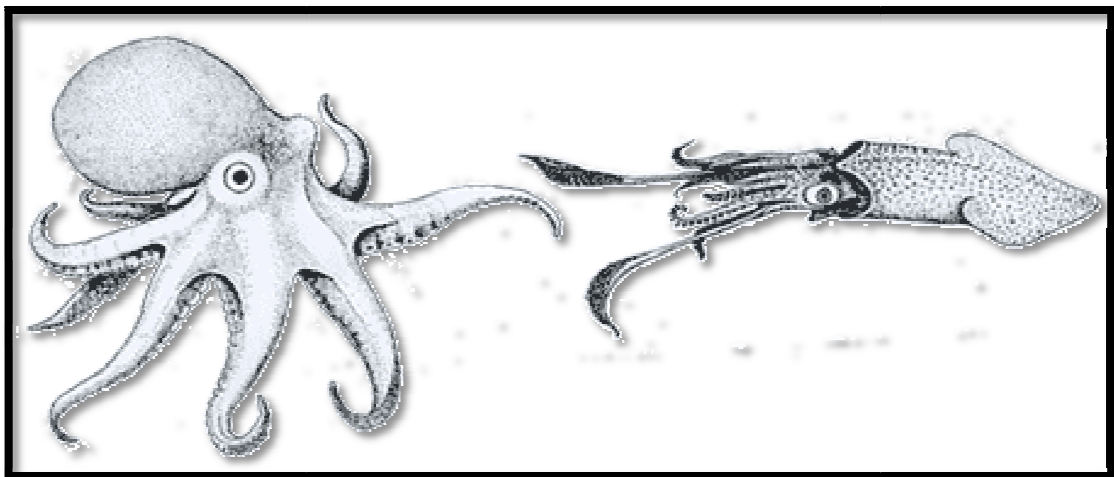
As lulas possuem um corpo alongado, e contam com uma nadadeira lateral triangular, sua concha e septos foram perdidas parcialmente, sendo que uma parte córnea foi mantida, uma faixa da parede dorsal e a plataforma permaneceram, esse resquício de concha é chamado de pena, sua função é de junção dos músculos e suporte. ^{(4); (8)} Seus olhos são grandes e negros, estão localizados na cabeça, de onde partem dez braços circundantes a boca, onde oito desses dez braços são largos e afinam-se, apresentando, internamente ventosas dispostas em duas fileiras. Os dois braços restantes são maiores em comprimento, embora mais afilados, com uma região alargada na extremidade distal que apresenta ventosas em quatro fileiras. As lulas possuem ainda um braço modificado o hectocótilo, encontrado nos machos, usado para fertilização dos óvulos da fêmea, já que lá serão guardados os espermatóforos para inserção na cavidade paleal da fêmea. ^{(4); (8); (15)}

Como as lulas, os polvos possuem corpo mole, agora com formato de saco ovoide, é totalmente desprovido de concha, contando apenas com a proteção de placas cartilaginosas, conectadas a parede do manto na parte cervical, em volta do cérebro. ^{(2); (8)} Os polvos possuem oito tentáculos, esses estão ligados por uma membrana até a cabeça, onde são mantidos os órgãos internamente. É na cabeça onde se observa dois grandes olhos, e uma boca córnea em formato de bico de papagaio, que facilita a trituração de alimentos duros (Figura 5). ^{(6); (15)}

As lulas são consideradas animais velozes, sendo preparadas para natação a jato, além de possuírem várias habilidades natatórias entre elas, flutuar, nadar lentamente, ou acelerar com êxito sendo considerado o mais rápido entre os invertebrados, algumas saltam da água e ficam no ar por alguns segundos, essas são as chamadas “lulas voadoras” (*Onycoteuthidae*). Suas nadadeiras triangulares são também estabilizadoras, e possibilitam que algumas lulas nadem em

profundidades de até 600 metros. No entanto os polvos possuem hábitos mais sedentários, seu corpo não possui nadadeiras, e preferem se deslocar de forma rastejante por rochas de suas tocas, no entanto esses animais podem nadar por jatos de água, através dos tentáculos. A família *Octopodidae* possui hábito bentônico, enquanto Argonautas são pelágicas superficiais. Existem espécies de polvos que nadam entre as zonas, batipelágicas e abissal-bentônica, seus tentáculos imitam um guarda-chuva, sendo eles ligados por uma membrana, esses polvos nadam por jato de água, por pulsação ou como uma medusa.^{(8); (13); (14)}

Figura 5– Diferenças morfológicas entre polvo e lula



Fonte: (Vazzoler C, Huguenin J, Giesen J, n.d.)⁽¹⁶⁾

A dieta das lulas consiste principalmente em camarões pelágicos e peixes, elas ainda têm a capacidade de nadar na direção de um cardume de peixes e agarrar com seus tentáculos a presa, entretanto as lulas têm preferência por devidas porções do peixe, descartando apenas a cauda e o intestino, que vão servir de alimento para outros organismos. A espécie *Illexargentinus* forrageia principalmente durante o crepúsculo e no início da noite, consumindo peixes, cefalópodes e crustáceos. O consumo de peixes torna-se maior de acordo com o aumento do tamanho das lulas. Canibalismo parece frequente.^{(8); (17)} *Loligosanpaulensis* e

Nototodarussloanii também consomem peixes, crustáceos e cefalópodes, sendo está a aparente ordem de preferência. *Loligosanpaulensis* também pratica o canibalismo. Para *Lolliguncula brevis*, a preferência alimentar é por crustáceos, peixes e cefalópodes. Também consomem briozoários e nematódeos. É interessante notar que há uma alteração das presas mais consumidas por *Loligovulgaris* de acordo com o período do dia: peixes, crustáceos, poliquetas e cefalópodes durante a noite e cefalópodes, peixes, crustáceos e poliquetas durante as manhãs.^{(8); (18); (19); (20); (21)}

Muitos polvos e lulas de zona batipelágica se comparam, pois, alguns podem criar hábito de se alimentar de material em suspensão ou de detritos. Os polvos podem ser identificados como animais carnívoros e ferozes, esses animais preferem habitats rochosos ou pedregosos, para se proteger de predadores, também é possível ser encontrados enterrados em lama ou areia, onde podem se esconder em tocas ou buracos, e encontrar uma vasta variação de alimentos entre eles caramujos peixes e crustáceos.^{(8); (14); (22)} *Octopus mimus* é um predador oportunista que inclui na sua alimentação peixes, moluscos, crustáceos, equinodermos e poliquetas. Canibalismo não é frequente. Em outras regiões, essa espécie consome principalmente crustáceos decápodes, moluscos bivalves, equinodermas e peixes. A preferência é semelhante no caso de *Octopus hubbsorum*: crustáceos, moluscos e peixes, com uma clara predileção por caranguejos. Anelídeos, equinodermos e quetognatos foram ocasionalmente predados.^{(13); (23); (24); (25)}

Os cefalópodes no geral capturam suas presas através dos seus tentáculos, o alimento é visto pelos grandes olhos bem adaptados. Especialmente em ambientes neríticos e epipelágicos. Mecanorreceptores e quimiorreceptores também auxiliam na detecção das presas, sendo vitais em ambientes afóticos. Com apenas oito tentáculos (todos com o mesmo comprimento), os polvos são parecidos com as lulas, pois os braços de ambos são similares, as ventosas das lulas encontram-se por toda a extensão dos tentáculos, assim como nos polvos.^{(8); (26)}

Alguns polvos como *Octopus vulgaris*, possuem dois pares de glândulas salivares, localizadas na parte anterior da cavidade bucal, responsável pela secreção de muco, polvos possuem as glândulas salivares primárias, que são responsáveis pela liberação de enzimas proteolíticas e veneno, essas glândulas também estão presentes nas lulas, porém apresentam-se reduzidas, no entanto com as mesmas finalidades. O veneno paralisante (tiramina) contém neurotoxina tetrodoxina, sendo introduzido em suas vítimas, após lesões provocadas pelo bico, e pode levar a morte em alguns minutos. O *Hapalochlaena* é um polvo de pequeno porte, no entanto seu veneno é assustadoramente poderoso, sendo fatal até mesmo para humanos. ^{(8); (15)}

Após as poderosas mandíbulas, inseridas na cavidade bucal dos polvos rasgarem o alimento, a rádula empurra os pedaços para dentro da boca, assim o bico age em conjunto com a rádula. Entretanto alguns polvos de zona batipelágica perderam a rádula, e capturam apenas restos de alimentos no assoalho do mar. ^{(8); (6)}

Através do peristaltismo, o alimento é levado até o estômago muscular, onde entra em contato com glândulas digestivas. A digestão extracelular é feita, e logo o bolo contendo fluxo enzimático é levado regularmente para o ceco, onde é feito o desmembramento de partículas não digeríveis, essas partículas são conduzidas novamente para o estômago através de sulco ciliado, conduzido por pregas espiraladas do ceco, e depois vão para o intestino, realizando assim a digestão. ^{(8); (13)}

Algumas diferenças mostram-se presentes, lulas absorvem os nutrientes alimentares através do ceco, não sendo necessária a glândula digestiva, partículas maiores que não foram digeridas passam direto para o intestino, que leva o bolo alimentar até o ânus, que desemboca na cavidade do manto. Lulas podem levar até 4 horas para ser feita a digestão. Polvos usam a glândula digestiva como lugar de

absorção, na qual, esse órgão vai se dividir entre absorver nutrientes, e secretar resíduos não necessários, a digestão de polvos pode levar até 18 horas para se completar.⁽⁸⁾

Cefalópodes apresentam sistema circulatório fechado, e forma um longo conjunto de vasos distintos. A disposição anatômica e fisiológica do sistema circulatório dos cefalópodes está rigorosamente relacionada com o metabolismo mais elevado desses animais, que são muito ativos, em comparação a outros moluscos. Com um sistema circulatório bastante complexo, os cefalópodes garantiram um aumento na pressão sanguínea e eficácia na corrente e divisão da hemolinfa para todos os tecidos.^{(8); (13)}

Os corações branquiais se contraem, enquanto obtém sangue não oxigenado vindo por todos os lados do corpo do animal, assim a pressão sanguínea aumenta, enviando esse sangue através das brânquias na sequencia passa para o ventrículo. O processo segue através do ventrículo que manda o sangue para o corpo, utilizando a aorta posterior e anterior, e logo usando pequenos vasos. A hemocianina está presente no sangue dos cefalópodes onde existem pressões altas de oxigênio, o sangue é transportado pelas brânquias até chegar aos tecidos. O sistema circulatório de lulas e polvos não apresentam diferenças .⁽⁸⁾

Os cefalópodes possuem um sistema nervoso altamente desenvolvido, isto porque esse animal tem grande habilidade de se locomover, e ainda por possuírem uma dieta carnívora. O esôfago é envolvido pelo cérebro, que possui gânglios intermediariamente fundidos. São gânglios encontrados tipicamente em moluscos. Esses gânglios mostram-se, são muito diversificados sendo fácil diferenciar experimentalmente determinadas regiões ou lugares específicos que controlam certas funções ou regiões do corpo. São visíveis os centros cerebrais direcionados para a natação em direção anterior e o fechamento das ventosas localizado nos gânglios cerebrais.⁽⁸⁾

Os gânglios cerebrais estão localizados logo a cima do esôfago, e formam parte do cérebro, e dão origem a um par de nervos bucais, que se dirigem para frente em direção a um par de gânglios bucais superiores e logo depois para os inferiores, a massa bucal está à frente dos pares de gânglios bucais. O nervo óptico prolonga-se em cada lado dos gânglios cerebrais.^{(8); (6)}

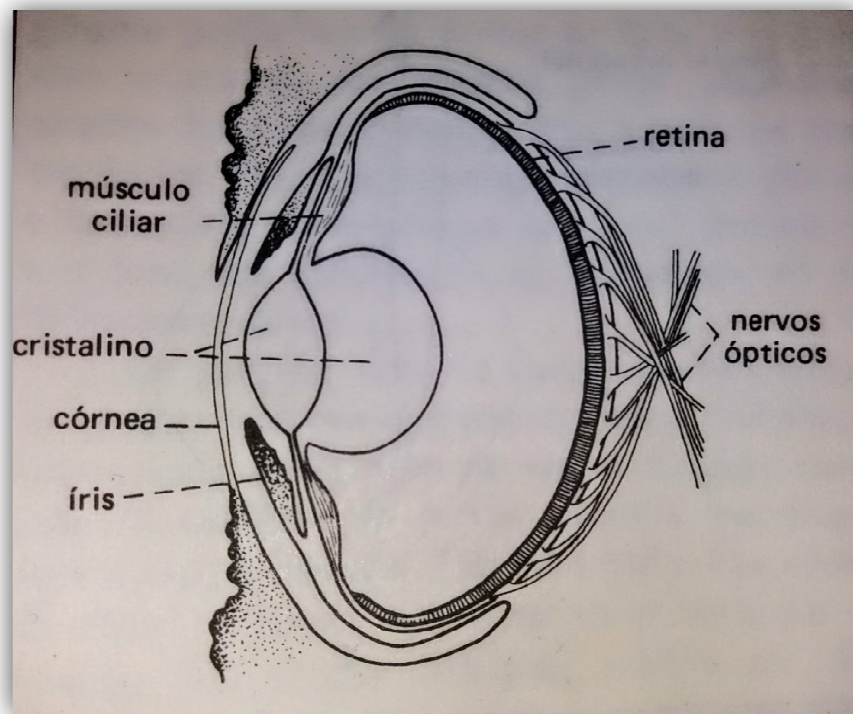
O sistema nervoso e os órgãos sensoriais são profundamente desenvolvidos e adaptados para o estilo de vida, lulas polvos e sibas, possuem olhos muito desenvolvidos, uma vez que esses são comparados aos olhos de um vertebrado. A órbita é composta por placas cartilaginosas, o cristalino está preso em suspensão por um músculo ciliado, frente à lente está o diagrama de íris, sua função é ajustar a quantidade de luz que passa pelos olhos, a retina possui fotorreceptores que são direcionados para o foco de luz. Os olhos estão sempre nivelados, possibilitando que as pupilas fiquem posicionadas sempre em linha horizontal (Figura 6).⁽⁸⁾

A imagem que o olho de um cefalópode irá formar é perceptível à visão animal, os nervos ópticos estão programados para visualizarem imagens horizontais e verticais de alvos ao seu redor. A córnea do olho dos cefalópodes em um ambiente aquático é pouco adaptada para focar, isso se dá pela pouca refração da luz na superfície da córnea, fenômeno que altera a velocidade de distribuição da luz quando a mesma passa através de dois meios transparentes, assim como num ambiente aéreo. O cristalino faz movimentos de frente e trás, característica notada em alguns vertebrados, o movimento para trás é feito por um músculo do globo ocular enquanto, o movimento para frente é feito através de músculos ciliados.⁽⁸⁾

Cefalópode possuem olhos que podem se adaptar as variações de luz, isso porque as pupilas sofreram rearranjos em seus tamanhos ou porque houve dispersão de pigmento na retina. É possível que cefalópodes possam enxergar cores. Lulas estão tão bem adaptadas já que um dos seus olhos (esquerdo) está

posicionado para cima em direção à luz superficial, o outro olho (direito) está voltado para frente e percebe a bioluminescência. Acreditasse que *Octopus* seja míope.⁽⁸⁾

Figura 6– Olho de um polvo



Fonte: (Barnes, 1990) ⁽⁸⁾

Os cefalópodes são animais dióicos e possuem apenas uma gônada, por tanto os órgãos sexuais masculinos e femininos são encontrados em indivíduos diferentes. O testículo se deriva a partir do celoma, e se apresenta em forma de saco, de onde é produzido os gametas masculinos, esses vão migrar para um espaço interno ou cavidade dentro de uma estrutura com formato de tubo, e são liberados para o ducto deferente, por uma abertura contendo cílios na sua estrutura. O ducto deferente possui uma forma espiralada, na qual permite que os espermatozoides migrem para a vesícula seminal, onde são fundidos a espermatóforos, depois vão migrar para o saco de Needham, onde ficam armazenados até o momento da copula, quando são liberados através do lado esquerdo da cavidade do manto.^{(6); (8); (13)}

A posição do ovário em fêmeas, é bem parecida com a posição dos testículos masculinos; o ovário também se tem é saculiforme. As lulas possuem apenas um oviduto que termina em uma glândula oviducal. Os polvos apresentam dois ovidutos. O objetivo dessa glândula é criar uma fina camada membranosa em volta de cada ovócito. Em *Sepias*, a cópula possibilita que, a fertilização aconteça dentro e fora da cavidade do manto, já que o hectocótilo pode se introduzir num receptáculo seminal, que se apresenta em uma curva inferior a boca, assim a membrana bucal recebe os espermatozóides.^{(8); (13)}

Lulas e sibas normalmente utilizam o quarto tentáculo; já em polvos o terceiro braço direito; *Nautilus* utiliza a espádice, junção de seus quatro pequenos tentáculos, que liberam esperma. O tentáculo na qual se transformou em um órgão intromissor agora se denomina hectocótilo.⁽¹³⁾ As lulas possuem colunas de ventosas pequenas e formam uma região aderente para que os espermatozóides possam ser transportados. Nos polvos essa modificação se mostra muito maior, já que a extremidade do braço se mostra em um formato de colher, *Octopus* e *Argonautas* possuem uma abertura onde os espermatozóides ficam armazenados.⁽⁸⁾

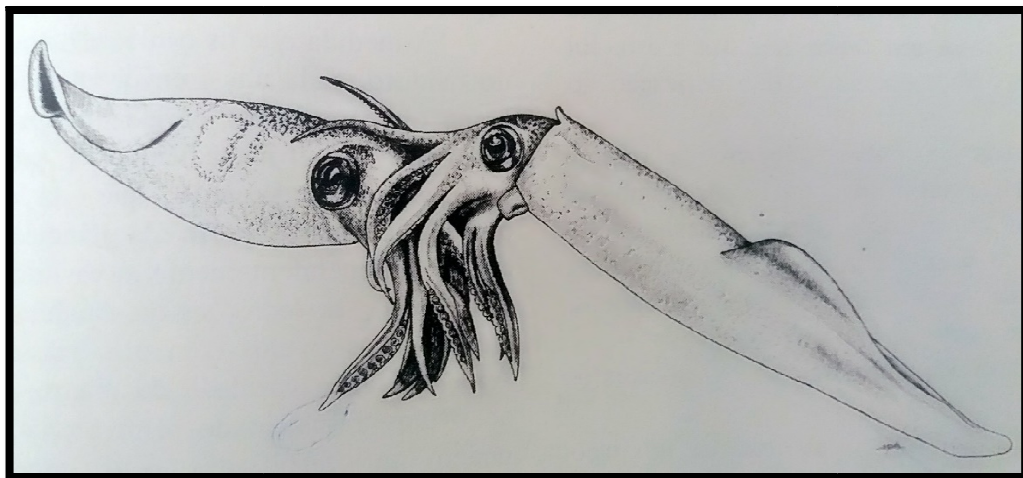
Para chamar a atenção da fêmea, ou afastar outros concorrentes que estejam por perto, o macho de *Ocutopus* se modifica em uma paleta de cores, ou ergue os tentáculos em direção ao invasor. As *Sepias* chamam a atenção de suas fêmeas a partir de um padrão de cores listradas, e nadam em círculos em volta de fêmea.⁽⁸⁾

Lulas machos agarram suas fêmeas ainda enquanto nadam (Figura 7). Muitas vezes mudanças de coloração são notáveis, o macho usa o hectocótilo, para inserir os espermatozóides, na cavidade do manto da fêmea. As lulas fazem um processo migratório, para se reproduzir em águas rasas. Polvos podem ser mais agressivos durante a cópula, resultando em feridas ou no estrangulamento de ambos.^{(6); (13)}

O espermatóforo possui um formato de bastão e ao longo de sua estrutura estão dispostos os espermatozoides, na base do espermatóforo se encontra o corpo de cimento, e um órgão ejaculador em formato fusiforme e um capuz (Figura 8). Quando o capuz é removido espermatóforo abre-se, após a remoção do capuz, o órgão sexual se sobressai trazendo junto à massa de espermatozoides. O corpo cimentado vai se conectar ao receptáculo seminal, a massa de espermatozoides é desfeita soltando espermatozoides por pelo menos dois dias. ⁽⁸⁾

A lula fêmea adere ao substrato entre 10 e 50 fileiras contendo aproximadamente 100 ovos, cada. Após a cópula e a colocação dos ovos os adultos morrem. Algumas características de semelparidade são observadas comumente nas lulas, isto é, apresentam um ciclo de vida breve, se reproduzindo unicamente uma vez ao longo de sua vida. ⁽²⁷⁾Após a colocação dos ovos os polvos permanecem ali cuidando, ao mesmo tempo em que fragmentos dos ovos são removidos pela água do mar, após a incubação dos ovos as fêmeas de *Octopus* morrem. Os cefalópodes produzem ovos muito concentrados em vitelo em comparação a outros moluscos, *Sepias* possuem ovos que podem chegar até 15mm, já lulas e polvos possuem ovos menores e com menos vitelo. ⁽⁸⁾

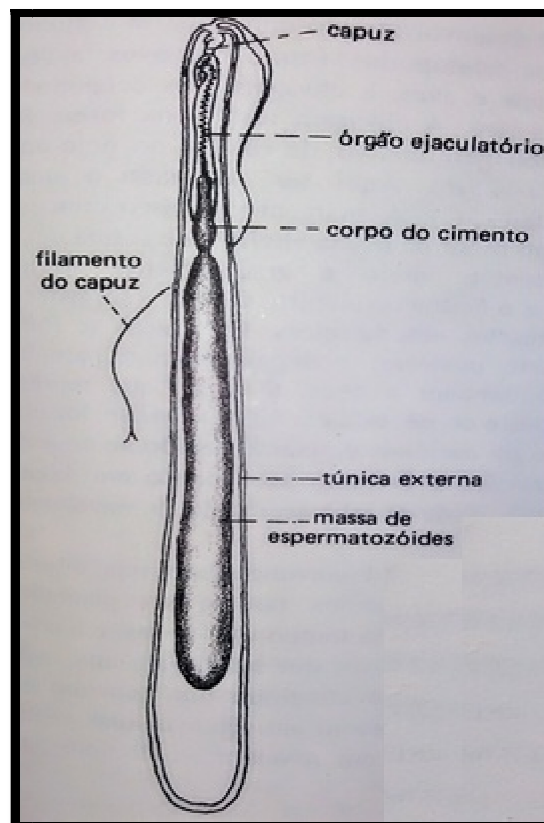
Figura 7– Cópula entre lulas



Fonte: (Barnes, 1990)⁽⁸⁾

Todos os cefalópodes possuem desenvolvimento direto já que esse desenvolvimento ocorre nos animais ovíparos com uma maior quantidade de vitelo de nutrição no ovo, no entanto os cefalópodes por certo tempo podem ser planctônicos, assim como polvos que só se tornaram bentônicos, após atingirem o tamanho ideal.⁽⁸⁾

Figura 8– Espermatóforo de Lulas



Fonte: (Barnes, 1990) ⁽⁸⁾

4.3 Os Cromatóforos e Glândulas de Tinta

Cefalópodos possuem colorações nitidas, que podem variar de acordo com o humor do animal, essa coloração é conferida por cromatóforos, células do tegumento diferenciadas, com muitas projeções citoplasmáticas. Os cromatóforos são responsáveis por produzir e armazenar pigmentos, que diante de luz são

refletidos. *Nautilus* não possuem cromatóforos em seu tegumento. Pequenos músculos se contraem, então os cromatóforos se rompem, formando placa chata, a medida que os músculos se aliviam afrouchando-se, o pigmento fica aglomerado e menos visível. Os cromatóforos podem se apresentar de formas e cores distintas nas espécies, variando entre laranja, vermelho, amarelo, preto e azul, apresentando-se em camadas ou grupos. É através dos iridócitos que é possível que a cor seja refletida de diferentes formas (Figura 9).⁽⁸⁾

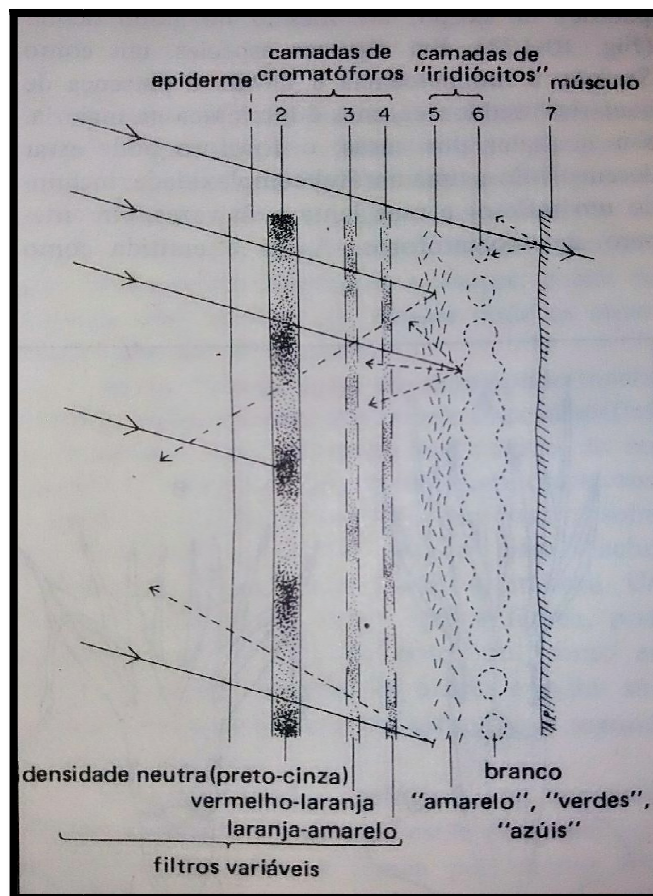
O sistema nervoso controla a ação dos cromatóforos, e acreditasse que os hormônios também tenham efeito sobre o mesmo, sendo que a visão é considerada um estímulo de início, ou seja a variação de cores pode variar de acordo com a situação apresentada. Sepias podem apresentar diversas mudanças de cores imitando os pigmentos do fundo, pedras e areia, assim se mantendo camuflada. As lulas podem passar para cores mais escuras quando se sentem ameaçadas, por outro lado os polvos quando assustados podem irrigar o corpo e mostrar uma variação de cores, ao redor dos olhos manchas escuras podem aparecer consideradas como defensivas.⁽⁸⁾

Cefalopódes possuem também uma bolsa de tinta situada ao lado do intestino. *Nautilus* não possui essa característica. Essa bolsa é formada por uma glândula, que se apresenta na parede de uma grande câmara de armazenamento, existe uma ampola ejutora no final da bolsa, que desemboca atrás do ânus. Essa glândula produz uma tinta, preta ou marrom que é secretada pelo ânus, quando o animal se sente ameaçado, a intenção é confundir o predador, pode também atordoar os sentidos quimiorreceptores de peixes, isso porque a tinta produzida é de natureza alcalina. Na composição da tinta está a melanina, pois está presente na parede do reservatório, onde a tinta se mantém.⁽⁸⁾

A grande maioria das lulas de águas profundas, são bioluminescentes, isto porque algumas espécies possuem bactérias simbióticas, os fotóforos luminescentes

estão distribuídos pelo corpo do animal em diversos padrões, e mostra-se presente até nos olhos. O fotóforo é um órgão que emite luz, pode ser bastante complexo, por ele a luz é transmitida através de um brilho, ou rápidos lampejos (podendo também ser contínuos), as cores podem ser apresentadas em azul ou verde. ⁽⁸⁾

**Figura 9– Camadas de cromatóforos e iridóцитos, apresentados na pele de *Octopus*.
As setas mostram a absorção de raios de luz**



Fonte: (Barnes, 1990) ⁽⁸⁾

Lulas de meia-profundidade ou de águas profundas utilizam os fotóforos para comunicação ou alerta, as lulas de meia-profundidade é possível ainda disfarçara silhueta, que poderia ser notada por um predador próximo, isso porque esses animais se encontram a baixo da penetração de luz. Lulas conseguem modificar os fotóforos “ativando ou desativando” se ajustando assim a variação de luminosidade emitido. ⁽⁸⁾

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto as lulas (Cephalopoda Decapodiformes), quanto os polvos (Cephalopoda Octopodiformes), tiveram suas conchas reduzidas ou excluídas, essa evolução garantiu velocidade, além de facilitar a natação. Também contaram com uma adaptação que tornou seus corpos mais rígidos, devido ao crescimento de um esqueleto cartilaginoso interno. Essa evolução permitiu leveza ao corpo dos cefalópodes (com exceção a *Nautilus* que possui concha externa), no entanto houve exposição ao corpo mole. Para protegê-los, a facilidade de locomoção, a capacidade de produção de tinta e a possibilidade de camuflagem, foram de extrema importância para sobrevivência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rapp Py-Daniel L, Deus CP, Henriques AL, et al (Organizadores). Biodiversidade do médio madeira: bases científicas para propostas de conservação. INPA, editor. Manaus; 2007. 244 p.
2. PechenikJA. Biologia dos invertebrados. 7ª. Artmed, editor. Porto Alegre; 2016. 606 p.
3. Machado DMC, Kotzian CB. Paleontologia. 2ª. Interciência CS I, editor. Rio de Janeiro; 2000. 387–414 p.
4. Costa R, Cibele S, Rocha RM (Coordenadores). Invertebrados: manual de aulas práticas. Holos, editor. Ribeirão Preto; 2002. 226 p.
5. Barnes RSK, Calow P, Olive PJW. Os invertebrados: uma nova síntese. Atheneu, editor. São Paulo; 1995. 526 p.
6. Fransozo A, Negreiros F, Lucia M (Educadores). Zoologia dos invertebrados. Rocca, editor. Rio de Janeiro; 2017. 661 p.
7. Origen y formación de la concha de los Moluscos [Internet]. Zoowiki. [cited 2019 Sep 11]. Available from:

<https://www.bioscripts.net/zoowiki/temas/11B.html>

8. Barnes RD. Zoologia dos invertebrados. 4^a. Roca, editor. São Paulo; 1990. 240 p.
9. Moore J. Uma introdução aos invertebrados. Santos, editor. São Paulo; 2003. 356 p.
10. Strugnell JM, Lindgreen A, Allcock AL. Cephalopod mollusks (Cephalopoda). *timetree life*. 2009 Oct 1;242–6.
11. Ruppert E, Barnes RD. Zoologia dos invertebrados. 6^a. Roca, editor. São Paulo; 1996. 1029 p.
12. Ruppert EE, Fox RS, Barnes RD. Zoologia dos invertebrados uma abordagem funcional evolutiva. 7^a. Roca, editor. São Paulo; 2005. 1145 p.
13. Brusca RC, Brusca GJ. Invertebrados. 2°. Koogan G, editor. Rio de Janeiro; 2007. 4–938 p.
14. Bouth HF. Habitat, distribuição e dieta do *Octopus insularis* (Cephalopoda: Octopodidae) na Reserva Biológica do Atol das Rocas, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2009.

15. Santos E. Moluscos do Brasil vida e costumes. 7^a. Itatiaia, editor. Belo Horizonte; 1982. 141 p.
16. Vazzoler C, Huguenin J, Giesen J, et al. Filo Mollusca [Internet]. Zoologia II UFES Turma I. [cited 2019 Aug 22]. Available from: <https://zoologia-ii-ufes-turma-i.webnode.com/products/mollusca3/>
17. Santos RA Haimovici M. Food and feeding of the short-finned squid *Illex argentines* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern Brazil. Fish Res. 1997;139–47.
18. Santos RA, Haimovici M. Trophic relationships of the long-finned squid *Loligo Sanpaulensis* on the Southern Brazilian shelf. Cephalop Biodiversity, Ecol Evol [Internet]. 1998;20: 81-91. Available from: [http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2969/Trophic relations of the long-finned squid Loligo sanpaulensis on the southern Brazilian shelf Capetown South Africa.pdf?sequence=1](http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/2969/Trophic%20relations%20of%20the%20long-finned%20squid%20Loligo%20sanpaulensis%20on%20the%20southern%20Brazilian%20shelf%20Capetown%20South%20Africa.pdf?sequence=1)
19. Dunn MR. Feeding habits of the ommastrephid squid *Nototodarus sloanii* on the Chatham Rise, New Zealand. New Zeal J Mar Freshw Res. 2009 Oct 1;1103–13.
20. Coelho LI, Muto EY, Marian JEAR, et al. Contribuição ao conhecimento da dieta, atividade alimentar e reprodução de *Lolliguncula brevis* (Blainville, 1823) na região costeira de Santos (estado de São Paulo). Bol Inst Pesca. 2010 Oct 1;225–36.
21. Sauer WHH, Lipinski MR. Food of squid *Loligo Vulgaris Reynaudii* (Cephalopoda: Loliginidae) on their spawning grounds off the Eastern Cape, South Africa. South African J Mar Sci. 1991 Oct 1;193–201.

22. Nigmattulin CM, Nesis KN, Arkhipkin AI. A review of the biology of the Jumbo Squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fish Res.* 2001;9–19.
23. Cortez T, Castro BG, Guerrero A. Feeding dynamics of *Octopus mimus* (Mollusca: Cephalopoda) in northern Chile Waters. *Mar Biol.* 1995;497–503.
24. Zúñiga O, Olivares A, Rosa C. *Octopus mimus*. Cephalopod culture. Berlin; 2014. p. 494.
25. Uriarte EL, Jara ER, Rodriguez MEG. Diet and feeding habits of *Octopus hubbsorum* Berry, 1953, in the Central Mexican Pacific. *The Veliger.* 2008;26–42.
26. Villanueva R, Perricone V, Fiorito G. Cephalopods as predators: a short journey among behavioral flexibilities, adaptations, and feeding habits. *Front Physiol.* 2017;1–12.
27. Postuma FA. Biologia pesqueira da lula *Loligo plei* capturada na ilha de São Sebastião (SP) e dinâmica da atividade pesqueira associada. Secretaria paulista de tecnologia dos agronegócios. [São Paulo]: Instituto de Pesca; 2010.