



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA

DANIELY SANTOS DE BARROS

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO EDUCACIONAL COMO SUPORTE AO
ESTUDO DO FILO ECHINODERMATA NO ENSINO SUPERIOR**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
NÚCLEO DE BIOLOGIA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DANIELY SANTOS DE BARROS

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO EDUCACIONAL COMO SUPORTE AO
ESTUDO DO FILO ECHINODERMATA NO ENSINO SUPERIOR**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a.Dra. Silvia Helena Lima Schwamborn

Coorientador: Prof^o. Dr. Paulo André da Silva

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2021

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecário Ana Lígia F. dos Santos, CRB-4/2005

B277d Barros, Daniely Santos de.
Desenvolvimento de aplicativo educacional como suporte ao estudo do filo *echinodermata* no ensino superior/ Daniely Santos de Barros. - Vitória de Santo Antão, 2021.
121 f.; il.: color.

Orientadora: Silvia Helena Lima Schwamborn.
Coorientador: Paulo André da Silva.
TCC (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Licenciatura em Ciências Biológicas, 2021.
Inclui referências e apêndices.

1. Zoologia. 2. Atividades de Ensino-Aprendizagem. 3. Disseminação da Tecnologia Educacional. I. Schwamborn, Silvia Helena Lima (Orientadora). II. Silva, Paulo André da (Coorientador). III. Título.

591 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 159/2021

DANIELY SANTOS DE BARROS

**DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO EDUCACIONAL COMO SUPORTE AO
ESTUDO DO FILO ECHINODERMATA NO ENSINO SUPERIOR**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de licenciada em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 31/08/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Silvia Helena Lima Schwamborn (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/CAV)

Prof^º. Dr. Gilmar Beserra Farias (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE/CAV)

Prof^º. Dr. Sérgio Mendonça de Almeida (Examinador Externo)
Universidade Católica de Pernambuco (UNICAP)

*Dedico este trabalho a todos que sempre acreditaram em meu potencial,
especialmente aos meus pais, Maria do Carmo e José Ramos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, coragem, determinação, sabedoria e proteção. Nos momentos em que pensei em desistir o Senhor estava ali presente me fortalecendo e guiando-me a cada dia. Agradeço a todos os meus familiares, especialmente aos meus pais, Maria do Carmo Santos de Barros e José Ramos de Barros, por todo amor, incentivo, apoio e paciência.

Agradeço também aos meus avós, Irene e Severino ambos (*In memoriam*), por serem os primeiros a acreditarem nos meus sonhos e me conectarem as ciências através de seus saberes populares. Esse momento de ser a primeira mulher da família a concluir uma graduação em uma Universidade Pública representa muito para todos os meus familiares.

A minha orientadora Prof^a. Dra. Silvia Helena Lima Schwamborn, agradeço imensamente pelo seu voto de confiança em meu projeto, monitoria e estágio. Cada etapa dessa foi responsável pelo meu enriquecimento humano e profissional. Agradeço pelos puxões de orelhas que foram vários, e por todos os conselhos e orientações que levarei por toda vida. Obrigada por me mostrar uma fração desse universo que é o oceano.

Agradeço ao Prof^o. Dr. Paulo André da Silva por todas suas contribuições que foram essenciais para construção desse recurso tecnológico.

Agradeço a todos os meus amigos e amigas por todo o apoio, incentivo e parceria ao longo do tempo. Vocês foram fundamentais na minha trajetória acadêmica, tornando esse processo muito mais leve. Obrigada a cada um de vocês por contribuírem de forma tão significativa, sou grata por tudo.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 1999, p.47).

RESUMO

Diante das constantes transformações na sociedade contemporânea as Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) têm exercido influência nas mais diversas áreas do conhecimento, inclusive na Educação. Pensando nisso, o centro de interesse deste estudo foi o desenvolvimento de um aplicativo na plataforma Fabapp® como suporte ao estudo do Filo Echinodermata, com intuito de propor vias alternativas para o processo de ensino-aprendizagem. Além disso, no presente trabalho foi abordado como as TDIC podem contribuir de forma positiva no ensino da Zoologia. Dessa forma, foram construídos e catalogados diversos recursos, como por exemplo, textos, glossário, quizzes, fórum, vídeos e literatura científica para proporcionar aos estudantes um ambiente estimulador, criativo e reflexivo. Inúmeros estudos têm apresentado excelentes resultados quanto à inserção de aplicativos nos ambientes educacionais. Portanto, concluímos que esse recurso pode ser um ponto de partida para novas pesquisas, tanto na área das Ciências Biológicas, como na Educação, permitindo também reflexões e diálogos acerca de melhorias para prática pedagógica.

Palavras-chave: ensino-aprendizagem; zoologia; aplicativo educacional.

ABSTRACT

In the face of constant transformations in contemporary society the Digital Information and Communicatio Technologies (TDIC) have exerted influence in the most diverse areas of knowledge, including in Education. Thinking about that, the center of interest of this study was development of an application on the Fabapp® platform to support the study of Phylum Echinodermata, proposing alternative ways for the teaching-learning process. Furthermore, in the presente work it was discussed how TDIC can contribute positively in the teaching of zoology. Thus, several resources were built and cataloged, such as texts, glossary, quizzes, forum and scientific literature for provide students a stimulating, creative and reflective environment. Several researches have shown excellent results regarding the insertion of applications in educational environments. Therefore, we concluded that this resources can be a starting point for further research, both in the área of Biological Sciences and in Education also allowing reflections and dialogues about improvements to pedagogical practice.

Keywords: teaching-learning; zoology; educational app.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma do Aplicativo	25
Figura 2 – Logotipo do Aplicativo adicionado na Fabapp	25
Figura 3 – Customização do Layout do App	29
Figura 4 – Informações Gerais do App na plataforma Fabapp	29
Figura 5 – Tela de Inicialização do App	31
Figura 6 – Tela Inicial com as Pastas Principais	32
Figura 7 – Disposição das Classes de Equinodermos	32
Figura 8 – Subpasta Classe Asteroidea	33
Figura 9 – Organização do Glossário	34
Figura 10 – Organização do Material de Apoio	34
Figura 11 – Subpasta Vídeos	35
Figura 12 – Subpasta Sugestão de Literatura	36
Figura 13 – Disposição do Quiz	37
Figura 14 – Tela de Funcionamento do Quiz	37
Figura 15 – Fórum do Aplicativo	38
Figura 16 – Mural do Aplicativo	38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Critérios Estabelecidos para Inclusão dos Vídeos	27
Quadro 2 – Critérios Estabelecidos para Inclusão do Material Bibliográfico	27

LISTA DE ABREVIações

APP	Aplicativo
FABAPP	Fábrica de Aplicativos
CBZ	Congresso Brasileiro de Zoologia
CGI	Comitê Gestor da Internet
FGVcia	Centro de Tecnologia de Informação Aplicada
SBENBIO	Sociedade de Ensino de Biologia
TDIC	Tecnologia Digital da Informação e da Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura
WI-FI	Tecnologia de Rede Sem Fio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Ensino de Zoologia: desafios e possibilidades.....	16
2.2 TDIC na Educação	18
2.3 Tecnologias Móveis na Educação	21
3 OBJETIVOS.....	24
3.1 Objetivo Geral.....	24
3.2 Objetivos Específicos	24
4 METODOLOGIA	25
4.1 Procedimentos Metodológicos	25
5 RESULTADOS.....	30
5.1 Aplicativo “Descomplicando os Equinodermos.....	31
6 DISCUSSÃO	42
7 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A – Conteúdo do Aplicativo	54
APÊNDICE B – Tabela de Vídeos Catalogados.....	119
APÊNDICE C – Tabela de Artigos Catalogados.....	120

1 INTRODUÇÃO

O ensino da Zoologia vem ganhando destaque no campo da Educação e das Ciências Biológicas em consequência do aumento expressivo de publicações em eventos científicos (LENZ *et al.*, 2017; RITCHER *et al.*, 2017). Segundo Lenz e colaboradores (2017), o Ensino da Zoologia no Brasil, ainda é fundamentado em um método tradicional, que consiste na memorização dos conteúdos (MIZUKAMI, 1986). Nesse sentido, a utilização exclusiva do livro, exposição oral como único recurso para ministrar os saberes conceituais, tempo reduzido para o docente planejar e executar suas atividades acadêmicas, formação inicial carente em relação à realidade de ensino e a escassez de recursos didáticos alternativos são alguns dos obstáculos enfrentados diariamente por docentes e estudantes (SANTOS; TERÁN, 2009, 2011; SANTOS, 2010).

Nesse contexto, existe o Filo Echinodermata que recebe esse nome devido à presença de espinhos ou tubérculos na derme. São animais exclusivamente marinhos (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004; RUPPERT; FOX; BARNES, 2005). E apresentam uma elevada importância para estrutura de comunidades bentônicas marinhas, pois, possuem indivíduos que ocupam diversos nichos ecológicos. Desempenham assim, importantes papéis, como, por exemplo, controle de densidade populacional de determinadas espécies, ciclagem de nutrientes e nos processos bioerosivos dos recifes de coral, devido à capacidade escavadora de alguns representantes (LIMA, 2006; GONDIM *et al.*, 2008).

No entanto, apesar da ampla distribuição dos equinodermos na costa brasileira, muitas pesquisas sempre tiveram como objetivo realizar uma avaliação geral desses organismos. Dessa forma, o conhecimento acerca da ecologia e da diversidade local de algumas espécies de equinodermos, por exemplo, ainda é escassa em algumas regiões do país, sobretudo no Nordeste (GONDIM *et al.*, 2008). O ensino sobre invertebrados, como os equinodermos enfrenta algumas barreiras e isso pode ser explicado pelo fato da não ocorrência de espécimes em localidades próximas à realidade dos estudantes, ou pela presença de estruturas diminutas, ou até mesmo os conceitos científicos empregados durante as aulas, muitas vezes são de difícil assimilação (ARAÚJO-DE-ALMEIDA *et al.*, 2011; DIAS-DA-SILVA, 2018). Diante dos novos desafios que a sociedade tem imposto a Educação, é extremamente necessário que os docentes exerçam domínio sobre

suas competências pedagógicas (ARAÚJO-DE-ALMEIDA *et al.*, 2011). Com relação ao ensino da Zoologia é fundamental que os docentes fiquem atentos as necessidades de envolver, sensibilizar e estimular a participação dos seus discentes de forma consciente e crítica fazendo com que eles sejam protagonistas na construção do conhecimento (ARAÚJO-DE-ALMEIDA *et al.*, 2011).

Nesse cenário, as tecnologias digitais podem e devem ser utilizadas de maneira a contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para o século XXI (RABELLO; TAVARES, 2016). Diante dos avanços tecnológicos ocorridos no mundo moderno, um número maior de pessoas tem acesso a esses recursos. Segundo dados divulgados pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil (2020), o país conta com 134 milhões de usuários de internet e isso representa 74% da população. Além disso, o celular é o principal dispositivo móvel de acesso à rede. Nesse sentido, essa popularização possibilita o surgimento de novas tecnologias e novos meios de disseminação do conhecimento e da aprendizagem. Na atualidade, observamos que mudanças políticas, sociais, culturais e econômicas sofrem uma forte influência das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC) (LOPES, 2014).

Em síntese, as TDIC podem ser definidas como instrumentos mediadores da aprendizagem. Nesse cenário incluímos os computadores, *tablets*, *smartphones* e qualquer dispositivo que permita o acesso e a navegação na internet (COSTA; DUQUEVIZ; PEDROZA, 2015). Sendo assim, esses recursos fornecem possibilidades para que os indivíduos participem de múltiplos contextos de desenvolvimento e de aprendizagem formal e informal (COSTA; DUQUEVIZ; PEDROZA, 2015; BERALDO; MACIEL, 2016). Portanto, as TDIC exercem um papel fundamental nessas mudanças, pois permitem o acesso rápido à informação, assim como, no compartilhamento da mesma, principalmente quando este acesso ocorre através de dispositivos móveis e de rede sem fio (WI-FI). Por tudo isso, as TDIC estão presentes no espaço educacional (FREIRE; GUIMARÃES, 2013).

Dentre os muitos obstáculos apresentados em relação ao ensino da Zoologia, podemos ressaltar a escassez de recursos tecnológicos digitais específicos para área, sobretudo voltados para o nível Superior (DUTRA, 2016; OLIVEIRA, 2018). Nesse sentido, o uso das TDIC visa estimular e contribuir para que as instituições de ensino e os docentes insiram recursos tecnológicos digitais na sua prática pedagógica, proporcionando assim novas possibilidades para o ensino-

aprendizagem, tornando a educação acessível e flexível (RABELLO; TAVARES, 2016).

No entanto, sua utilização com finalidade educacional, surge como uma nova barreira a ser superada pelas instituições de ensino e pelos docentes, visto que ambos devem acompanhar e saber lidar com essa nova realidade. Utilizando a tecnologia de maneira a contribuir no ensino-aprendizagem (LÉVY, 1999; RIBAS, 2008). Vale ressaltar que os estudantes também precisam mudar suas concepções em relação a essas ferramentas. Buscando utiliza-la de maneira crítica e responsável (RABELLO; TAVARES, 2016). No contexto do ensino Superior, é possível notar que os estudantes levam seus dispositivos móveis para dentro dos espaços formativos e com acesso à rede sem fio eles não se comportam como as gerações passadas, frequentando os laboratórios de informática das suas instituições para realizar suas atividades. Agora, eles conseguem navegar na rede a qualquer tempo e lugar, visto que estão inseridos em uma sociedade em constantes transformações (FERREIRA, 2015).

Nesse sentido, é importante realizar conexões entre o ensino e a realidade vivenciada pelos discentes, buscando chegar neles através de todos os meios possíveis, seja pela experiência, imagem, som, representações, multimídias ou pela interação on-line ou off-line (MORAN, 2006). De fato, na prática docente acerca do uso das TDIC estão relacionadas à infraestrutura e falta de apoio das instituições de ensino, além de conexão de internet e formação inicial não adequada quanto à inserção das TDIC na prática docente (SCHUHMACHER, 2014). No entanto, na atualidade surge uma nova barreira que é a necessidade dos estudantes utilizarem esse recurso de maneira responsável, de modo a proporcionar a construção do conhecimento (RABELLO; TAVARES, 2016; SOARES; COLARES, 2020). Dessa forma, é necessário que os docentes utilizem formas inovadoras de ensinar, e isto somente acontece através de investigações, vivências e de experiências na atuação, visto que é essencial o processo de ação e reflexão dessas práticas (LENZ *et al.*, 2017; RITCHER *et al.*, 2017).

Portanto, considerando a importância da utilização das TDIC no âmbito educacional e a escassez de recursos tecnológicos digitais voltados para área da Zoologia no ensino Superior, o presente trabalho propôs desenvolver um aplicativo com enfoque no Filo Echinodermata. Cujo objetivo maior é fornecer suporte aos estudos desses animais durante a graduação em Ciências Biológicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ensino da Zoologia: desafios e possibilidades

O termo Zoologia deriva do grego *zoo* (animal) e *logos* (discurso) (FIGUEIREIDO; RIZZO; SANTOS, 2013). Sendo assim, o estudo nesta área apresenta uma enorme importância para as ciências da vida (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004; SANTOS; TERÁN, 2011; FIGUEIREIDO; RIZZO; SANTOS, 2013). Em síntese os autores Por e Por (1985 *apud* Oliveira, 2011) definem essa área como uma ciência histórica e descritiva. Na compreensão desses autores, os animais atuais são produtos dos seus ancestrais e cada um apresenta sua história evolutiva. Além disso, a Zoologia apresenta traços descritivos, em virtude das observações de características. Entretanto, para Araújo-de-Almeida e colaboradores (2007) a Zoologia pode ser definida como a ciência responsável por lidar com a diversidade de animais, conceitos e definições e, sobretudo, nas relações filogenéticas.

Com relação ao ensino da Zoologia no Brasil, podemos destacar sua origem recente e, dessa forma, entender toda a sua estruturação requer uma investigação que adentre nas suas bases formadoras históricas (KRASILCHICK, 2004; RICHTER *et al.*, 2017; DIAS-DA-SILVA, 2018). Pesquisas com enfoque no ensino da Zoologia são muito abundantes na Europa, enquanto que no Brasil as investigações nesta área ainda são escassas (OLIVEIRA, 2017; DIAS-DA-SILVA, 2018), tendo-se tornado um pouco mais popular no ano de 1999, com o surgimento da Sociedade de Ensino de Biologia (SBENBIO) (SANTOS; TERÁN, 2011).

A Zoologia vinculou-se às instituições de ensino Superior nos anos de 1980 e 1990, diante de um cenário em constantes transformações em relação ao ensino (SANTOS, 2010). Entretanto, em algumas investigações nesse nível de ensino, é possível notar uma concentração de pesquisas em alguns eixos temáticos, tais como: avaliação do ensino; competências, habilidades e concepções dos professores sobre esta área; desenvolvimento e análise de recursos didáticos; concepções dos licenciados em Ciências Biológicas sobre a docência e a indicação de estratégias metodológicas para serem utilizadas no ensino da Zoologia (SANTOS; TERÁN, 2011; OLIVEIRA, 2017; DIAS-DA-SILVA, 2018).

Nesse contexto, Ritcher e colaboradores (2017) em sua análise de trabalhos publicados no Congresso Brasileiro de Zoologia (CBZ) entre os anos de 2004 a 2014 constatou que a maioria das pesquisas estava vinculada a temática de ensino-aprendizagem da Zoologia, fornecendo assim subsídios para a reflexão da prática docente. Sendo assim, no decorrer das transformações do ensino da Zoologia, sobretudo no Brasil, podemos ressaltar o surgimento de diversos cenários tanto curriculares, quanto metodológicos em virtude de mudanças sociais, políticas e culturais no país, trazendo consigo desafios e possibilidades nos vários níveis de ensino que persistem na atualidade (ZUPANC, 2008; DIAS-DA-SILVA, 2015).

Dessa forma, em relação aos desafios enfrentados pelo ensino da Zoologia no país, é possível perceber ainda características tecnicistas adotadas pelos docentes, que consistem basicamente em memorização e transmissão dos conteúdos para seus estudantes (MIZUKAMI, 1986; LENZ *et al.*, 2017; RITCHER *et al.*, 2017). Além disso, muitas vezes os saberes conceituais acerca de alguns grupos animais são tratados com pouca contextualização como resultado disso, os estudantes não associam esses saberes com o seu cotidiano. Assim, temos apenas processos de repetição pouco eficientes, não ocorrendo à produção de conhecimentos como destacado por (MISZUKAMI, 1986; SANTOS, 2010).

Nesse cenário, quando as instituições e os docentes adotam somente essa estratégia didática nos espaços formativos dos futuros profissionais da educação, podemos perceber que algumas das dificuldades, que esse profissional apresentará no futuro ao exercer suas práticas pedagógicas, são resultados dessa formação inicial deficitária em relação à realidade de ensino (SANTOS, 2010; OLIVEIRA, 2017; MOREIRA, 2019). Diante disso, essa preocupação com o ensino-aprendizagem da Zoologia leva a necessidade de inclusão de metodologias e recursos alternativos, como apresentado por Santos e Terán (2011). Esses recursos alternativos induzem aprendizagem dinâmica e prazerosa, como mostrado por esses autores.

No Ensino Superior, diversas estratégias e recursos podem ser utilizados, como por exemplo, atividades lúdicas, dinâmicas de ensino, simulação de feiras de ciências, desenvolvimento textual científico, aulas de campo, aulas em laboratório, construção de mapas conceituais, montagens e uso de coleções didáticas e utilização das TDIC e dentre outras (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009; ARAÚJO-DE-ALMEIDA *et al.*, 2011; KRASILCHICK, 2004; DIAS-DA-SILVA, 2018).

Nesse contexto, diante dos inúmeros desafios impostos à educação na atualidade, sobretudo aqueles direcionados ao nível Superior, é necessário que as instituições de ensino e os docentes busquem desenvolver novas estratégias e possibilidades que favoreçam a construção do conhecimento (CORREIA; GÓES, 2013). Portanto, recursos e estratégias diversificadas promovem um melhor desenvolvimento, bem como torna os discentes mais motivados (ARAÚJO-DE-ALMEIDA *et al.*, 2011).

2.2 TDIC na Educação

Diante dos avanços tecnológicos, a sociedade contemporânea tem mudado em relação aos diferentes aspectos que a compõem, sobretudo na forma de ensinar e aprender (MORAN, 2006). Nesse sentido, muitos docentes e alunos reconhecem que as aulas tradicionais estão ultrapassadas (MIZUKAMI, 1986; MORAN, 2006). Por muito tempo a tecnologia utilizada no espaço formal de ensino se restringia ao uso do quadro e do giz (FROÉS; BOTTENTUIT JR, 2016). No entanto, com o surgimento das TDIC no âmbito educacional e a demanda da sociedade atual as instituições e os docentes, encontram-se diante de um grande desafio que é se atualizar e saber lidar com essa nova realidade tecnológica que vem causando impactos na educação e que determina uma nova cultura (RIBAS, 2008; FROÉS; BOTTENTUIT JR, 2016).

Dessa forma, essas transformações no espaço educacional têm levado os profissionais da educação a repensarem suas práticas pedagógicas diante dos estudantes que ingressam nas instituições de ensino Superior, visto que esse público é muito mais familiarizado com as TDIC (RAMOS *et al.*, 2013). As TDIC podem ser definidas como um conjunto de equipamentos, procedimentos, métodos e meios de armazenamento, processamento e compartilhamento da informação através de recursos tecnológicos digitais (BARROS, 2016). Nesse sentido, as TDIC permitem agilidade na comunicação e na distribuição da informação, sendo apresentada através de imagens, vídeos, textos e sons, além disso, o modo como as TDIC são utilizadas exercem grande influência na sociedade contemporânea (CORREIA; SANTOS, 2013; BARROS, 2016; PIRAGIBE, 2016).

Estamos vivendo um novo momento tecnológico. A ampliação das possibilidades de comunicação e de informação, por meio de equipamentos como o telefone, a televisão e o computador, altera nossa forma de viver e de aprender na atualidade (KENSKI, 2003, p. 2).

Nesse contexto, as tecnologias existentes são produtos de constantes revoluções, isso porque cada tecnologia presente em uma determinada época promoveu transformações sociais, culturais e, sobretudo na aprendizagem (KENSKI, 2003; RODRIGUES, 2015; BARROS, 2016). Diante das inovações tecnológicas e da rapidez com que os alunos assimilam esses recursos, é necessário que os ambientes educacionais acelerem o ritmo dos processos educativos, estimulando o interesse pela aprendizagem (RODRIGUES, 2015). Nesse contexto, as instituições e os docentes devem reconhecer a importância da inserção das TDIC no contexto educacional, estimulando assim seus estudantes a usarem esses recursos de maneira crítica e responsável (BRASIL, 2000).

Apesar disso, o uso das TDIC representa desconforto para uma parcela dos docentes e das instituições de ensino que adotam o método tradicional, pois essa nova forma de aprender e ensinar exige práticas pedagógicas distintas desse método, que se baseia na transmissão e recepção da informação (MIZUKAMI, 1986; RODRIGUES, 2015; MOSÉ, 2013). Portanto, a resistência à utilização das TDIC fundamenta-se no sentido que a sociedade avançou em relação ao uso desses recursos, enquanto que as instituições de ensino não introduziram de fato as TDIC nas suas práticas pedagógicas (MOSÉ, 2013).

[...] a resistência provocada pela insegurança, acomodação pessoal e profissional, o medo de danificar equipamentos, as condições socioeconômicas dos professores, problemas como a ausência de familiarização ao utilizar essas ferramentas de alguns professores tem contribuído para resistência ao uso das tecnologias (RAMAL, 2002, p.237).

Sendo assim, a resistência à utilização das TDIC no espaço educacional surge em decorrência do pouco conhecimento dos docentes sobre essas ferramentas (SOUZA, 2001; RAMAL, 2002). Criando uma visão de que é difícil manuseá-la ou por terem nascido em uma realidade diferente dos jovens (nativos digitais). Dessa forma, os docentes acabam se distanciando mais ainda dessas ferramentas (SOUZA, 2001; RAMAL, 2002). Além disso, existe também a influência de suas formações iniciais, que não foram estimuladoras para a diversificação dos métodos de ensino. Convém lembrar ainda, que existe o receio à utilização desses recursos tecnológicos visto que alguns profissionais têm a “crença” de que as máquinas, neste caso os celulares e os computadores, podem substituir suas funções no futuro (RODRIGUES, 2009; LIMA, 2017). Contudo, na atualidade esse

cenário vem sendo mudado, muitos docentes têm buscando se capacitar acerca da inclusão das TDIC na sua prática pedagógica. No entanto, surge agora a necessidade de uma mudança na concepção do estudante enquanto, aprendizagem. Visto que muitos estudantes possuem ainda descrença em métodos não convencionais de ensino (RABELLO; TAVARES, 2016; SOARES; COLARES, 2020).

Com os avanços das TDIC diversas áreas do conhecimento buscaram começar a entender como esses recursos poderiam ser usados de maneira eficiente e eficaz nos espaços educacionais (COSTA; DUQUEVIZ; PEDROZA, 2015; BUCKINGHAM, 2010). Dessa forma, algumas pesquisas nas áreas de música, linguística, saúde, matemática, química e pedagogia demonstram excelentes resultados da inserção das TDIC no contexto educacional (CAIADO, 2011; LOPES, 2014; FERREIRA, 2015; MARQUES, 2015; BARROS, 2016; MATA, 2018). Portanto, as TDIC necessitam de fato de serem incorporadas aos espaços educacionais. Nesse sentido, as instituições precisam fornecer subsídios para a usabilidade desses recursos como também incentivar seus docentes a se capacitarem para de fato inserir essas ferramentas em suas práticas pedagógicas (TARJA, 2001). De acordo com Silva (2010, p.4) “é necessário saber usar, o que usar, como utilizar e saber para que está usando”.

Segundo Soares e Colares (2020) diante do cenário caótico provocado pela pandemia do COVID-19, e pelo jogo de interesses da política brasileira, esse momento tem sido oportuno para novas possibilidades e descobertas no âmbito educacional, em relação à utilização das TDIC. Dessa forma, a Educação brasileira teve que se adaptar de maneira brusca a essa nova realidade de ensino, visto que as tecnologias digitais nunca foram tão utilizadas dentro das instituições de ensino (SOARES; COLARES, 2020). Atualmente, as TDIC estão sendo inseridas pelos docentes em suas práticas pedagógicas, seja através da utilização de computadores, televisores, celulares com conectividade à internet permitindo o acesso a plataformas e aplicativos digitais (SOARES; COLARES, 2020). Entretanto, os docentes e as instituições devem se atentar ao inserir as TDIC nas suas práticas pedagógicas, evitando fornecer a ela uma nova roupagem para manutenção de métodos tradicionais de ensino (MIZUKAMI, 1986; RABELLO; TAVARES, 2016; SOARES; COLARES, 2020).

Nesse contexto de intensas modificações que ocorrem na Educação, é necessário que o docente entenda que os recursos tecnológicos digitais não visam à substituição de suas práticas pedagógicas, mas, tornam suas estratégias didáticas mais flexíveis, contribuindo assim como uma ferramenta de auxílio durante suas aulas, garantindo uma melhora na qualidade do ensino e também na assimilação dos saberes conceituais por parte dos seus estudantes (TAJRA, 2001; MORAN, 2006).

2.3 Tecnologias Móveis na Educação

No Brasil, como demonstra pesquisa realizada pelo Centro de Tecnologia de Informação Aplicada (FGVcia) divulgada em seu site no mês de junho de 2020, o país tem 424 milhões de dispositivos digitais como, computadores, *notebooks*, *tablets* e *smartphones* em uso e esse percentual tende a aumentar. Em síntese a tecnologia móvel pode ser definida como o meio de acessar a internet e recursos computacionais através de dispositivos móveis, promovendo assim interatividade, mobilidade e portabilidade (FEDOCE, 2010; FEDOCE; SQUIRRA, 2011). De acordo com Lima e Moita (2011) às tecnologias móveis em associação com aplicativos, tornam-se cada vez mais presente no cotidiano da sociedade, proporcionando aos docentes novos meios de elaboração de estratégias didáticas inovadoras e também do desenvolvimento de habilidades e competências dos seus discentes, visto que esses recursos fazem parte do contexto sociocultural em que seus estudantes estão inseridos.

O celular é uma ferramenta presente no nosso contexto educacional, não temos como ignorá-lo ou proibi-lo, precisamos discutir com o aluno, com a sua família, com a comunidade em geral a melhor maneira de explorar essa mídia no contexto do ensino e aprendizagem (SOUZA, 2013, p.17).

Nesse sentido, a popularização dos *smartphones* está atrelada às suas funcionalidades, de modo que esses recursos atualmente podem ser considerados como microcomputadores, pois oferecem funções semelhantes às encontradas nos computadores (LEMOS, 2005; SILVA, 2015). Sendo assim, a utilização dos *smartphones* representa agilidade e comodidade no acesso à informação, visto que a cada dia um número maior de pessoas se interessa pela mobilidade que esse recurso proporciona (PONTE, 2000; VALLETA, 2014). Assim sendo, é

extremamente vantajoso utilizar dispositivos móveis no contexto educacional, entretanto, os docentes precisam estar atentos ao inserir esses recursos em suas aulas, visto que deve levar em consideração o potencial pedagógico da ferramenta (PONTE, 2000; VALLETA, 2014).

De acordo com a Unesco (2014) Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, as tecnologias móveis estão se tornando relativamente acessíveis, sendo assim mais pessoas conseguem ter acesso. Além disso, a enorme variedade de informações à disposição tem aumentado e tudo isso amplia o potencial e a viabilidade da aprendizagem através dessas ferramentas. Nesse contexto, a aprendizagem móvel (*M-Learning*) é um ramo da TDIC na Educação, sendo ela a responsável por proporcionar processos educativos diferenciados das tecnologias convencionais (UNESCO, 2014). Portanto, por meio desses recursos digitais os docentes podem construir ambientes virtuais de aprendizagem (DOMENCIANO, 2015).

Aprender com mobilidade não é uma idéia nova – a possibilidade de aprender em qualquer lugar e a qualquer momento sempre foi buscada e potencializada com tecnologias como livros, cadernos e outros instrumentos móveis (portáteis) que existem há muito tempo. O que hoje ocorre é que as TICs podem contribuir para a Aprendizagem com Mobilidade por disponibilizarem aos sujeitos acesso rápido a uma grande e diversificada quantidade de informações (REINHARD *et al*, 2007, p.1 *apud* GRAZIOLA JR, 2009, p. 5-6).

Sendo assim, a utilização desse tipo de estratégia fornece diversos benefícios dentre eles, aprendizagem individualizada a qualquer hora e lugar, uso produtivo do tempo no espaço formativo, além disso, permite conectar-se com outras pessoas, criar conteúdos dentro, ou fora desses espaços, além de proporcionar uma ponte entre a aprendizagem formal e não formal (UNESCO, 2014; NICHELE, 2015). De fato, os jovens demonstram domínio sobre as tecnologias digitais, especialmente do *M-Learning*, com a inserção de aplicativos em dispositivos móveis as pessoas podem optar por atividades, que exigem alguns minutos ou até mesmo horas de concentração e esse público busca um retorno (*feedback*) rápido de suas ações, sejam dentro ou fora do espaço educacional (FARDO, 2013).

Nesse contexto, as instituições de ensino e os docentes ainda enxergam os dispositivos móveis como ferramentas de diversão, e não de Educação (UNESCO, 2014). Como resultado dessa crença, normalmente as tecnologias são deixadas de lado no espaço educacional, quando sua presença é inevitável (UNESCO, 2014).

Nesse sentido, os aplicativos educacionais surgem como ferramentas que visam inovar a prática pedagógica, demonstrando que a tecnologia digital surge como aliada da Educação (CAIADO, 2011; LOPES, 2014; MARQUES, 2015; SILVA, 2015; FERREIRA, 2015; BARROS, 2016; MATA, 2018).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Desenvolver um aplicativo que contribua como suporte no processo de ensino-aprendizagem dos graduandos em Ciências Biológicas, a respeito do Filo Echinodermata.

3.2 Objetivos Específicos

- Elaborar um recurso digital para tornar mais acessível, atrativa e lúdica a apresentação dos conteúdos sobre equinodermos;
- Descrever a produção e a elaboração do recurso digital para propiciar a sua reprodutibilidade.

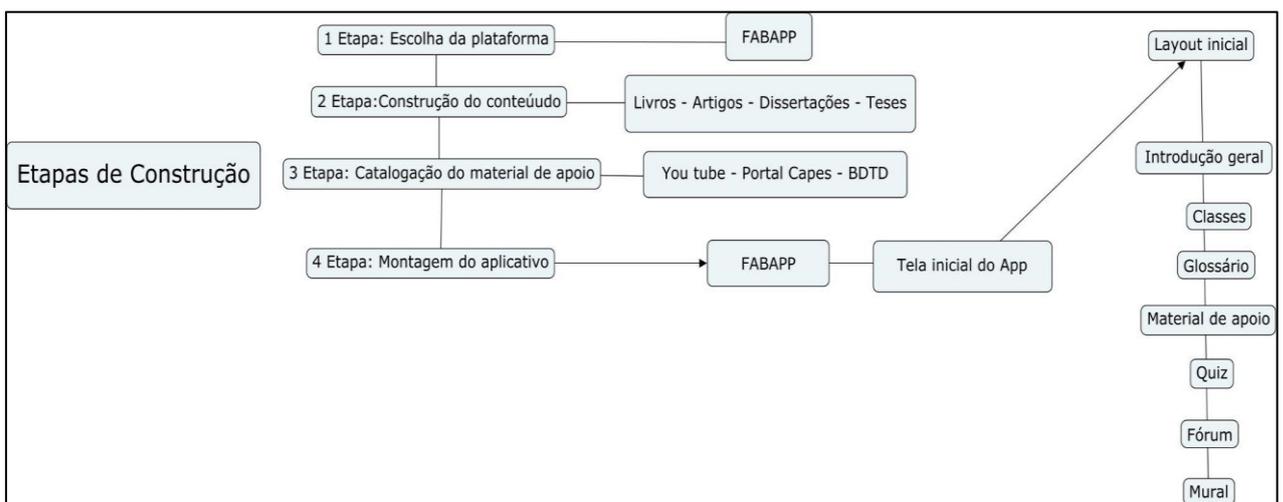
4 METODOLOGIA

Compreendendo os objetivos do presente trabalho, nesta seção evidenciaremos todo o percurso metodológico para o desenvolvimento do recurso digital que foi desde a escolha da plataforma, à construção e organização do conteúdo.

4.1 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente foi elaborado um fluxograma do processo de construção do aplicativo (**Figura 1**). Permitindo assim uma descrição clara e organizacional do produto final, bem como a possibilidade de redesenhar a estrutura do App conforme a necessidade. Nesse sentido, a construção desse recurso ocorreu em quatro etapas. Na primeira etapa ocorreu a escolha da plataforma digital onde o App foi construído. Na segunda etapa ocorreu à elaboração do conteúdo, seja por meio de textos, glossário e “quizzes”. Na terceira etapa foi realizada uma catalogação de materiais de apoio, incluindo vídeos e literatura e por fim foi realizada a montagem do App.

Figura 1 – Fluxograma do Aplicativo



Fonte: A autora (2021).

1º Etapa: Escolha da Plataforma

Na atualidade existe uma infinidade de plataformas digitais que permitem a construção de aplicativos por pessoas iniciantes, sem a necessidade de conhecimento de linguagens de programação tradicional. Nesse sentido, a plataforma escolhida para construção desta aplicação foi a Fábrica de Aplicativos (FABAPP®). Essa plataforma foi escolhida, uma vez que sua interface é simples, rápida e intuitiva, sem a exigência de elaboração de um código. Além disso, existe um plano gratuito que fornece 50 abas para criação de conteúdo. Portanto, o presente App foi estruturado seguindo os critérios da plataforma no modo gratuito. Vale ressaltar que outras plataformas, como *Google drive*, *Wordwall*, *Forumeiros*® e *Youtube*® foram incorporadas dentro do App, como forma de introdução de conteúdo.

2º Etapa: Construção do Conteúdo

O conteúdo apresentado no aplicativo (**Apêndice A**) foi baseado nos capítulos dos livros “Princípios Integrados da Zoologia”, dos autores Cleveland P. Hickman, Jr, Larry S. Roberts e Allan Larson (11º edição) e “Zoologia dos Invertebrados”, dos autores Edward E. Ruppert, Richard S. Fox e Robert D. Barnes (7º edição). Além de literatura recente, como, por exemplo, artigos, teses e dissertações que estão disponibilizadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no Portal de Periódicos Capes e no Google Acadêmico. Vale ressaltar que todo conteúdo elaborado a partir desses materiais estão devidamente referenciado no App. Alguns recursos visuais presentes, como imagens e ícones foram retirados de bancos gratuitos que permitem o compartilhamento desses recursos desde que seja citada a fonte e a autoria. Assim sendo, os bancos de imagens utilizados foram: *Pixabay*®, *Flaticon*® e *Cifonauta*®. Além disso, algumas fotografias são de autoria própria, sendo retiradas a partir do material biológico da Coleção Didática de Zoologia II do Centro Acadêmico de Vitória, bem como, são de autoria do Profº. Dr. João Lucas Feitosa, professor e pesquisador do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Pernambuco.

3º Etapa: Catalogação do Material de Apoio

A área de material de apoio do App é destinada a uma seleção de vídeos e artigos científicos acerca do tema abordado. Nesse sentido, para a catalogação dos

vídeos a busca foi realizada na plataforma do *Youtube*®. Dessa forma, na área de busca foram inseridas palavras chaves inicialmente em português, e posteriormente em inglês como, por exemplo, *starfish*, *brittle star* e entre outras, a partir disso os vídeos encontrados deveriam se enquadrar nos critérios de seleção, como mostra o **(Quadro 1)**.

Quadro 1 – Critérios Estabelecidos para Inclusão dos Vídeos

Duração	< 5 Minutos
Resolução	Igual ou Superior 480p
Acesso	Livre para qualquer usuário
Risco	Não oferecer nenhum tipo de risco ao telespectador.
Conteúdo	O vídeo precisa apresentar conteúdo pertinente ao tema proposto no App.

Fonte: A autora (2021).

Verificando o cumprimento dos cinco critérios estabelecidos para seleção, os vídeos catalogados foram organizados em uma tabela contendo o título, classe e o *link* de acesso, como mostra o **(Apêndice B)**. Em relação ao levantamento bibliográfico para essa seção do App, as plataformas de buscas utilizadas foram o Portal de Periódicos Capes e o Google Acadêmico. Além disso, foi estabelecido que esses materiais deveriam se encaixar em algumas exigências de inclusão, como mostra o **(Quadro 2)**. Portanto, todos os materiais de literatura, que se encaixaram nas exigências, foram organizados seguindo o mesmo processo de catalogação dos vídeos como mostra o **(Apêndice C)**.

Quadro 2 – Critérios Estabelecidos para Inclusão do Material Bibliográfico

Idioma	Português
Conteúdo	Atender a temática proposta do App
Ano de publicação	Entre os anos de 2000 a 2020

Acesso	Disponível em meio eletrônico e gratuito
Nº de página	<20

Fonte: A autora (2021).

4º Etapa: Montagem do Aplicativo

O aplicativo (Descomplicando os Equinodermos) foi criado na plataforma FABAPP®, através de uma conta Google, a partir da criação de *login* e senha. Contudo, antes da sua montagem, alguns materiais passaram por outras plataformas. Inicialmente no Canvas foi criado o logotipo do App, apresentando um design com contrastes que remetesse ao ambiente marinho. Sendo assim, o logotipo traz duas estrelas-do-mar seguidas do nome do aplicativo (**Figura 2**).

Figura 2 – Logotipo do Aplicativo adicionado na Fabapp

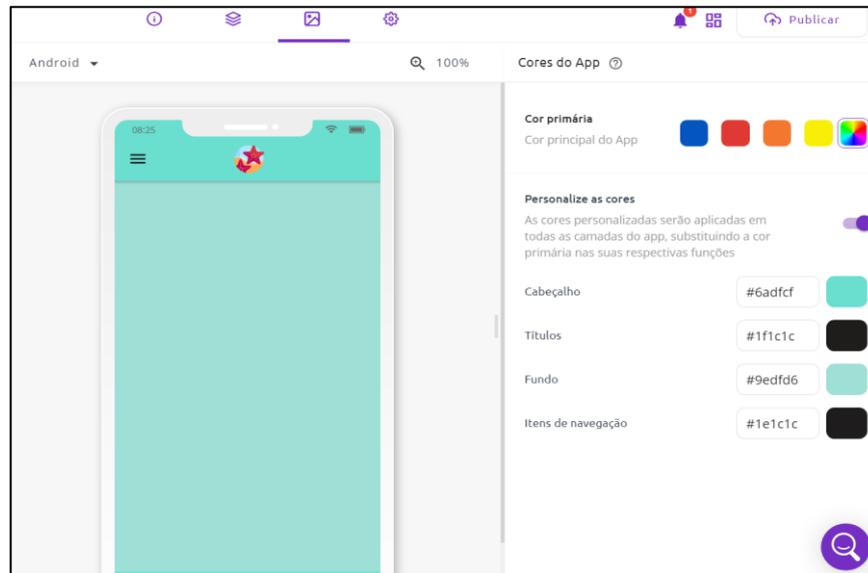


Fonte: Fabapp (2021).

Como citado anteriormente, alguns materiais do App passaram por outras plataformas antes de serem adicionados na Fabapp. Os textos e o glossário foram editados no *Word* do pacote *Office* da *Microsoft* e convertidos para o formato PDF. Logo em seguida foi realizado o *upload* desse material em uma pasta exclusiva do App no *Google drive* para que fosse posteriormente gerado um *link* de acesso para anexar na Fabapp. Além disso, por meio da plataforma *Wordwall* de acesso público foram elaborados diversos “quizzes” sobre os equinodermos, para cada uma das respectivas classes. O fórum foi construído a partir da plataforma Forumeiros que permite a criação de fóruns gratuitos, portanto assim como em outros momentos, foi gerado um *link* para ser anexado na Fabapp.

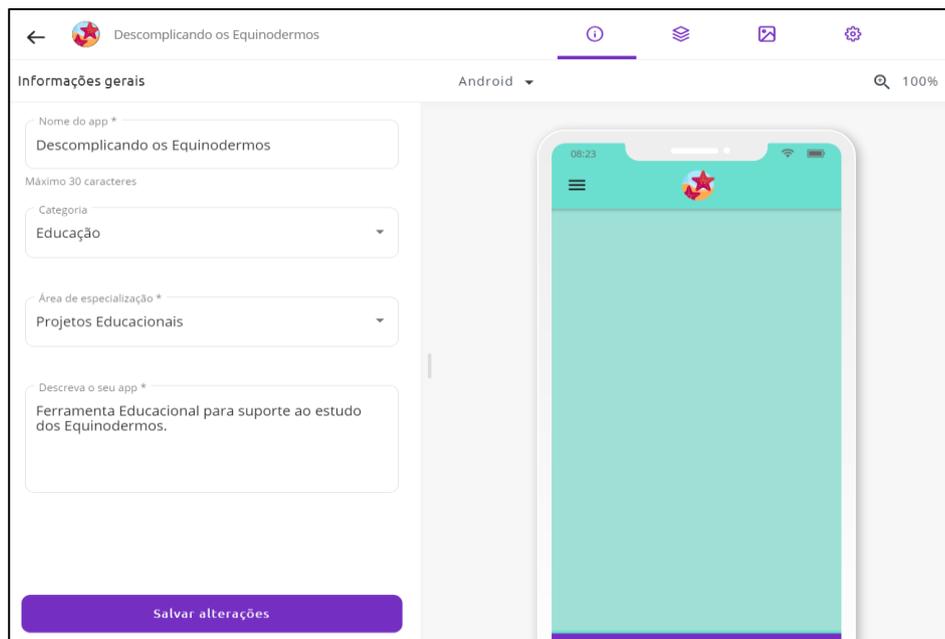
Após a etapa de cadastramento na Fabapp, foi iniciado o processo de customização do *layout* do App, escolha do design da interface e cor (**Figura 3**). Em seguida, o App foi classificado como sendo um recurso voltado para a área educacional (**Figura 4**).

Figura 3 – Customização do Layout do Aplicativo



Fonte: Fabapp (2021).

Figura 4 – Informações Gerais do App na Plataforma Fabapp



Fonte: Fabapp (2021).

Seguindo o planejamento do fluxograma, as pastas presentes na tela inicial do App foram ordenadas em uma sequência de relevância. No entanto, esse mecanismo foi criado para que o usuário possa encontrar de maneira rápida e eficiente o tipo de conteúdo que ele necessita naquele momento.

Pasta 1: Introdução – Caracterização geral dos equinodermos, bem como distribuição geográfica e hábitos de vida.

Pasta 2: Classes – Abordagem das especificidades de cada classe de equinodermos em uma linguagem acessível, além de apresentar curiosidades.

- **Subpasta 2.1:** Classe Asteroidea
- **Subpasta 2.2:** Classe Ophiuroidea
- **Subpasta 2.3:** Classe Crinoidea
- **Subpasta 2.4:** Classe Echinoidea
- **Subpasta 2.5:** Classe Holothuroidea

Pasta 3: Glossário – Seleção de termos científicos mais utilizados durante os estudos dos equinodermos.

Pasta 4: Material de Apoio – Compartilhamento de *links* de vídeos e literatura pertinentes ao tema.

- **Subpasta 4.1:** Vídeos
- **Subpasta 4.2:** Sugestão de Literatura

Pasta 5: Quiz – Questões objetivas a respeito do tema, com correção automática.

Pasta 6: Fórum – Área destinada ao compartilhamento de ideias e discussões entre os usuários do App.

Pasta 7: Mural – Área destinada aos usuários do App para críticas e sugestões de possíveis melhorias no recurso.

5 RESULTADOS

5.1 Aplicativo “Descomplicando os Equinodermos”

O compartilhamento do aplicativo (Descomplicando os Equinodermos) é feito por meio de *link* ([https://app.vc/descomplicando os equinodermos](https://app.vc/descomplicando_os_equinodermos)) ou de leitura de QRcode. Visto que usamos o plano gratuito e essa forma de acesso não interfere na experiência do usuário. Contudo, posteriormente o aplicativo será publicado também em lojas para Android e IOS.

Ao clicar no ícone do aplicativo uma tela inicial, composta pelo logotipo, surge por aproximadamente cinco segundos (**Figura 5**). Logo em seguida ocorre o direcionamento para a página inicial, que é composta por ícones e títulos que direciona para cada uma das pastas citadas anteriormente (**Figura 6**). Vale ressaltar que essa organização foi adotada para facilitar o acesso ao material.

Figura 5 – Tela de Inicialização do Aplicativo



Fonte: Fabapp (2021).

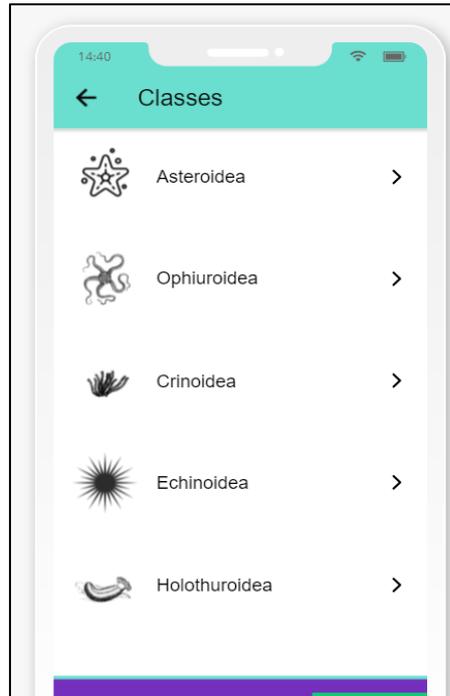
Figura 6 – Tela Inicial com as Pastas Principais



Fonte: Fabapp (2021).

Na primeira pasta do App o usuário tem acesso a informações gerais dos equinodermos, como as características que definem o grupo, hábitos de vida e um pouco da história evolutiva desses animais. A segunda pasta (**Figura 7**) é dedicada às particularidades e as curiosidades de cada classe pertencente ao Filo Echinodermata apresentando uma abordagem dos saberes conceituais de maneira clara e objetiva. Portanto, ao clicar no ícone ou texto da respectiva classe desejada o usuário é direcionado para o material. Encontrando nesta subpasta (**Figura 8**) recursos textuais, imagens e hiperlinks para vídeos que apresentam de maneira dinâmica alguns conceitos empregados durante o estudo desses animais.

Figura 7 – Disposição das Classes de Equinodermos



Fonte: Fabapp (2021).

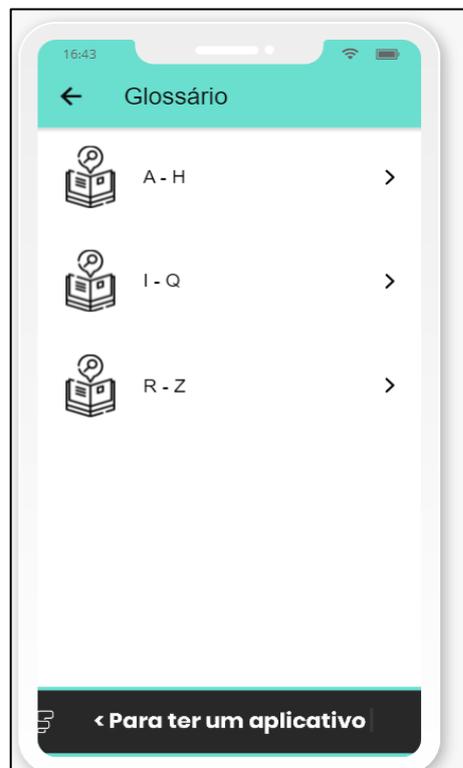
Figura 8 – Subpasta Classe Asteroidea



Fonte: Fabapp (2021).

A terceira pasta denominada de “Glossário” possibilita ao usuário acesso a uma seleção de termos científicos que são empregados durante o estudo dos equinodermos. O glossário está organizado em blocos em decorrência da limitação de abas gratuitas na Fabapp (**Figura 9**). Esse recurso permite que os estudantes ampliem seu vocabulário e, também, estabeleçam uma significação dessas palavras de modo que ela contribua na compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula.

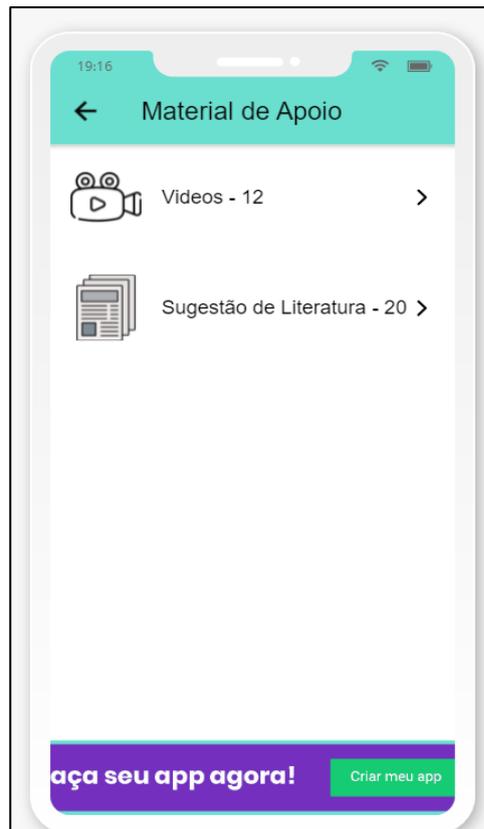
Figura 9 – Organização do Glossário



Fonte: Fabapp (2021).

Ao clicar na quarta pasta (**Figura 10**) surgem duas categorias de material de apoio, que são vídeos e literatura com suas respectivas quantidades ao lado. Vale lembrar que esses materiais foram aqueles que se enquadraram dentro dos critérios estabelecidos na catalogação.

Figura 10 – Organização do Material de Apoio



Fonte: Fabapp (2021).

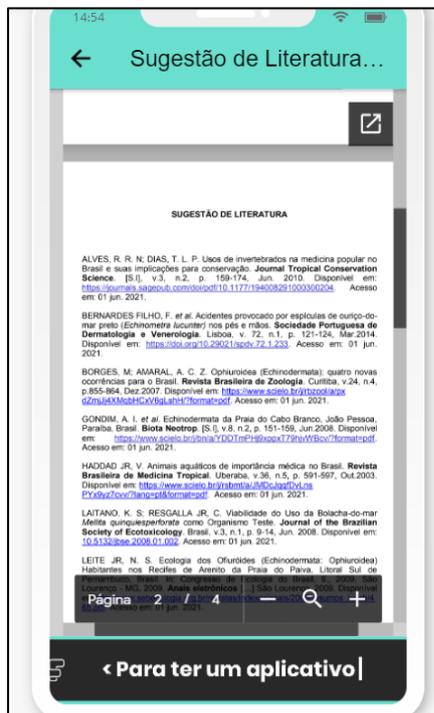
Os vídeos (**Figura 11**) selecionados abordam diversos conceitos importantes acerca dos equinodermos, apresentando de maneira dinâmica alguns processos ecológicos, reprodutivos e até mesmo anatomofisiológico desses animais. Permitindo assim, que os estudantes compreendam alguns conceitos de difícil assimilação. Com relação à literatura (**Figura 12**) os artigos selecionados seguem a mesma abordagem dos vídeos, porém possuem um maior aprofundamento da temática e estão disponibilizados por meio de *link*.

Figura 11 – Subpasta Vídeos



Fonte: Fabapp (2021).

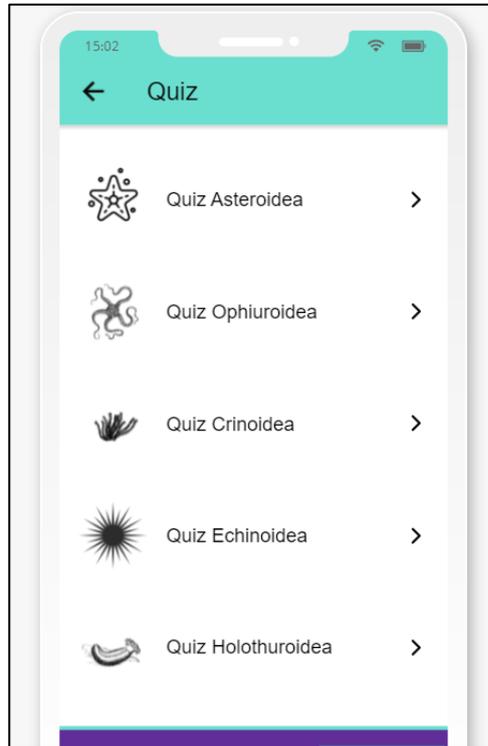
Figura 12 – Subpasta Sugestão de Literatura



Fonte: Fabapp (2021).

A quinta pasta (**Figura 13**) apresenta diversos “quizzes” sobre as respectivas classes de equinodermos. Permitindo que os estudantes possam optar por atividades rápidas e que forneçam um “feedback” de suas ações (**Figura 14**).

Figura 13 – Disposição do Quiz



Fonte: Fabapp (2021).

Figura 14 – Tela de Funcionamento do Quiz



Fonte: Fabapp (2021).

A pasta “Fórum” (**Figura 15**) permite que os usuários do App façam um *login* e compartilhem informações, seja, por meio de textos, fotos ou vídeos. E essas informações depositadas no fórum podem ser comentadas e curtidas por outros usuários, criando assim um ambiente amigável e, sobretudo de construção coletiva. A partir dessas interações o estudante vivencia experiências e acessa conhecimentos, aprimorando a qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Por fim, a pasta “mural” (**Figura 16**) está diretamente ligada ao App, funcionando para que os usuários possam enviar críticas e sugestões de possíveis melhorias neste recurso.

Figura 15 – Fórum do Aplicativo

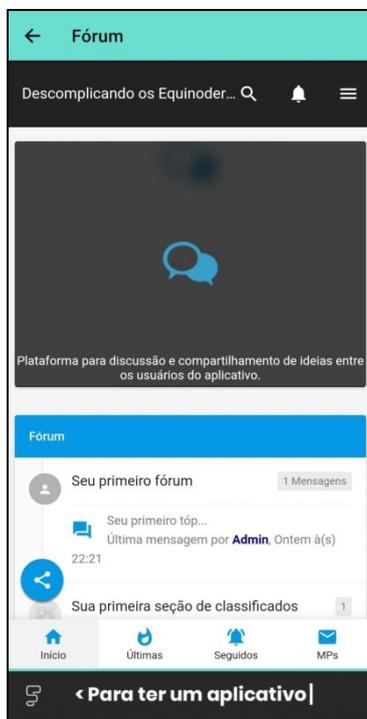
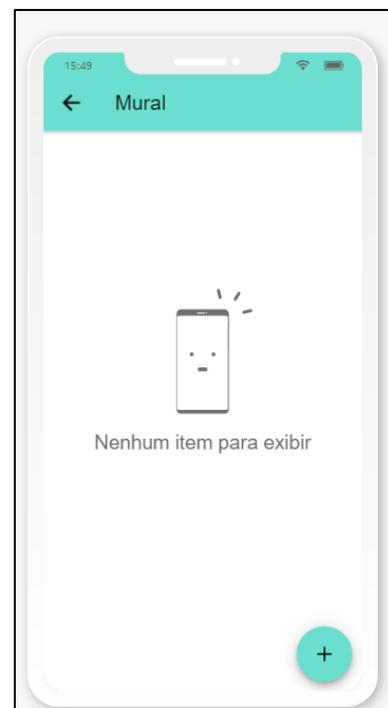


Figura 16 – Mural do Aplicativo



Fonte: Fabapp (2021).

6 DISCUSSÃO

O aplicativo desenvolvido é estruturado em formato multimídia, com recursos textuais, audiovisual e lúdico, cujo padrão de organização permite que os estudantes aproveitem ao máximo essa ferramenta. Verdes e colaboradores (2021) desenvolveram um App com estrutura semelhante. E esse recurso promoveu uma maior participação e envolvimento dos estudantes durante as aulas. Diante disso, podemos inferir que o aplicativo “Descomplicando os Equinodermos” é uma ferramenta com potencial de flexibilização e adaptação. Visto que esse recurso digital permite que os estudantes acessem a qualquer hora e lugar as informações disponibilizadas. Outro benefício é a possibilidade de permitir que os estudantes que não podem está fisicamente em alguns locais, possam está virtualmente (VERDES; NAVARRO; CAMPOS, 2017).

Nesse sentido, partindo das dificuldades apresentadas no ensino-aprendizagem da Zoologia (SANTOS; TERÁN, 2009, 2011; SANTOS, 2010). O aplicativo desenvolvido apresenta muitas outras ferramentas incorporadas, já citadas anteriormente. De acordo com Almeida e Silva (2017) recursos textuais, sugestões de literatura e glossário, como proposto no App, são meios que permitem o desenvolvimento intelectual e profissional dos estudantes. Isso decorre do fato de que é através da leitura que ocorre o desenvolvimento do senso crítico e reflexivo (ALMEIDA; SANTOS, 2017).

Os recursos audiovisuais, como fotografias e vídeos incorporados ao App “Descomplicando os Equinodermos” tiveram como objetivo maior tornar mais fácil a assimilação de conceitos, além de facilitar a visualização rápida, quase imediata, de estruturas diversas mencionadas no conteúdo sobre equinodermos no App. De acordo com diversos autores (MORÁN, 1995; QUINTANILHA, 2017; LIMA *et al.*, 2018), essa estratégia é facilitadora e efetiva na assimilação de conhecimentos, além de despertar curiosidades e questionamentos. Dessa forma, é razoável esperar que a presente proposta de conteúdo audiovisual do “Descomplicando os Equinodermos” tenha potencial para aprimorar a relação ensino-aprendizagem desse filo para estudantes do Ensino Superior.

O quiz presente no App é um recurso que foi pensado para potencializar o seu uso em diversas estratégias didáticas, desde sala de aula invertida, gamificação, resolução de problemas e dentre outras situações, como sugerido por diversos

autores (GIACOMAZO *et al.*, 2010; BORTOLOTO; STAFUSA, 2019). Dessa forma, através dessa ferramenta, é esperado que os estudantes sintam-se incentivados a participar, pelo retorno (“feedback”) rápido das suas ações permitindo assim que eles possam refletir, pesquisar e se aprofundar nos assuntos abordados. Isso está de acordo como o proposto por (GIACOMAZO *et al.*, 2010; BORTOLOTO; STAFUSA, 2019). Diante disso, essa ferramenta tem potencial para contribuir efetivamente na construção do conhecimento, cumprindo assim, um dos maiores objetivos da relação ensino-aprendizagem. O fórum do App está incluído nos ambientes virtuais de ensino e aprendizagem (AVEA) (MARTINS; ALVES, 2016; PEREIRA *et al.*, 2018). Pois, permite a troca de experiências e construção de conhecimento de forma colaborativa, por meio da interação escrita.

Dessa forma, assim como em estudos realizados por diversos autores em diferentes áreas do conhecimento, o desenvolvimento e a aplicação de App têm apresentado bons resultados no processo de ensino-aprendizagem (LIMA *et al.*, 2019; GALVÃO; PÜSCHEL, 2012; VERDES, NAVARRO; CAMPOS, 2021). Lima e colaboradores (2019), por exemplo, desenvolveram um aplicativo em formato multimídia, com recursos textuais e visuais para o ensino de eletrocardiograma em um curso de medicina. A partir da aplicação com discentes e docentes, constatou-se que esse recurso apresentava um elevado potencial de contribuição no ensino-aprendizagem em saúde (LIMA *et al.*, 2019). Outro estudo buscou verificar a importância da utilização de um App para mensuração da pressão venosa central por estudantes, profissionais e docentes na área de enfermagem. Esse recurso digital apresentou resultados positivos, tanto no contexto acadêmico, quanto na utilização em meio profissional (GALVÃO; PÜSCHEL, 2012).

Sendo assim, diante da estruturação do App podemos inferir que e o mesmo apresenta-se forma promissora para o contexto educacional, especialmente, no período caótico provocado pela pandemia do COVID-19 (VERDES; NAVARRO; CAMPOS, 2021). Nesse momento, um grande contingente de estudantes vivencia à distância EAD, o ensino híbrido e as tecnologias digitais ganham espaço e destaque. Nesse sentido, o App pode ser compreendido, também, como uma ferramenta de troca de informação, de conhecimento e, sobretudo de construção colaborativa entre os usuários (VERDES; NAVARRO; CAMPOS, 2021). Apesar de promissor, como foi anteriormente discutido, levando em consideração a sua estrutura e conteúdo. O presente App deve ser testado por estudantes para comprovar sua eficiência e

contribuições no contexto educacional, conforme sugerido por diversos autores (LIMA *et al.*, 2019; GALVÃO; PÜSCHEL, 2012; VERDES, NAVARRO; CAMPOS, 2021).

7 CONCLUSÃO

O App tem potencial para contribuir efetivamente na construção do conhecimento pelo estudante, cumprindo assim, um dos maiores objetivos da relação ensino-aprendizagem.

O App “Descomplicando os Equinodermos” é uma tecnologia digital viável para auxiliar na superação das dificuldades que o Ensino da Zoologia ainda apresenta na atualidade.

O App “Descomplicado os Equinodermos” apresenta-se de forma promissora para o contexto educacional, podendo ser uma ferramenta com possibilidade de reduzir as desigualdades ao acesso à informação, especialmente nesse período caótico provocado pela pandemia do COVID-19.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. *et al.* **Ensino de Zoologia Ensaio Metadisciplinares**. 3. ed. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2011. 225 p.

ARAÚJO-DE-ALMEIDA, E. *et al.* A sistemática Zoológica ensinada sem o uso das categorias taxonômicas. *In: ARAÚJO-DE-ALMEIDA et al. Ensino de Zoologia: ensaios didáticos*. João Pessoa, RN: Editora Universitária, 2007. Cap. 4.

ALMEIDA, J. G. S.; SILVA, C. M. A importância da prática da leitura no ensino superior. **Revista Marupiara**. Parintins, v. 2, n.2, p.60-80, Jan/jun.2017.

BARROS, M. H. F. **Saberes Docentes e Tecnologias Digitais de Informação e comunicação (TDIC) no curso de Licenciatura em Música da UFPE**. 2016. 140 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.

BERALDO, R. M. F.; MACIEL, D. A. Competências do professor no uso das TDIC e de ambientes virtuais. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 209-217, Mai/Agos. 2016.

BORTOLOTO, G. T.; STAFUSA, V. M. A utilização do quiz no ensino superior: uma perspectiva bibliométrica. *In: Congresso Nacional de Educação*, 6., 2019, Campina Grande, 2019. **Anais eletrônicos** [...] Campina Grande, 2019. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/58886>. Acesso em: 27 de jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

BUCKINGHAM, D. Cultura Digital, Educação Midiática e o Lugar da Escolarização. **Revista Educação & Realidade**, Rio Grande do Sul, v. 35, n. 3, p. 37-58, set/dez. 2010.

CAIADO, R. V. R. **Novas Tecnologias Digitais Informação e Comunicação e o Ensino-Aprendizagem de Língua Portuguesa**. 2011. 100 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2011.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET (Brasil). TIC. *In: COMITÊ GESTOR DA INTERNET (Brasil). TIC Domicílios*. [S.l.]: Comitê Gestor da Internet, 2020. Disponível em: <https://cgi.br/noticia/releases/tres-em-cada-quatro-brasileiros-ja-utilizam-a-internet-aponta-pesquisa-tic-domicilios-2019/>. Acesso em: 27 jan. 2021.

CORREIA, L. C.; GÓES, N. M. Docência Universitária: Desafios e Possibilidades. *In: Jornada de Didática e I Seminário de Pesquisa do CEMAD*, 2., 2013, Londrina, 2013. **Anais eletrônicos** [...] Londrina, 2013. Disponível em: <http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/II%20Jornada%20de%20Didatica%20e%20I%20Seminario%20de%20Pesquisa%20do%20CEMAD%20>

Docencia%20na%20educacao%20Superior%20caminhos%20para%20uma%20praxis%20transformadora/DOCENCIA%20UNIVERSITARIA%20DESAFIOS%20E%20POSSIBILIDADES.pdf. Acesso em: 27 jan. 2021.

CORREIA, R. L.; SANTOS, J.G. A Importância da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) na Educação a Distância (EAD) do Ensino Superior (IES). **Revista Aprendizagem em EAD**, Taguatinga, v.2, p. 1-16, nov. 2013.

COSTA, S. R. S.; DUQUEVIZ, B. C.; PEDROZA, R. L. S. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 603-610, Dez. 2015.

DIAS-DA-SILVA, C. D. **Potencialidades dos Mapas Conceituais no Processo de Ensino Aprendizagem em Zoologia**. 2018. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

DOMENCIANO, J. F. **Tecnologias móveis na educação: estudo em duas experiências na educação à distância**. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2015.

DUTRA, P. **Mobile Learning no Ensino de Biologia**. 2016. 39 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, 2016.

FARDO, M. L. A Gamificação aplicada em Ambientes de Aprendizagem. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 1-9, Jun.2013.

FEDOCE, R. S. **A Tecnologia Móvel e os Potenciais da Comunicação na Educação**. 2010. 274 f. Dissertação (Mestrado em Comunicação Social) – Universidade Metodista de São Paulo. São Paulo, 2010.

FEDOCE, R. S.; SQUIRRA, S. C. A Tecnologia Móvel e os Potenciais da Comunicação na Educação. **Revista Logos 35**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 267-278, Jun. 2011.

FIGUEIREDO, J. F; RIZZO, E. A; SANTOS, S. R. H. (1ed). **Zooglossário**. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2013. 337 p.

FERREIRA, D. F. M. A. **Aprendizagem Móvel no Ensino Superior: o uso do Smartphone por alunos do Curso de Pedagogia**. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnologia) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015.

FREIRE, P.; GUIMARÃES, S. (1ed). **Educar com Mídia Novos Diálogos sobre Educação**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2013. 240 p.

FRÓES, I. C.; BOTTENTUIT JR, J. B. Tecnologias de informação e comunicação na educação: um estudo exploratório com os alunos do ensino médio de uma escola particular em São Luís – MA. **Temática**. Paraíba, v. 12, n. 3, p. 138-153, Mar. 2016.

GALVÃO, E. C. F.; PUSCHEL, V. A. A. Aplicativo multimídia em plataforma móvel para o ensino da mensuração da pressão venosa central. **Rev Esc Enferm USP**. São Paulo, v. 46, n. 2, p. 107-115, Out. 2012.

GIACOMAZZO, G. F. Aplicações para a Ferramenta de Avaliação Online Quiz na UNESC. **Novas Tecnologias na Educação**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 1-11, Dez, 2010.

GONDIM, A. I. *et al.* Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Biota Neotrópica**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 151-159, Abr/Jun. 2008.

GRAZIOLA JR, P. G. Aprendizagem com Mobilidade na Perspectiva Dialógica: reflexões e possibilidades para práticas pedagógicas. **Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 1-10, Dez. 2009.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios Integrados da Zoologia**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

KENSKI, V. M. Aprendizagem Mediada pela Tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**. Curitiba, v. 4, n.10, p.47-56, set./dez. 2003.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2004. 200 p.

LEMOS, A. Cibercultura e Mobilidade: A era da conexão. *In*: Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, 28., 2005, Rio de Janeiro, 2005. **Anais eletrônicos [...]** Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.portcom.intercom.org.br/pdfs/140429770509861442583267950533057946044.pdf>. Acesso em: 27 de jan. 2021.

LENZ, G.; GULLICH, R. I. C.; HERMEL, E. E. S. Concepções de Ensino e Currículo de Zoologia no Brasil. **Investigación en Educación en Ciencias**, Argentina, v. 12, n. 2, p. 29-40, Dez. 2017.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 1999. 246 p.

LIMA, E. J. B. **Dinâmica Populacional de *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) (Echinodermata: Echinoidea) na Praia de Muro Alto, Ipojuca, Pernambuco**. 2006. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006.

LIMA, E. R. P. O.; MOITA, F. M. G. S. C. **A tecnologia e o ensino de química: jogos digitais como interface metodológica**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 131-153 p.

LIMA, C. J. M. *et al.* Desenvolvimento e Validação de um Aplicativo Móvel para o Ensino de Eletrocardiograma. **Revista Brasileira de Educação Médica**. Brasília, v.43, n.1, p.166-174, Ago.2019.

LIMA, G. H. *et al.* Mobile Learning: a utilização do aplicativo nearpod em uma disciplina de zoologia III no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. *In*: Congresso Internacional, 5., 2018, [S.l.] **Anais eletrônicos** [...] Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvl/uploadsAnais/MOBILE-LEARNING-A-UTILIZA%C3%87%C3%83O-DO-APLICATIVO-NEARPOD-EM-UMA-DISCIPLINA-DE-ZOOLOGIA-III-NO-CURSO-DE-LICENCIATURA-EM-CI%C3%84NCIAS-BIOL%C3%93GICAS.pdf>. Acesso em: 27 de jan. 2021.

LIMA, G. H. **O uso do aplicativo Nearpod como recurso pedagógico no processo de ensino aprendizagem no ensino superior**. 2017. 47 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 2017.

LOPES, R. P. **Concepções e Práticas Declaradas de Ensino e Aprendizagem com TDIC em Curso de Licenciatura em Matemática**. 2014. 692 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2014.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. (1ed). **Ensino de Biologia: Histórias e Práticas em Diferentes Espaços Educativos**. São Paulo: Cortez, 2009. 216 p.

MARQUES, F. R. **Formação Inicial para o Uso de TDIC em Educação: análise da experiência do curso de pedagogia da PUCSP**. 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação: formação de formadores) – Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2015.

MARTINS, A. C. S.; ALVES, L. A. S. Fórum de Discussão como Instrumento Avaliativo de Aprendizagem. **Informática na Educação: Teoria & Prática**, Porto Alegre, v. 19, n.2, p. 106-122, Jun/set. 2016.

MATA, J. A. V. **Ensino de Química com Uso de Tecnologias Digitais para uma Educação de Jovens e Adultos Rejuvenescida**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2018.

MEIRELLES, F. S. **Pesquisa Anual do Uso de TI do Centro de Tecnologia da Informação Aplicada**. São Paulo: EAESP-FGV-CIA, 2010. Disponível em: <https://portal.fgv.br/noticias/brasil-tem-424-milhoes-dispositivos-digitais-uso-revela-31a-pesquisa-anual-fgvcia>. Acesso em: 27 de jan. 2021.

MISUKAMI, M. G. N. **Temas Básicos da Educação e Ensino**. 12. ed. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986. 119 p.

MORÁN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**. São Paulo, v. 2, p.27-35, Jan/Abr. 1995.

MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 10. ed. Campinas: Editora Papirus, 2006. 173 p.

MOREIRA, N. S. **Reflexões sobre as metodologias e recursos didáticos no ensino de Zoologia em sete municípios da Superintendência Regional de Ensino de Caratinga (SRE)/Minas Gerais**. 2019. 74 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Governador Valadares, 2019.

MOSÉ, V. **A escola e os desafios contemporâneos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013. 336 p.

NICHELE, A.G. **Tecnologias móveis e sem fio nos processos de ensino e de aprendizagem em química: uma experiência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul**. 2015. 258 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2015.

OLIVEIRA, C. A. **Zoologia nas Escolas: percursos do ensino de zoologia em escolas da rede pública no município de Aracaju/SE**. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado de Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2017.

OLIVEIRA, D. B. G. *et al.* O Ensino de Zoologia numa perspectiva evolutiva: análise de uma ação educativa desenvolvida com uma turma do Ensino Fundamental. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, 8., 2011, Campinas. **Anais eletrônicos [...]** Campinas, 2011. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiiienpec/resumos/R0083-1.pdf. Acesso em: 27 jan. 2021.

OLIVEIRA, R. C. S. **Levantamento de aplicativos em tecnologia móvel no ensino de Ciências Biológicas**. 2018. 33 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 2018.

PEREIRA, N. *et al.* O uso de Fóruns de Discussão para Incentivar a Interação em AVEA: Um estudo de caso no ensino superior. **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 73-92, Set/dez. 2018.

PIRAGIBE, J. P. L. S. **As Contribuições do Uso das TDIC para o Ensino Superior**. 2016. 145 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Artes e História da Cultura) – Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2016.

PONTE, J. P. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios?. **Revista Ibero Americana**, Lisboa, v. 2, n. 24, p.63-90, Set/Dez. 2000.

QUINTANILHA, L. F. Inovação pedagógica universitária mediada pelo *Facebook* e *Youtube*: uma experiência de ensino-aprendizagem direcionado à geração – Z. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 65, n. 2, p. 249-263, Jul/set. 2017.

RABELLO, C. R. L.; TAVARES, K. C. A. Tecnologias Digitais no Ensino Superior: das possibilidades e tendências à superação de barreiras e desafios. *In*: RABELLO, C. R. L.; TAVARES, K. C. A. **Design para uma Educação Inclusiva**. 1.ed. São Paulo: Blucher, 2016. Cap.2.

RAMAL, A. C. **Educação na cibercultura: hipertextualidade, leitura, escrita e aprendizagem**. Porto Alegre: ARTMED, 2002. 268 p.

RAMOS, A. *et al.* A implementação de novas práticas pedagógicas no Ensino Superior. **Revista Portuguesa de Educação**, Portugal, v. 26, n. 1, p. 115-141, Jun. 2013.

RIBAS, D. A docência no Ensino Superior e as Novas Tecnologias. **Revista Eletrônica Latu Sensu**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 1-16, mar. 2008. Disponível em: <https://www1.ufrb.edu.br/nufordes/pedagogiauniversitaria?download=7:adocncia-superior-e-as-novas-tics>. Acesso em: 27 de jan. 2021.

RITCHER, E. *et al.* Ensino de Zoologia: Concepções e metodologias na prática docente. **Ensino & Pesquisa**, [S.l.], v. 15, n. 1, p. 27-47, Dez. 2017.

RODRIGUES, D. M. S. A. **O uso de celular como ferramenta pedagógica**. 2015. 36 f. Monografia (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

RODRIGUES, N. C. Tecnologias de informação e comunicação na educação: um desafio na prática docente. **Fórum Linguístico**, Florianópolis, v.6, n.1, p. 1-22, jan/jun. 2009.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, D. S. **Zoologia dos Invertebrados**. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SANTOS, S. C. S. **Diagnóstico e possibilidades para o ensino de zoologia em Manaus-AM**. 2010. 237 f. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) – Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, 2010.

SANTOS, S. C. S.; TERÁN, A. F. Conhecimentos Teóricos para Docência no Ensino de Zoologia em Licenciatura de Ciências em Manaus/AM. *In*: Encontro de Pesquisa Educacional Norte Nordeste, 20., 2011, Amazonas. **Anais eletrônicos** [...] Amazonas: UFAM, 2011. Disponível em: https://ensinodecienciasnaamazonia.webnode.com/files/20000009341ac142a5a/2011_XX%20EPENN_SANTOS_TERAN_CONHECIMENTOS%20TEORICOS%20E%20LICENCIATURA%20DE%20CIENCIAS.pdf. Acesso em: 27 jan. 2021.

SANTOS, S. C. S.; TERÁN, A. F. Possibilidades do Uso de Analogias e Metáforas no Processo de Ensino-Aprendizagem do Ensino de Zoologia no 7º ano do Ensino Fundamental. *In*: Congresso Norte-Nordeste de Ensino de Ciências e Matemática, 7., 2009, Boa Vista – RR. **Anais eletrônicos** [...] Boa Vista – RR, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/267711062_POSSIBILIDADES_DO_USO_DE_ANALOGIAS_E_METAFORAS_NO_PROCESSO_DE_ENSINOAPRENDIZ

AGEM DO ENSINO DE ZOOLOGIA NO 7 ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL.
Acesso em: 27 jan. 2021.

SCHUHMACHER, V. R. N. **Limitações da Prática Docente no Uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação.** 2014. 346 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

SILVA, C. O. **O uso do smartphone para pesquisas em sala de aula e sua potencialização das aprendizagens em Biologia:** um estudo de caso no primeiro ano do Ensino Médio. 2015. 52 f. Monografia (Especialização em Mídias na educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

SILVA, O. M. M. Análise do uso das mídias na prática pedagógica dos professores de uma escola pública da rede estadual de ensino do estado de Alagoas. *In:* Encontro de pesquisa em educação de Alagoas (EPEAL), 5., 2010, Alagoas, 2010. **Anais eletrônicos** [...] Alagoas, 2010 Disponível em: <https://docplayer.com.br/18619279-Analise-do-uso-das-midias-na-praticapedagogica-dos-professores-de-uma-escola-publica-da-rede-estadual-de-ensino-do-estado-de-alagoas.html>. Acesso em: 27 de jan. 2021.

SOARES, L. V.; COLARES, M. L. S. Educação e tecnologias em tempos de pandemia no Brasil. **Debates em Educação**, Alagoas, v. 12, n. 28, p.19-41, Set/Dez. 2020.

SOUZA, I. A. **A utilização do celular como ferramenta para o processo de ensino aprendizagem.** 2013. 48 f. Especialização (Curso de Especialização em Coordenação Pedagógica) – Universidade de Brasília, Distrito Federal. 2013.

SOUZA, M. J. A. **Informática educativa na educação matemática.** 2001. 179 f. Dissertação (Mestrado em Educação Brasileira) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2001.

TAJRA, S. F. **Informática na educação.** São Paulo: Érica, 2001. 232 p.

UNESCO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel.** Paris: UNESCO, 2014. Disponível em: <http://www.bibl.ita.br/UNESCO-Diretrizes.pdf>. Acesso em: 27 de jan. 2021.

VALLETTA, D. Gui@ de aplicativos para a educação básica: uma investigação associada ao uso de tablets. *In:* Encontro Nacional de Debate e Prática de Ensino, 17., 2014, Fortaleza, 2014. **Anais eletrônicos** [...] Fortaleza, 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/21479852/GUI_at_de_APLICATIVOS_PARA_EDUCA%C3%87%C3%83O_B%C3%81SICA_UMA_INVESTIGA%C3%87%C3%83O_ASSOCIADA_AO_USO_DE_TABLETS. Acesso em: 27 de jan. 2021.

VERDES, A.; NAVARRO, C.; CAMPOS, P. Á. Mobile learning applications to improve invertebrate zoology online teaching. **Journal Invertebrate Zoology.** Moscou, v.140, n.1, p.1-12, Jan.2021.

ZUPANC, G. K. H. Teaching zoology in the twenty-first century: old challenges and new opportunities. **Journal of Zoology**, Londres, v. 274, n. 2, 105-106 p. Fev. 2008.

APÊNDICE A – CONTEÚDO DO APLICATIVO

INTRODUÇÃO GERAL

O Filo Echinodermata vêm do grego *echino* = espinhos e *derma* = pele, ou seja, animais que apresentam espinhos ou tubérculos na derme. Vulgarmente conhecidos como estrelas-do-mar, pepinos-do-mar, ouriços-do-mar, serpentes-do-mar, entre outros, são invertebrados marinhos bentônicos e quase exclusivos de ambientes marinhos (algumas poucas espécies podem ser encontradas em regiões estuarinas), com ampla distribuição geográfica.

São os únicos invertebrados deuterostomados (o blastóporo original inicialmente o ânus), assemelhando-se aos cordados, com os quais, possivelmente, compartilham o mesmo ancestral. O filo possui cerca de 7.000 espécies viventes, enquanto no Brasil são conhecidas cerca de 300 espécies. Em registros fósseis os equinodermos representam 13.000 espécies extintas. Atualmente os equinodermos são representados pelas classes Asterozoa (estrelas-do-mar), Ophiurozoa (serpentes-do-mar), Crinozoa (lírios-do-mar e [pena-do-mar](#)), Echinozoa (ouriços-do-mar e [bolachas-da-praia](#)) e Holothurozoa (pepinos-do-mar). Em virtude da simetria desses animais, os termos dorsal e ventral acabam sendo impróprios, portanto, o correto a ser utilizado é região aboral (**Figura 1**) para o que seria “dorsal” e oral para o que seria “ventral” (**Figura 2**).

Figura 1 – Região aboral de uma estrela-do-mar espécie *Narcissia trigonaria*



Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/9893/> Acesso em: 2021-07-11.

Figura 2 – Região oral de uma estrela-do-mar espécie *Narcissia trigonaria*



Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/9893/> Acesso em: 2021-07-11.

Como dito anteriormente, esses animais apresentam uma ampla distribuição e podem ser encontrados em regiões entremarés até grandes profundidades ocupando assim diversos tipos de sedimentos, como, por exemplo, substratos rochosos, lodosos e arenosos. Os equinodermos apresentam cinco características exclusivas que os distinguem dos demais organismos, são elas: endoesqueleto dérmico, sistema hidrovacular ou ambulacral, pedicelárias, brânquias dérmicas e mudança de simetria.

O **endoesqueleto dérmico** é formado por ossículos calcários que podem ser articulados entre si como nas flexíveis estrelas-do-mar ou podem se fundir e formar uma “carapaça” (**Figura 3**) rígida como nos ouriços-do-mar.

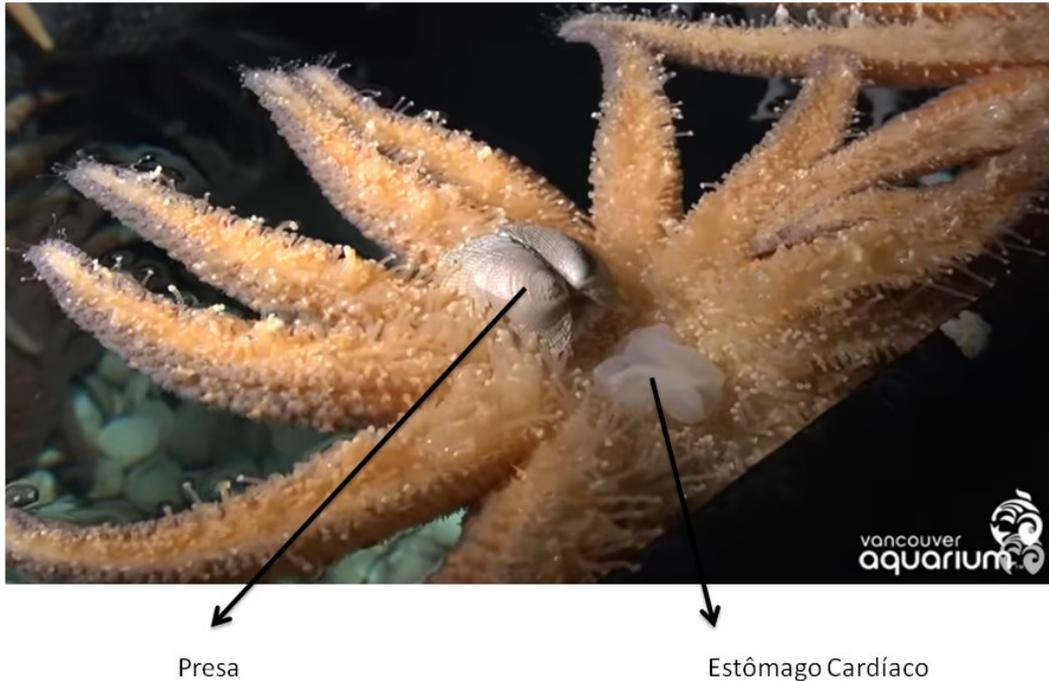
Figura 3 - Esqueleto dérmico (“carcaça”) de ouriço-do-mar



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Os ossículos que constituem o endoesqueleto dos equinodermos estão alojados na derme de um tecido conjuntivo bem desenvolvido. E justamente por essa organização, esses animais podem alterar a rigidez geral do seu corpo. Essa capacidade é provida por um tecido conjuntivo mutável, capaz de alterar de maneira reversível a rigidez da sua derme. E esse processo ocorre devido a alterações na concentração de íons de Ca^{2+} . Quando há o aumento da quantidade desse íon, há o enrijecimento da matriz celular e a sua diminuição, em oposição, ocasiona flexibilidade. Esse fenômeno é muito evidente nas [estrelas-do-mar](#) quando se alimentam de um molusco bivalve, visto que elas precisam abrir as valvas desses animais para ingeri-lo, dessa forma elas alteram a rigidez do seu corpo e em associação com os pés ambulacrais geram uma força suficiente para abrir as valvas do molusco (**Figura 4**).

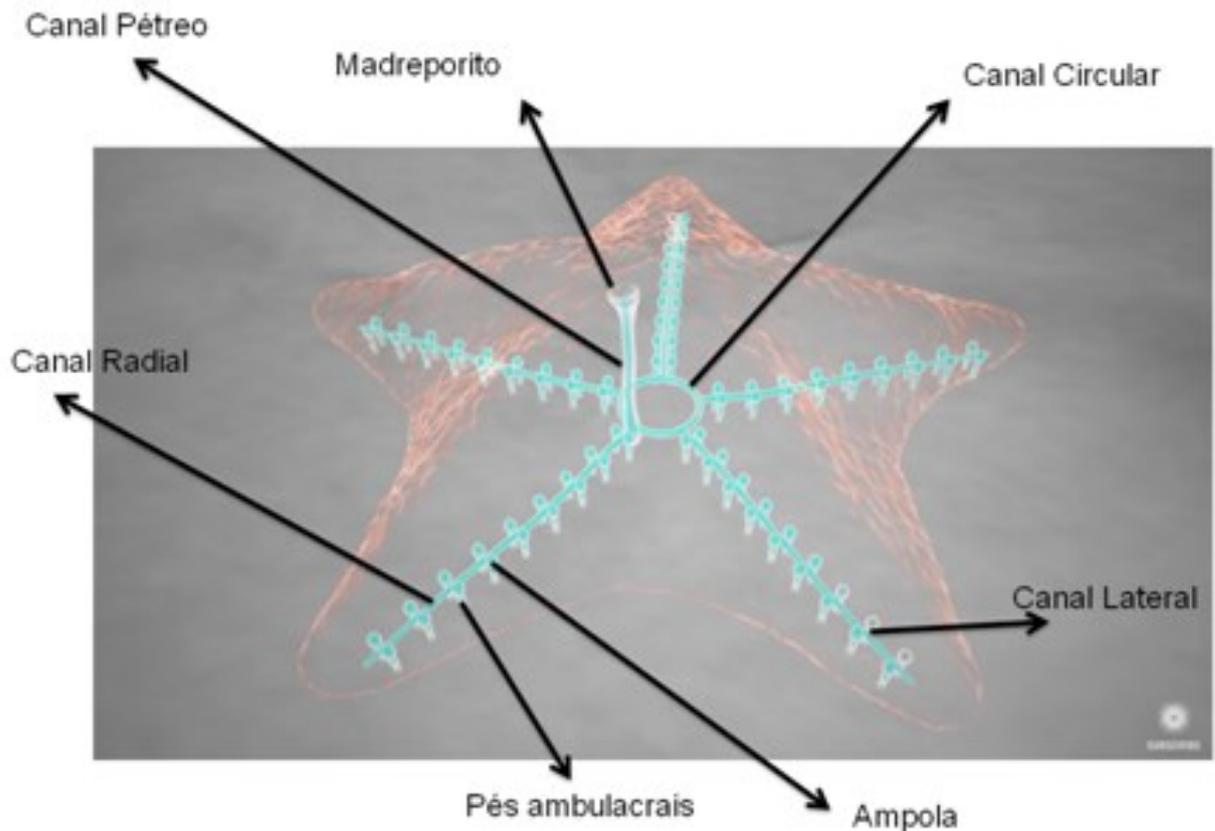
Figura 4 – Estrela-do-mar alimentando-se de um molusco bivalve



Fonte: Canal Vancouver Aquarium. Disponível em:
<https://www.youtube.com/watch?v=l6dnmLDu6Eg>

O sistema hidrovacular ou ambulacral é constituído por uma rede de canais (**Figura 5**) que primitivamente possuía a função de coleta e transporte de alimentos, mas atualmente funciona para locomoção, trocas gasosas e excreção de produtos nitrogenados que são eliminados por meio de difusão nas paredes dos pés ambulacrais.

Figura 5 - Esquema do Sistema hidrovacular em uma estrela-do-mar

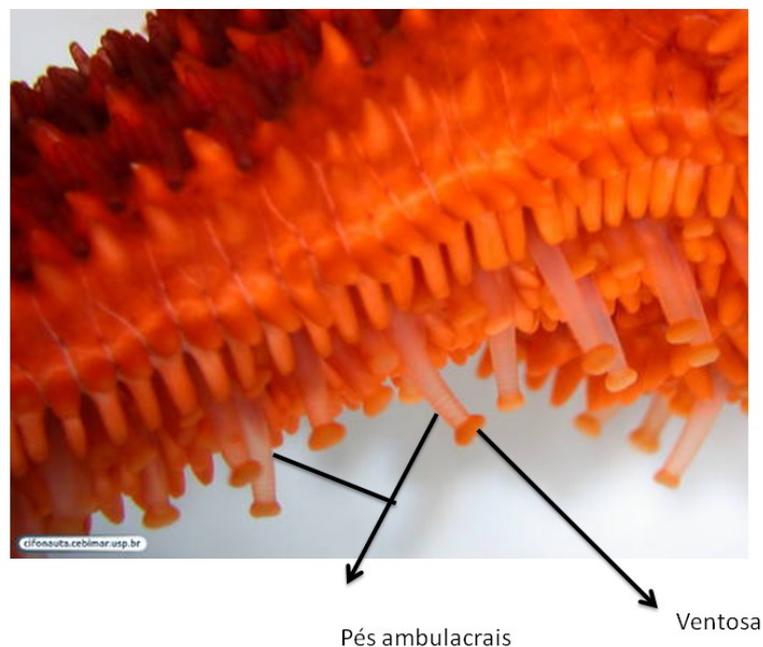


Fonte: Canal Deep Look. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=9rxf_2EgwfE
 Acesso em: 2021-07-11.

Nesse sistema, o madreporito, uma abertura ranhurada na derme, é responsável pela entrada da água. A localização do madreporito varia conforme as classes. No asteroídeos e equinoídeos fica na região aboral e nos ofiuróides na região oral. Excepcionalmente, no entanto, nos holoturoídeos ele é interno e nos crinoídeos é inexistente. A água que entra pelo madreporito é encaminhada para o canal pétreo que se comunica com o canal circular, localizado em torno da boca. Do canal circular partem canais radiais e desses, numerosos canais laterais, que se conectam aos pés ambulacrais. Dessa forma, os canais radiais delimitam as ditas áreas ambulacrais, normalmente com numerosa quantidade de pés ambulacrais. Essas áreas podem ser fechadas ou abertas, conforme acima mencionado. Quando abertas, normalmente, apresentam-se morfologicamente como uma fenda localizada na região oral, através da qual externalizam-se os pés ambulacrais (por exemplo, estrelas-do-mar).

Os pés ambulacrais (**Figura 6**) consistem em tubo muscular oco cuja extremidade interna possui uma ampola e a externa uma ventosa. Em algumas espécies de estrelas-do-mar, que habitam ambientes lodosos e arenosos, os pés ambulacrais não possuem ventosas visto que para locomoção nesse tipo de substrato seria desnecessária a presença dessa estrutura.

Figura 6 - Pés ambulacrais da espécie *Echinaster brasiliensis*



Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/4137/> Acesso em: 2021-07-16.

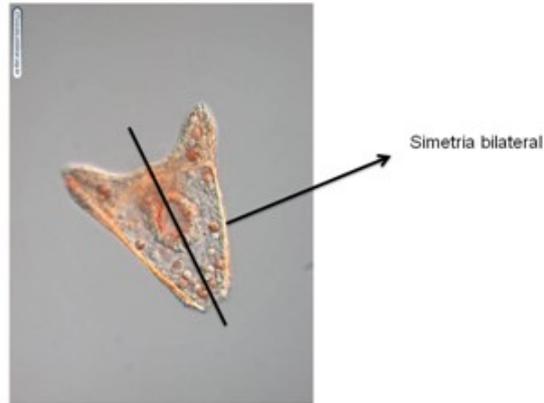
Convém lembrar ainda, que os equinodermos apresentam também os corpúsculos de Tiedemann e as Vesículas de Poli associadas ao sistema ambulacral ou hidrovacular. Os Corpúsculos de Tiedemann são quatro ou cinco pares de “bolsas” que se abrem no canal circular e têm como função a produção de celomócitos. Já as Vesículas de Poli correspondem a cinco “bolsas” que também se abrem no canal circular e tem como função armazenamento de fluido celomático. No entanto, em algumas espécies de estrelas-do-mar, essas vesículas podem ser ausentes. O sistema ambulacral proporciona, portanto, ao animal a geração de uma

força hidráulica para realizar a movimentação dos pés ambulacrais, sendo assim esse é considerado um mecanismo eficiente para a locomoção.

Como mencionado anteriormente, os equinodermos recebem esse nome em decorrência da natureza áspera e espinhosa do seu corpo, isso porque existem numerosas estruturas presentes nessa superfície, como, por exemplo, as pedicelárias. As **pedicelárias** são estruturas em formato de “pinça” muito semelhante com uma “mandíbula” cuja movimentação ocorre em decorrência da associação com músculos, que possibilitam a abertura e o fechamento dela, quando estimulada. Essa estrutura fica espalhada pela superfície do corpo dos equinodermos, sendo bem evidentes nas Classes Asteroidea e Echinoidea, por exemplo. Uma das principais funções das pedicelárias é realizar a limpeza e a captura de alimento. Além disso, os ouriços-do-mar podem apresentar pedicelárias associadas com “sacos” de veneno.

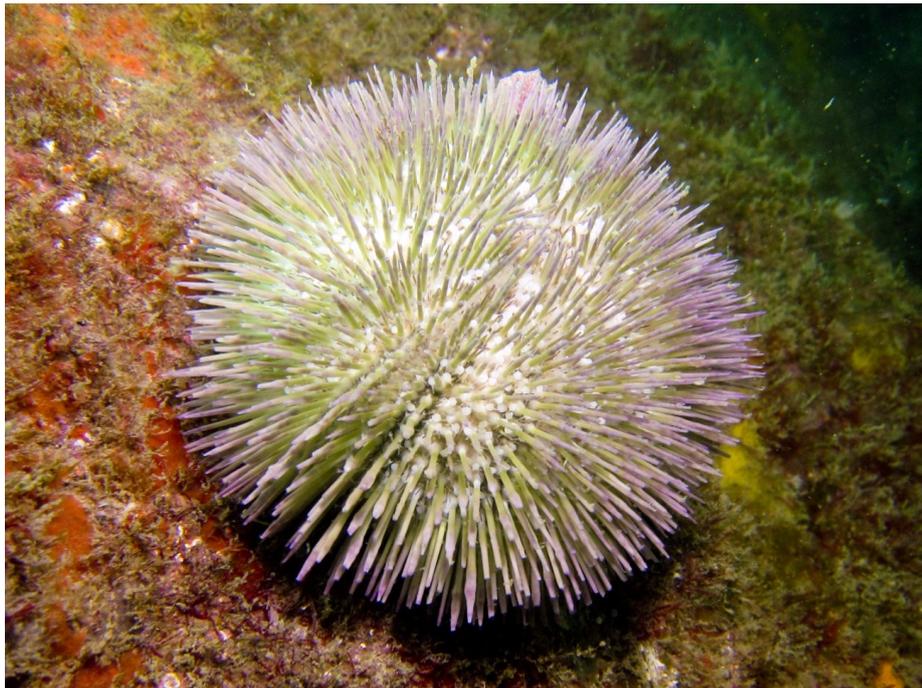
Brânquias dérmicas são estruturas especializadas para o auxílio das trocas gasosas, portanto, as estrelas-do-mar apresentam pápulas, enquanto as serpentes-do-mar possuem bursas e os pepinos-do-mar a árvore respiratória. Vale ressaltar, que essas estruturas respiratórias também participam da excreção, pois, os equinodermos não possuem órgãos específicos para esse processo. Além disso, os equinodermos apresentam uma metamorfose drástica com [mudança na simetria](#) (**Figura 7**), ou seja, durante o estágio larval esses indivíduos apresentam simetria bilateral, após um determinado tempo as larvas realizam essa transformação e passam a ser um jovem com simetria radial (**Figura 8**).

Figura 7 - Larva de ouriço-do-mar espécie *Arbacia lixula*



Fonte: Alvaro E. Migotto, Bruno C. Vellutini. Ouriço-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/3845/> Acesso em: 2021-07-11.

Figura 8 - Ouriço-do-mar adulto espécie *Lytechinus variegatus*



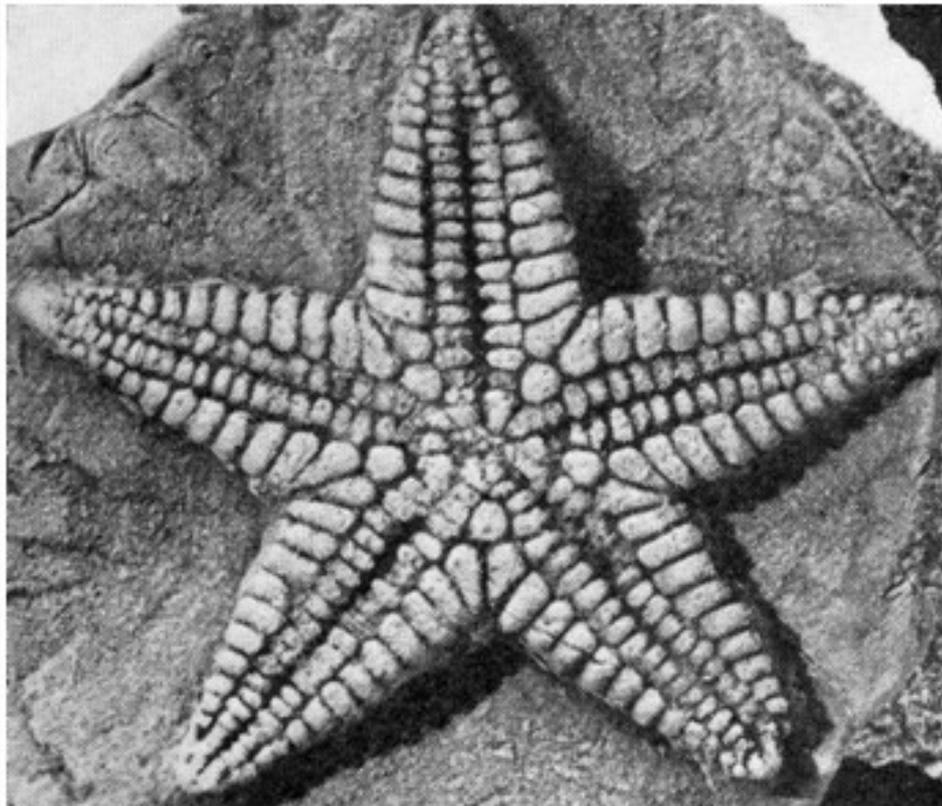
Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Breve História Evolutiva dos Equinodermos

Os equinodermos possuem uma elevada importância para estrutura de comunidades bentônicas marinhas, visto que apresentam indivíduos que ocupam diversos nichos ecológicos; podem compor até 95% da biomassa total de regiões abissais. Portanto, diante desse elevado número de espécies, registros fósseis e de suas contribuições ecológicas para o ambiente marinho, esses animais têm

despertado o interesse para o entendimento da sua história evolutiva. Investigações a partir de registros fósseis deste grupo datam do período cambriano e se acredita que, entre o cambriano e ordoviciano, existiam aproximadamente 20 classes de equinodermos. No entanto, apesar dos excelentes registros fósseis (**Figura 9**), devido ao seu endoesqueleto constituído por ossículos calcários, que fossiliza bem, a origem e a evolução desses animais ainda é incerta. Uma das principais hipóteses é que esses organismos descendem de um ancestral bilateral, visto que como citado anteriormente as larvas dos equinodermos apresentam uma simetria bilateral apesar de adotar posteriormente uma simetria radial.

Figura 9 - Registro Fóssil de estrela-do-mar do paleozóico



Fonte: Elenco de *Devonaster eucharis*. Uma estrela do mar paleozóica. Coleção Wellcome . Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Referências Bibliográficas

ALITTO, R. A. S. **Biodiversidade dos Echinodermata da Baía do Araçá, São Sebastião, SP**. 2015. 185 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2015.

GONDIM, A. I. *et al.* Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Biota Neotrop**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 151-159, Abr/Jun. 2008.

HICKMAN, C. P; ROBERTS, L. S; LARSON, A. (11ed). **Princípios Integrados da Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

MARTINS, E. S. **Desenvolvimento embrionário e larval de *Encope emarginata* (Leske, 1778) (Echinodermata: Echinoidea), e variações morfofisiológicas interpopulacionais ao longo da costa brasileira entre 13° S e 30° S**. 2008. 133 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

OLIVEIRA, J. P. **Holothuroidea (Echinodermata) da região Nordeste do Brasil**. 2013. 222 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2013.

PAWSON, D. Phylum Echinodermata. **Zootaxa**. Nova Zelândia, v.1668, n.3, p.749-764, Dez.2007.

RUPPERT, E. E; FOX, R. S; BARNES, D. S. (7ed). **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SLIVAK, N. N. **Fauna Echinodermata de Santa Catarina, Brasil: Levantamento faunístico e características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

CLASSE ASTEROIDEA

A classe Asteroidea tem como representante as exuberantes estrelas-do-mar (**Figura 1**), apresentando cerca de 1.500 espécies viventes no mundo e, dentre essas, 80 ocorrendo no Brasil. Essas espécies estão distribuídas em seis ordens: Paxillosida, Velatida, Valvatida, Spinulosida, Forcipulata e Brisingida. São animais bentônicos e ocupam diversos nichos ecológicos. As estrelas-do-mar representam muito bem as características básicas dos equinodermos, no entanto, apresentam algumas particularidades anatômicas e funcionais, que as distingue dos demais representantes do filo.

Figura 1 – Estrelas-do-mar espécie *Oreaster reticulatus*



Fonte: FEITOSA, J. L. (2021).

A maioria das espécies de estrelas-do-mar possuem cinco braços, no entanto, algumas podem apresentar mais, como é o caso da *Luidia senegalensis*, que possui nove braços e raramente pode apresentar oito (**Figura 2**). Esses braços se estendem a partir do disco central, sem a presença de uma articulação visível. Nessa região alojam-se quase todos os órgãos. Os asteroides podem realizar

autotomia, que consiste na liberação espontânea de uma parte do corpo em situação de estresse. Por exemplo, sob ataque, eles podem liberar um braço para distrair o predador, enquanto fogem e logo após podem iniciar o processo de regeneração da parte perdida (**Figura 3**). As estrelas-do-mar variam de 12 a 24 cm diâmetro, entretanto, algumas espécies têm menos de dois centímetros e podem até atingir um metro de envergadura. Além disso, podem exibir combinações de cores, ou tons sólidos como vermelho, alaranjado, azul, roxo ou verde.

Figura 2 - Estrela-do-mar espécie *Luidia senegalensi*



Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/9727/> Acesso em: 2021-07-16.

Figura 3 - *Echinaster brasiliensis* em processo de regeneração do braço



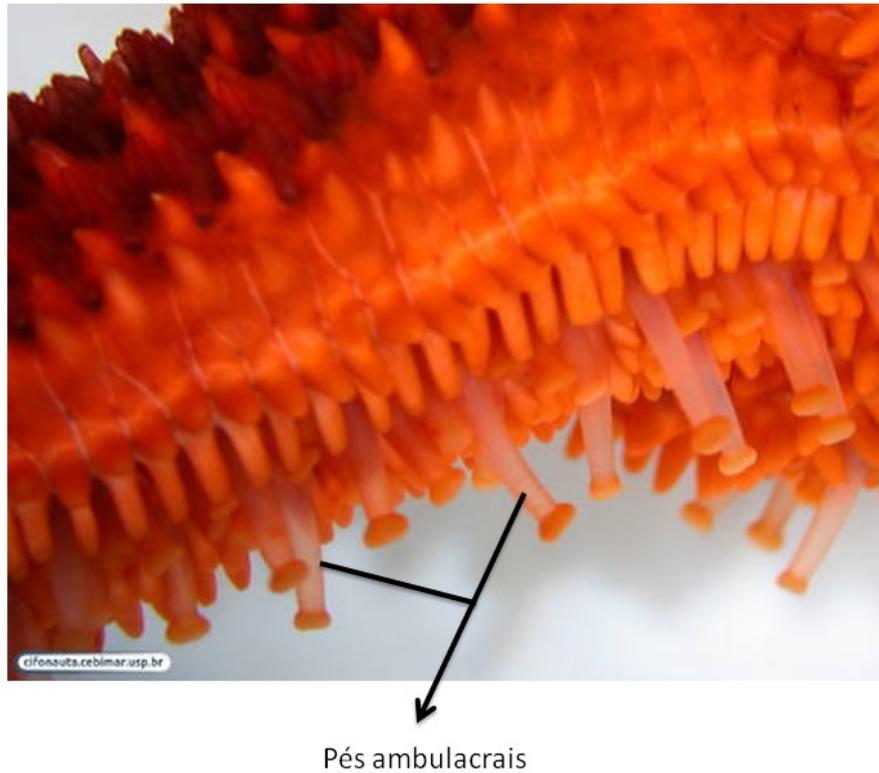
Braço em regeneração

Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar com braço em regeneração. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/7139/> Acesso em: 2021-07-17.

Em decorrência da simetria corpórea dos equinodermos, a boca dos asteroides fica na superfície central da região oral. Nessa região, localizam-se os sulcos ambulacrais, que são abertos e em forma de fenda, que se estendem ao longo do comprimento de cada braço. Essa região é responsável por abrigar os seus numerosos pés ambulacrais (**Figura 4**). Além disso, a margem ambulacral apresenta espinhos móveis (**Figura 5**), cuja função é proteger esses pódios. Vale ressaltar que o [sistema hidrovascular ou ambulacral](#) é o responsável por gerar uma força hidráulica, que permite a movimentação desses pés. Portanto, esses organismos conseguem se locomover em diversos tipos de sedimentos marinhos, desde rochosos a lamosos. No entanto, na extremidade externa desses pés, em algumas espécies de estrelas-do-mar, pode existir ventosas, estrutura que possui formato de taça cuja função é auxiliar a locomoção e também gerar uma fixação temporária nos substratos, principalmente aqueles rochosos. Dessa forma, espécies que habitam

substratos arenosos e lamosos tendem a não ter essa estrutura, visto que sua funcionalidade nesse tipo de sedimento seria desnecessária.

Figura 4 - Pés ambulacrais da espécie *Echinaster brasiliensis*



Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/4137/> Acesso em: 2021-07-16.

Figura 5 – Detalhes de um braço, destacando os espinhos marginais

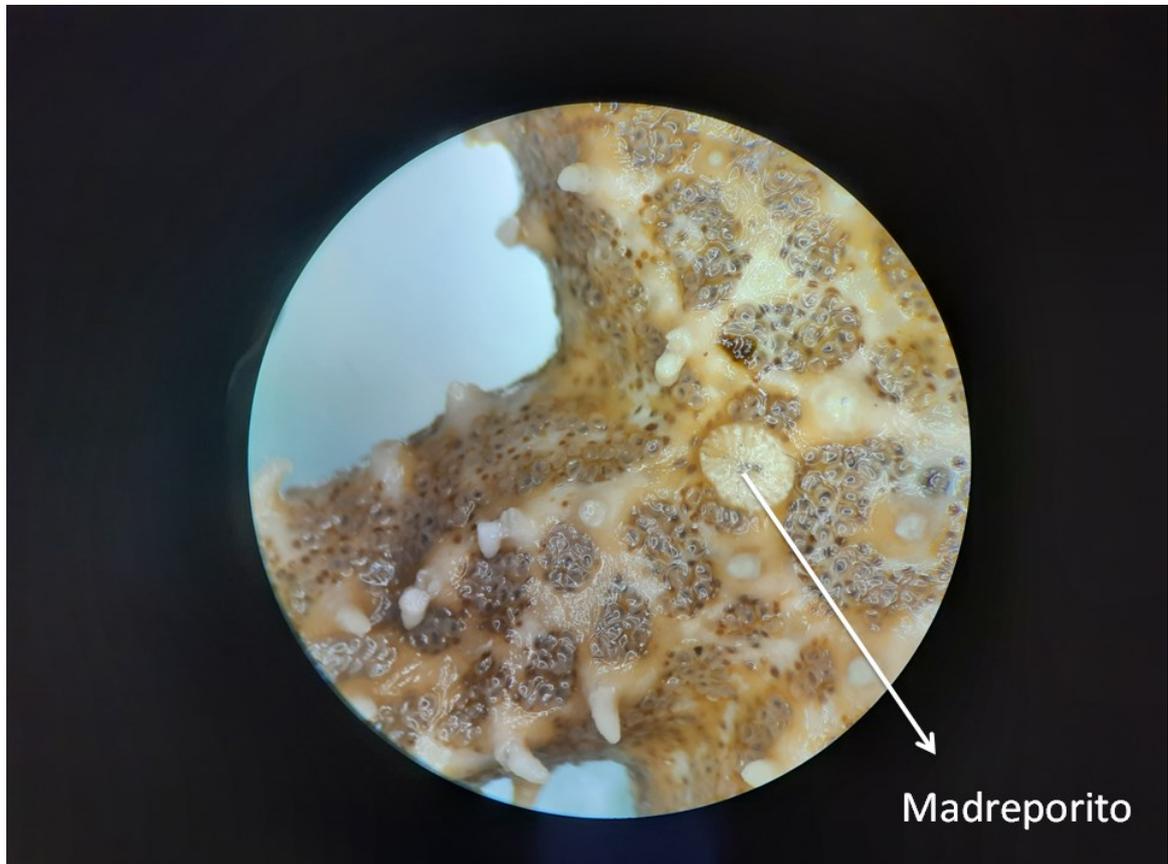


Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/4151/> Acesso em: 2021-08-15.

No que diz respeito à superfície aboral dos asteroides podemos destacar a presença de diversas estruturas como, o ânus, madreporito, pedicelárias, pápulas e paxilas que conferem a essa superfície a característica de áspera e espinhosa. O ânus corresponde à porção terminal do trato digestivo, no entanto, nas estrelas-do-mar ele não é facilmente perceptível. Assim como também o madreporito (**Figura 6**) sendo uma abertura para o meio externo que permite a entrada de água para o funcionamento do sistema hidrovacular ou ambulacral. As pedicelárias são estruturas em formato de pinça que ficam espalhadas pela superfície do corpo desses animais, cujo objetivo é realizar a proteção das pápulas, limpeza e captura de alimento. As pápulas são brânquias dérmicas especializadas para o auxílio das trocas gasosas. Vale ressaltar, que a maior parte desse processo ocorre nos pés ambulacrais. Além disso, essa estrutura contribui de forma significativa para a excreção visto que esses animais não possuem órgão específico para essa função. As paxilas (**Figura 7**) são uma elevação dos ossículos acima da epiderme criando, na superfície desses animais, uma segunda pele, com a função de aprisionar sedimentos e manter as brânquias e o madreporito livre de detritos. Essa estrutura é

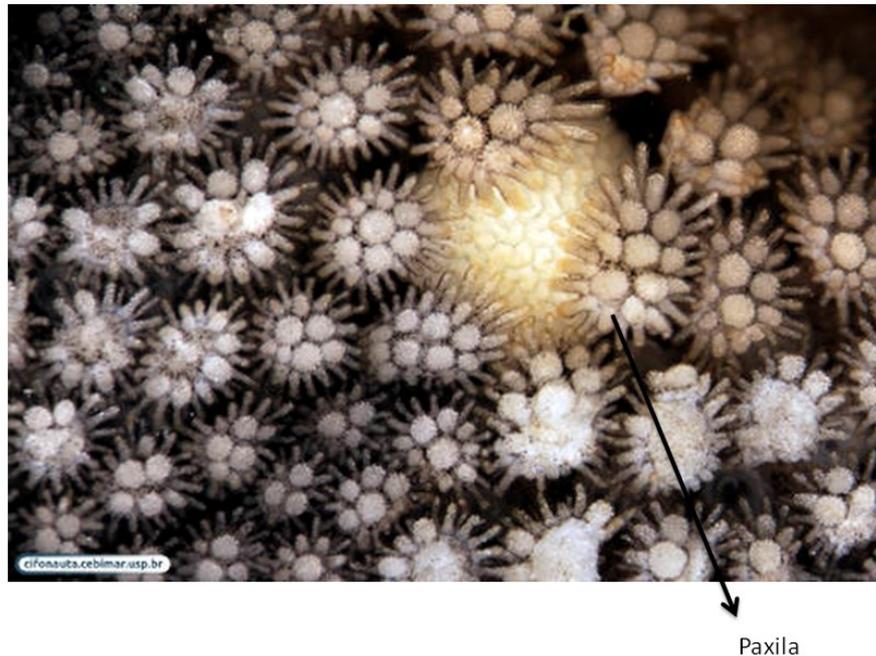
geralmente encontrada em espécies de estrelas-do-mar escavadoras, que se escondem em sedimentos (por exemplo, *Luidia*, *Astropecten* e *Goniaster*).

Figura 6 – Madreporito de uma estrela-do-mar



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Figura 7 - Paxilas na superfície corpórea da *Luidia clathrata*



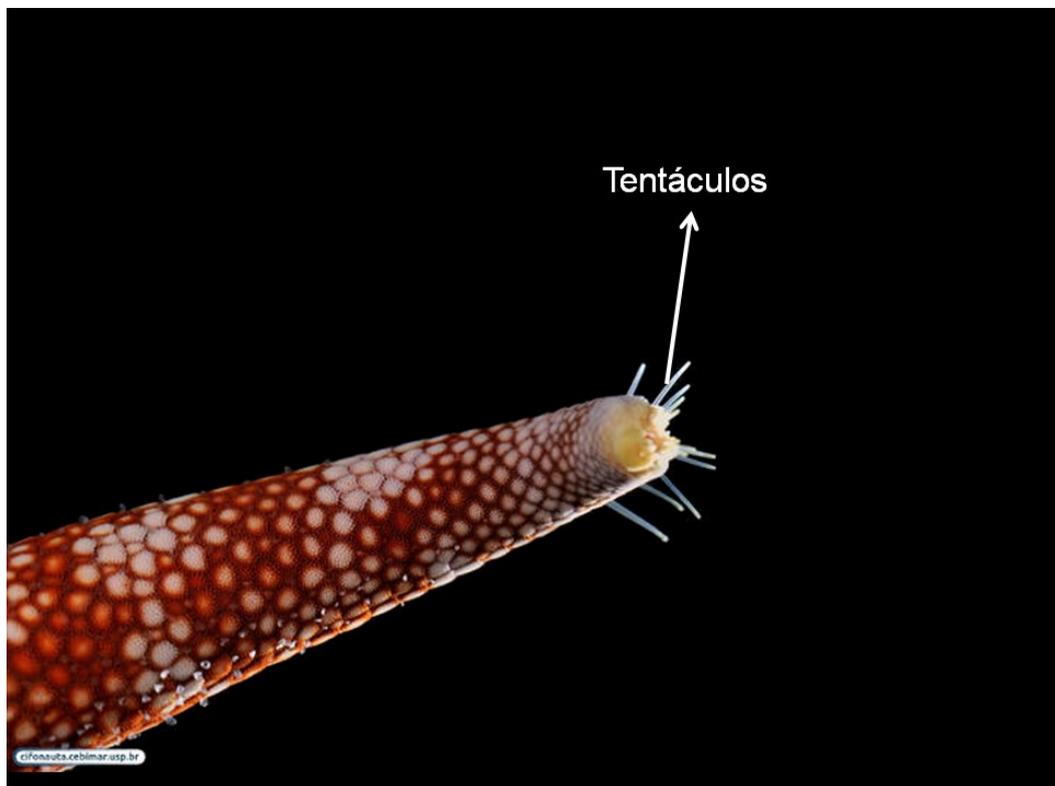
Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/9730/> Acesso em: 2021-07-17.

Hábito Alimentar

Os asteroides são animais tipicamente predadores, mas também podem ser detritívoros. Seus itens alimentares são, comumente, caramujos, crustáceos, bivalves, poliquetas, peixes e outros equinodermos até mesmo estrelas-do-mar. Entretanto, algumas espécies podem apresentar uma dieta restritiva, optando preferencialmente por um único tipo de recurso alimentar, por exemplo, a estrela *Solaster stimpsoni*, que come apenas pepino-do-mar, enquanto a *Solaster dawsoni* alimenta-se de uma outra estrela, a *Solaster stimpsoni*. Vale ressaltar que outras espécies capturam uma grande variedade de presas e, dependendo da disponibilidade, podem exibir preferências. É impossível não associar seus sistemas com o hábito alimentar, visto que esses animais dependem do funcionamento desse “maquinário” para obter êxito na captura do alimento. Sendo assim, para encontrar e capturar um molusco bivalve, por exemplo, as estrelas-do-mar dependem da alteração da rigidez do corpo, do sistema ambulacral, nervoso e do digestivo.

Nesse sentido, para encontrar uma presa, as estrelas-do-mar utilizam seu sistema nervoso, que é difuso e composto por três unidades que são: ectoneural, hiponeural e aboral. Em conjunto, estas unidades permitem que esses organismos se movimentem, coordenando assim a direção e sentido da sua locomoção, além da percepção de estímulos externos. Através de ocelos e tentáculos (**Figura 8**) nas extremidades de cada braço, as estrelas-do-mar conseguem responder a estímulos luminosos e sensoriais. Portanto, essas estruturas vão captando informações químicas e físicas do ambiente.

Figura 8 - Tentáculos na extremidade do braço da espécie *Narcisia trigonaria*



Fonte: Alvaro E. Migotto. Estrela-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/9894/> Acesso em: 2021-08-15.

Ao encontrar uma possível presa, as estrelas-do-mar se direcionam rapidamente para elas. Contudo, não é somente o sistema nervoso que contribui para o êxito, mas também o ambulacral. Muitas estrelas-do-mar que habitam substratos moles, incluindo espécies dos gêneros *Luidia* e *Astropecten*, podem localizar presas enterradas e então cavar o substrato para encontrá-las. Portanto, dependendo do item alimentar, esses animais têm que alterar a rigidez do corpo.

Muitas estrelas-do-mar possuem o estômago dividido em cardíaco e pilórico e durante o processo de alimentação pode expor, pela cavidade oral, o [estômago cardíaco](#) (**Figura 9**). E, assim, realizar a digestão extracelular, jogando enzimas no alimento, entretanto, pode ocorrer também digestão intracelular nos cecos pilórico. Convém lembrar ainda, que estrelas-do-mar que possuem braços curtos e pouco flexíveis ou espécies que não possuem ventosas nos pés ambulacrais, como, por exemplo, os gêneros *Luidia* e *Astropecten*, a presa é ingerida inteira e digerida no interior do estômago. As partes não digeríveis como, conchas são expelidas pela boca. Além disso, existem estrelas-do-mar, que apresentam uma alimentação intra oral, geralmente consomem presas menores.

Figura 9 - Estômago cardíaco exposto durante a alimentação de uma estrela-do-mar



Presa

Estômago Cardíaco

Fonte: Canal Vancouver Aquarium. Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=l6dnmLDu6Eg>

Reprodução

Os asteroides são animais dióicos os sexos são separados, geralmente, possuem um par de gônadas, que se estende ao longo de cada espaço inter-radial

do braço. A fertilização é externa (**Figura 10**). Em algumas espécies os zigotos podem ser incubados sob a superfície oral ou em estruturas aborais especiais. O desenvolvimento das estrelas-do-mar é indireto, com um estágio larval, que inicialmente consiste em uma larva bipinária (**Figura 11**) e posteriormente braquiolária. A larva bipinária é livre natante e possui faixas ciliares que se desenvolvem e formam braços larvais. Posteriormente, a larva produz três braços adesivos e uma ventosa na região anterior; com essas características, ela passa a ser chamada de braquiolária. É nesse estágio que ela pode se fixar no substrato e realizar a metamorfose, que nos equinodermos consiste em uma mudança drástica da simetria, passando de bilateral para radial (fase juvenil). Algumas espécies podem regenerar uma estrela completamente nova a partir de um braço destacado desde que contenha uma parte do disco central (**Figura 12**).

Figura 10 - *Echinaster brasiliensis* liberando gametas



Gametas

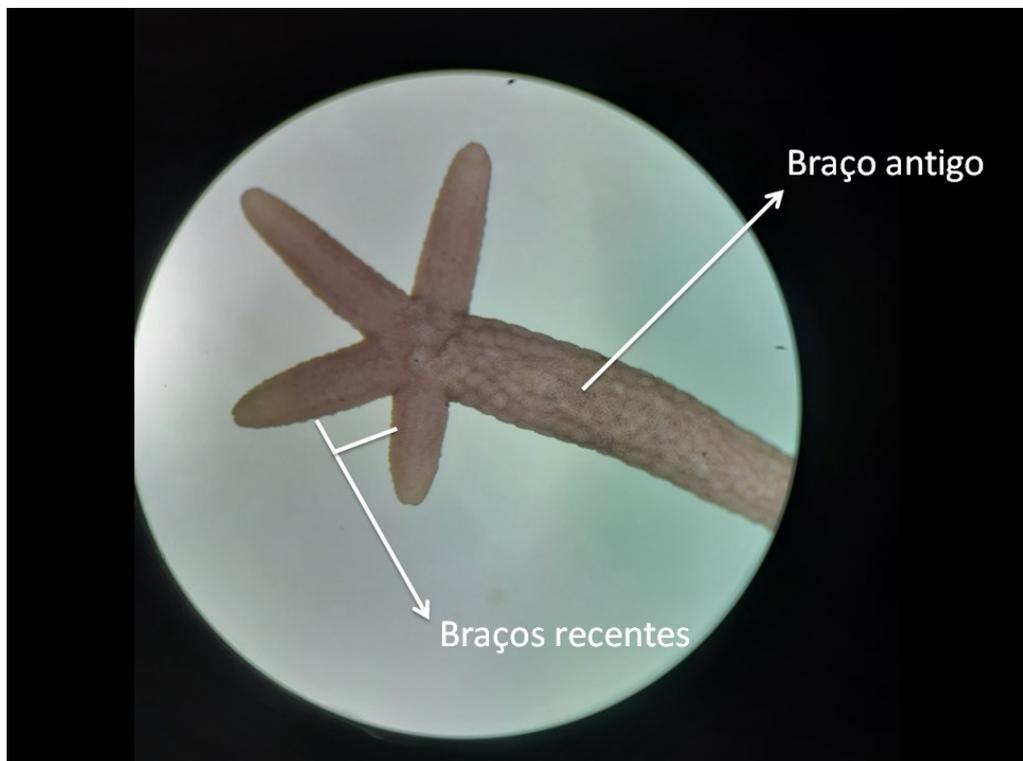
Fonte: Bruno C. Vellutini. Estrela-do-mar liberando gametas. Banco de imagens Cifonauta.
Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/8651/> Acesso em: 2021-07-17.

Figura 11 – Larva Bipinária das estrelas-do-mar



Fonte: Alvaro E. Migotto. Larva de estrela-do-mar (bipinária). Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/4115/> Acesso em: 2021-07-17.

Figura 12 – Regeneração de uma estrela-do-mar a partir de um braço



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Importância Ecológica

Os equinodermos de maneira geral desempenham importantes papéis ecológicos no ambiente marinho. Por exemplo, as estrelas-do-mar em alguns ecossistemas podem ser consideradas predadores de topo, sendo responsáveis por controlar a densidade populacional de algumas espécies. Como exemplo temos a *Astropecten marginatus*, que está diretamente relacionada com o controle populacional principalmente de moluscos, conhecidos como “mariscos”. Evidências mostram que, se não existisse essa estrela regulando a quantidade desses animais, haveria uma superpopulação desses moluscos e isso geraria grandes impactos ao ecossistema. Outro exemplo é da *Acanthaster planci*, vulgarmente conhecida como coroa de espinhos (**Figura 13**), é uma grande predadora de corais.

Figura 13 – Estrela-do-mar espécie *Acanthaster planci*.



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Nesse caso, populações de *Acanthaster* comumente exibem oscilações entre longos períodos de baixa densidade, com indivíduos mal distribuídos entre as áreas

recifais, e breve episódios de altas densidades, chamados de “surtos”. Essas explosões populacionais estão entre as mais destrutivas perturbações observadas em recifes tropicais, resultando no branqueamento dos corais do Indo-Pacífico e também de outras localidades, nas quais são encontradas essa espécie. A morte desses corais gera um efeito cascata “top down” na teia trófica afetando a diversidade e abundância de espécies das demais comunidades, como, algas e animais, que interagem de maneira direta ou indireta com esses corais. Diante desse cenário, ainda não se sabe ao certo qual é o fator determinante para a ocorrência desses surtos, mas acredita-se que esteja relacionado com a disponibilidade do fitoplâncton. No entanto, as estrelas-do-mar coroa de espinhos fazem parte da dieta de algumas espécies, como, por exemplo, *Charonia tritonis* (Tritão Gigante) e *Cheilinus undulatus* (Peixe Napoleão). De fato, as estrelas-do-mar fazem parte da dieta de muitos peixes e caranguejos que possuem importância comercial.

Na área médica, pesquisas demonstram o potencial dos extratos produzidos a partir de espécies como *Luidia clathrata* e *Astropecten articulatus*, que tem se mostrado como uma excelente substância anti-incrustante para esporos da alga parda *Hincksia irregulares*. Entretanto, apesar das inúmeras contribuições biológicas desses organismos no ambiente, cerca de 17 espécies de estrelas-do-mar encontram-se no livro vermelho de fauna ameaçada: *Coscinasterias tenuispina*, *Astropecten articulatus*, *Astropecten brasiliensis*, *Astropecten cingulatus*, *Astropecten marginatus*, *Tethyaster vestitus*, *Luidia alternata*, *Luidia clathrata*, *Luidia ludwigi*, *Luidia senegalensis*, *Echinaster (Othilia) brasiliensis*, *Echinaster (Othilia) echinophorus*, *Echinaster (Othilia) guyanensis*, *Asterina stellifera*, *Linckia guildingi*, *Narcissia trigonaria* e *Oreaster reticulatus*. Espécies de estrelas-do-mar, que vivem em ambientes arenosos, sofrem com impactos relacionados com a pesca de peixes e camarões, pois essas capturas são feitas por redes de arrastos. Conseqüentemente, acabam sendo coletadas também. Além disso, por apresentarem coloração chamativa, despertam o interesse de aquarofilistas e turistas que podem usá-las como artigos decorativos (**Figura 12**) ou até mesmo religiosos.

Figura 14 – Estrela-do-mar possivelmente em aquário



Fonte: [Mondfeuer](#) por [Pixabay](#) (2016).

Referências Bibliográficas

ALVARADO, J. J.; GUZMAN, H. M; BREEDY, O. Distribution and diversity of echinoderms (Asteroidea, Echinoidea, Holothuroidea) in the islands of the Gulf Chiriqui, Panama. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**. Chile, v.4, n.1, p. 13-22, Abr.2012.

GONÇALVES-PUPPIN, C. T. *et al.* Niche modeling remarks of *Luidia senegalensis* (Lamarck, 1816) (Asteroidea, Luidiidae) after 30 years of its first capture in the northeastern Brazilian coast. **Latin American Journal of Aquatic Research**. Chile, v.48, n.3, p.497-505, Jan.2020.

HICKMAN, C. P; ROBERTS, L. S; LARSON, A. (11ed). **Princípios Integrados da Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

KAYAL, M. *et al.* Predator Crown-of-Thorns Starfish (*Acanthaster planci*) Outbreak, Mass Mortality of Corals, and Cascading Effects on Reef Fish and Benthic Communities. **Plus one**. Califórnia, v.7, n.10, p.1-9, Out.2012.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: Fundação Biodiversitas, 2018. 492 p.

NARVÁZL, K; ZAPATA, F. A. First record and impact of the crown-of-thorns starfish, *Acanthaster planci* (Spinulosida: Acanthasteridae) on corals of Malpelo Island, Colombian Pacific. **Revista Biología Tropical**. Costa Rica, v.58, n.1, p. 139-143, Mai.2010.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, D. S. (7ed). **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SLIVAK, N. N. **Fauna Echinodermata de Santa Catarina, Brasil: Levantamento faunístico e características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

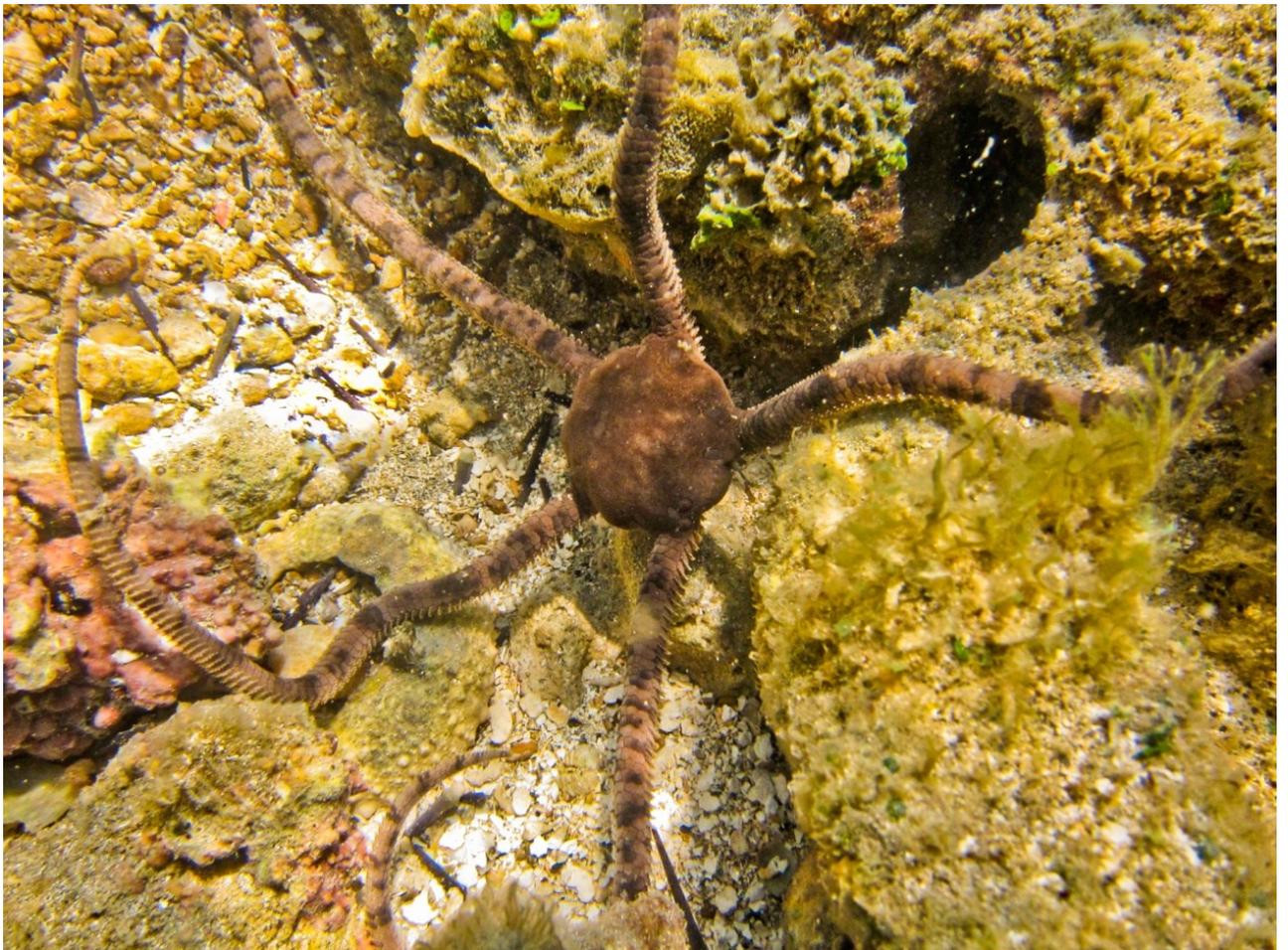
STEVEN, A. **An Analysis of Fishing Activities on Possible Predators of the Crown of Thorns Starfish (*Acanthaster planci*) on the Great Barrier Reef**. (Prepared for the Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Australia, 1988).

ZOLDAN, L. V. **Análise do Conteúdo Estomacal de Duas Espécies de Estrela-do-mar: *Astropecten marginatus* (GRAY, 1840) e *Luidia senegalensis* (LAMARCK, 1816) na enseada de Caraguatatuba, Sp. Sudeste do Brasil**. 2005. 41 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos. São João da Boa Vista, 2005.

CLASSE OPHIUROIDEA

A classe Ophiuroidea tem como representante as exuberantes serpentes-do-mar (**Figura 1**), com cerca de 2.000 espécies viventes no mundo. Dessas, 100 ocorrem no Brasil. Assim como as estrelas-do-mar, os ofiuróides são animais bentônicos e ocupam diversos nichos ecológicos, sendo esta característica uma das que mais contribui para alta diversidade desses animais.

Figura 1 – Serpente-do-mar

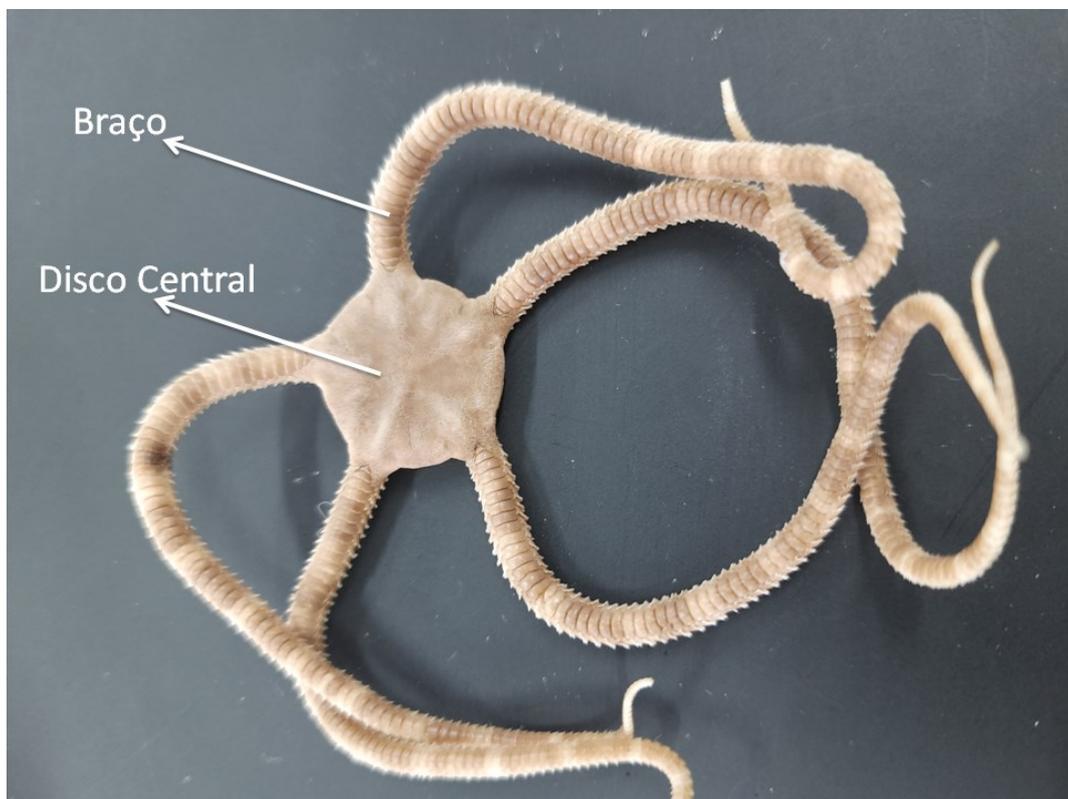


Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Os ofiuróides podem ser encontrados em zonas de médio e infralitoral, contudo, algumas espécies ocorrem em altas profundidades. As serpentes-do-mar apresentam as características básicas dos equinodermos. Entretanto, possuem algumas particularidades anatômicas e funcionais que as distingue dos demais representantes do filo. Assim como as estrelas-do-mar, os ofiuróides possuem cinco

braços ou até mais. Esses braços são bem desenvolvidos, porém, nitidamente distintos do disco central (**Figura 2**), que encerra toda a massa visceral desses animais. Os braços são alongados, estreitos e articulados, sendo constituídos por ossículos. Os braços auxiliam na locomoção, fixação e na alimentação desses animais. Assim como os demais equinodermos, os ofiuróides podem realizar autotomia (liberação de uma parte do corpo em situações de estresse e logo após pode iniciar o processo de regeneração).

Figura 2 – Região aboral de uma serpente-do-mar

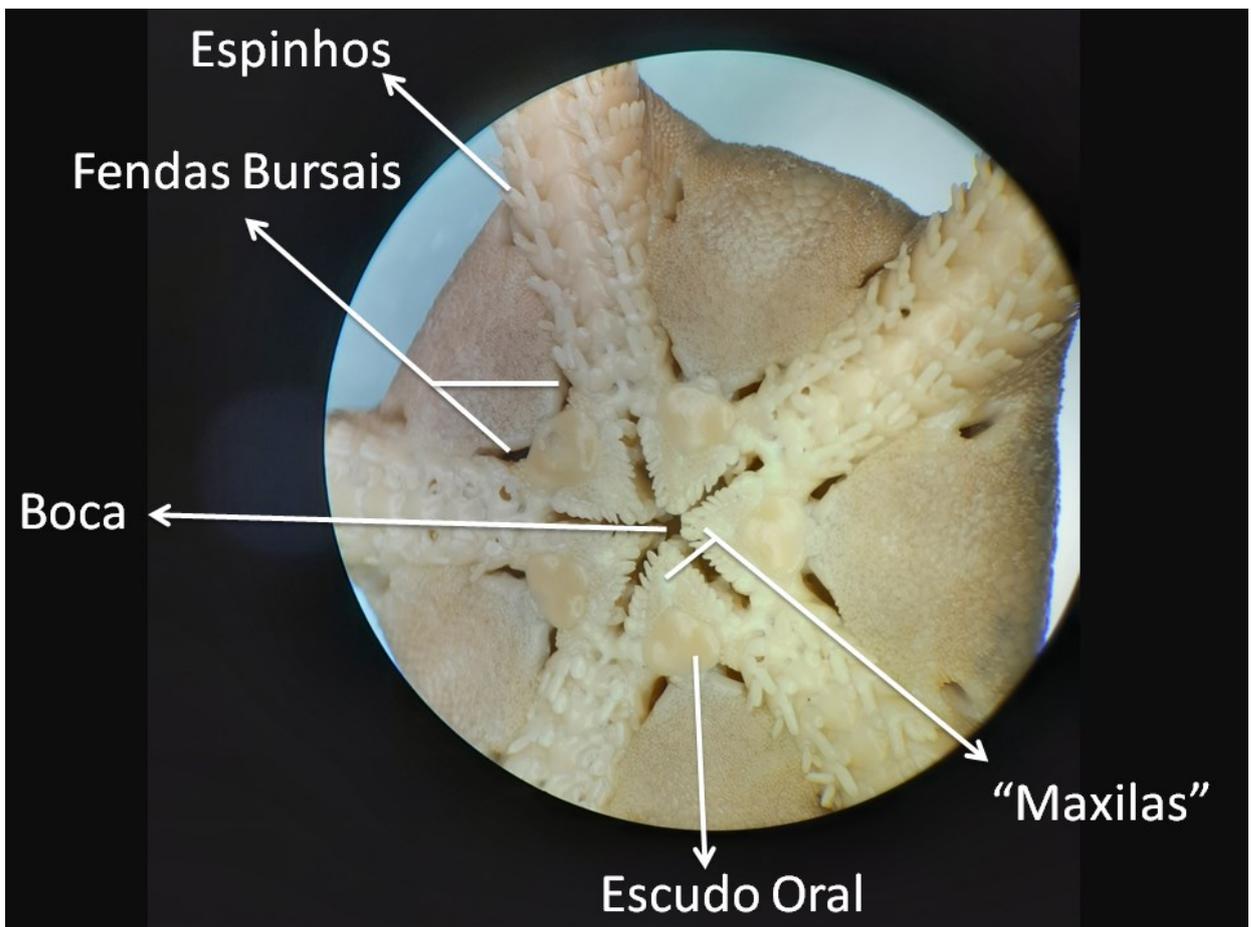


Fonte: BARROS, D. S (2021).

Na maioria dos ofiuróides o disco central varia de um a três centímetros de diâmetro, mas em algumas espécies podem atingir até 12 cm. Quanto à coloração, podem exibir desde cores vivas a tons de cinza e marrom. Vale ressaltar que a espécie *Ophiocoma wendti*, das Índias Ocidentais, apresentam cromatóforos distribuídos por toda sua epiderme, o que permite que esses animais consigam mudar o padrão de coloração do seu corpo.

Em decorrência da simetria corpórea dos equinodermos, a boca dos ofiuróides fica na superfície central da região oral e apresentam cinco placas móveis, que circundam a boca. Essas funcionam como “maxilas”, sendo responsáveis pela apreensão do alimento (**Figura 3**). Ainda nesta região podemos encontrar os sulcos ambulacrais que neste caso são fechados e cobertos por ossículos. As brânquias dérmicas nesta classe recebem o nome de bursas e têm função de auxiliar nas trocas gasosas, excreção e, em algumas espécies, são utilizadas para incubação também. Diferentemente de outros equinodermos, os ofiuróides não possuem ventosas nas extremidades dos pés ambulacrais, contudo pode apresentar numerosas papilas adesivas.

Figura 3 – Região Oral de uma serpente-do-mar



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Dentre todos os equinodermos, os ofiuróides são considerados os mais ágeis. Isso ocorre porque a maioria das espécies no momento da locomoção utiliza

os [braços articulados](#). Essa mobilidade permite que os ofiuróides consigam elevar, o disco central pouco ou bem acima do substrato, enquanto os braços realizam movimentos de “[remada](#)”, com o objetivo de projetar todo corpo para a direção desejada. Diferentemente das estrelas-do-mar, cujo madreporito se abre para o meio externo na região aboral, nesses animais essa estrutura se localiza na região oral. A superfície aboral dos ofiuróides é coberta por pequenas escamas e espinhos, além disso, várias estruturas estão ausentes como, as pedicelárias, pápulas e o ânus. Nos ofiuróides, os sistemas hidrovacular e nervoso são semelhantes aos encontrados nos asteroides.

Hábito Alimentar

Os ofiuróides são animais [carnívoros](#), comedores de carniça, de depósito ou suspensívoros. Eles podem utilizar vários modos de alimentação, no entanto, um acaba sendo predominante. Assim como todos os equinodermos, é impossível não associar seus sistemas com o hábito alimentar, visto que esses animais dependem do funcionamento desse “maquinário” para obter êxito na captura do alimento. Nesse sentido, como citado anteriormente, os ofiuróides apresentam o sistema nervoso e hidrovacular semelhantes àqueles encontrados nas estrelas-do-mar. Entretanto, nesses animais é ausente a presença de órgãos sensoriais especializados. Dessa forma, a maioria das espécies possui fototaxia negativa, ou seja, preferem locais sombreados com pouca luminosidade sendo mais ativos durante a noite. Mesmo não apresentando órgãos sensoriais especializados, as serpentes-do-mar conseguem detectar suas presas mesmo sem exibir um contato direto. Isso ocorre devido à presença de células quimiorreceptoras (RUPPERT; FOX; BARNES, 2005; MAJER, 2008).

Em espécies comedoras de depósitos, os pés ambulacrais são utilizados para coletar as partículas que estão no substrato e compactá-las para posteriormente encaminhá-las para região oral. No entanto, em indivíduos suspensívoros os braços se mantêm erguidos gerando uma agitação na água. Ao realizar esses movimentos, o material orgânico em suspensão na água fica aderido no muco, que é lançado entre os espinhos para em seguida ser levado à boca. Em ofiuróides carnívoros, o braço é utilizado para [capturar e enrolar](#) a presa evitando que ela fuja e assim ela é direcionada para boca.

Quando esse alimento chega à cavidade oral é direcionado para o trato digestivo, passando inicialmente pelo esôfago que é curto e grosso, e por fim para o estômago, que possui forma de saco e que ocupa a maior parte do disco central. Além disso, é no estômago que acontece a digestão e a absorção do alimento, visto que nesses animais o intestino e o ânus são ausentes. Nesse caso, as fezes são eliminadas pela boca.

Reprodução

Os ofiuróides geralmente são dióicos, embora alguns sejam hermafroditas. As gônadas são pequenas “bolsas” que ficam aderidas ao lado das bursas. Os gametas, quando maduros, são liberados para o meio externo através das fendas genitais. Algumas espécies incubam ovos nas bursas. Quando finalizado o desenvolvimento embrionário, formas jovens são liberadas através do rompimento das fendas ou de parte do disco central. Assim como os demais equinodermos, os ofiuróides que não realizam incubação possuem um estágio larval livre natante denominado ofiopluteo (**Figura 4**). Essa larva apresenta quatro pares de braços alongados com bandas ciliadas que são sustentadas por bastões calcários. Uma característica marcante desse estágio é o formato de V. Entretanto, diferentemente de outros equinodermos, os ofiuróides para realizar a metamorfose não se fixam no substrato, esse processo acontece durante o período livre natante. Portanto, a forma jovem vai para o fundo do ambiente e assume a forma adulta.

Figura 4 – Larva ofiopluteo



Fonte: Alvaro E. Migotto. Larva de ofiuróide - ofioplúteus. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/9519/> Acesso em: 2021-08-14.

Vale ressaltar que algumas espécies realizam reprodução assexuada. Isso acontece por meio da (clivagem) do disco, o que resulta duas serpentes-do-mar, pois cada uma dessas partes vai se regenerar e originar um ofiuróide completo.

Importância Ecológica

Devido a sua abundância, assim como os demais equinodermos, os ofiuróides desempenham importantes papéis ecológicos no ambiente marinho, pois, atuam na ciclagem de nutrientes, controle de densidade populacional de suas presas. Além disso, fazem parte da dieta de muitos organismos de importância comercial. Recentemente surgiu um grande interesse da área médica em processos regenerativos realizados por invertebrados, uma vez que esses animais têm uma grande capacidade de originar novas células para repor estruturas danificadas. Alguns estudos acerca da regeneração têm como foco ofiuróides como a espécie *Ophiocomella ophiactoides* que conseguem realizar esse mecanismo. Outros têm focado em equinodermos, que realizam a regeneração, através da reprodução assexuada. O entendimento desse processo tem contribuído para diversas áreas tais como regulação celular, biotecnologia, engenharia tecidual dentre outras especialidades médicas.

Em decorrência do comportamento críptico desses animais, muitas espécies de ofiuróides podem ser encontradas em micro-habitat, convivendo com algas, corais, esponjas e dentre outros (**Figura 5**). Essa estratégia fornece para as serpentes-do-mar proteção contra eventuais predadores e as substâncias químicas produzidas por animais e algas tornam-se uma defesa a mais contra possíveis predadores.

Figura 5 – Serpentes-do-mar sobre uma esponja



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Referências Bibliográficas

BORGES, M. **Taxonomia, distribuição e biologia reprodutiva de Ophiuroidea (Echinodermata) das Regiões Sudeste e Sul do Brasil**. 2006. 153 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2006.

BORGES, M; AMARAL, A. C. Z. Ophiuroidea (Echinodermata): quatro novas ocorrências para o Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. Curitiba, v.24, n.4, p. 855-864, Dez.2007.

CERQUEIRA, W. R. P. ***Ophiocomella ophiactoides* (H. L. Clark, 1991) (Echinodermata, Ophiuroidea): Taxonomia, Habitats, Distribuição, Estatura e Reprodução Clonal em Ambientes Tropicais do Atlântico Sul Ocidental entre as Latitudes de 12° e 16° (Bahia, Brasil)**. 2012. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

GONDIM, A. I. *et al.* Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa, Paraíba, Brasil. **Biota Neotrop**. [S.l], v.8, n.2, p. 151-159, Jun.2008.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. (11ed). **Princípios Integrados da Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

LEITE JR, N. S. Ecologia dos Ofiuróides (Echinodermata: Ophiuroidea) Habitantes nos Recifes de Arenito da Praia do Paiva, Litoral Sul de Pernambuco, Brasil. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 9., 2009, São Lourenço - MG, 2009. **Anais eletrônicos** [...] São Lourenço, 2009. Disponível em:http://www.sebecologia.org.br/revistas/indexar/anais/2009/resumos_ixceb/465.pdf f. Acesso em: 01 jun. 2021.

LIMA, E. J. B; FERNANDES, M. L. B. Diversidade de equinodermos (Echinodermata) no Estado de Pernambuco (BRASIL). **Revista Brasileira de Zociências**. Juiz de Fora – MG, v.11, n.1, p. 55-63, Abr. 2009.

MAJER, A. P. **Ecologia de Ofiuróides Associados a Microhabitats Biológicos**. 2008. 133 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2008.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, D. S. (7ed). **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SLIVAK, N. N. **Fauna Echinodermata de Santa Catarina, Brasil: Levantamento faunístico e características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

CLASSE CRINOIDEA

A classe [Crinoidea](#) tem como representante os lírios-do-mar e as penas-do-mar ([comatulídeos](#)) (**Figura 1**), apresentando cerca de 700 espécies viventes no mundo. Dessas, 16 ocorrem no Brasil. Os registros fósseis desses animais revelam que eles já foram muitos mais abundantes do que são hoje. A baixa diversidade de espécies em águas brasileiras torna-os pouco conhecidos e pouco estudados.

Figura 1 - Representante da classe Crinoidea



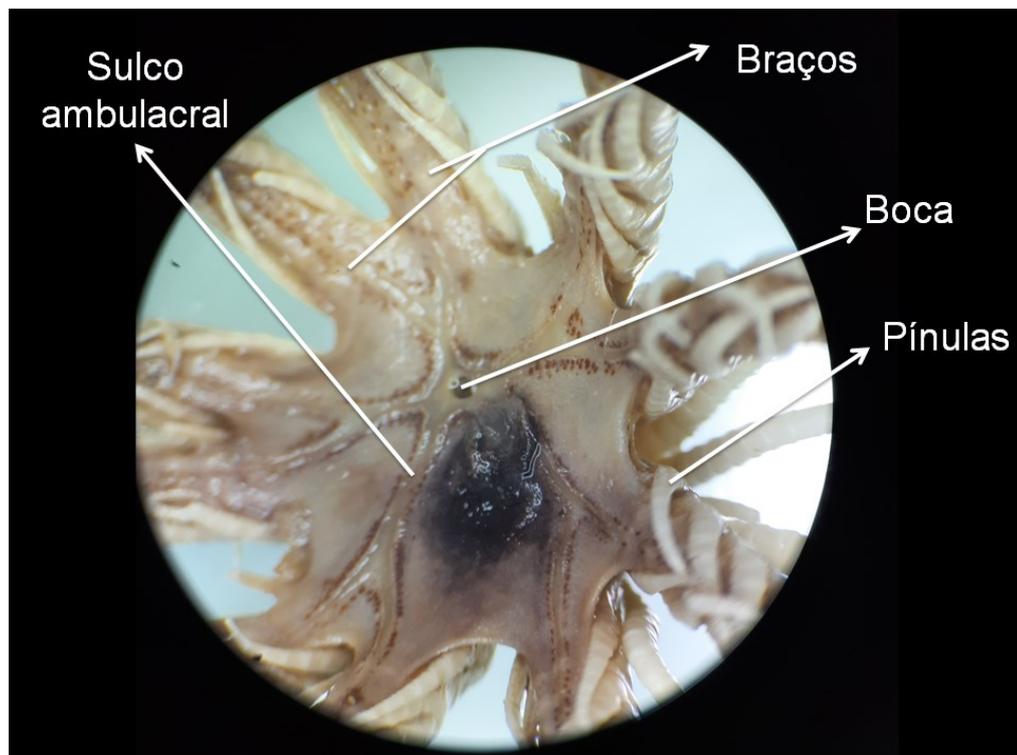
Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Algumas das espécies de crinóides registradas no Brasil são *Tropiometra carinata* e *Democrinus conifer*. A primeira muito abundante e comum, já a segunda, por viver em águas profundas, é raramente visualizada. Diferentemente de outros equinodermos, os crinóides apresentam algumas características consideradas primitivas. Esses animais podem viver fixo a um substrato através de um pedúnculo durante toda a sua vida. Entretanto, em um determinado momento, se destacar e se mover livremente com auxílio dos seus braços longos e ramificados, como é o caso

das penas-do-mar. A maioria dos crinóides habitam águas profundas. No entanto, os comatulídeos podem viver em águas rasas e são membros de comunidades de recifes de coral do Indo-Pacífico, Antilhas e Caribe. A maioria das espécies de crinóides viventes possui de 15 a 30 cm de comprimento. Podem exibir coloração variada apresentando tons de rosa, vermelho, marrom, amarelo dentre outras cores.

Os crinóides apresentam algumas particularidades anatômicas e funcionais que os distingue dos demais representantes do filo. Sendo assim, o corpo é recoberto por uma pele de aspecto coriáceo denominado tégmen, e esses animais possuem o formato de cálice. A região oral (**Figura 2**) fica direcionada para cima, diferentemente dos demais equinodermos, onde a boca fica direcionada para o substrato. Além disso, o ânus também fica localizado na região oral. Os crinóides possuem cinco braços flexíveis, que se ramificam e abrigam projeções laterais denominadas de pínulas. Em situações de estresse, os crinóides podem regenerar partes do corpo, como os braços e até mesmo a massa visceral que fica alojada no cálice. Essa capacidade é extremamente importante para a sobrevivência desses animais, visto que alguns representantes ficam fixos no substrato.

Figura 2 – Região oral de um crinóide.



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Os sulcos ambulacrais são abertos e ciliados, muito semelhantes aos encontrados nas estrelas-do-mar. No entanto, nos crinóides eles possuem a função de levar o alimento até a boca. A associação entre o cálice e os braços forma o que chamamos de coroa. Espécies sésseis podem apresentar um longo pedúnculo no eixo aboral constituído por placas com aparência articulável podendo ser portadora de cirros. Vale destacar que o pedúnculo se origina do cálice.

Os crinóides não apresentam pedicelárias, espinhos ou madreporito. O sistema hidrovacular ou ambulacral possui a organização básica dos equinodermos, com apenas duas diferenças: a inexistência do madreporito e a presença de vários canais pétreos associados ao canal circular. Devido à inexistência do madreporito, os crinóides possuem inúmeros poros tegumentares na região oral. Dessa forma, a água entra através desses poros e é bombeada para todos os canais que compõem o sistema, através do canal pétreo.

Hábito Alimentar

Os crinóides alimentam-se a partir da captura de partículas em suspensão na água como larvas, diatomáceas, pequenos crustáceos e detritos orgânicos. Essa estratégia alimentar só é possível graças aos sulcos ambulacrais que são abertos e ciliados. Nessa região, também ficam os pés ambulacrais, que possuem forma de tentáculos e papilas adesivas secretoras de muco, que em associação com o sistema hidrovacular, permite que o alimento seja capturado e encaminhado para a boca. Assim como as estrelas-do-mar, é impossível não associar seus sistemas com o hábito alimentar, visto que esses animais dependem do funcionamento desse “maquinário” para obter êxito na alimentação. O sistema nervoso nos crinóides apresenta o padrão organizacional dos equinodermos. No entanto, ele é mais desenvolvido na região aboral, onde se desenvolve em nervos braquiais, que inervam os músculos flexores dos braços e das pínulas.

Diferentemente das estrelas-do-mar, os órgãos do sentido são raros e primitivos nos crinóides. Por isso, esses animais sempre ficam com a região oral e os braços voltados para cima, permitindo que os pés ambulacrais consigam capturar partículas suspensas. Esse sistema de captura de alimento, que tem a participação

do sistema ambulacral, evidencia que esse sistema tenha surgido com a função inicial de alimentação e só posteriormente passou a desempenhar a respiração e a locomoção. Sendo assim, os pés ambulacrais dos crinóides são responsáveis por capturar as partículas e encaminhá-la para o sulco ambulacral onde será revestida por muco e por meio do movimento dos cílios essa partícula será levada até a boca do animal. Pouco se sabe sobre a fisiologia da digestão dos crinóides embora existam indícios de digestão intra e extracelular.

Reprodução

Os crinóides são animais dióicos. As gônadas são constituídas por simples massas de células, que ficam localizadas na cavidade genital dos braços e das pínulas. Sendo assim, os gametas são liberados para o meio externo, através da ruptura da parede dessas pínulas, sem a participação de dutos. Algumas espécies de águas frias podem incubar os ovos. Assim como em outros equinodermos, as câmaras de incubação podem ser invaginações em forma de “bolsas” dos braços ou das paredes das pínulas.

O desenvolvimento dos crinóides é indireto, com um estágio larval, que consiste em uma larva denominada de doliolária, livre natante e muito semelhante àquelas encontradas no pepinos-do-mar. Essa larva possui formato de barril com um tufo apical anterior e quatro ou cinco faixas ciliadas em arco. Após o término da vida larvar, a doliolária pode se fixar no substrato e realizar a metamorfose que resulta em um crinóide pedunculado sésil. Nos comatulídeos a metamorfose também resulta em um pedunculado sésil chamado de pentacrinóide (**Figura 2**), que se assemelha a um lírio-do-mar jovem. Entretanto, depois de vários meses nessa forma, ele pode se libertar desse pedúnculo e assumir a forma adulta livre natante.

Figura 2 – Pentacrinóide de uma pena-do-mar



Fonte: Alvaro E. Migotto. Lírio-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/4236/> Acesso em: 2021-08-14.

Importância Ecológica

Os equinodermos de maneira geral desempenham importantes papéis ecológicos no ambiente marinho. Os crinóides podem ser considerados um fator de equilíbrio nesse meio, pois, eles são à base da dieta de muitas outras espécies. Além disso, os registros fósseis desses animais contribuem na área paleontológica, visto que são importantes datadores estratigráficos e indicadores paleoambientais. Principalmente para o período paleozóico, têm contribuído para elucidar como foram as primeiras condições de vida no oceano. Apesar das contribuições biológicas desses organismos, a espécie *Tropiometra carinata* (**Figura 3**) encontra-se no livro vermelho de fauna ameaçada. Isso porque esta espécie na costa brasileira é bastante abundante e facilmente encontrada. Dessa forma, sofre pressão do mercado aquarofilista, que os comercializam como artigos decorativos.

Figura 3 – Penas-do-mar espécie *Tropiometra carinata*



Fonte: Alvaro E. Migotto. Lírio-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em:
<http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/3505/> Acesso em: 2021-07-19.

Referências Bibliográficas

AMARAL, A. C. Z; NALLIN, S. A. H. **Biodiversidade e Ecossistemas Bentônicos do Litoral Norte de São Paulo Sudeste do Brasil**, 2001. 574 p.

BUENO, M. L. **Biodiversidade dos Echinodermata na Porção Sul do Embaio Sul Brasileiro**. 2015. 200 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2015.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. (11ed). **Princípios Integrados da Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

MACCORD, F.S; DUARTE, L. F. L. Dispersion in Populations of *Tropiometra carinata* (Crinoidea: Comatulida) in the São Sebastião Channel, São Paulo State, Brazil. **Revista Estuarine, Coastal and Shelf Science**. [S.l.], v.54, n.2, p.219-225, Fev.2002.
 MACURDA, D. B; MEYER, D. L. Sea lilies and feather stars. **American Scientist**. [S.l.], v.71, n.4, p.354-365, Jan.1970.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: Fundação Biodiversitas, 2018. 492 p.
 RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, D. S. (7ed). **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SCHEFFLER, S. M; FERNANDES, A. C. S; FONSECA, V. M. M. Crinoidea da Formação Maecuru (Devoniano da Bacia do Amazonas), Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**. [S.l.], v.9, n.2, p. 235-242, Mai/ago.2006.

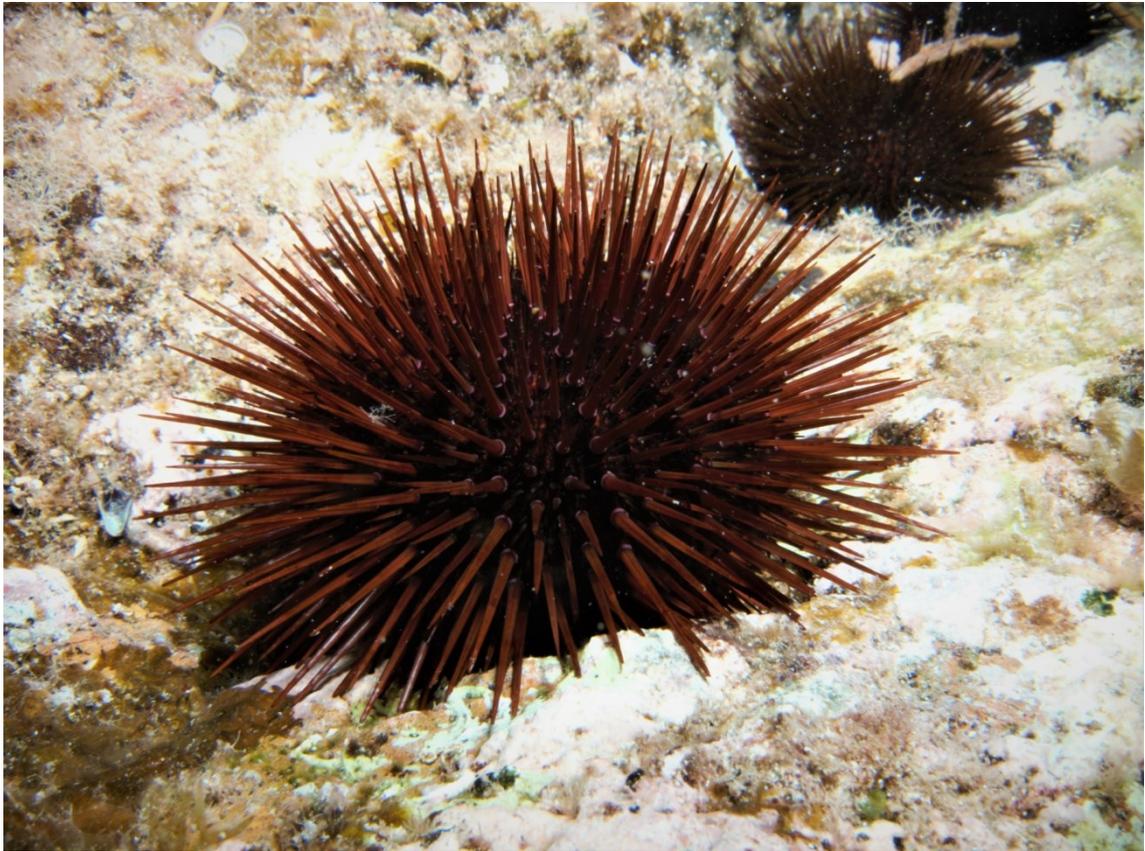
SOUTO, C; MARTINS, L. **Os Equinodermos**. In book: Litoral Norte da Bahia: caracterização ambiental biodiversidade e conservação. Editora EDUFBA. Out. 2017. 303 - 315 p.

VENTURA, R. *et al.* Echinoderm from Brazil: Historical Research and the Current State of Biodiversity Knowledge. **Echinoderm Research and Diversity in Latin America**, 2013. 301-344 p.

CLASSE ECHINOIDEA

A classe Echinoidea tem como representantes os exuberantes ouriços-do-mar (**Figura 1**) e bolachas-da-praia (**Figura 2**), com cerca de 950 espécies viventes no mundo. Dessas, 105 ocorrem no Brasil. São animais bentônicos e ocupam diversos nichos ecológicos sendo encontrados desde o mediolitoral até grandes profundidades habitando sedimentos consolidados e inconsolidados.

Figura 1 – Ouriço-do-mar espécie *Paracentrotus lividus*



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

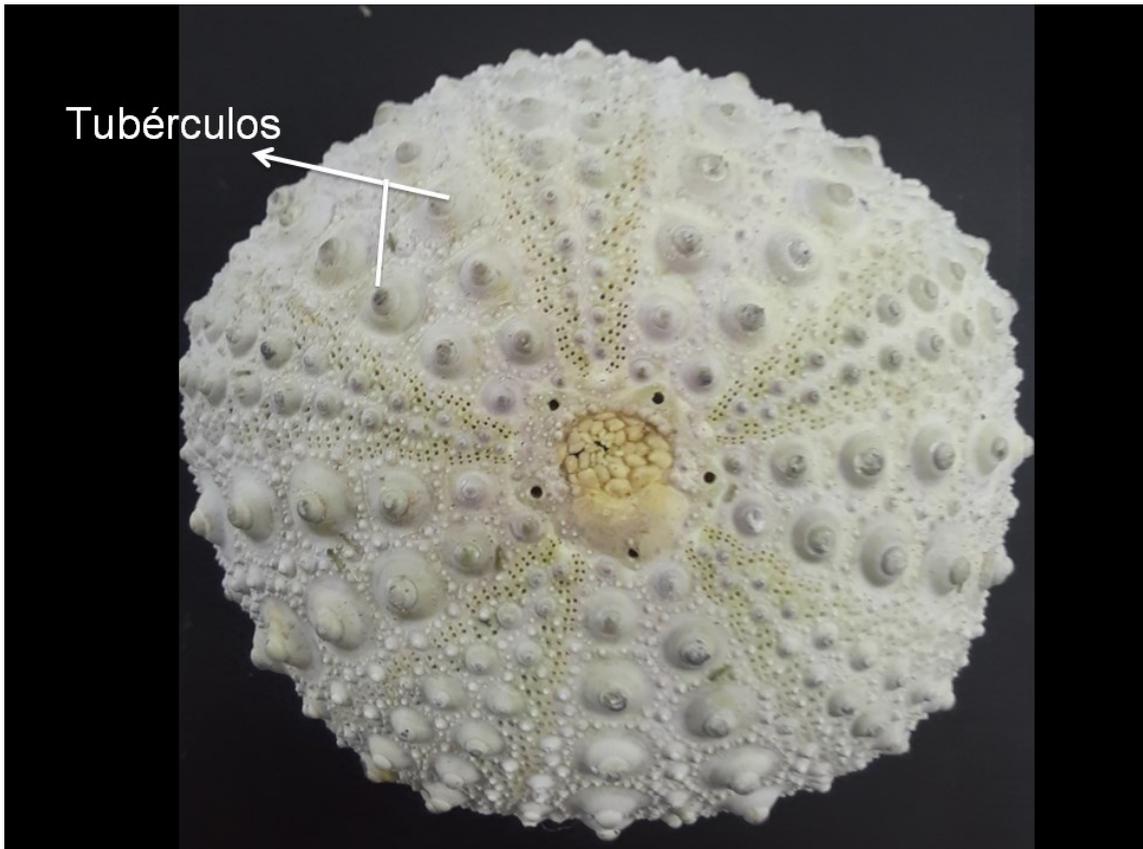
Figura 2 – Bolacha-da-praia parcialmente enterrada no sedimento



Fonte: [EriWo](#) por [Pixabay](#) (2019).

A maioria dos equinóides varia de seis até 12 cm. No entanto, algumas espécies podem atingir 36 cm. Quanto à coloração, podem exibir cores sólidas como, marrom, preto, roxo, verde, vermelho ou podem ser multicoloridos. Esses animais apresentam algumas particularidades anatômicas e funcionais que os distingue dos demais representantes do filo. Os equinóides podem exibir o corpo em formato de globo ou de disco. Toda massa visceral está protegida por uma “carapaça” constituída por ossículos dérmicos, que se transformam em placas firmemente encaixadas, formando assim o endoesqueleto rígido. Na superfície da “carapaça” dos ouriços-do-mar existem tubérculos (**Figura 3**) que são estruturas arredondadas. É nesse local onde os espinhos se articulam e se movimentam com auxílio da musculatura.

Figura 3 – Em destaque tubérculos em uma “carapaça” de ouriço-do-mar



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Ainda na superfície corpórea existem as pedicelárias que podem apresentar diferentes configurações, sendo mais comum, a tridigitada. A função das pedicelárias é manter a limpeza dessa superfície. Além disso, algumas espécies de ouriços-do-mar possuem glândulas de veneno associadas, cuja toxina pode paralisar pequenas presas. Em relação às trocas gasosas e excreção, a maior parte desses processos é realizada por meio dos pés ambulacrais.

Diferentemente de alguns equinodermos, os equinóides não possuem braços. Entretanto, apresentam cinco áreas ambulacrais com numerosos poros que ocorrem em pares. É através desses poros que os pés ambulacrais se expõem para o meio externo permitindo assim que esses animais se locomovam pelo substrato. Vale ressaltar que os representantes da classe Echinoidea possuem os sulcos ambulacrais fechados. As áreas ambulacrais são intercaladas com cinco áreas interambulacrais e, nessa região, os poros e os pés ambulacrais são ausentes. Os equinóides apresentam uma expansão da superfície oral em direção a aboral. Entretanto, esses animais podem ser organizados em dois grupos os regulares

(ouriços-do-mar) e os irregulares (bolachas-da-praia e ouriços cordiformes), estes últimos adotam secundariamente a simetria bilateral.

Formas Regulares

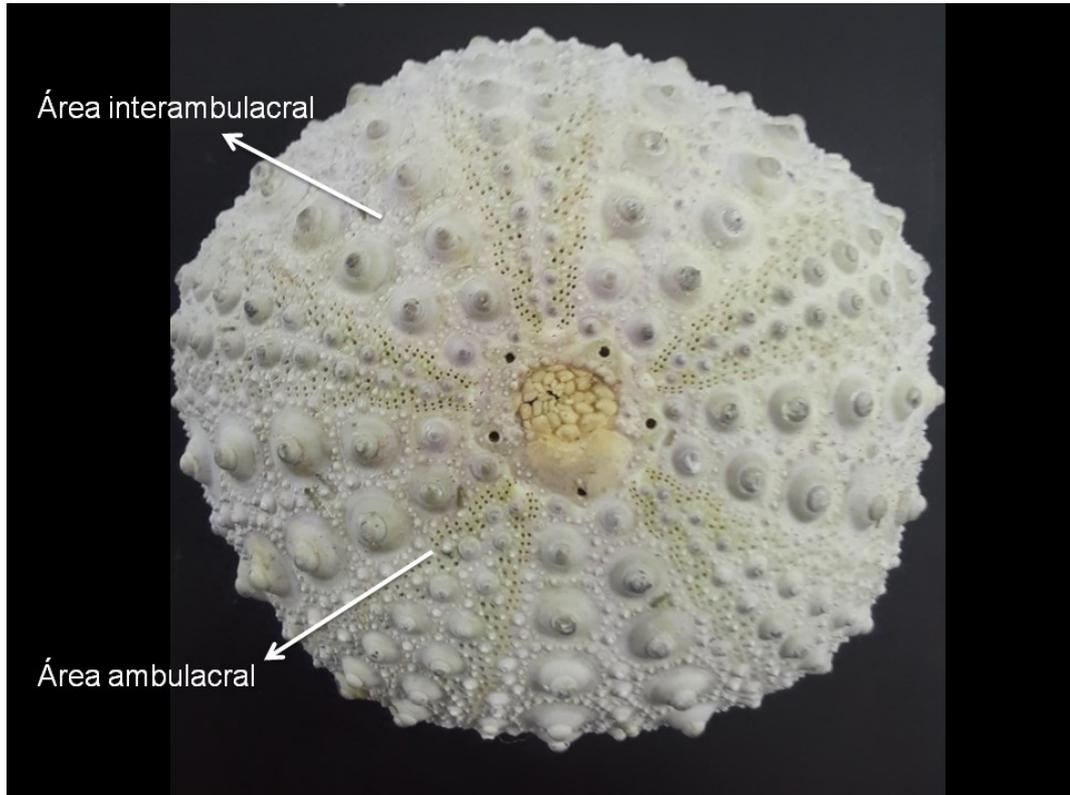
Os equinóides regulares são representados pelos ouriços-do-mar (**Figura 4**). Esses animais apresentam a simetria radial e corpo com um formato globoso. Ao longo da superfície corpórea a presença de pedicelárias, além disso, essa região conta também com inúmeros espinhos variando em tamanho. Nesse sentido, a superfície corporal pode ser dividida em dez áreas, sendo cinco áreas ambulacrais com poros organizados em pares que permitem a externalização dos pés e outras cinco áreas interambulacrais que são desprovidas de pódios (**Figura 5**) (**Figura 6**).

Figura 4 - Ouriço-do-mar espécie *Eucidaris tribuloides*



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Figura 5 – Superfície corporal de um equinóide regular dividida em dez áreas



Fonte: BARROS, D. S (2021).

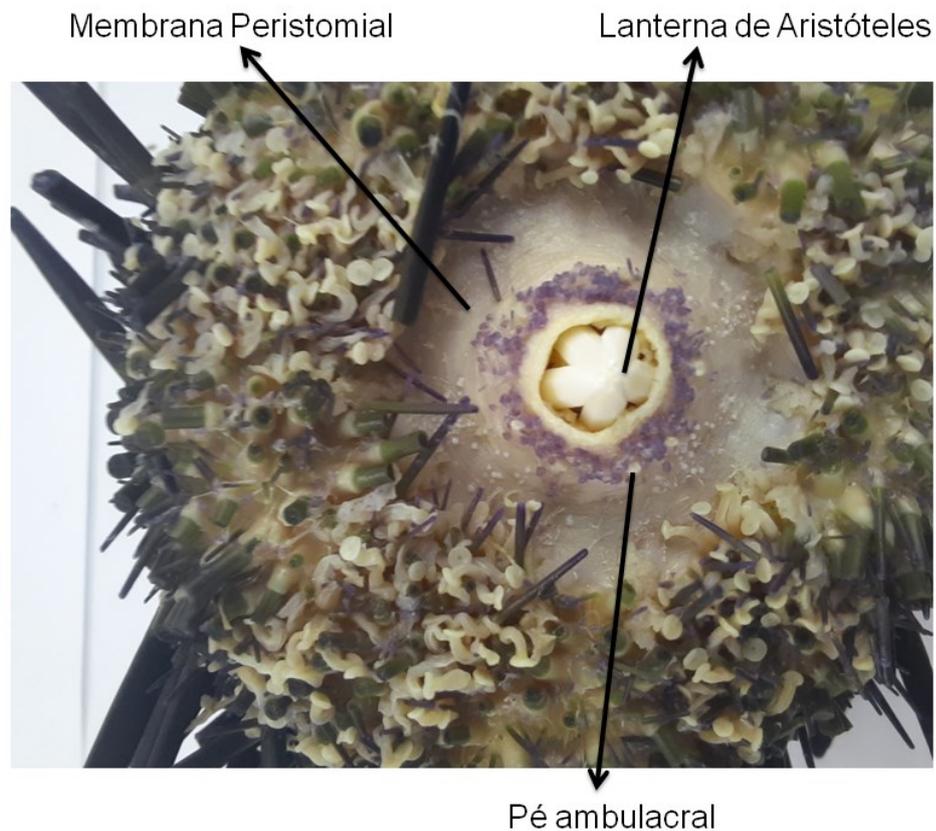
Figura 6 – Organização dos pés e espinhos nas áreas ambulacrais de um ouriço-do-mar



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

A região oral dos ouriços-do-mar (**Figura 7**) apresenta uma boca direcionada para o substrato, sendo circundada por uma membrana peristomial que possui várias estruturas distribuídas radialmente como, espinhos, pedicelárias, pés ambulacrais e brânquias sendo esta última de pouca influência nas trocas gasosas. A boca desses animais apresenta cinco dentes convergentes, conhecidos como lanterna de Aristóteles. Vale destacar que nos ouriços cordiformes essa estrutura é ausente.

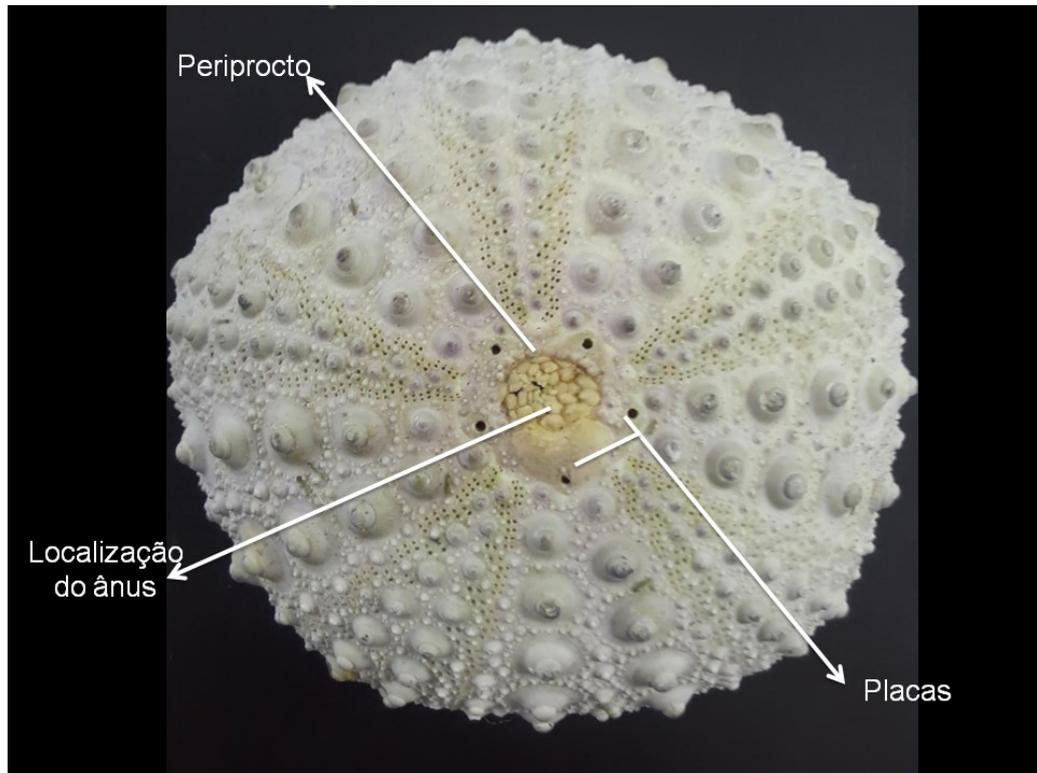
Figura 7 – Região oral de um ouriço-do-mar



Fonte: BARROS, D. S (2021).

O eixo aboral possui uma região anal, conhecida como periprocto. Em torno dessa área encontram-se cinco placas genitais, uma delas porosa que funciona como madreporito e cinco placas oclares menores (**Figura 8**).

Figura 8 – Região aboral de um ouriço-do-mar



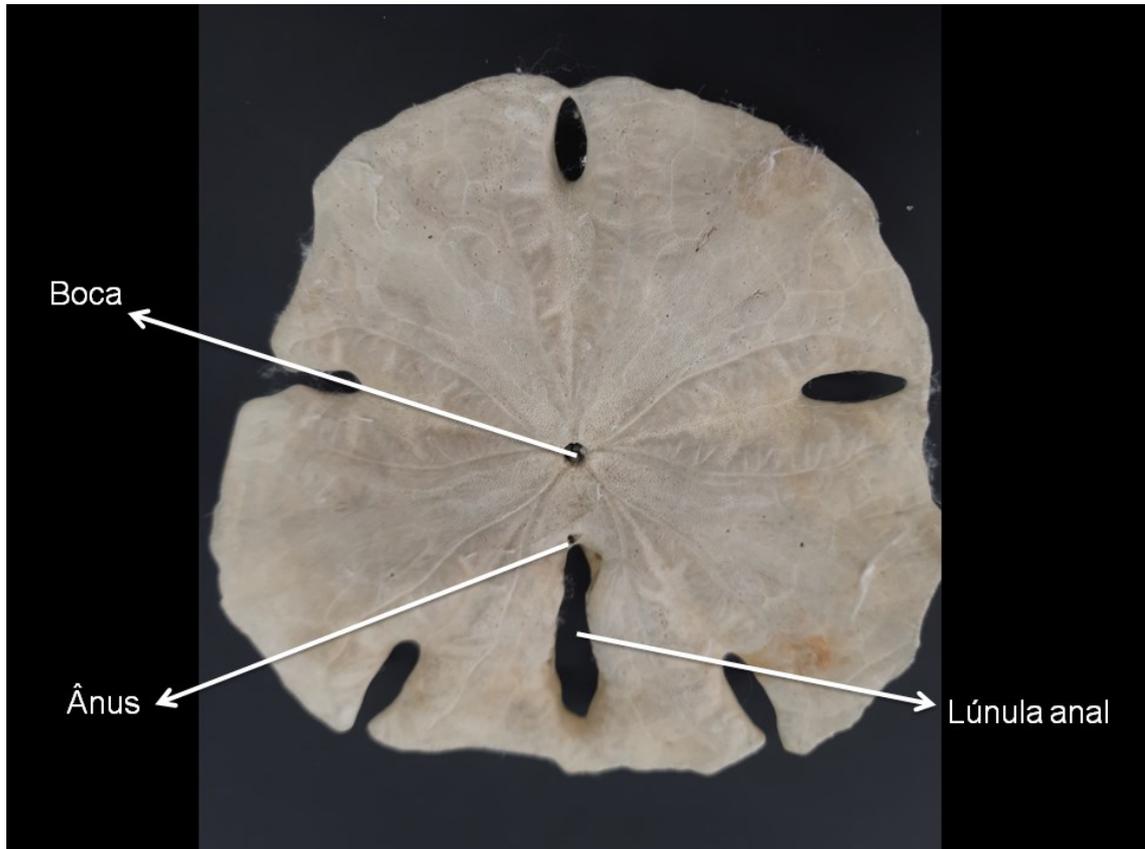
Fonte: BARROS, D. S (2021).

Formas Irregulares

Os equinóides irregulares são representados pelos ouriços cordiformes e [bolachas-da-praia](#). Esses animais apresentam uma simetria secundariamente bilateral. Esse padrão corporal está relacionado com o hábito escavador desenvolvido por este grupo, enquanto, as formas regulares preferem viver sobre substratos consolidados, como rochas. Os irregulares optam por sedimentos inconsolidados, visto que essa nova simetria não é apenas estrutural, mas também funcional.

As bolachas-da-praia (**Figura 9**) apresentam a boca localizada no centro da superfície oral, enquanto ânus foi deslocado para margem posterior. Os ouriços cordiformes possuem uma simetria bilateral bastante acentuada. O ânus está localizado na superfície oral, próximo à região posterior e a boca está deslocada do pólo oral em direção à região anterior.

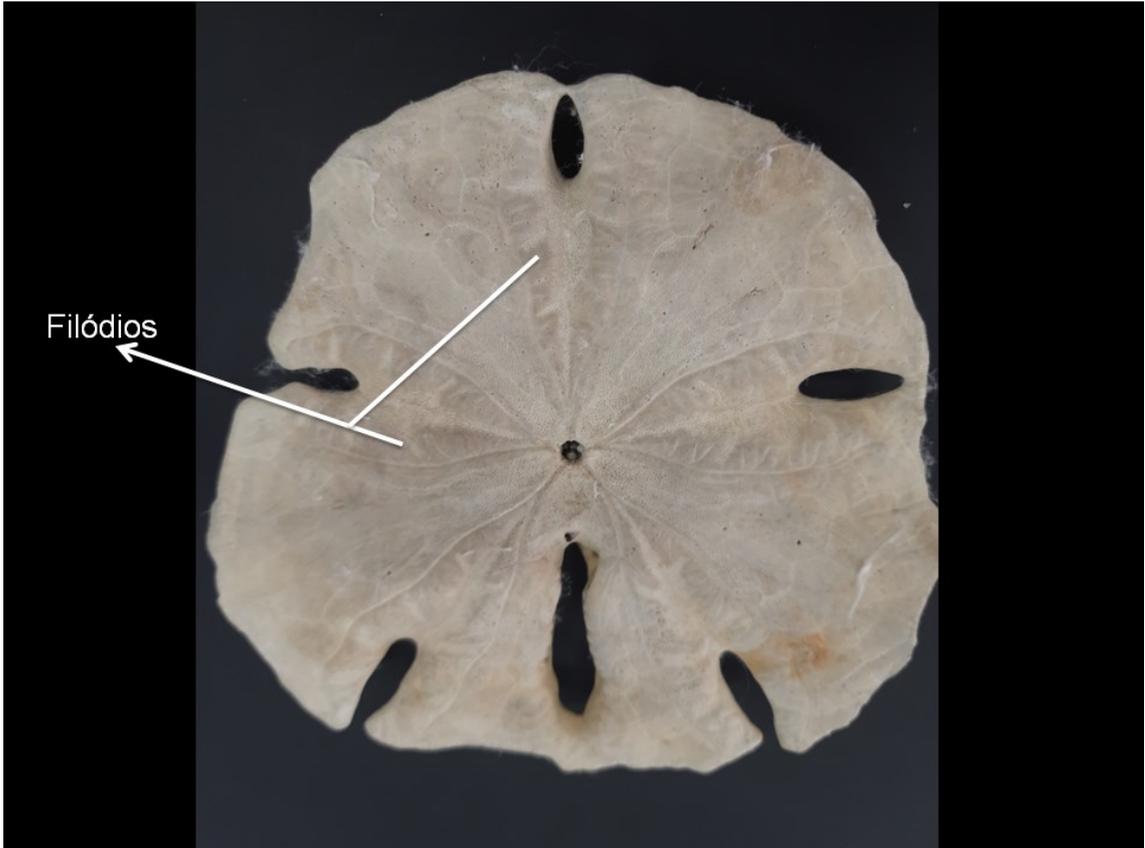
Figura 9 – Superfície oral de uma bolacha-da-praia



Fonte: BARROS, D. S (2021).

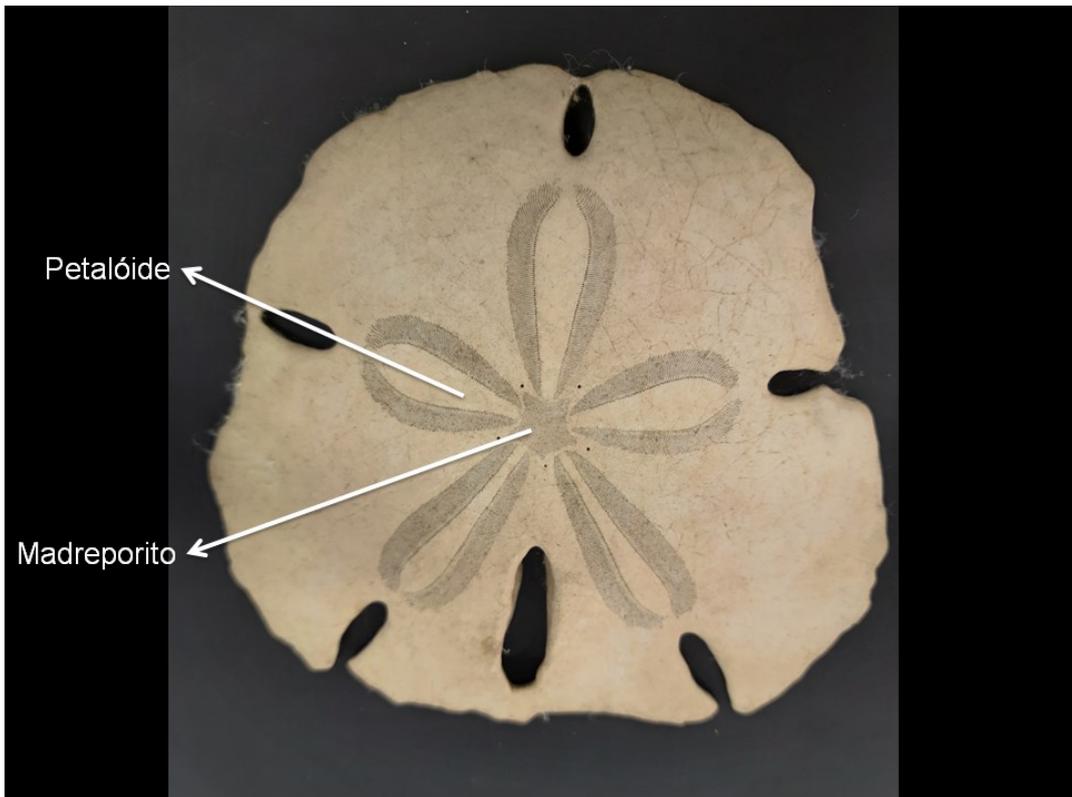
Nas bolachas-da-praia as áreas ambulacrais ventrais são denominadas de filódios (**Figura 10**). É nessa região que os pés modificados, para manipulação do alimento e aderência, estão localizados. As áreas ambulacrais dorsais são organizadas de maneira que lembra pétalas de uma flor, e por isso são conhecidas como petalóides (**Figura 11**). É nessa região onde os pés ambulacrais respiratórios estão distribuídos, visto que esses animais não possuem brânquias peristomiais. Portanto, para realizar as trocas gasosas uma corrente de água é promovida pelos batimentos ciliares sobre os pés ambulacrais dos petalóides, estabelecendo assim um sistema, contracorrente, onde a água flui em sentido contrário do líquido celômico.

Figura 10 – Em destaque filódios de uma bolacha-da-praia



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Figura 11 – Superfície aboral de uma bolacha-da-praia



Fonte: BARROS, D. S (2021).

Reprodução

Os equinóides são dióicos, os ouriços regulares apresentam cinco gônadas, enquanto, os irregulares podem variar de quatro, três ou até mesmo duas. Os gametas são liberados através do gonoporo situado em uma das cinco placas genitais permitindo que ocorra a fertilização externa. Algumas espécies podem realizar a incubação, retendo o ovo próximo ao peristômio ou em concavidades nos petalóides, como ocorre nas bolachas-da-praia.

O desenvolvimento dos equinóides é indireto, com um [estágio larval](#) que consiste em uma larva livre natante denominada equinoplúteo (**Figura 12**). Essa larva possui quatro pares de braços longos sustentados por um bastão esquelético interno. Diferentemente de outros representantes do Filo Echinodermata, no final da fase larval, os equinóides apresentam a formação de um rudimento jovem no lado esquerdo do corpo. É a partir desse rudimento que surgem os pés ambulacrais responsáveis por fixar a larva no substrato para que ocorra a metamorfose.

Figura 12 – Larva da espécie *Arbacia lixula*



Fonte: Alvaro E. Migotto, Bruno C. Vellutini. Ouriço-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/3854/> Acesso em: 2021-08-14.

Hábito Alimentar

A maioria dos equinóides é generalista, podem se alimentar de diferentes itens, como, algas, diatomáceas, foraminíferos, dinoflagelados, macrófitas, esponjas, detritos orgânicos, microcrustáceos e corais. Assim como os demais equinodermos, é impossível não associar seus sistemas com o hábito alimentar, visto que esses animais dependem do funcionamento desse “maquinário” para obter êxito na alimentação. Os seus sistemas são muito semelhantes àqueles encontrados na classe Asteroidea. Os equinóides são considerados "pastadores". A maioria apresenta a lanterna de Aristóteles que é uma estrutura especializada e eficiente para rasgar, raspar, puxar e triturar o alimento que logo em seguida é encaminhado para o trato digestivo.

Importância Ecológica

Os equinodermos de maneira geral desempenham importantes papéis ecológicos no ambiente marinho. Por exemplo, os ouriços-do-mar em alguns ecossistemas podem controlar a densidade populacional de algumas espécies. Como exemplo, temos o *Echinometra lucunter* (**Figura 13**), que está diretamente relacionado com o controle populacional de uma grande variedade de algas. Evidências mostram que, se não existisse esse ouriço regulando a quantidade de algas, haveria uma superpopulação e isso geraria sérios impactos ao ecossistema.

Figura 13 – Ouriço-do-mar espécie *Echinometra lucunter*



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Os ouriços-do-mar apresentam um elevado potencial bioerosivo. Como mencionado anteriormente, esses animais possuem o hábito de “pastejar”. Através desse hábito, eles raspam as algas que ficam aderidas ao substrato e, assim têm a capacidade de alterar a arquitetura do ambiente e da comunidade residente. A espécie *Mellita quinquiesperforata* (**Figura 14**) é responsável por alterar as propriedades do sedimento, principalmente durante a atividade de bioturbação em decorrência da sua capacidade escavadora, permitindo assim o aumento da atividade de microorganismos pela alteração do tamanho das partículas. Além disso, os equinóides fazem parte da dieta de muitos organismos, como, peixes, aves, moluscos e dentre outros.

Figura 14 – Bolacha-da-praia espécie *Mellita quinquiesperforata*

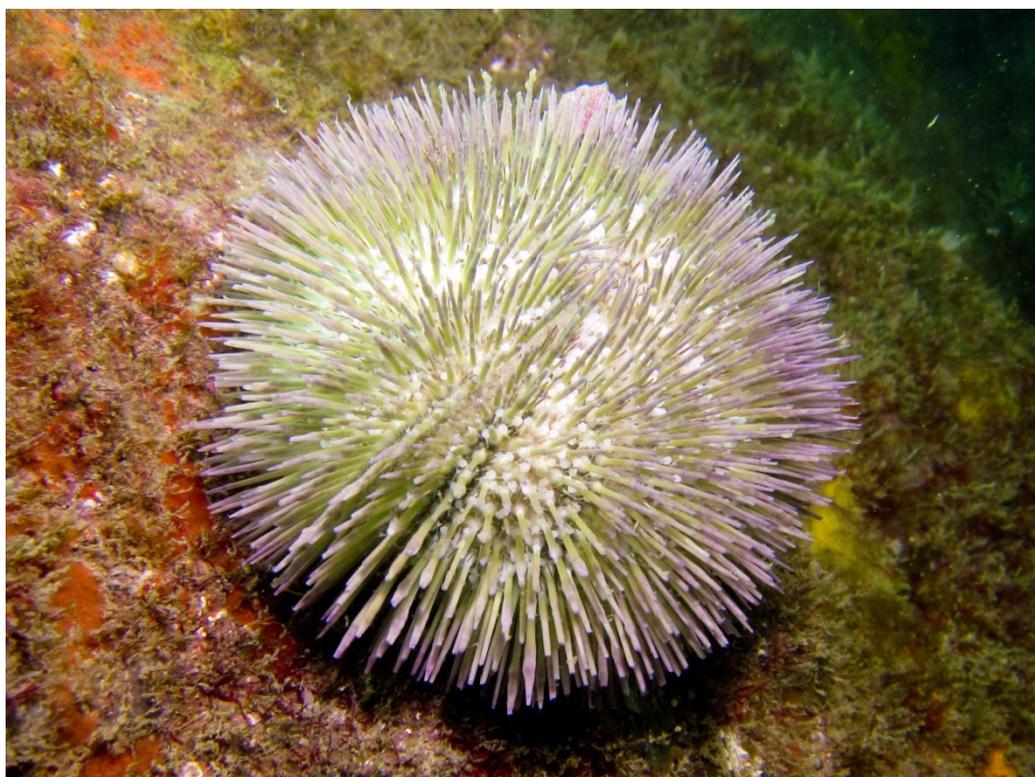


Fonte: Michela Borges. Bolacha-da-praia. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/9442/> Acesso em: 2021-08-14.

Os acidentes por contato com espinhos de ouriços-do-mar são responsáveis por 50% dos atendimentos em Prontos-Socorros de cidades litorâneas do Brasil, espécies como *Echinometra lucunter* são comumente encontradas em costões rochosos. Diante disso, muitos banhistas ao se deslocar por esses locais podem acabar pisando nesses animais. Em consequência disso, os espinhos penetram na pele e podem se fragmentar dificultando a remoção. Esse tipo de acidente causa dor intensa e imediata, além de reação inflamatória local. Vale destacar que a penetração desses espinhos pode abrir uma janela para infecções por microrganismos, como as bactérias. Em estudos sobre embriologia e fisiologia geral, os equinóides apresentam uma elevada importância, isso porque seus ovos e embriões são organismos modelos para essas pesquisas. Além disso, são considerados como ótimos bioindicadores de poluição em decorrência da alta sensibilidade a alterações no ambiente.

Algumas espécies de ouriços-do-mar apresentam interesse comercial, pois, servem de alimento para o homem. Países asiáticos são os principais consumidores, mas os Estados Unidos, Chile, Islândia e Noruega também exportam esses animais. Muitas pessoas acreditam que as gônadas dos ouriços-do-mar apresentam propriedades afrodisíacas e, por essa razão, elevados preços são praticados (entre 50 a 100 dólares/kg). Essa pressão de consumo tem como consequência a expansão na pesca mundial desses organismos, causando assim imensos impactos nas populações naturais. No Brasil, as espécies mais consumidas são *Lytechinus variegatus* (**Figura 15**) e *Echinometra lucunter*.

Figura 15 – Ouriço-do-mar espécie *Lytechinus variegatus*



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Apesar das inúmeras contribuições biológicas desses organismos no ambiente, cerca de 11 espécies de equinóides, distribuídas entre ouriços-do-mar e bolachas-da-praia encontram-se no livro vermelho de fauna ameaçada: *Arbacia lixula*, *Echinometra lucunter*, *Lytechinus variegatus*, *Cassidulus mitis*, *Eucidaris tribuloides*, *Astropyga magnifica*, *Paracentrotus gaimardi*, *Clypeaster subdepressus*, *Encope emarginata*, *Leodia sexiesperforata* e *Mellita quinquesperforata*. Assim como

acontece com outros equinodermos a pesca excessiva e as ações antrópicas, como poluição, por exemplo, são os principais agentes causadores das reduções populacionais de algumas espécies de equinóides, portanto, medidas de proteção devem se tomadas.

Referências Bibliográficas

BERNARDES FILHO, F. *et al.* Acidentes provocado por espículas de ouriço-do-mar preto (*Echinometra lucunter*) nos pés e mãos. **Sociedade Portuguesa de Dermatologia e Venerologia**. Lisboa, v. 72, n.1, p. 121-124, Mar.2014.

BUENO, M. L. **Biodiversidade dos Echinodermata na Porção Sul do Embaiamento Sul do Brasileiro**. 2015. 200 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2015.

CAETANO, L. S. **Efeitos da Associação do Aumento da Temperatura, Diminuição do ph e Contaminação por Chumbo no Desenvolvimento Embrionário Larval de Ouriço-do-mar (*Echinometra lucunter*)**. 2018. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistemas) - Universidade de Vila Velha. Vila Velha, 2018

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. (11ed). **Princípios Integrados da Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

LABBÉ-BELLAS, R. **Assembleias de Ouriços-do-mar e Relações com o Habitat em diferentes Recifes Brasileiros**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

LIMA, E. J. B. **Dinâmica Populacional de *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758) (Echinodermata: Echinoidea) na Praia de Muro Alto, Ipojuca, Pernambuco**. 2006. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2006.

MARTINS, E. S. **Desenvolvimento Embrionário e Larval de *Encope emarginata* (Leske, 1778) (Echinodermata: Echinoidea), e variações morfológicas interpopulacionais ao longo da Costa Brasileira entre 13° S e 30° S**. 2008. 133 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

MAXIMO, M. V. **Métodos de Coleta de Gametas e Estocagem de Óvulos de Ouriços-do-mar Usados em Ensaios Ecotoxicológicos**. 2012. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, 2012.

MELO, J. T. A. *et al.* Estudo comparativo da ocorrência de *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) (Echinodermata, Echinoidea) nas Praias de Cotovelo e Genipabu, no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Pública IV**. Rio Grande do Norte, v. 4, n.1, p. 45-57, Nov. 2009.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: Fundação Biodiversitas, 2018. 492 p.

PEREIRA, G. R. *et al.* Animais Peçonhentos : Invertebrados Aquáticos. **Journal Health NPEPS**. Tangará da Serra – MT, v.2, n.1, p.113-121, Mar.2017.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, D. S (7ed). **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SCIANI, J. M. **Estudos Toxicológicos do Ouriço-do-mar *Echinometra lucunter***. 2012. 147 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

SILVA, F A. R. **Distribuição Espacial e Temporal das Bolachas-do-mar *Mellita quinquesperforata* Leske (1778) lançadas ao Supralitoral nas Praias de Santos (SP- Brasil)**. 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinheiros) - Universidade Santa Cecília. Santos, 2017.

SLIVAK, N. N. **Fauna Echinodermata de Santa Catarina, Brasil: Levantamento faunístico e características populacionais de *Echinaster (Othilia) brasiliensis* Müller & Troschel, 1842**. 2013. 67 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

TAVARES, Y. A. G. **Ecologia Populacional de *Mellita quinquesperforata* Leske, 1778 (Echinodermata: Echinoidea: Clyperasteroidea) em diferentes praias do Litoral do Paraná, Brasil**. 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1996.

ZAMA, P. C. **Comparação Interpopulacional de Caracteres Morfológicos e Reprodutivos do Ouriço-do-mar *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) (Echinodermata: Echinoidea) em duas Localidades do Litoral do Estado do Rio de Janeiro**. 2005. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

Classe Holothuroidea

A classe Holothuroidea tem como representante os exuberantes pepinos-do-mar (**Figura 1**). Estão representados por cerca de 1.400 espécies viventes e dessas, 50 ocorrem no Brasil. São animais bentônicos e podem ser encontrados desde zona entremarés até grandes profundidades chegando a representar 90% da biomassa dessa região. Há espécies que podem ser encontradas em associação com algas, enterradas em substratos moles, nadando na coluna d'água ou aderidas em superfícies duras, como é o caso da *Rynkatorpa pawsoni* que pode ser encontrada sob a superfície corpórea de animais. As holotúrias apresentam algumas particularidades anatômicas e funcionais que os distingue dos demais representantes do filo.

Figura 1 – Pepino-do-mar



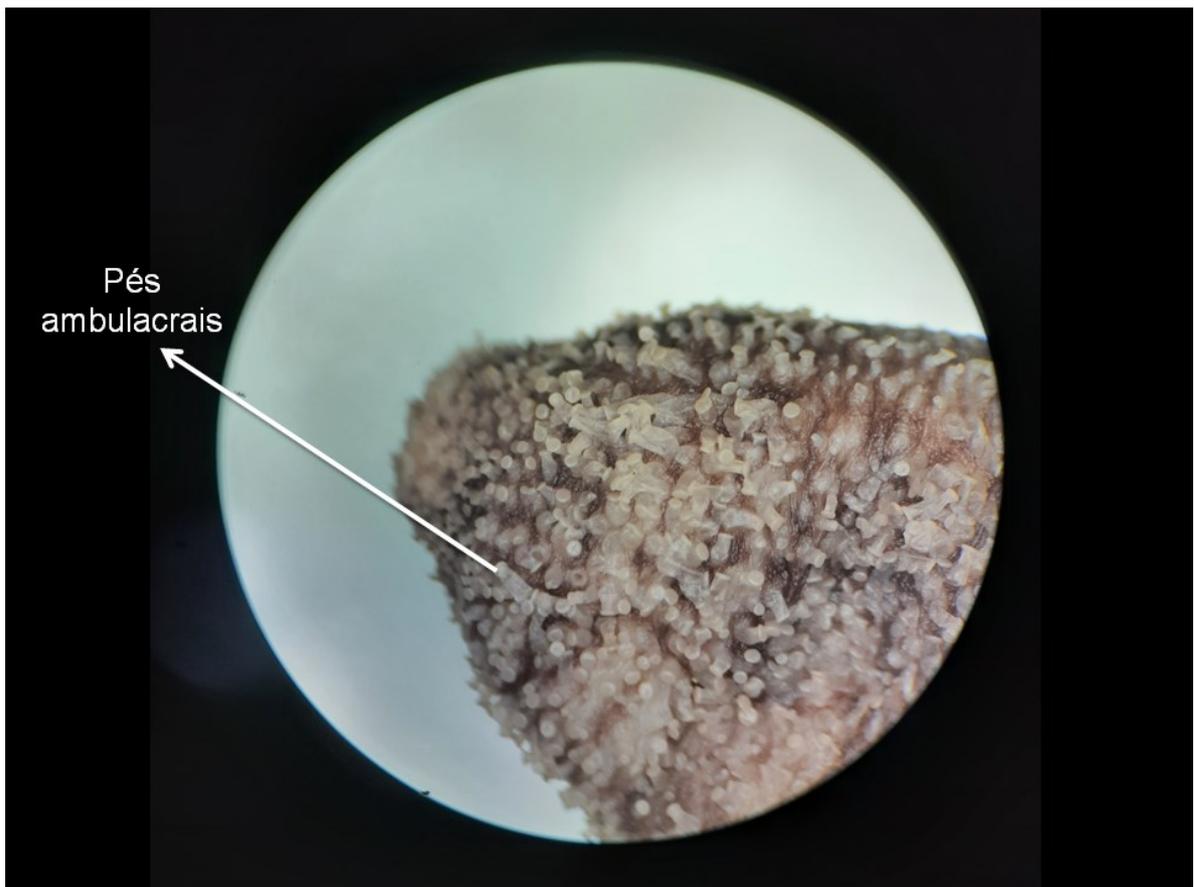
Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Diferentemente dos demais equinodermos, as holotúrias apresentam secundariamente uma simetria bilateral, nesse sentido seu corpo realiza um alongamento do eixo oral-aboral, com a boca e o ânus bem distanciados. Em

decorrência desse alongamento, as holotúrias têm que apoiar um dos lados do corpo no substrato. Dessa forma, a superfície que fica em contato com o sedimento apresenta três áreas ambulacrais denominadas de sola ou trívio.

Além disso, na maioria das espécies os pés ambulacrais são bem desenvolvidos e distribuídos igualmente nesta área (**Figura 2**). Em alguns representantes, no entanto, esses pódios podem estar totalmente ausentes. Nas holotúrias, os sulcos ambulacrais são fechados. Convém lembrar ainda que a superfície “dorsal” desses animais apresenta também pés ambulacrais distribuídos nas áreas dorsais, no entanto, esses pés são desprovidos de ventosa, embora possam conter papilas sensoriais.

Figura 2 – Em destaque pés ambulacrais de um pepino-do-mar



Fonte: BARROS, D. S (2021).

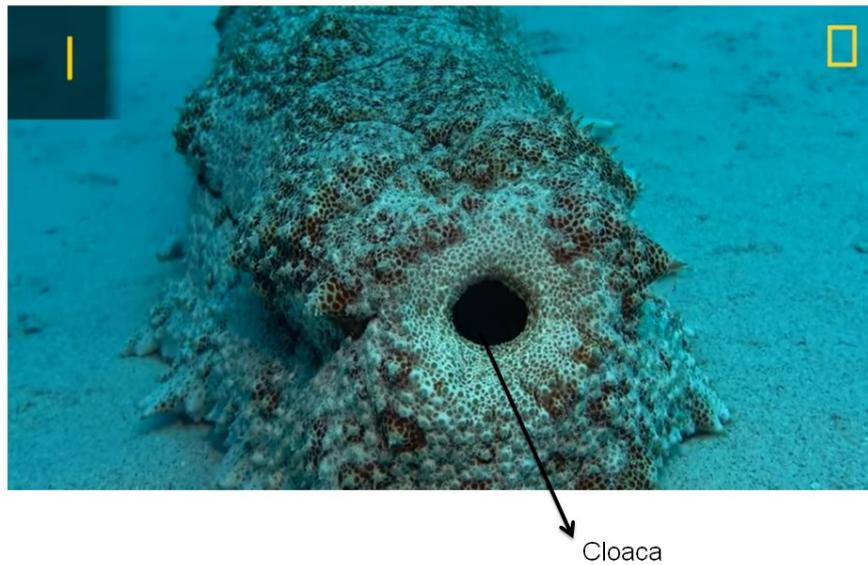
Outra característica marcante das holotúrias é o seu corpo. Nesses animais os ossículos calcários apresentam-se reduzidos e distantes um dos outros e isso acaba conferindo um aspecto coriáceo e mole (**Figura 3**). Além disso, as holotúrias possuem a árvore respiratória que fica localizada na cavidade corpórea. Essa estrutura é constituída por dois tubos extensamente ramificados que terminam em uma cloaca (**Figura 4**), que é responsável por bombear água para dentro da cavidade onde a árvore respiratória está alojada permitindo assim as trocas gasosas e a excreção de produtos nitrogenados. No entanto, é importante destacar que tanto o processo de respiração, quando de excreção também acontece ao nível de pés ambulacrais e tegumento.

Figura 3 - Pepino-do-mar espécie *Holothuria thomasi*



Fonte: FEITOSA, J. L (2021).

Figura 4 – Em destaque cloaca de um pepino-do-mar



Fonte: Canal National Geographic Brasil: <https://www.youtube.com/watch?v=tkCA0IFA3MY>.

Vale ressaltar que o sistema hidrovascular ou ambulacral nos pepinos-do-mar é semelhante aos demais equinodermos. No entanto, o madreporito se abre no interior do corpo das holotúrias, perdendo assim sua conexão com a superfície do corpo. Dessa forma, essa localização do madreporito permite que o fluido celomático entre no sistema ambulacral desses animais, e a água que entra pelo ânus e pela cloaca contribui para a reposição desses fluidos.

A boca dos holotúrias pode ser rodeada por 10 ou até mesmo 30 tentáculos (pés ambulacrais modificados), cuja função é auxiliar na alimentação, quando essa estrutura é exposta através da boca (**Figura 5**). Em situações de estresse, as holotúrias realizam a auto evisceração, que consiste na eliminação das vísceras através do ânus. Esse processo só é realizado em decorrência de uma forte contração da musculatura que impulsiona a saída das vísceras. No entanto, logo após a eliminação desses órgãos, o processo de regeneração dessa parte perdida é iniciado.

Figura 5 – Tentáculos orais de um pepino-do-mar



Tentáculos orais

Fonte: Alvaro E. Migotto. Pepino-do-mar. Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/3677/> Acesso em: 2021-08-14.

Além disso, algumas espécies de pepinos-do-mar apresentam os Túbulos de Cuvier. São estruturas formadas a partir de evaginações, que estão ligadas a parte posterior da árvore respiratória, que podem ser expelidos pelo ânus em situações de estresse. Os túbulos são longos e pegajosos após serem expulsos. Em algumas espécies pode conter toxinas que desnorream o predador. Assim como outras estruturas, os túbulos também podem ser regenerados. Os pepinos-do-mar variam de poucos milímetros até dois metros e podem exibir combinações de cores ou tons sólidos como marrom, avermelhado, cinza dentre outras.

Reprodução

As holotúrias são animais dióicos, embora algumas espécies sejam hermafroditas. Os pepinos-do-mar são os únicos equinodermos a apresentarem uma única gônada, característica essa considerada primitiva no filo. Assim como os demais representantes do filo a fertilização é externa. Algumas espécies podem realizar a incubação e, nesse caso, elas capturam com auxílio dos tentáculos os

ovos fertilizados. Esses podem ser encaminhados para região da sola ou para superfície dorsal ou, em outros casos, podem transferir óvulos da gônada para o celoma. Esse último é um mecanismo de fertilização ainda pouco conhecido. O desenvolvimento acontece na cavidade celomática e os jovens saem do corpo materno em decorrência da ruptura da parede corpórea.

Com exceção das espécies incubadoras e vivíparas, as holotúrias, assim como os demais equinodermos apresentam um desenvolvimento indireto, portanto, eles apresentam um estágio larval que inicialmente consiste em uma larva auriculária e posteriormente doliolária. Após a fertilização, o desenvolvimento embrionário é muito semelhante aos das estrelas-do-mar. O embrião se diferencia e forma a primeira larva livre natante, que é denominada de auriculária (**Figura 6**) (muito similar a bipinária).

Figura 6 – Larva auriculária



Fonte: Alvaro E. Migotto. Larva de pepino-do-mar (auriculária). Banco de imagens *Cifonauta*. Disponível em: <http://cifonauta.cebimar.usp.br/media/3672/> Acesso em: 2021-08-14.

Um dos aspectos que diferenciam as duas são as bandas ciliares pré-oral, que nas auriculárias são contínuas. Além disso, a cavidade celomática é mais desenvolvida do lado esquerdo. Após esse período como auriculária, a larva adota

um formato de barril e as faixas ciliares organizam-se em três a cinco cinturões em torno do corpo. Nesse momento, é chamada de doliolária e pode realizar a metamorfose. Esse processo de metamorfose nas holotúrias não há a formação de rudimento jovem, a larva doliolária torna-se um pepino-do-mar jovem, que é chamado de pentáctula. No decorrer das mudanças corporais, esse indivíduo direciona-se para o fundo marinho e assume o modo de vida adulto.

Hábito Alimentar

As holotúrias se alimentam principalmente de detritos orgânicos e microrganismos que fazem parte do plâncton, além de depósitos. Assim como os demais equinodermos, é impossível não associar seus sistemas com o hábito alimentar, visto que esses animais dependem do funcionamento desse “maquinário” para obter êxito na alimentação. As holotúrias apresentam um sistema nervoso similar a de outros equinodermos, como por exemplo, ao dos ofiuróides e equinóides. Basicamente, é composto por um anel nervoso, que circunda a região oral e emite nervos para os tentáculos e para faringe.

Além disso, na faringe existem músculos que atuam como retratores dos tentáculos. Dessa forma, quando esses animais vão se alimentar eles externalizam os tentáculos através da boca para capturar partículas que estão na água. Quando esses [tentáculos](#) capturam o alimento, esses animais inserem um de cada vez na cavidade oral para liberar as partículas na faringe. Tanto a faringe, quanto o esôfago são responsáveis por secretar muco sobre essas partículas e as direcionam para o estômago, que quando presente desempenha a função de trituração. A faringe também pode realizar esse processo em espécies de holotúrias, onde o estômago é ausente. Vale ressaltar que algumas espécies utilizam os tentáculos também para raspar o substrato. O trato digestivo dos holotúrias termina em um ânus que precede uma cloaca; estrutura que não só recebe as fezes para eliminá-las, mas também a corrente ventilatória da árvore respiratória.

Importância Ecológica

Assim como os demais equinodermos, as holotúrias são animais fundamentais no equilíbrio ecológico do ambiente, pois desempenham um papel fundamental na bioturbação do sedimento marinho. Sendo assim, eles processam o

sedimento através do trato digestivo e nesse mecanismo alguns elementos químicos como fósforo, nitrogênio e carbono são acrescentados nesse material. Portanto, suas [fezes](#) apresentam uma quantidade maior desses elementos, o que permite a manutenção e a qualidade do substrato marinho. Na área médica, moléculas bioativas extraídas de holotúrias têm demonstrado excelentes resultados como potenciais anti-inflamatórios, antibacterianos, anti-tumorais, antifúngicos e antiincrustantes. Vale ressaltar que um polissacarídeo denominado sulfato de condroitina obtido a partir da espécie *Holothuria grisea* tem apresentado ação antitrombótica e anticoagulante.

Em países asiáticos os pepinos-do-mar sempre foram utilizados tanto na medicina popular quanto na culinária. Esses animais são vendidos em farmácias, pois os asiáticos acreditam fortemente em suas propriedades curativas, no tratamento de dores na articulação, cicatrização, úlceras, dentre outras doenças. Além disso, as holotúrias representam um grande potencial pesqueiro e aquícola, pois são comercializados para fins alimentícios, principalmente para países asiáticos como citado anteriormente. Vale ressaltar que Canadá, Emirados Árabes, Estados Unidos e Europa recentemente também começaram a exportar esses animais, que podem ser comercializados crus, cozidos, secos, defumados ou em conserva.

No entanto, a demanda gerada por esses países ocasionam um declínio dos estoques desses animais, visto que a pesca tende a aumentar. Atualmente, cerca de 60 espécies distribuídas em duas famílias, *Stichopodidae* e *Holothuriidae*, são as mais comercializadas para fins alimentícios. No livro vermelho de fauna ameaçada, três espécies de pepinos-do-mar aparecem: *Holothuria (Halodeima) grisea*, *Holothuria surinamensis* e *Isostichopus badionotus*. Medidas para proteção desses animais devem ser elaboradas. Convém lembrar ainda que existe uma relação comensal entre algumas espécies de holotúrias e peixes de pequeno porte, nesse caso os peixes utilizam a cloaca desses animais e a árvore respiratória como abrigo.

Referências Bibliográficas

COSTA, P. B. **Sobrevivência, crescimento e capacidade de reciclagem de matéria orgânica do pepino-do-mar *Holothuria grisea* Selenka, 1867 (Echinodermata: Holothuroide Aspidochirotida)**. 2012. 47 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

DELBONI, C. G. M. **Biologia celular da esqueletogênese e processos de mineralização em Holothuroidea (Echinodermata)**. 2008. 121 f. Tese (Doutorado em Biociências) - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

DIAS, Í. F. **Distribuição espaço-temporal e densidade populacional de *Holothuria (Halodeima) grisea* (Holothuroidea: Aspidochirotida) na praia de Bitupitá, Ceará, Nordeste do Brasil**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. (11ed). **Princípios Integrados da Zoologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. Brasília: Fundação Biodiversitas, 2018. 492 p.

MOURA, R. B. **Taxonomia e Distribuição de Holoturias (Echinodermata, Holothuroidea) do mar profundo Brasileiro**. 2016. 221 f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.

OLIVEIRA, J. P. **Holothuroidea (Echinodermata) da região Nordeste do Brasil**. 2013. 222 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2013.

PEREIRA, V. A. **Caracterização Comportamental, Morfológica e Genética do Sexo em Pepino do Mar *Holothuria grisea* (Seleka, 1987) no Nordeste do Brasil**. 2017. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2017.

PRATAS, D. S. V. **Contributo para o estudo do potencial cultivo do pepino-do-mar *Holothuria forskali* (Delle Chiaje, 1823)**. 2018. 99 f. Dissertação (Mestrado em Aquacultura) - Instituto Politécnico de Leiria. Leiria, 2018.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, D. S (7ed). **Zoologia dos Invertebrados**. São Paulo: Roca, 2005. 1145 p.

SANTOS, F. L. B. **Estudo do Comportamento alimentar do pepino do mar (*Holothuria grisea*), submetido a diferentes dietas e fotoperíodos**. 2016. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016.

APÊNDICE B – Tabela de Vídeos Catalogadas

Título do vídeo	Classe	Link
Sea Urchins Pull Themselves Inside Out to be Reborn	Echinoidea	https://www.youtube.com/watch?v=ak2xqH5h0YY
Ever Seen a Starfish Gallop?	Asteroidea	https://www.youtube.com/watch?v=9rxf_2EgwfE
Sunflower star has weird way of eating	Asteroidea	https://www.youtube.com/watch?v=l6dnmLDu6Eg
A Sand Dollar's Breakfast is Totally Metal	Echinoidea	https://www.youtube.com/watch?v=dxZdBPDNiF4
Brittle Star Food Fight	Ophiuroidea	https://www.youtube.com/watch?v=Myhp8ifW6ig
Green Brittle Star at feeding time	Ophiuroidea	https://www.youtube.com/watch?v=mj8ZYysr mxU
Brittlestar Walkig	Ophiuroidea	https://www.youtube.com/watch?v=GMLQQFo54X8
NOAA Okeanos Explorer Junne 14- Swimming Brittle Star!	Ophiuroidea	https://www.youtube.com/watch?v=13bT29Yp am8
Sea Cucumber Fights With Guts (Literally)	Holothuroidea	https://www.youtube.com/watch?v=wXf_YodWw40
Fezes de pepinos do mar são fundamentais para ecossistemas marinhos	Holothuroidea	https://www.youtube.com/watch?v=tkCA0IFA3MY
Crinoid facts: sea lilies and feather stars	Crinoidea	https://www.youtube.com/watch?v=7vdWvOIU-bY
Feather Stars and Their Animal Invaders	Crinoidea	https://www.youtube.com/watch?v=OyketlthVWg

APÊNDICE C – TABELA DE ARTIGOS CATALOGADOS

Título do Artigo	Classe	Link
Usos de invertebrados na medicina popular no Brasil e suas implicações para conservação	Asteroidea / Echinoidea	https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/194008291000300204 .
Acidentes provocado por espículas de ouriço-do-mar preto (<i>Echinometra lucunter</i>) nos pés e mãos.	Echinoidea	https://revista.spdv.com.pt/index.php/spdv/issue/view/12/10
Ophiuroidea (Echinodermata): quatro novas ocorrências para o Brasil	Ophiuroidea	https://www.scielo.br/j/rbzool/a/pxdZmjJj4XMqbHCxV6gLshH/?format=pdf&lang=pt
Echinodermata da Praia do Cabo Branco, João Pessoa	Asteroidea/ Echinoidea/ Holothuroidea/ Ophiuroidea	https://www.scielo.br/j/bn/a/YDDTmPHj9xppxT79hvjWBcv/?format=pdf&lang=pt
Animais aquáticos de importância médica no Brasil		https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/67397/2-s2.00141867882.pdf?sequence=1&isAllowed=y .
Viabilidade do Uso da Bolacha-do-mar <i>Mellita quinquesperforata</i> como Organismo Teste	Echinoidea	https://ecotoxbrasil.org.br/upload/9f327f63a1f206c6d1c672e8eafb3aa3viabilidade%20do%20uso%20da%20bolacha-do-mar.pdf
Ecologia dos Ofiuróides (Echinodermata:Ophiuroidea) Habitantes nos Recifes de Arenito da Praia do Paiva, Litoral Sul de Pernambuco, Brasil	Ophiuroidea	http://www.sebecologia.org.br/revistas/indexar/anais/2009/resumos_ixceb/465.pdf
Diversidade de equinodermos (Echinodermata) no Estado de Pernambuco (Brasil)	Asteroidea/ Echinoidea/ Holothuroidea/ Ophiuroidea/ Crinoidea	https://periodicos.ufrpe.br/index.php/zoociencias/article/view/24321
Echinodermata da Baía de Todos os Santos e da Baía de Aratu (Bahia, Brasil)	Asteroidea/ Echinoidea/ Ophiuroidea/ Crinoidea	https://www.scielo.br/j/bn/a/z8VSHyxbnTsf6CdSNGqvSty/?format=pdf&lang=pt

Novos equinoides (Echinodermata: Echinoidea) do Albiano da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil	Echinoidea	http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7881
Os Echinoidea (Echinodermata) da localidade Catete Velho I (Cretáceo) em Sergipe, Nordeste do Brasil	Echinoidea	https://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/11_2/RBP11-2manso.pdf
Biologia reprodutiva de <i>Echinometra lucunter</i> (Echinodermata: Echinoidea) na Praia da Costa, Vila Velha, Espírito Santo	Echinoidea	https://www.scielo.br/j/zool/a/KBhGpJxqrVnCyHq6TxVzTrh/?format=pdf&lang=pt
Sensibilidade do Ouriço <i>Arbacia lixula</i> (Echinodermata: Echinoidea) em Testes de Toxicidade	Echinoidea	https://ecotoxbrasil.org.br/upload/fe184a5283889534fe60e8c85c154d9e-sensibilidade%20do%20ouri_co%20arbacia%20lixula.pdf
Estudo comparativo da ocorrência de <i>Mellita quinquiesperforata</i> (Leske, 1778) (Echinodermata, Echinoidea) nas Praias de Cotovelo e Genipabu, no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil	Echinoidea	https://periodicos.ufrn.br/publica/article/view/100/96
Distribuição dos equinoides na Formação Jandaíra	Echinoidea	https://www.scielo.br/j/bjgeo/a/6cYtHH8f6zn3xBzTFvSSvcy/?format=pdf&lang=pt
Inventário da coleção de equinodermos do LABIMAR Campus Profº Alberto Carvalho, Universidade Federal de Sergipe	Asteroidea/ Echinoidea/ Holothuroidea/ Ophiuroidea/ Crinoidea	https://www.scienciaplana.org.br/sp/article/view/314/83
Biomarcadores enzimáticos em <i>Holothuria grisea</i> (Selenka, 1867) expostas ao chumbo, cádmio e cobre	Holothuroidea	http://www.naturezaonline.com.br/natureza/contendo/pdf/01_PereiraERetal_001-009.pdf
Animais Peçonhentos: Invertebrados Aquáticos	Echinoidea	https://periodicos.unemat.br/index.php/jhneps/article/view/1792/1656
Crinoidea da Formação Maecuru (Devoniano da Bacia do Amazonas), Estado do Pará, Brasil	Crinoidea	https://www.sbpbrasil.org/revista/edicoes/9_2/RBP9-2-Schefler.pdf
Inventário dos Equinodermos do Estado de Santa Catarina, Brasil	Asteroidea/ Echinoidea/ Holothuroidea/ Ophiuroidea/ Crinoidea	https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/bjast/article/view/1358/1825