



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Alessandra Kriebel Pak

**USO DE MERGULHO CIENTÍFICO NO ESTUDO DE CEFALÓPODES:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Florianópolis

2023

Alessandra Kriebel Pak

**USO DE MERGULHO CIENTÍFICO NO ESTUDO DE CEFALÓPODES:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Campus Florianópolis Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.
Orientadora: Profa. Tatiana Silva Leite, Dra.
Coorientador: Prof. Áthila Bertoncini, Dr.

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pak, Alessandra

Uso do mergulho científico no estudo de cefalópodes: Uma
revisão sistemática e perspectivas futuras / Alessandra
Pak ; orientadora, Tatiana Leite, coorientador, Áthila
Bertoncini, 2023.

42 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências
Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis,
2023.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Mergulho científico. 3.
Cefalópodes. 4. Revisão sistemática. 5. SCUBA. I. Leite,
Tatiana. II. Bertoncini, Áthila . III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas.
IV. Título.

Alessandra Kriebel Pak

**USO DE MERGULHO CIENTÍFICO NO ESTUDO DE CEFALÓPODES:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E PERSPECTIVAS FUTURAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de
“Bacharel em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final pelo Curso de
Graduação em Ciências Biológicas

Florianópolis, 13 de Julho de 2023.

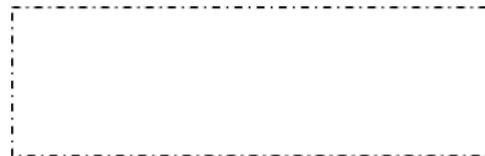


Coordenação do Curso

Banca examinadora



Profa. Tatiana Silva Leite, Dra.



Profa. Bárbara Segal Ramos, Dra.

Instituição UFSC



Prof. Sergio Ricardo Floeter, Dr.

Instituição UFSC

Florianópolis, 2023.

Dedico esse trabalho a Su Il e Helga Pak,
por sempre terem acreditado em mim.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho só foi possível graças à presença de uma incrível rede de apoio que possuo em minha vida. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus pais e minha família por sempre me apoiarem em todos meus sonhos, por estarem presentes nos momentos mais difíceis e me ajudarem a levantar novamente. Lu e Nana, vocês foram o meu maior presente da biologia e ter vocês em meus dias fez todo esse processo ser mais feliz. Itamar, obrigada por ser minha companhia nas incontáveis horas de estudo e por ter me ajudado a voltar a sonhar. Tati, obrigada por ser minha orientadora e por todos ensinamentos, mas acima de tudo, obrigada por nunca ter desistido de mim e por toda sua paciência. Áthila, gostaria de agradecer por ser meu coorientador neste trabalho, por sua atenção e valiosas contribuições. Professora Bárbara Segal e Professor Sérgio Floeter, obrigada por estarem presentes aqui hoje para avaliar meu trabalho. É uma grande honra tê-los como avaliadores e sou imensamente grata pelo tempo e dedicação que vocês destinaram a esse processo. Professor Bruno Figueiredo, muito obrigada pelas discussões que enriqueceram significativamente o trabalho. Também gostaria de fazer um agradecimento especial a Alexandra Elbakyan por sua contribuição essencial a este trabalho. Por último mas não menos importante, obrigada à Catalina por estar comigo todos esses dias e por tornar os dias difíceis mais fáceis e cheios de amor.

“Now I had become an amphibious being and could go along in the same way as the fish. I could hover, sit, turn, kneel or lie down. I could even have stood on my head. We could study the animals in their natural world as we swam like fishes amongst them.”

(Hans Hass, 1942)

RESUMO

O estudo apresenta uma revisão sistemática de publicações científicas que utilizaram o mergulho científico como ferramenta para o estudo de cefalópodes. O objetivo deste estudo foi conduzir um amplo levantamento sistemático de publicações científicas que empregaram o mergulho autônomo (SCUBA) e/ou mergulho livre (*snorkeling* ou *freediving*), tendo como base as plataformas Scopus e Portal Capes. As buscas iniciais (n=2159) resultaram em 96 artigos que atendiam os critérios de busca. No período de 5 décadas, o trabalho mais antigo foi publicado em 1973, utilizando o mergulho livre. Já em 1977 iniciam-se os trabalhos com SCUBA, com um crescimento linear ao longo dos anos seguintes, atingindo picos em 2011 e 2016, onde Estados Unidos, Austrália e Brasil foram os países (n=39) com maiores números de publicações respectivamente. África e Ásia foram os continentes com menos estudos. Octopoda foi a ordem mais estudada (53,1% das publicações), seguida de Sepiida (25,2%) e Myopsida (14,2%). Essa predominância reflete seus padrões de vida e o perfil de experiência dos mergulhadores envolvidos nos estudos, uma vez que a profundidade dos mergulhos variaram de 0-54m, com a maioria (62%) realizada até 19 m. Apesar de *Octopus vulgaris* (n=25) ter sido a espécie mais estudada, pode haver um viés, frente aos recentes avanços na descrição de espécies do complexo (e.g. *O. insularis* e *O. americanus*). Ecologia foi a área de conhecimento com mais publicações (50,9%), seguida por Comportamento (19,5%) e Embriologia (10,9%). O mergulho foi ainda utilizado principalmente para coleta (43,7%), observações (23,1%) e censos (12,1%). Já filmagens e fotografias somaram 15,4%. Em suma, as características ecológicas das ordens de cefalópodes influenciam grandemente a frequência do uso dos métodos subaquáticos como metodologia de estudo. A acessibilidade proporcionada pelo SCUBA revolucionou a ciência marinha, no entanto, esta revisão sistemática revelou uma baixa representatividade do número atual de publicações que utilizam o mergulho científico em estudos de cefalópodes. Há uma urgente necessidade de padronização na descrição das atividades de mergulho científico nos artigos acadêmicos, reconhecendo a atividade como uma ferramenta valiosa de pesquisa. Este estudo contribui para uma melhor compreensão do estado, da evolução, eficiência e versatilidade do mergulho científico e destaca a relevância contínua do SCUBA e mergulho livre no estudo de cefalópodes. Ao lançar luz sobre o estado atual e perspectivas futuras do mergulho científico no estudo de cefalópodes, fornecemos informações valiosas para pesquisadores e o avanço do conhecimento nessa área.

Palavras-chave: SCUBA 1; Cienciometria 2; Octopoda 3.

ABSTRACT

The study presents a systematic review of scientific publications that have used scientific diving as a tool for studying cephalopods. The objective of this study was to conduct a comprehensive systematic survey of scientific publications that employed scuba diving and/or snorkeling or freediving, based on the Scopus and Portal Capes platforms. The initial searches (n=2159) resulted in 96 articles that met the search criteria. Over a period of 5 decades, the oldest work was published in 1973, using freediving. The earliest articles found using SCUBA were in 1977 with two publications, with a linear growth in the following years, reaching peaks in 2011 and 2016, where the United States, Australia, and Brazil were the countries (n=39) with the highest numbers of publications, respectively. Africa and Asia were the continents with fewer studies. Octopoda was the most studied order (53.1% of publications), followed by Sepiida (25.2%) and Myopsida (14.2%). This predominance reflects their life patterns and the profile of experience of the divers involved in the studies, as the depth of the dives varied from 0-54m, with the majority (62%) being performed up to 19m. Although *Octopus vulgaris* (n=25) was the most studied species, there may be a bias considering recent advances in species description within the complex (e.g. *O. insularis* and *O. americanus*). Ecology was the knowledge area with the most publications (50.9%), followed by Behavior (19.5%) and Embryology (10.9%). Diving was primarily used for collection (43.7%), observations (23.1%), and censuses (12.1%). Filming and photography accounted for 15.4%. In summary, the ecological characteristics of cephalopod orders greatly influence the frequency of using underwater methods as a study methodology. The accessibility provided by scuba diving has revolutionized marine science; however, this systematic review revealed a low representation of the current number of publications using scientific diving in cephalopod studies. There is an urgent need for standardization in the description of scientific diving activities in academic articles, recognizing the activity as a valuable research tool. This study contributes to a better understanding of the state, evolution, efficiency, and versatility of scientific diving and highlights the continued relevance of scuba diving and snorkeling in cephalopod studies. By shedding light on the current state and future prospects of scientific diving in cephalopod research, we provide valuable information for researchers and the advancement of knowledge in this field.

Keywords: SCUBA 1; Scientometrics 2; Octopoda 3.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tendência temporal de 1973 a 2022.	23
Figura 2 – Uso do SCUBA e mergulho livre em publicações de 1973 - 2022.	24
Figura 3 – Total de publicações por país.	24
Figura 4 – Mapa dos pontos de mergulho e publicações por país.	25
Figura 5 – Porcentagem de artigos por ordem.	26
Figura 6 – Porcentagem de publicações por área de conhecimento estudada.	27
Figura 7 – Número de publicações por grupo de profundidade.	28
Figura 8 – Grupo de profundidade por ordem.	29
Figura 9 – Perfil de profundidade por experiência do mergulhador.	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Objetivo do uso do mergulho científico nas publicações separado por categoria, número de publicações que utilizaram cada categoria e sua porcentagem.....	27
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AUV	<i>Autonomous underwater vehicle</i>
LAMECE	Laboratório de Métodos de Estudos Subaquáticos e Cefalópodes - UFSC
MC	Mergulho científico
ROUV	<i>Remotely operated underwater vehicle</i>
SCUBA	<i>Self Contained Underwater Breathing Apparatus</i>
UVT	<i>Underwater visual transect</i>
WoS	Web of Science

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	19
1.1.1 Objetivo Geral	19
1.1.2 Objetivos Específicos	19
2 METODOLOGIA	19
2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	19
2.2 ANÁLISE DE DADOS	21
3 RESULTADOS	22
4 DISCUSSÃO	30
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	36
APÊNDICE A - Espécies estudadas nas publicações, separadas por Ordem/Subordem e número de vezes que em que estiveram presentes nos estudos	40

1 INTRODUÇÃO

A classe Cephalopoda, do filo Mollusca, conta com cerca de 845 espécies vivas atualmente (HOVING et al., 2016) incluindo polvos, lulas, sépias e náutilus. Os cefalópodes surgiram há cerca de 500 milhões de anos, são cosmopolitas e exclusivamente marinhos (JEREB; ROPER, 2010), sendo encontrados em uma grande variedade de habitats e podem estar associados ao ambiente bentônico desde regiões intertidais até profundidades de 5000 m ou serem pelágicos e batipelágicos (JEREB; ROPER et al., 2005).

Possuem grande importância ecológica, atuando como predadores e como presas em comunidades marinhas (MACHADO et al., 2008), dessa forma, os impactos causados pela indústria pesqueira afetam toda a cadeia alimentar associada (KATSANEVAKIS et al., 2005). Com exceção do *Nautilus* que pode chegar a mais de 20 anos de vida (WARD, 1987), os cefalópodes em geral apresentam ciclo de vida curto de 1 ano ou menos (ROCHA et al., 2001), o que os torna mais propensos à sobrepesca (ROSENBERG et al., 1990), sendo necessária a criação de estratégias específicas de manejo pesqueiro adaptados à sua ecologia.

O uso do mergulho científico no estudo da ecologia e biologia dos cefalópodes permite uma maior seletividade de amostragem, assim como a observação de relações inter e intraespecíficas em seu ambiente natural (MADIN et al., 2013). Também possibilita o preenchimento de lacunas de conhecimento sobre espécies recentemente descritas, como no caso do *Octopus insularis*, onde o mergulho foi inicialmente utilizado para a amostragem dos espécimes para estudos morfológicos (LEITE et al., 2008) e posteriormente utilizado para fins de observação, gravação de vídeos e coleta de restos alimentares, gerando importantes resultados sobre sua ecologia, hábitos alimentares, relações tróficas, comportamentais e padrões de coloração corporais (LEITE, 2009; BATISTA & LEITE, 2016). Os cefalópodes são animais com complexos traços comportamentais e sistemas nervosos (BUDELMANN, 1995) e o mergulho possibilita o estudo comportamental *in situ* permitindo por exemplo a elaboração de etogramas das espécies, como por exemplo de *Sepioteuthis sepioidea* por meio de gravações de vídeo obtidas por meio do mergulho livre (MATHER; GRIEBEL; BYRNE, 2010) e estudos sobre suas diferentes apresentações (*display*) de cores e camuflagem, como em *Sepia apama* por meio de fotografias obtidas por mergulhadores autônomos (SCUBA) (ZYLINSKI et al., 2011; SCHNELL et al., 2016).

A observação direta dos organismos *in situ*, é essencial para a compreensão e maior entendimento da complexidade de suas relações biológicas e interações com o meio (WITMAN et al., 2013), sendo o mergulho autônomo ou livre, eficientes ferramentas para tal utilização, sendo o crescente uso dos mesmos acompanhado por um maior conhecimento sobre a atual biodiversidade marinha (WITMAN et al., 2013). Paralelamente à evolução do uso do SCUBA para fins

científicos, o uso de veículos submersíveis operados remotamente, conhecidos como ROV/ ROUV (*remotely operated underwater vehicle*) ou AUV (*autonomous underwater vehicle*) (PATTERSON; SIAS; GOUGE, 2000) permitiram o acesso, estudo e amostragem de locais antes inacessíveis como ambientes batipelágicos e de grandes profundidades (BALLANTINE, 2016; ROBISON, 2017). Apesar de o mergulho científico (autônomo e livre) possuir limitações fisiológicas (40m para mergulho autônomo e 107m para mergulho técnico) apresentadas pelos mergulhadores e equipamentos utilizados (JOINER, 2001), ele ainda assim possui inúmeras vantagens se comparados a outras metodologias como o uso de veículos submersíveis descritos anteriormente, tais como a realização de tarefas complexas, capacidade de adaptação do mergulhador de acordo com as circunstâncias, baixo custo de operação e também à sua flexibilidade e facilidade logística podendo ser empregada em pequenas embarcações ou até mesmo a partir da praia (YAKHONTOV, 2021). O uso do mergulho possibilita assim, a observação e realização de procedimentos menos invasivos de fauna e flora de ecossistemas aquáticos em seu ambiente natural, enquanto também proporciona uma maior precisão de amostragem (KUR; MIODUCHOWSKA, 2018).

A relevância do mergulho dentro da comunidade científica possui uma carência de informação quantitativa de seu uso em pesquisas, apesar de por muitas vezes ser citado como uma ferramenta, possuindo seu impacto científico diluído e provavelmente sub-reconhecido (SAYER, 2007; LEITE et al, *in press.*). Uma revisão sistemática traz uma visão mais ampla acerca de um assunto, onde a identificação, avaliação e sintetização dos resultados obtidos, auxilia no entendimento e reconhecimento de possíveis lacunas de informações que uma vez identificadas, podem ser usadas como base para estudos que virão a responder questões futuras (CROWTHER; LIM, 2010). É de grande importância promover e evidenciar o uso do mergulho científico como ferramenta de pesquisa e também é necessário o constante aperfeiçoamento de técnicas e treinamentos, e a sistematização de tais métodos a fim de promover e revalidar o seu uso no meio acadêmico (KUR; MIODUCHOWSKA, 2018).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Revisar e avaliar sistematicamente as publicações científicas que utilizaram o mergulho científico como ferramenta de pesquisa no estudo de cefalópodes.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento sistemático das publicações científicas que utilizaram métodos de estudos subaquáticos como ferramenta de pesquisa no estudo de cefalópodes, identificando quais palavras chave são mais eficazes.
- Quantificar os estudos com cefalópodes utilizando o mergulho científico ao longo dos anos.
- Compreender a evolução do uso do mergulho científico em diferentes áreas do conhecimento e qual a metodologia é mais aplicada.
- Identificar os perfis de mergulhadores envolvidos e os espectros de profundidade em que realizaram seus mergulhos.
- Analisar a distribuição geográfica das pesquisas de cefalópodes relacionadas ao mergulho científico.
- Avaliar qual grupo taxonômico, habitat e profundidade possui mais estudos realizados utilizando o mergulho científico.

2 METODOLOGIA

2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Realizou-se uma busca sistemática de artigos publicados que utilizaram o mergulho autônomo, mergulho livre/snorkeling como ferramenta de pesquisa no estudo de cefalópodes. Foram utilizadas duas plataformas de pesquisa: SciVerse Scopus (<http://scopus.com/>) e Portal Capes - Web of Science (WoS) (<http://periodicos.capes.gov.br/>). As buscas foram conduzidas utilizando os termos "coleoidea", "octopod*", "cuttlefish*", "octopus*", "squid*", "cephalopod*", "sepioidea", "Teuthoidea", "nautilus" e "nautilidae". Cada um desses termos foi combinado com o seguinte conjunto de palavras usando o operador AND: "scuba OR diving OR dive OR snork* OR diver OR divers OR freediv* OR underwater method* OR scientific div*", com o filtro de tipo de documento definido como "article".

A partir de uma triagem inicial dos títulos e/ou resumos dos artigos na plataforma de busca, foram selecionados aqueles que abordavam cefalópodes. Em seguida, os artigos foram analisados individualmente em busca de menção ao uso do mergulho autônomo, livre e/ou snorkeling como ferramenta de pesquisa durante o estudo, descartando os resultados que não mencionaram essas práticas. Os artigos que utilizaram o mergulho científico foram adicionados à uma planilha no programa Excel com as informações de título, primeiro autor(a), último autor(a), ano, revista,

subclasse, ordem, espécie, menção ao uso do termo "SCUBA", experiência do mergulhador (quando informada), área de conhecimento, área geográfica, coordenadas dos pontos de mergulho, métodos, profundidade do mergulho, temperatura e visibilidade. Artigos de revisão bibliográfica não foram incluídos, pois não envolviam a atividade de mergulho em si, apenas relataram seu uso em análises.

Para a estimativa de acurácia, a plataforma Researchgate da Professora Dra. Tatiana S. Leite (<https://www.researchgate.net/profile/Tatiana-Leite-5>) foi utilizada como referência para se buscar artigos desde a fundação do LAMECE (Laboratório de Métodos de Estudos Subaquáticos e Cefalópodes, vinculado ao Departamento de Ecologia e Zoologia da Universidade Federal de Santa Catarina) de 2008 até 2022 que utilizaram o mergulho científico no estudo de cefalópodes, totalizando 21 artigos. Os 21 artigos do LAMECE foram utilizados para estimar a proporção dos mesmos que foram encontrados nas buscas realizadas neste estudo. A proporção desses artigos encontrados na busca foi então aplicada para estimar a eficiência da busca realizada (SAYER, 2007).

A segunda busca na plataforma WoS combinou a sigla "TI=" (busca de título) com os termos da primeira busca: "coleoidea", "octopod*", "cuttlefish*", "sepioidea", "Teuthoidea", "nautilus" e "nautilidae", sendo adicionado o filtro de tipo de documento definido como "article", totalizando 1.933 publicações adicionais analisadas. Os termos "octopus*", "squid*" e "cephalopod*" não foram incluídos na segunda busca por gerarem um número muito grande de publicações a serem analisadas (n=13,876). A utilização da sigla "TI" limitou a busca a artigos que necessariamente continham o termo pesquisado no título, com o objetivo de obter um maior número de publicações relevantes para o estudo.

Todos os resultados foram submetidos aos mesmos critérios de seleção da revisão sistemática, e a quantidade de artigos novos encontrados em relação à busca anterior serviu como base para estimar o número atual de estudos que utilizaram o mergulho científico, bem como a acurácia da revisão.

Em seguida, realizou-se uma terceira busca na plataforma WoS, utilizando o termo "Cephalopod*" combinado com a sigla "TI=" desde 1973 (ano em que foi encontrada a primeira publicação utilizada no estudo) até 2022. A quantidade de artigos por ano foi adicionada à planilha para posterior análise da relação entre o

aumento de publicações sobre cefalópodes e o aumento de publicações encontradas no estudo.

Os dados obtidos na planilha passaram por uma análise exploratória buscando identificar tendências com base nas variáveis e suas relações. O uso do mergulho científico foi separado em duas categorias na análise de evolução temporal baseadas nos equipamentos utilizados, sendo um com o uso do SCUBA (mergulho autônomo) e mergulho livre (*freediving/ snorkeling*) que foram considerados como uma categoria por utilizarem os mesmos equipamentos. Foram criados 10 intervalos de 5 anos de 1973 a 2022, onde as informações de uso do SCUBA ou Mergulho livre (*freediving/ snorkeling*) foram agrupados para gerar uma melhor visualização da evolução ao longo dos anos. Os dados de ano de publicação dos artigos encontrados no estudo e o número de artigos por ano com o termo "Cephalopod*" da terceira busca foram plotados em um gráfico de dispersão para analisar a tendência temporal de cada um, seguido do cálculo da relação entre as duas variáveis. As categorias de experiência dos mergulhadores foram criadas de acordo com a denominação no qual eram mencionados nos estudos, sendo elas as categorias: Pesquisador, Autor(a), Mergulhador científico, Pescador, Ciência cidadã, Mergulhador comercial, Mergulhador técnico e Voluntário. As categorias de Pesquisador, Autor(a) e Mergulhador científico foram agrupadas em uma categoria só "Pesquisador" por todas elas envolverem mergulhadores da comunidade científica. O objetivo de uso do mergulho científico foi agrupado em diferentes categorias de acordo com a metodologia utilizada, sendo a categoria de "Observação" composta de diferentes metodologias que tinham por fim a observação como a *Roving diver*, *Underwater visual census*, *Animal focal methodology* e *Underwater visual transect* e a categoria "Filmagem e fotografia" unindo tais metodologias que utilizam câmeras para a filmagem e/ou fotografia.

Os dados de primeiro e último autor foram analisados em conjunto para determinar o número de publicações por país, utilizando as instituições vinculadas aos autores para identificar o país onde os estudos foram realizados. As coordenadas geográficas foram utilizadas para criar um mapa no software ArcGIS 10.5, sobrepondo as informações de coordenadas com os dados de publicações por país. Os dados de profundidade foram analisados em relação às variáveis: i) ordem e ii) experiência do mergulhador, a fim de traçar o perfil de mergulho em cada categoria. A análise da ordem mais estudada foi realizada apenas com as

publicações obtidas na primeira busca, pois a segunda busca não envolveu todos os termos utilizados na primeira busca, sendo os resultados de ordem possivelmente enviesados se analisados em conjunto.

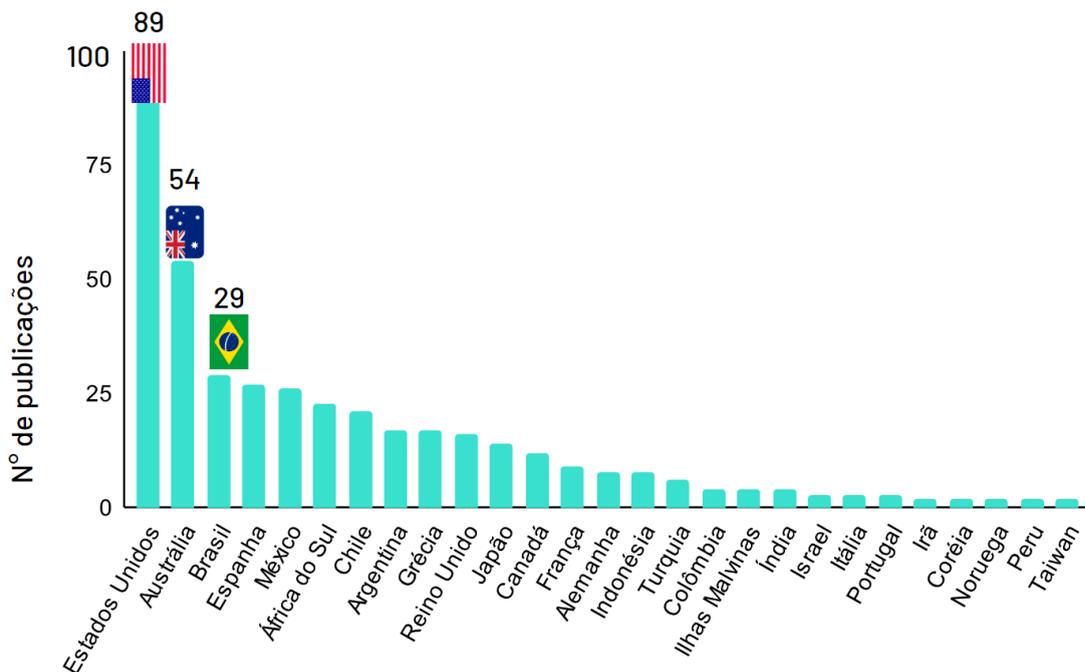
3 RESULTADOS

A utilização do conjunto de palavras chave nas plataformas na primeira busca geraram um total de 2.159 artigos onde 96 deles obedeciam aos critérios utilizados nas buscas. Destes 96 artigos, foram encontrados apenas 6 artigos (28%) pertencentes aos 21 artigos do LAMECE. Após a segunda busca, esse número subiu para 129, totalizando 225 publicações, dos quais 12 artigos pertenciam aos 21 artigos utilizados como referência do LAMECE (57%), mostrando assim um aumento de 29% na eficiência da segunda busca.

O artigo mais antigo encontrado foi do ano de 1973, Vitesse de Digestion d' *Octopus cyanea* (Cephalopoda: Octopoda) (BOUCHER-RODONI, 1973) relatando o mergulho em apnéia para a coleta de *O. cyanea*. Em 1977 foram publicados os primeiros artigos utilizando o mergulho autônomo, onde foram estudadas as espécies *Nautilus pompilius* (Notes on Animal Weight, Cameral Fluids, Swimming Speed, and Color Polymorphism of the Cephalopod *Nautilus pompilius* in the Fiji Islands, (WARD et al., 1977)) e *Loligo opalescens* (Mating Behavior of the Squid *Loligo opalescens*, (HURLEY, 1977)). O primeiro trabalho utilizou SCUBA para a soltura dos espécimes utilizados no estudo e o segundo realizou observações de desovas de *L. opalescens*. Após estes primeiros trabalhos foi visualizada uma tendência linear de crescimento ($R^2=0,63$) ao longo dos anos, com um pico nos anos de 2011 e 2016 com um total de 16 e 15 publicações, respectivamente. A análise da tendência temporal de publicações da terceira busca com o termo "Cephalopod*" no período de 1973-2022 resultou um total de 3.253 artigos e também apresentou crescimento linear de ($R^2=0,83$). Foi realizada uma comparação das duas variáveis, onde foi encontrada uma relação de $R^2=0,64$ entre elas (Figura 1).

Em relação à distribuição por região, foi registrado um total de 39 países diferentes em relação às autorais dos artigos, sendo os Estados Unidos o país com o maior número de publicações com 89 artigos (21,2% do total), seguido da Austrália com 54 artigos (12,9%) e Brasil com 29 (6,1%) respectivamente (Figura 3).

Figura 3 – Total de publicações por país baseado no vínculo institucional dos primeiros e últimos autores que utilizaram o mergulho científico no estudo de cefalópodes de 1973 a 2022.

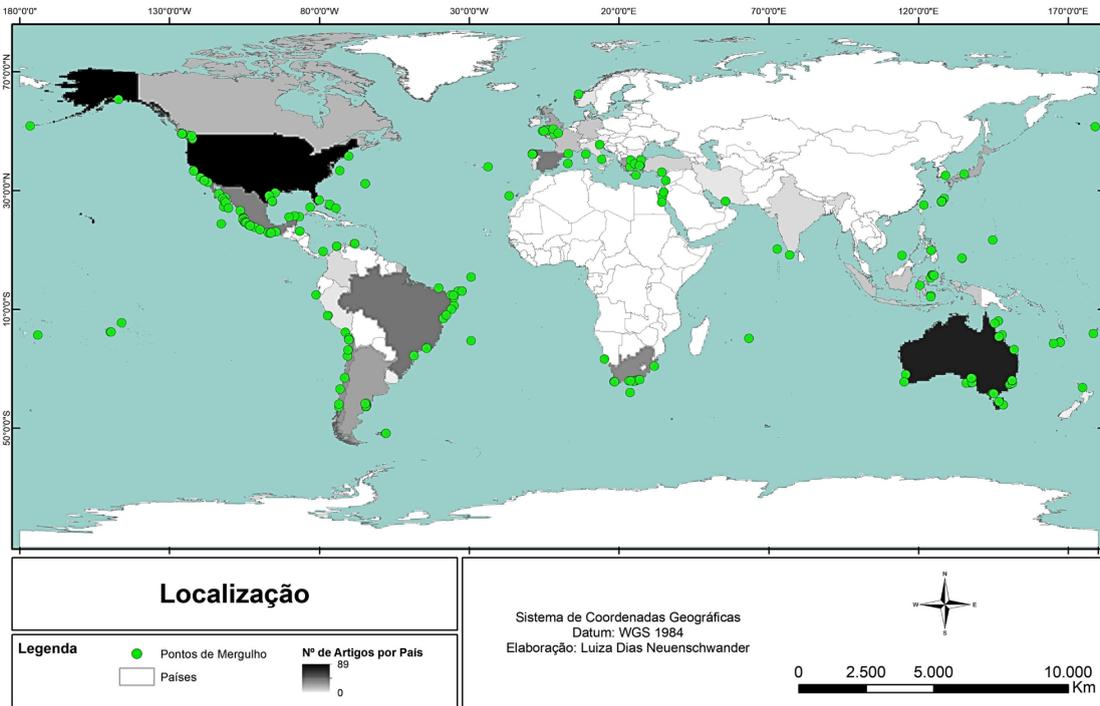


Fonte: elaborado pela autora.

Dos 225 artigos encontrados, foram obtidos um total de 238 coordenadas geográficas das localidades de mergulhos utilizadas nos estudos, onde um mesmo estudo pode ter sido realizado em mais de uma localidade. As localidades de mergulho estão distribuídas segundo a Figura 4, onde se pode visualizar um adensamento de pontos na costa Oeste da América do Norte e do Sul, Caribe, Nordeste do Brasil, costa Leste da Austrália, Mediterrâneo e África do Sul. África e Ásia são os continentes com poucos ou ausência de pontos de mergulho em trabalhos publicados.

Figura 4 – Mapa demonstrando as localidades em que o mergulho científico foi utilizado no estudo de cefalópodes, obtidas a partir das coordenadas dos pontos

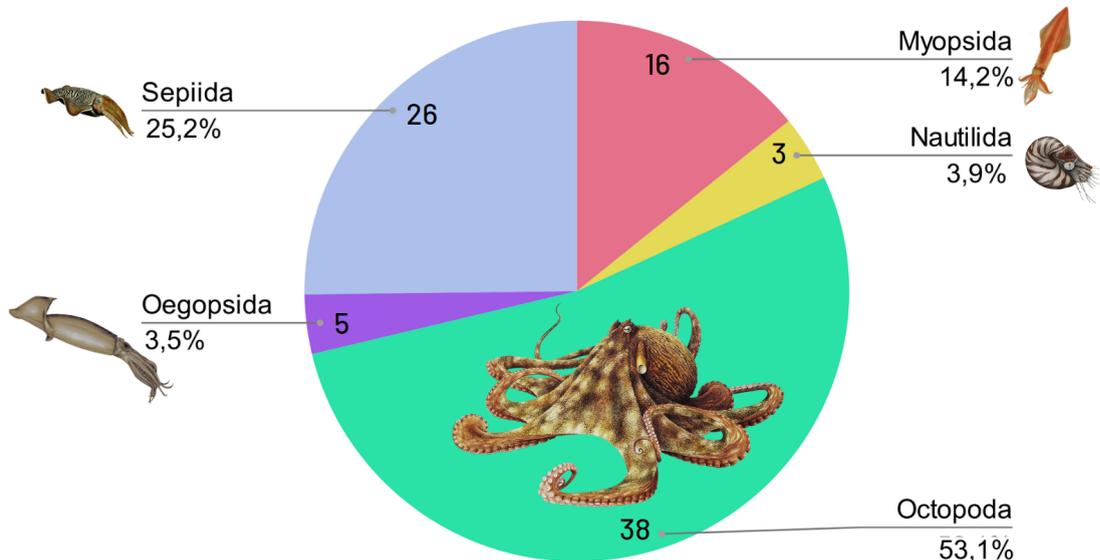
de mergulho realizados nas publicações e gradiente de cores por número de publicações por país.



Fonte: elaborado por Luiza Dias Neuenschwander.

Em relação aos táxons estudados nos artigos, a primeira busca traz a ordem Octopoda como a mais estudada, constituindo mais da metade (53,1%) das publicações obtidas, seguidas pela ordem Sepiida (Figura 5).

Figura 5 – Porcentagem de artigos que utilizaram mergulho científico para o estudo de cefalópodes por ordem e respectivo número de espécies estudadas de cada ordem

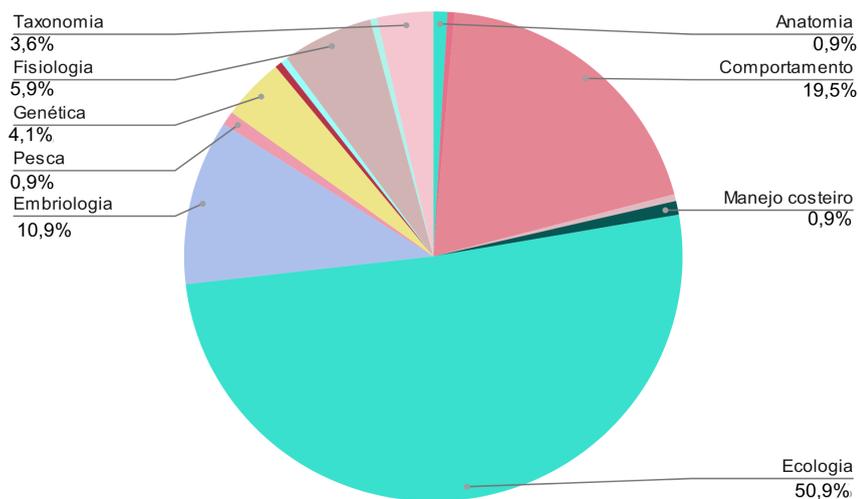


Fonte: elaborado pela autora.

Em relação às espécies estudadas, os artigos abrangeram um total de 83 espécies diferentes e outras 5 identificadas a nível de gênero (APÊNDICE A). O *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (n=25) foi a espécie com maior recorrência na revisão sistemática com um total de 38 registros contabilizados em ambas análises, seguida de *Sepia apama* Gray, 1849 (n=18) e *Octopus insularis* Leite & Haimovici, 2008 (n=15).

Ecologia foi a área de conhecimento com um maior número de publicações (112 artigos) totalizando 50,9% do total, seguido por Comportamento com (43 artigos) 19,5% e Embriologia (24) 10,9%. (Figura 6).

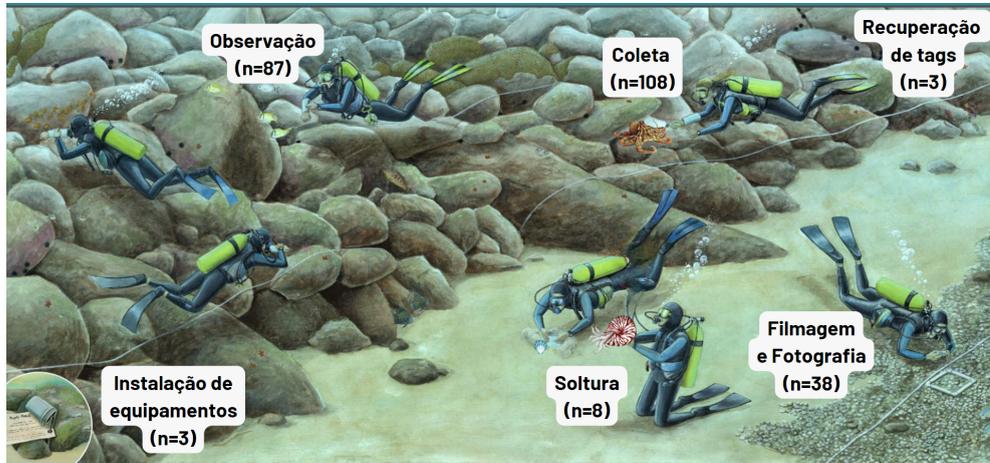
Figura 6 – Porcentagem de publicações que utilizaram o mergulho científico no estudo de cefalópodes no período de 1973-2022 por área de conhecimento estudada



Fonte: elaborado pela autora.

A metodologia subaquática mais empregada durante os mergulhos (autônomo e livre) de estudos de cefalópodes foi a coleta manual (n=108) sendo a mais comum com o auxílio de ganchos (n=10), seguido de observação (n=87) e registros de vídeos e fotografia (n=38), sendo o total de dados sobre a metodologia empregada de 247 pois um mesmo estudo utilizou mais de uma metodologia (Tabela 1). Dentre os 108 estudos que utilizaram o mergulho científico para fins de coleta, 78 deles foram para coleta de espécimes, 19 para coleta de ovos, 7 para dieta, 2 para sedimentos e 2 para amostragem de tecido.

Tabela 1. Objetivo do uso do mergulho científico no estudo de cefalópodes e respectiva quantidade de publicações que utilizaram cada objetivo

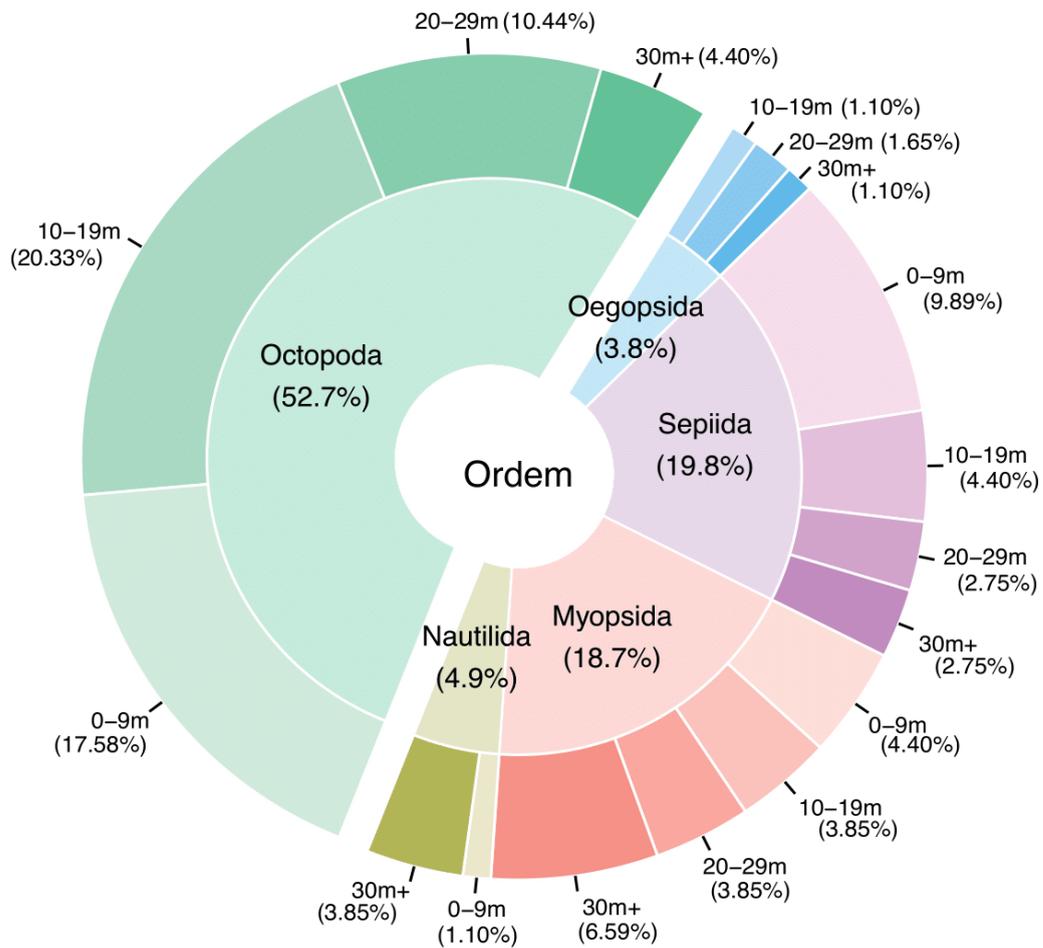


Fonte: adaptado de Segal et al. (2017)

Em relação às condições oceanográficas onde foram realizados os mergulhos, 45 artigos (20%) apresentaram informações sobre a temperatura da água, sendo a menor registrada de 2°C nos Estados Unidos e a mais alta de 38°C na Índia. Um total de 159 artigos (70,2%) informaram a profundidade dos mergulhos (SCUBA ou mergulho livre) com profundidade variando de 0-54m, com a maioria (62%) sendo realizado de 0 até 19 m de profundidade. Foram registrados 31 mergulhos no grupo de profundidade >30, onde 23 foram de 30 m de profundidade e 8 deles em profundidades maiores que 30 m, sendo o mais profundo de 54m. (Figura 8).

Cada ordem estudada foi analisada separadamente com os dados relacionados às profundidades, onde Octopoda e Sepiida ambos tiveram maior frequência nos intervalos de 0-9m e 10-19m, enquanto Myopsida e Nautilida no grupo de >30m. A Ordem Oegopsida teve maior frequência no grupo de 20-29m sem nenhum registro de 0-9m (Figura 8).

Figura 8 – Porcentagem do grupo de profundidade de cada ordem e a porcentagem de estudos de cada ordem em relação ao total.



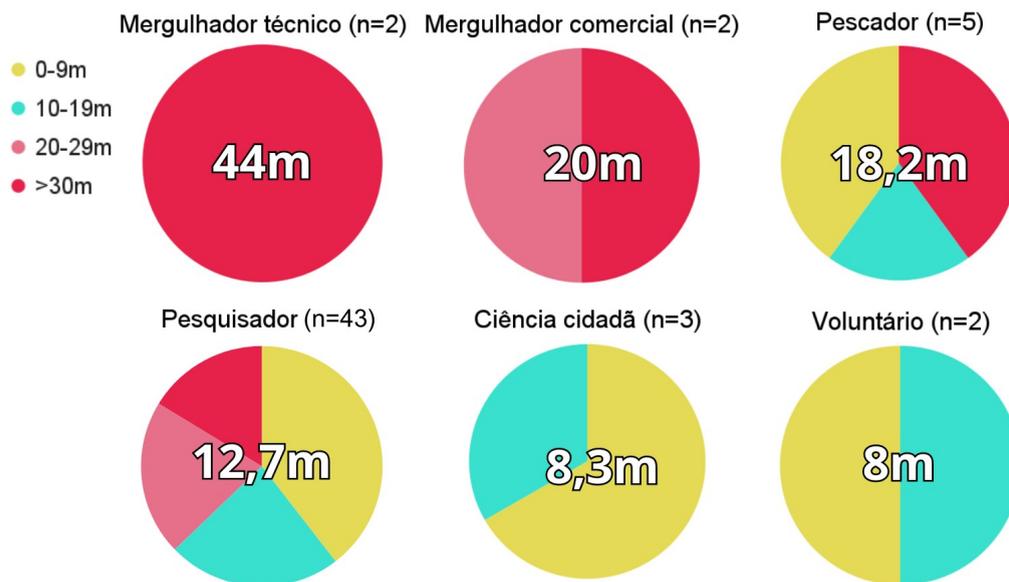
Fonte: elaborado por Áthila Bertoncini.

A revisão contou com 57 (25%) publicações que informaram a experiência dos mergulhadores participantes dos estudos, sendo a maioria (64,9%) os próprios autores. Os intervalos de profundidade foram utilizados para determinar o perfil de mergulho de acordo com a experiência, sendo o grupo “Autor” o único presente em todos os intervalos de profundidade com predominância no intervalo 0-9m e profundidade máxima atingida de 40m. Os grupos “Ciência cidadã” e “Voluntário” apresentam perfil similar por ambos estarem somente nos intervalos de 0-9m e 10-19m. O grupo “Mergulhador comercial” não realizou mergulhos em intervalos de profundidade menores que 20m, enquanto o grupo “Mergulhador técnico” realizou somente mergulhos em >30m (Figura 9).

Os grupos de mergulhadores profissionais tais como “Mergulhador técnico” e “Mergulhador comercial” possuíram as médias de profundidade máxima mais altas

(44m e 20m, respectivamente), seguidos pelos grupos “Pescador”, “Pesquisador”, “Mergulhador científico” e “Autor”. Os grupos de “Ciência cidadã” e “Voluntário” tiveram profundidades máximas médias de 8,3m e 8m (Figura 9).

Figura 9 – Quantidade de estudos por grupo de mergulhador que utilizou o mergulho (autônomo e livre) para o estudo de cefalópodes, profundidade média máxima e perfil de profundidade de cada grupo.



Fonte: elaborado pela autora.

4 DISCUSSÃO

Esse trabalho é a primeira revisão da importância do mergulho científico no desenvolvimento de pesquisas dos cefalópodes. Ele permite um entendimento da evolução, eficiência e versatilidade do uso dessa ferramenta em diferentes áreas do conhecimento e em diferentes ordens dentro dessa classe. O mergulho autônomo e livre têm permitido aos cientistas o acesso ao ambiente marinho, onde Witman (2013) cita sua relevância na revolução da ciência marinha “análoga ao vôo tripulado ao espaço e ao microscópio”. Nas últimas cinco décadas, o uso do SCUBA na produção de publicações científicas nas áreas de biologia e oceanografia tem crescido de forma exponencial, acompanhado pelo rápido avanço do conhecimento sobre a biodiversidade marinha (WITMAN et al., 2013). Esta evolução e

popularização ficou evidente neste estudo de cefalópodes. Concomitante ao aumento linear (ver Figura 1) de publicações sobre este grupo nos últimos 50 anos, estas tiveram uma forte relação com o uso do MC demonstrando uma aplicação dessa ferramenta como parte essencial da metodologia de coleta ou observação. Tal utilização pode ser explicada devido à sua versatilidade em atender a diferentes especificidades e demandas que a diversidade da classe exige.

Já o mergulho livre (snorkeling e freediving) foi consideravelmente menos utilizado em comparação ao mergulho autônomo. No entanto, esteve sempre presente ao longo do tempo, apresentando um crescimento linear. Apesar das suas limitações de profundidade e tempo de fundo, essa modalidade é essencial para acessar áreas inacessíveis ao SCUBA, como recifes rasos, além de coletas de material e realização de experimentos. O crescimento das modalidades (mergulho autônomo e livre) demonstra que nenhuma delas está caindo em desuso, reforçando a importância de treinamento para ambas. Mesmo com o surgimento de novas tecnologias, como veículos submersíveis capazes de realizar tarefas semelhantes aos mergulhadores, o mergulho livre e autônomo continuam sendo explorados e utilizados ao longo do tempo. Isso ressalta a importância contínua dessas modalidades subaquáticas na pesquisa e exploração dos ambientes marinhos.

A ecologia de vida das diferentes ordens tem grande influência na frequência em que se é utilizado o mergulho como uma metodologia para o estudo das mesmas, onde a maior parte dos grupos avaliados neste estudo eram principalmente espécies presentes em águas rasas e hábitos de vida bentônicos nectônicos (HANLON; MESSENGER, 2018). Octopoda, Sepiida e Myopsida juntas constituíram 91% do total de publicações encontradas. Essa predominância pode ser explicada tanto pelos seus padrões de vida quanto pelo perfil de experiência dos mergulhadores envolvidos nos estudos.

Cerca de 63% dos mergulhos foram realizados no intervalo de profundidade de 0-19m. Devido à sua ocorrência em áreas costeiras e rasas, essas ordens são mais propensas a se enquadrar nos limites impostos pelo mergulho autônomo e, por vezes, acessíveis ao mergulho livre. Consequentemente, observa-se uma concentração maior de estudos de Octopoda e Sepiida realizados no intervalo de 0 a 19 metros, enquanto Myopsida, apesar de possuir hábitos costeiros, pode também ser encontrada na beira de plataformas continentais sendo a sua maior ocorrência

no intervalo de >30m, embora esteja presente em todos os intervalos de profundidade.

Nautilida e Oegopsida são ordens pelágicas e que possuem hábitos de vida que os tornam inacessíveis ao mergulho autônomo. Nautilida está presente em ambiente mesopelágico com migrações verticais de profundidades de 70 a 700m e Oegopsida possui representantes vivendo em zonas mínimas de oxigênio e batipelágicas (HANLON; MESSENGER, 2018). Apesar de estarem fora dos limites do mergulho autônomo, ele é comumente utilizado na ordem Nautilida para a soltura de indivíduos após serem utilizados em pesquisas, onde são levados por mergulhadores a profundidades de 30m, havendo antes uma avaliação de sua aptidão e a posterior soltura. Tal metodologia não foi utilizada em outras ordens, possivelmente em decorrência de possuírem ciclos de vida curto e não estarem ameaçados (HANLON; MESSENGER, 2018) como os náutilus. Oegopsida possui uma completa adaptação ao ambiente pelágico. Diferentemente de outros cefalópodes que fixam seus ovos em substratos, as aglomerações de ovos dos Oegopsida possuem flutuabilidade neutra e derivam livremente no oceano, onde mergulho científico é principalmente utilizado na coleta e documentação dessas aglomerações de ovos, por meio de vídeos e fotos.

Foram identificados também diferentes espectros de profundidade realizados por cada grupo de mergulhadores, sendo o intervalo de profundidade de Octopoda, Sepiida o mesmo em que maior parte dos perfis executaram seus mergulhos. Myopsida e Sepiida tiveram valores muito próximos e estiveram presentes em todos os intervalos de profundidade, possuindo hábitos costeiros e normalmente associadas ao fundo do mar (HANLON; MESSENGER, 2018). Por outro lado, Oegopsida está adaptada à vida pelágica. A atividade do mergulho científico envolve riscos inerentes à atividade do mergulho autônomo somado à habilidade de realização de tarefas subaquáticas (LEITE et al., in press). Os mergulhos profundos, e consequentemente mais arriscados, são realizados por mergulhadores profissionais (técnicos e comerciais). Enquanto isso, voluntários e mergulhadores de ciência cidadã permaneceram somente em menores profundidades de até 8m devido à provável carência de treinamento adequado. A incorporação da ciência cidadã em atividades científicas pode trazer benefícios significativos quando bem coordenada (CERRANO et al., 2016; KALANTZI et al., 2021), considerando que o mergulho recreativo envolve aproximadamente 20 milhões de pessoas em todo o

mundo (LUCREZI et al., 2018). No entanto, a inclusão da ciência cidadã no mergulho científico ainda é motivo de controvérsia, especialmente devido à falta de regulamentação das atividades de mergulho científico, o que permite a participação de pessoas que não fazem parte da comunidade científica (KALANTZI et al., 2021).

Já a análise em torno das espécies mais pesquisadas, a alta porcentagem de *Octopus vulgaris* pode ser questionada em função da recente descrição de várias espécies como parte do complexo *O. vulgaris* (AMOR et al., 2016), como por exemplo a espécie *Octopus insularis* (LEITE et al., 2008) e *O. americanus* (AVEDANO et al., 2020), revelando um possível viés no número atual de estudos para cada espécie. O estudo da ecologia e taxonomia de cefalópodes têm se beneficiado com o uso do mergulho, trazendo mudanças substanciais em suas metodologias, como a capacidade de coletar indivíduos seletivamente (MADIN et al., 2013), padronizar e utilizar padrões corporais em animais vivos para identificação de espécies (LEITE; MATHER, 2008) observação de hábitos e interações, análises da densidade populacional por meio de transectos (SCHEEL et al., 2017).

Esses avanços resultaram em maior qualidade, seletividade e diversidade de dados obtidos, sendo essenciais e presumivelmente o motivo pelo qual os estudos da ecologia de cefalópodes têm o maior número de publicações. Isso é especialmente evidente no ano de 2011, quando ocorreu o maior número de publicações (n=16), sendo que 69% delas (n=11) foram relacionadas à área de ecologia. A capacidade de observar os organismos em seu ambiente natural proporciona um entendimento mais aprofundado das variáveis independentes, evitando interpretações incorretas baseadas apenas na coleta de amostras aleatórias.

O mergulho científico desempenha um papel fundamental nesse sentido, permitindo avanços significativos no estudo comportamental dos cefalópodes, uma vez que possibilita a observação direta dos indivíduos em seu habitat natural, complementada pelo uso de vídeos e fotografias (LIU et al., 2023). Além disso, a coleta de amostras realizada por meio do mergulho científico apresenta diversas vantagens, como a capacidade de coletar ovos, que são estruturas extremamente frágeis, tornando-se uma valiosa ferramenta para estudos de embriologia.

Já a avaliação dos estudos de cefalópodes ao nível geográfico permitiu a identificação de disparidades e lacunas de regiões/ecossistemas não estudados. Países líderes em números de publicações também apresentaram mais estudos em

sua linha costeira e em ilhas adjacentes aos seus países, no entanto há uma grande desigualdade a nível de continente de áreas e países que apresentam pouco ou nenhum estudo, como no caso da África e Ásia, corroborando com o observado por Di Cosmo et al. (2021). A heterogeneidade no uso do mergulho científico pode ser atribuída à escassez de recursos voltados para esse tipo de pesquisa que exige cursos técnicos, equipamentos especializados, rotinas de treinamento e regulamentações adequadas (LEITE et al., *in press*). Onde adicionalmente, um estudo recente examinou o estado atual do mergulho científico na Grécia e também atribuiu a falta de treinamento profissional, regulamentação e colaboração entre as autoridades nacionais e os centros de pesquisa como obstáculos para o desenvolvimento do mergulho científico no país (KALANTZI et al., 2021).

O continente Africano apresenta desigualdades na produtividade de publicações científicas sobre cefalópodes, com a África do Sul e o Egito sendo os principais países responsáveis pela maioria dessas publicações (SOORYAMOORTHY, 2018). Muitos países africanos enfrentam desafios que afetam suas capacidades científicas, incluindo falta de financiamento, recursos, infraestrutura, além de conflitos, guerras, doenças e instabilidade política (GAILLARD, 1992). O surgimento de instituições internacionais de ensino superior em regiões com demanda crescente e capacidade local limitada oferece oportunidades de educação global, currículos internacionais e interculturais, assim como infraestrutura para pesquisa nessas localidades como no caso do *School for Field Studies Center for Marine Resource Studies*, um programa da Boston University presente nas Ilhas Turks & Caicos (MARSHALL et al., 2008). No entanto, é importante administrá-las adequadamente, alinhando-as aos interesses de desenvolvimento nacionais e colaborações locais, dando oportunidade aos estudantes locais de acessá-las, a fim de maximizar seus benefícios na região e a realização de pesquisas em áreas ainda não exploradas (MARSHALL et al., 2008). Esses desafios também se refletem no uso do mergulho científico para estudar cefalópodes, com todos os estudos encontrados concentrados na África do Sul e em pontos de mergulho predominantemente localizados em sua costa. Embora muitos países asiáticos possuam uma conexão cultural e histórica com o mar, como comunidades tradicionais de mergulho livre, as *Ama* no Japão e *Hae Nyo* na Coreia, e outros que dependem inteiramente de recursos marinhos (conhecidos como

"Water people") na Tailândia, Mianmar, Indonésia, Filipinas e Malásia, o uso do mergulho autônomo nesses países ainda é recente (KANG, 2008).

A resistência cultural em relação às certificações de mergulho SCUBA, influenciada por países europeus e americanos, contribui para essa tendência. A indústria de mergulho no sudeste asiático tem se concentrado principalmente em turistas estrangeiros, sendo que apenas nos últimos anos tem despertado interesse crescente da população local (KANG, 2008). Esse padrão também é observado nos estudos de cefalópodes na região, onde 95% das publicações obtidas na busca que ocorreram no continente foram realizadas no período de 2003 a 2022.

Embora o mergulho científico seja valioso e essencial para o estudo de cefalópodes, o seu reconhecimento como ferramenta de pesquisa carece de padronização. Sayer (2007) propõe usar os termos "SCUBA" e "Scientific diving" para padronizar as atividades de mergulho autônomo e/ou livre com fins científicos em diversas áreas. Atualmente, as referências ao mergulho em publicações frequentemente usam o termo "diver" sem fornecer detalhes adicionais, dificultando a identificação do tipo de mergulho, metodologias, equipamentos e perfil dos mergulhadores. O conjunto de palavras chave escolhidos neste estudo visou abordar diferentes denominações nas quais o mergulho científico (autônomo e livre) poderia ser descrito, entretanto o resultado revelou que os termos "Scientific diving", "Scientific dive" e "Underwater method*" não trouxeram resultados adicionais, sendo os mesmos irrelevantes pois a atividade não foi referida como tal em nenhum estudo. As palavras "diver" e "divers" em contrapartida retornaram mais resultados à busca inicial, apontando a ausência de uma padronização da menção do mergulho científico em artigos acadêmicos, o que agrava a sua sub-representação. Ao longo das últimas décadas, o mergulho tem sido amplamente utilizado como uma ferramenta de pesquisa essencial em diversas áreas. No entanto, apesar do treinamento especializado necessário para realizar essa atividade, o reconhecimento do mergulho científico como uma metodologia uniforme e replicável varia em diferentes regiões, o que resulta em sua falta de reconhecimento consistente. Esse reconhecimento fragmentado do mergulho científico acaba limitando sua disseminação e aceitação como uma ferramenta de pesquisa amplamente reconhecida.

Além do que foi mencionado acima, as plataformas de busca científicas conseguem realizar suas pesquisas principalmente a nível de título, palavras-chave

e resumo (SAYER, 2007) correspondendo aos resultados obtidos na primeira busca, logo qualquer menção à utilização do mergulho que não estivesse presente em algum desses locais não foram encontrados. A maioria dos artigos que utilizaram o mergulho autônomo mencionaram a palavra “SCUBA”, porém menos da metade dos mesmos foi encontrada na primeira busca por não ser mencionado no título, resumo ou palavras-chave. A segunda busca em um contexto mais amplo de pesquisa, no entanto, revelou que o mergulho científico (quando mencionado) encontra-se usualmente nos métodos, introdução ou até mesmo na seção de agradecimentos do estudo, onde Sayer (2007) discute também tal fator como preocupante para o reconhecimento do mergulho como uma ferramenta de pesquisa. É fundamental estabelecer padrões e regulamentações para garantir a replicabilidade e confiabilidade dessas atividades, tornando as informações mais acessíveis à comunidade científica.

O mergulho científico desempenha um papel crucial no estudo dos cefalópodes, especialmente no que diz respeito à compreensão de sua ecologia e comportamento. Esse método tem levado a melhorias significativas na coleta de dados, seletividade e diversidade, aprimorando a qualidade dos estudos. Em suma, a revisão sistemática destacou a importância de utilizar palavras-chave adequadas para a obtenção de resultados mais precisos. A busca inicial utilizando um conjunto específico de palavras-chave revelou uma representatividade menor em relação ao número atual de publicações sobre o uso do mergulho científico no estudo de cefalópodes, em comparação com os artigos de referência do LAMECE (28%) encontrados na primeira busca. No entanto, essa constatação levanta questões importantes que podem direcionar futuros estudos para a abordagem e preenchimento dessa lacuna. Além disso, essa análise proporciona uma oportunidade para a adoção de novas práticas, visando aprimorar a padronização e o compartilhamento de informações nessa área de pesquisa. Essa iniciativa é crucial para promover a ciência de forma mais igualitária e reduzir a heterogeneidade no uso do mergulho no futuro, proporcionando uma base sólida para avanços mais equitativos e eficientes nesse campo.

5 CONCLUSÃO

Esta revisão permitiu a avaliação do uso do mergulho científico como ferramenta de pesquisa no estudo de cefalópodes, sendo possível realizar a estimativa de eficiência de busca com diferentes palavras-chave em duas plataformas de busca científica. Apesar das limitações apresentadas pela abrangência de busca das plataformas e pela falta de padronização na menção do mergulho científico, foi possível analisar a evolução do uso do mergulho autônomo e livre no estudo de cefalópodes ao longo dos anos. Os dados obtidos a partir dos estudos encontrados permitiu identificar em quais áreas do conhecimento o mergulho científico foi mais utilizado, grupos taxonômicos mais estudados assim como os países com maior aplicação dessa ferramenta e localidades em que os mergulhos foram realizados.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Maria Bernadete Martins; ARRUDA, Susana Margareth. **Como fazer referências**: bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documento. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Biblioteca Universitária, c2001. Documento não publicado.
- AMOR, Michael D. et al. Morphological assessment of the *Octopus vulgaris* species complex evaluated in light of molecular-based phylogenetic inferences. **Zoologica Scripta**, v. 46, n. 3, p. 275-288, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520**: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2012a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027**: informação e documentação – sumário – apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2012b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.
- AVENDAÑO, Otilio et al. *Octopus americanus*: a cryptic species of the *O. vulgaris* species complex redescribed from the Caribbean. **Aquatic Ecology**, v. 54, n. 4, p. 909-925, 2020.
- AZZOLA, Annalisa et al. You cannot conserve a species that has not been found: The case of the marine sponge *Axinella polypoides* in Liguria, Italy. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 31, n. 4, p. 737-747, 2021.
- BALLANTINE, David L.; TORRES, Hector Ruiz; APONTE, Nilda E. The mesophotic, coral reef-associated, marine algal flora of Puerto Rico, Caribbean Sea. Washington, DC: **Smithsonian Institution Scholarly Press**, 2016.
- BATISTA, Allan Torrecilla; LEITE, Tatiana Silva. *Octopus insularis* (Cephalopoda: Octopodidae) on the tropical coast of Brazil: where it lives and what it eats. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 353-364, 2016.
- BOYLE, Peter; RODHOUSE, Paul. *Cephalopods: ecology and fisheries*. [S.l.]: **John Wiley & Sons**, 2008.
- BOYLE, PR; BOLETZKY, SV. Cephalopod populations: definition and dynamics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, **The Royal Society London**, v. 351, n. 1343, p. 985–1002, 1996.
- BUDELMANN, BU. *The cephalopod nervous system: what evolution has made of the*

molluscan design. The nervous systems of invertebrates: An evolutionary and comparative approach: With a coda written by TH Bullock, **Springer**, p. 115–138, 1995.

CARAMANNA, Giorgio et al. Scientific diving techniques in restricted overhead environments. **Underwater Technology, Society for Underwater Technology**, v. 31, n. 1, p. 13–19, 2012.

CATER, Carl I. The life aquatic: Scuba diving and the experiential imperative. **Tourism in Marine Environments**, v. 5, n. 4, p. 233-244, 2008.

CATTANEO-VIETTI, Riccardo. The essential role of diving in Marine Biology. **BELS-Bulletin of Enviromental and Life Sciences**, v. 3, n. 1, 2021.

CERRANO, Carlo; MILANESE, Martina; PONTI, Massimo. Diving for science-science for diving: volunteer scuba divers support science and conservation in the Mediterranean Sea. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 27, n. 2, p. 303-323, 2017.

COLLIER, Kevin J.; PROBERT, P. Keith; JEFFRIES, Michael. Conservation of aquatic invertebrates: concerns, challenges and conundrums. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 26, n. 5, p. 817-837, 2016.

CROWTHER, Mark A.; LIM, Wendy. Systematic review and meta-analysis methodology. **Blood, American Society of Hematology**, v. 116, p. 3140–3146, 17 out. 2010. ISSN 15280020. DOI: 10.1182/blood-2010-05-280883.

DAILIANIS, Thanos et al. Human activities and resultant pressures on key European marine habitats: an analysis of mapped resources. **Marine Policy**, v. 98, p. 1-10, 2018.

DI COSMO, Anna et al. Research trends in octopus biological studies. **Animals**, v. 11, n. 6, p. 1808, 2021.

DUGAN, James. **Man under the sea**. [S.l.]: Collier, 1965.

EDGAR, Graham J.; BARRETT, Neville S. Short term monitoring of biotic change in Tasmanian marine reserves. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 213, n. 2, p. 261-279, 1997.

EGGLESTON, David B.; HERRNKIND, William F.; HINES, Anson H. Behavioral Ecology of Mobil Animals: Insights from In Situ Observations. **Research and Discoveries: The Revolution of Science Through Scuba**, 2013.

GAILLARD, Jacques. Science policies and cooperation in Africa: Trends in the production and utilization of knowledge. **Knowledge**, v. 14, n. 2, p. 212-233, 1992.

HASS, Hans. Fotojagd am Merresgrund: Erlebnis und Technik der Unterwasserfotografie. **Heering-Verlag**, 1942.

HANLON, Roger T.; MESSENGER, John B. Cephalopod behaviour. **Cambridge University Press**, 2018.

HEALTH, Great Britain.; EXECUTIVE, Safety. Scientific and archaeological diving projects : diving at work regulations 1997. [S.l.: s.n.]. P. 36. **ISBN 9780717665969**.

HOVING, H. J.T. et al. Mating tactics in the sub-Antarctic deep-sea squid *Onykia ingens* (Cephalopoda: Onychoteuthidae). **Polar Biology, Springer Verlag**, v. 39, p. 1319–1328, 7 jul. 2016. ISSN 07224060. DOI: 10.1007/s00300-015-1856-z.

HURLEY, Ann C. Mating behavior of the squid *Loligo opalescens*. *Marine Behaviour and Physiology*, **Taylor & Francis**, v. 4, n. 3, p. 195–203, 1977.

LANG, M. A. Scientific diving in the United States: The value of scuba as research methodology. **Underwater Technology**, v. 27, n. 3, p. 95-107, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/normastabular.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, [2010]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=resultados>. Acesso em: 29 mar. 2022.

JEREB, P; ROPER, C F E. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 4, Vol. 2 FIR/Cat. 4/2 **CEPHALOPODS OF THE WORLD AN ANNOTATED AND ILLUSTRATED CATALOGUE OF CEPHALOPOD SPECIES KNOWN TO DATE Volume 2 Myopsid and Oegopsid Squids** edited by. [S.l.], 2010.

JEREB, P.; ROPER, Clyde F. E. et al. Cephalopods of the world : an annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date. [S.l.]: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2005. ISBN 9251053839.

JOINER, James T. NOAA diving manual: Diving for science and technology. National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of Oceanic and Atmospheric Research, National Undersea Research Program, Office of Marine and Aviation Operations, **NOAA Diving Program**, 2001.

KALANTZI, Georgia et al. Assessment of the training, legal and professional state-of-the-art in scientific diving in combination with stakeholder perspectives in Greece. **FOG-Freiberg Online Geoscience**, v. 58, 2021.

KANG, Sin-Young. A study on the scuba certification and status of leisure diving in Southeast Asia countries. **Journal of Navigation and Port Research**, v. 32, n. 1, p. 109-114, 2008.

KATSANEVAKIS, S. et al. Effect of temperature on specific dynamic action in the common octopus, *Octopus vulgaris* (Cephalopoda). **Marine Biology**, v. 146, p. 733–738, 4 mar. 2005. ISSN 00253162. DOI: 10.1007/s00227-004-1476-6.

KUR, Jarosław; MIODUCHOWSKA, Monika. Scientific diving in natural sciences. **Polish Hyperbaric Research**, Walter de Gruyter GmbH, v. 65, p. 55–62, 4 dez. 2018. DOI: 10.2478/phr-2018-0024.

LEITE, Tatiana S.; MATHER, Jennifer A. A new approach to octopuses' body pattern analysis: a framework for taxonomy and behavioral studies. **American Malacological Bulletin**, v. 24, n. 1, p. 31-41, 2008.

LEITE, Tatiana Silva et al. Morphological and genetic description of *Octopus insularis*, a new cryptic species in the *Octopus vulgaris* complex (Cephalopoda: Octopodidae) from the tropical southwestern Atlantic. **Journal of Molluscan Studies**, v. 74, n. 1, p. 63-74, 2008.

LINDFIELD, Steven J. et al. Silent fish surveys: bubble-free diving highlights inaccuracies associated with SCUBA-based surveys in heavily fished areas. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 10, p. 1061-1069, 2014.

LIU, Benjamin et al. Individually unique, fixed stripe configurations of *Octopus chierchiaie* allow for photoidentification in long-term studies. **Plos one**, v. 18, n. 4, p. e0265292, 2023.

LÓPEZ-URIARTE, Ernesto; RIOS-JARA, Eduardo; PÉREZ-PEÑA, Martín. Range extension for *Octopus hubbsorum* (Mollusca: Octopodidae) in the Mexican Pacific. *Bulletin of Marine Science, University of Miami-Rosenstiel School of Marine, Atmospheric & Earth Science*, v. 77, n. 2, p. 171–176, 2005.

LUCREZI, Serena et al. Stirring the strategic direction of scuba diving marine Citizen Science: A survey of active and potential participants. **PLoS One**, v. 13, n. 8, p. e0202484, 2018.

MADIN, Lawrence P. et al. Scuba diving in blue water: a window on ecology and evolution in the epipelagic ocean. *Research and Discoveries: The Revolution of Science Through Scuba*, 2013.

MATHER, Jennifer A; GRIEBEL, Ulrike; BYRNE, Ruth A. Squid dances: an ethogram of postures and actions of *Sepioteuthis sepioidea* squid with a muscular hydrostatic system. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, **Taylor & Francis**, v. 43, n. 1, p. 45–61, 2010.

MILLER, M. H. Endangered Species Act Status Review Report: Chambered Nautilus (*Nautilus pompilius*). Report to National Marine Fisheries Service, Office of Protected Resources. **Silver Spring**, MD, 2018.

PANG, Yumeng et al. Variability of coastal cephalopods in overexploited China Seas under climate change with implications on fisheries management. **Fisheries Research**, v. 208, p. 22-33, 2018.

PANG, Yumeng et al. Change in cephalopod species composition in the overexploited coastal China seas with a closer look on Haizhou Bay, Yellow Sea. **Regional Studies in Marine Science**, v. 53, p. 102419, 2022.

PASTERNAK, Galia et al. Nearshore survey and cleanup of benthic marine debris using citizen science divers along the Mediterranean coast of Israel. **Ocean & Coastal Management**, v. 175, p. 17-32, 2019.

PATTERSON, Mark R; SIAS, James H; GOUGE, Daniel V. AUVs and scientific diving: A looming conflict? Marine Technology Society Journal, **Marine Technology Society**, v. 34, n. 4, p. 75–81, 2000.

PONTE, Giovanna; DRÖSCHER, Ariane; FIORITO, Graziano. Fostering cephalopod biology research: past and current trends and topics. **Invertebrate Neuroscience**, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2013.

ROBISON, Bruce H.; REISENBICHLER, Kim R.; SHERLOCK, Rob E. The coevolution of midwater research and ROV technology at MBARI. **Oceanography**, v. 30, n. 4, p. 26-37, 2017.

ROCHA, Francisco; GUERRA, Ángel; GONZÁLEZ, Ángel F. A review of reproductive strategies in cephalopods. **Biological reviews**, v. 76, n. 3, p. 291-304, 2001.

ROSENBERG, AA et al. The assessment of stocks of annual squid species. **Fisheries Research**, Elsevier, v. 8, n. 4, p. 335–350, 1990.

SACCOL, Amarolinda Zanela; REINHARD, Nicolau. Tecnologias de informação móveis, sem fio e ubíquas: definições, estado-da-arte e oportunidades de pesquisa. **RAC: Revista de Administração Contemporânea**, v.11, n.4, 2007.

SAMOILYS, Melita A.; CARLOS, Gary. Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 57, n. 3, p. 289-304, 2000.

SCATÀ, Gabriella et al. Going up or sideways? Perception of space and obstacles negotiating by cuttlefish. **Frontiers in Physiology**, v. 8, p. 173, 2017.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento.

[Indicadores de Educação]: número de Escolas da Rede Estadual – Total. Santa Catarina, [2015]. Disponível em:

https://sites.google.com/a/spg.sc.gov.br/portal/indicadores/ind_educacao/instituicoes-de-ensino/escolas/rede-estadual. Acesso em: 28 mar. 2022.

SAYER, M. D. J. Scientific diving: a bibliographic analysis of underwater research supported by SCUBA diving, 1995-2006. **Underwater Technology**, v. 27, n. 3, p. 75-94, 2007.

SCHEEL, D. et al. Diversity in the diet of the predator *Octopus cyanea* in the coral reef system of Moorea, French Polynesia. **Journal of Natural History**, v. 51, n. 43-44, p. 2615-2633, 2017.

SEGAL, B. et al. MAArE Monitoramento Ambiental da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e Entorno. 1.ed. Florianópolis: **UFSC/MAArE**, p.210, 2017

SOORYAMOORTHY, Radhamany. The production of science in Africa: an analysis of publications in the science disciplines, 2000–2015. **Scientometrics**, v. 115, n. 1, p. 317-349, 2018.

WILSON, David T.; MILLS, Carlton M. Maximising the benefits of an in-country Foreign Tertiary Education Provider: The School for Field Studies, the Turks and Caicos Islands. **Foreign Providers in the Caribbean: Pillagers or Preceptors?**, p. 123, 2008.

WITMAN, Jon D. et al. Scuba revolutionizes marine science. Research and Discoveries: **The Revolution of Science through Scuba**, 2013.

APÊNDICE A - Espécies estudadas nas publicações, agrupadas de acordo com a Ordem/Subordem e respectivos números de publicações

Nautilida		Myopsida		<i>Robsonella fontaniana</i>	5
<i>Nautilus pompilius</i>	6	<i>Loligo vulgaris</i>	7	<i>Enteroctopus megalocyathus</i>	4
<i>Nautilus macromphalus</i>	3	<i>Sepioteuthis lessoniana</i>	5	<i>Octopus briareus</i>	4
<i>Nautilus belauensis</i>	1	<i>Sepioteuthis sepiida</i>	4	<i>Octopus hubbsorum</i>	4
Sepiida		<i>Loligo vulgaris reynaudii</i>	3	<i>Octopus tehuelchus</i>	4
<i>Sepia apama</i>	18	<i>Sepioteuthis australis</i>	3	<i>Octopus maya</i>	3
<i>Sepia officinalis</i>	13	<i>Doryteuthis opalescens</i>	2	<i>Wunderpus photogenicus</i>	3
<i>Sepia latimanus</i>	4	<i>Loligo gahi</i>	2	<i>Abdopus aculeatus</i>	2
<i>Sepiola atlantica</i>	3	<i>Loligo opalescens</i>	2	<i>Amphioctopus burryi</i>	2
<i>Sepia pharaonis</i>	3	<i>Alloteuthis media</i>	1	<i>Argonauta argo</i>	2
<i>Euprymna parva</i>	2	<i>Doryteuthis pealeii</i>	1	<i>Macrotritopus defilippi</i>	2
<i>Sepiola affinis</i>	2	<i>Doryteuthis gahi</i>	1	<i>Octopus rubescens</i>	2
<i>Euprymna brenneri</i>	1	<i>Loligo forbesii</i>	1	<i>Paroctopus cthulu</i>	2
<i>Euprymna hyllebergi</i>	1	<i>Loligo pleii</i>	1	<i>Thaumoctopus mimicus</i>	2
<i>Euprymna tasmanica</i>	1	<i>Loligo reynaudii</i>	1	<i>Abdopus sp</i>	1
<i>Metasepia pfefferi</i>	1	<i>Loligo sanpaulensis</i>	1	<i>Amphioctopus marginatus</i>	1
<i>Metasepia tullbergi</i>	1	<i>Neorossia caroli</i>	1	<i>Amphioctopus siamensis</i>	1
<i>Rossia macrosoma</i>	1	Oegopsida		<i>Amphioctopus sp</i>	1
<i>Rossia pacifica</i>	1	<i>Dosidicus gigas</i>	5	<i>Argonauta sp</i>	1
<i>Sepia elegans</i>	1	<i>Gonatus madokai</i>	1	<i>Callistoctopus sp</i>	1
<i>Sepia orbignyana</i>	1	<i>Illex coindetii</i>	1	<i>Eledone nigra</i>	1
<i>Sepia plangon</i>	1	<i>Lycoteuthis sp</i>	1	<i>Muusoctopus leioderma</i>	1
<i>Sepia ramani</i>	1	<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	<i>Octopus gorgonus</i>	1
<i>Sepiadarium austrinum</i>	1	Octopoda		<i>Octopus laqueus</i>	1
<i>Sepietta neglecta</i>	1	<i>Octopus vulgaris</i>	25	<i>Octopus micropyrsus</i>	1
<i>Sepietta obscura</i>	1	<i>Octopus insularis</i>	15	<i>Octopus mototi</i>	1
<i>Sepietta oweniana</i>	1	<i>Octopus mimus</i>	10	<i>Octopus ocellatus</i>	1
<i>Sepiola intermedia</i>	1	<i>Enteroctopus dofleini</i>	7	<i>Octopus ornatus</i>	1
<i>Sepiola parva</i>	1	<i>Octopus cyanea</i>	7	<i>Octopus tayrona</i>	1
<i>Sepiola robusta</i>	1	<i>Octopus tetricus</i>	7	<i>Paroctopus digueti</i>	1
<i>Sepiola rondeleti</i>	1	<i>Octopus bimaculatus</i>	6	<i>Tremoctopus violaceus</i>	1

Fonte: elaborado pela autora