Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Instituto de Biociências de Botucatu
Departamento de Biodiversidade e Bioestatística

Pedro Henrique Reis

Aspectos populacionais e reprodutivos do crustáceo endêmico *Aegla* sp. (Decapoda, Anomura, *Aeglidae)* no município de Avaré: uma estratégia para conservação ambiental e divulgação científica na comunidade escolar

Dissertação de Mestrado



Orientador: Antonio Leão Castilho
Coorientador: Eduardo Bolla Junior

Botucatu
2025

Aspectos populacionais e reprodutivos do crustáceo endêmico *Aegla* sp. (Decapoda, Anomura, *Aeglidae*) no município de Avaré: uma estratégia para conservação ambiental e divulgação científica na comunidade escolar

Pedro Henrique Reis

Orientador: Professor Dr. Antonio Leão Castilho

Coorientador: Professor Dr. Eduardo Bolla Junior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Unesp - campus de Botucatu, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Botucatu

2025

Dedico esta dissertação à JESUS,
autor e consumador da minha fé!

"Não há crustáceos de água doce como
Aegla em nenhum outro lugar do mundo."

Waldo Schmitt (1942)

Agradecimentos



Ao longo desta jornada, muitas pessoas foram fundamentais para a construção deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico. Cada contribuição, seja por meio do apoio, da orientação ou incentivo, teve um papel essencial. Não há ordem de prioridade, pois todos, de alguma forma, deixaram sua marca neste meu percurso durante o Mestrado. A cada um que esteve ao meu lado, expresso aqui minha mais profunda gratidão.

Meus eternos agradecimentos a **Deus**, cuja graça me sustentou ao longo de todo o mestrado. Em meio aos desafios e incertezas, Ele foi meu porto seguro, me fortalecendo nos momentos de instabilidade e me deu resiliência necessária para conciliar a rotina de trabalho, estudo e serviço no seu Reino (Embaixadores do Rei e Skate com Cristo).

Ao meu orientador, Professor **Dr. Antonio Leão Castilho** (Tony), que conheci através da Isa e que, sem hesitar, confiou na minha competência, mesmo eu não tendo feito parte do seu laboratório como aluno de iniciação científica. Sou imensamente grato por abrir as portas do seu laboratório e, principalmente, por reconhecer a importância de que eu continuasse atuando como professor, algo que faz parte do meu projeto de vida e da minha trajetória profissional. Isso tem um valor enorme para mim. Obrigado também pelos puxões de orelha e pelas correções que me fizeram crescer tanto pessoal quanto profissionalmente.

Ao meu coorientador, Professor **Dr. Eduardo Bolla Junior** (famoso Bolla), que me apresentou ao fascinante mundo dos eglídeos. Obrigado por me permitir desenvolver um projeto de iniciação científica mesmo durante e após a pandemia da Covid-19. Sou grato pelo apoio nas coletas, pelas aulas sobre os eglídeos e pelas inúmeras discussões científicas que tanto me ajudaram a amadurecer como pesquisador. Agradeço também pelos primeiros ensinamentos em estatística e pelo incentivo contínuo. Admiro profundamente seu amor pela pesquisa e saiba que você foi uma peça fundamental na minha trajetória acadêmica.

Agradeço à **Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências** – Campus de Botucatu e ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia)** por me

proporcionarem a oportunidade de realizar o mestrado, oferecendo suporte técnico e infraestrutura essenciais para o desenvolvimento da minha pesquisa. Também expresso minha gratidão ao **Programa de Excelência Acadêmica (PROEX) da CAPES**, processo número 88887.896554/2023-00, pelo financiamento da bolsa de mestrado.

Meus sinceros agradecimentos à **Dra. Isabela Moraes**, que fez a ponte entre mim e o professor Tony. Sua acolhida em minha primeira visita ao laboratório e seu incentivo durante o processo de inscrição no mestrado foram fundamentais para que eu trilhasse essa trajetória.

À Professora **Dra. Joyce**, que, além de compor minha banca de defesa, foi uma grande inspiração desde o meu Ensino Médio, em 2019. Obrigado pelas conversas motivadoras e pelo acolhimento no mundo acadêmico. Saber que você conseguiu conciliar a docência com a pesquisa foi uma referência valiosa para mim e mês fez ver que é possível o caminho entre a pós-graduação e educação básica.

Ao Professor **Dr. Marcos** (Marquinhos), por me permitir cursar sua disciplina de campo, que marcou minha jornada na pós-graduação. Sua dedicação em garantir que eu participasse, mesmo após o prazo de inscrição, me ensinou muito sobre comprometimento e apoio acadêmico. Sou profundamente grato por esse gesto.

Ao **Dr. Alexandre** (Dino), pelo apoio essencial nas análises estatísticas do meu trabalho de mestrado. Sua ajuda foi indispensável para a finalização desta pesquisa e para o desenvolvimento do meu artigo. Você foi uma peça-chave na minha formação acadêmica, e sou muito grato por isso.

À Dra. **Aline Rios**, por me mostrar que a divulgação científica para crianças na carcinologia é possível. Obrigado por todas as orientações, desde como estruturar meu livro até a adequação da linguagem para o público infantil. Sua ajuda e inspiração foram fundamentais para tornar este projeto uma realidade.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao **Beto Almeida**, a principal pessoa responsável por dar vida ao Pedrinho e à Mamãe Égla. Obrigado por mergulhar de cabeça neste projeto com tanto talento e dedicação. Suas ilustrações transformaram palavras em significados, tornando o livro muito mais especial. Sua sensibilidade e criatividade foram essenciais para dar alma a essa obra, e espero que ela inspire outros pesquisadores a investirem na divulgação científica.

Agradeço também à minha banca de qualificação, **Dra. Ariadne** e **Dr. Gabriel Bochini**, pelas valiosas correções e sugestões que ampliaram minha perspectiva sobre o trabalho. Suas contribuições foram fundamentais, não apenas para aprimorar esta dissertação, mas também para abrir caminhos para futuras publicações.

À gestão pedagógica do **Colégio Dimensão Avaré**, sou imensamente grato por todo apoio e suporte durante minha jornada no mestrado. Desde a compreensão nos momentos de ausência até a confiança em me manter no corpo docente, mesmo com a redução da minha carga horária. Aos meus **colegas de trabalho**, que foram parceiros incansáveis ao me substituir em sala de aula quando necessário, e aos **meus alunos**, que ouviram pacientemente minhas explicações sobre a biologia e a reprodução de *Aegla* — muitas vezes conectando os gráficos de regressão linear que eu fazia com as equações potenciais que estudavam em matemática. Obrigado por serem compreensivos nos momentos em que o cansaço da semana pesava mais.

Um agradecimento especial à **Professora Evelin**, que literalmente salvou minha trajetória acadêmica ao abrir uma disciplina com apenas um aluno inscrito — eu. Se não fosse por essa atitude, eu não teria conseguido concluir minha graduação a tempo e, consequentemente, não poderia ter me inscrito no mestrado no ano seguinte, como planejado. Além disso, sua motivação e incentivo foram fundamentais para que eu persistisse na carreira acadêmica, mesmo diante das minhas inseguranças sobre conciliar a docência na educação básica com a pós-graduação.

Ao pessoal do Laboratório de Biologia de Invertebrados Aquáticos (LabIAqua) — o famoso "Laborantonio" —, minha gratidão pelo companheirismo, pelas risadas, pelas conversas e pelos momentos de descontração durante essa jornada. Obrigado por toda ajuda com documentações, escritas e trâmites da pós-graduação. Obrigado por abraçarem a ideia de construir a Escola de Verão em Zoologia (EVZoo 2024), que não teria sido um sucesso sem o trabalho de todos que participara. **Isadora, Greg, Binho, Reba, Larissa, Rafa, Vini, Sub, Felipe, João e Isabela**, vocês marcaram minha trajetória. Gratidão pela vida de vocês, por tudo que compartilharam comigo e pelo que construímos juntos. Vocês são parte fundamental da minha formação, tanto profissional quanto pessoal.

A professora **Lígia (Lijoquinha)** que demonstrou os caminhos da Extensão Universitária, com a Escola de Férias "A Ciência por trás das Jaulas", onde tive a oportunidade de ser monitor junto com amigos incríveis **(Rosa, Vini, Flávio, Bicas, Fer, IsaGeo, Laura, Heloísa e Carol)** e a oportunidade de poder participar na orientação do PIBIC Júnior junto com o **Flávio (Tilápio/Tigrão).** Foi uma experiência incrível ser orientador da **Gabi, Bibis e Ceci.**

Aos meus primos do "Apê da Família" (Ilhas Gregas) — **Dani, Gustavo, Priscila, Marcelo, Caetano e Theodoro** — , gratidão pelo apoio nos meus primeiros meses morando em Botucatu. Vocês foram essenciais neste processo. Obrigado pelas conversas, pelos jantares compartilhados na casa ada Pri e pela amizade que tornou essa fase muito mais leve e especial.

A **minha família**, todo o meu amor e gratidão! Meus **pais**, que sempre acreditaram em mim e investiram na minha educação, saibam que eu jamais teria chegado até aqui sem vocês. Saibam que eu amo vocês e reconheço todo suporte dado por vocês durante meus dois anos em Botucatu. Obrigado por todo suporte, pelo transporte até as caronas e ônibus, pela preocupação constante com meus horários e por me ajudarem financeiramente nos momentos difíceis. **Mariscada**, minha irmã querida, saiba que você também faz parte deste processo. Obrigado por existirem, por compreenderem minhas ausências e por serem meu alicerce. Amo vocês!

E, claro, um agradecimento mais que especial à minha futura esposa **Sarah**, futura mãe dos nossos filhos e mulher do nosso lar. Sei que este período de mestrado foi intenso, cheio de desafios e com uma distância que pesou muitas vezes. Mas, mesmo assim, você esteve sempre ao meu lado, me apoiando e acreditando em mim, mesmo quando não entendia porque tantas horas e fins de semana eram dedicados ao trabalho. Sua compreensão, auxílio, amor e carinho foram essenciais para que eu chegasse até aqui com tanta garra e motivação. Obrigado por ser meu porto seguro. Amo você, meu amor! E junho está chegando!

Por fim, meu muito obrigado **a todos**! Foram seis páginas de agradecimentos dedicadas a pessoas que, além de essenciais na minha vida pessoal, tiveram um papel direto nesta pesquisa. No entanto, há muitos outros nomes que também fazem parte dessa trajetória e que significam muito para mim. Então, se você esteve ao meu lado de alguma forma, seja no âmbito pessoal ou profissional, saiba que valorizo imensamente sua presença e sou profundamente grato por tudo que compartilhamos. **Desejo que todos tenham a oportunidade de conhecer pessoas especiais que acrescentem algo positivo em suas vidas, assim como tive a alegria de encontrar cada um de vocês!**

Sumário

Considerações iniciais **13**
1. O crustáceo endêmico *Aegla*: aspectos populacionais e reprodutivos 16
2. Comunicação Científica: os dois lados da mesma moeda 21
3. A divulgação científica no contexto escolar 25
Referências **28**

Capítulo 1: Aspectos populacionais, reprodutivos e de dimorfismo sexual associados aos estágios de crescimento de *Aegla* aff. *castro* Schmitt, 1942 em Avaré

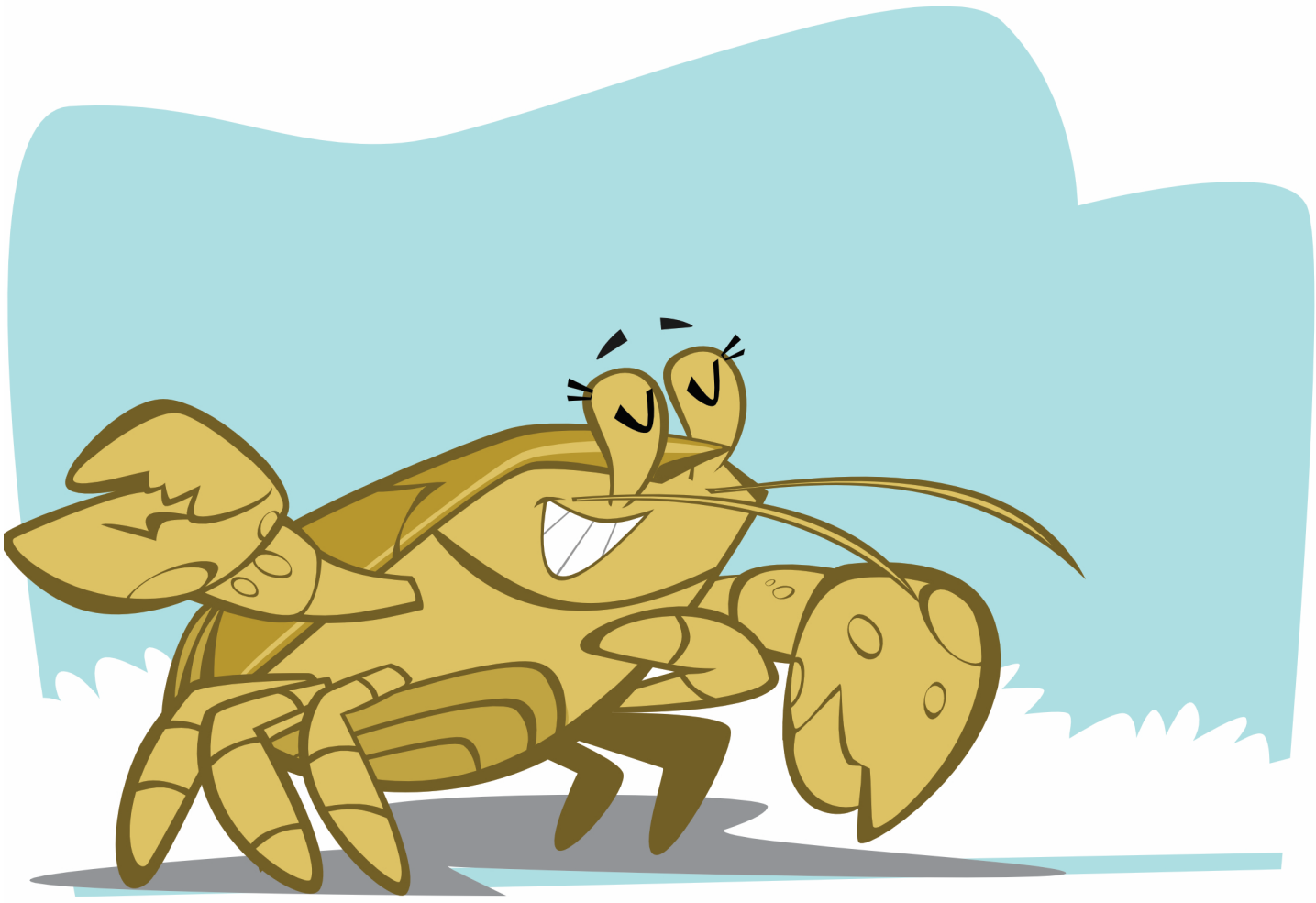
Resumo **37**
Abstract **38**
Introdução **39**
Objetivos e Hipóteses **42**
Material & Métodos **44**
1. Amostragem dos eglídeos 44
2. Medida das dimensões corporais 46
3. Análises estatísticas 47
3.1 Maturidade sexual morfométrica 47
3.2 Crescimento Relativo 48
3.3 Heteroquelia e Lateralidade 49
3.4 Crescimento do dáctilo 51
Resultados **53**
1. Maturidade sexual morfométrica 53
2. Crescimento Relativo 54
3. Heteroquelia e Lateralidade 57
4. Crescimento do dáctilo 64
Discussão **69**
1. Maturidade sexual morfológica 69
2. Crescimento Relativo 70
3. Heteroquelia e Lateralidade 74
4. Crescimento do dáctilo 77
Conclusão **79**
Referências **81**

Capítulo 2: Proposta de literatura infantojuvenil como estratégia de divulgação científica do crustáceo endêmico *Aegla* em contextos formais de aprendizagem

Resumo **92**
Abstract **93**
Introdução **94**
Objetivos **98**
Material & Métodos **99**
1. História, narrativa e enredo 99
1.1 Os personagens 101
1.2 Termos científicos 102
2. Ilustração e diagramação 104
3. Informativo e atividades lúdicas 111
4. Sequência didática 115
Resultados **118**
1. O livro 118
2. Sequência didática 120
Conclusão **126**
Referências **129**

Considerações Finais **139**
Material Suplementar **142**

Considerações iniciais



Considerações iniciais

As considerações iniciais costumam abordar detalhadamente o panorama teórico e situar o leitor ao campo de estudo. No entanto, entendo que qualquer descoberta acadêmica merece ser apresentada de distintas formas ou linguagens para atingir um número e uma diversidade maior de leitores a serem alcançados. Baseado em minha experiência pessoal acredito que a entrega de dissertações é o primeiro passo de divulgação científica que ficará anexada nas bibliotecas (agora virtuais) com a leitura de um público acadêmico específico.

Sendo assim, é por meio da minha caminhada acadêmica na pós-graduação que entrego a presente dissertação de mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia), com o desejo de atingir um número maior de leitores acadêmicos e não acadêmicos. Com isso em mente, optei por direcionar meus esforços de escritas em três objetivos que considero essenciais: (1) Contribuir com um texto robusto que sirva base para pesquisas de futuros alunos ingressantes do laboratório; (2) Produzir um artigo científico de qualidade para disseminar os resultados entre meus pares; e (3) Disponibilizar os resultados da pesquisa para a comunidade externa por meio de uma linguagem acessível. Assim, além de minha formação, acredito estar contribuindo com a sociedade, e retribuir, de certa forma, os investimentos públicos que financiaram minha pesquisa e o período de estudo.

Nestas considerações iniciais, considerei essencial contextualizar a espécie em questão e fornecer uma base sobre sua biologia e características reprodutivas; explicar as diferentes formas de comunicação científica, tanto voltadas para o meio acadêmico quanto para o público não acadêmico, destacando a importância dessa distinção para a efetividade da divulgação; e justificar a integração da divulgação científica ao ensino de ciências e suas estratégias, especialmente no ambiente escolar. Cada um desses tópicos tem o objetivo de fundamentar a proposta do estudo, e proporcionar ao leitor uma compreensão ampla do contexto da pesquisa antes de adentrar nos capítulos específicos do trabalho.

Como este estudo abrange duas linhas de pesquisa — uma focada na biologia e análise de dados e outra voltada para a Divulgação Científica e o Ensino de Ciências e Biologia —, o texto foi estruturado, após estas considerações iniciais, em dois capítulos, cada um dedicado a uma dessas etapas da pesquisa.

O primeiro capítulo é intitulado "**Aspectos populacionais, reprodutivos e de dimorfismo sexual associados ao crescimento ontogenético de *Aegla* aff. *castro* Schmitt, 1942 em Avaré**" e trabalhará aspectos reprodutivos associado ao crescimento de uma possível nova espécie do gênero *Aegla* localizada no município de Avaré.

Já o segundo capítulo, intitulado **"Proposta de literatura infantojuvenil como estratégia de divulgação científica do crustáceo endêmico *Aegla* em ambientes formais de aprendizagem",** irá propor um livro infanto-juvenil como recurso de divulgação científica e acompanhará também uma sequência didática para auxiliar professor de Educação Básica. Por se tratar de um produto educacional, a estrutura deste capítulo não seguiu os formatos tradicionais de artigos científicos. Optou-se por apresentar uma introdução seguida de uma discussão e uma metodologia bem detalhada, sustentada por referenciais teóricos que embasaram as etapas de construção do livro.

Assim, desejo a você uma ótima leitura e que este trabalho possa não apenas ampliar seu conhecimento, mas que também seja útil como base para futuras pesquisas e inspiração para novos estudos. Minha expectativa é que as reflexões aqui apresentadas sejam um ponto de partida para discussões e colaborações futuras, bem como uma fonte de motivação para a continuidade de pesquisas que ampliem ainda mais os horizontes deste campo de estudo, especialmente no campo da divulgação científica e na popularização dos eglídeos.

1. O crustáceo endêmico *Aegla*: aspectos populacionais e reprodutivos

Os crustáceos decápodes do gênero *Aegla* Leach, 1820 pertencem à infraordem Anomura, conhecida por sua capacidade de colonizar uma variedade de ecossistemas, incluindo habitats marinhos, salobros, terrestres, de água doce e fontes hidrotermais (Bracken-Grissom *et al*., 2013). Análises moleculares sugerem que *Aegla* possui uma origem marinha, com sua irradiação ocorrendo a partir do Oceano Pacífico há cerca de 74 milhões de anos (Loretán *et al.*, 2023). Os gêneros irmãos, já extintos, foram encontrados em sedimentos marinhos ao sul do México e na Nova Zelândia. No entanto, foi somente após a descrição do primeiro fóssil da família *Aeglidae* Dana, 1852 que a origem marinha do gênero passou a ser amplamente aceita (Schmitt, 1942). Assim, a família *Aeglidae* é representada atualmente por um único gênero vivente, *Aegla* e dois gêneros fósseis, *Haumuriaegla* (Feldmann, 1984) e *Protaegla* (Feldmann *et al*., 1998).

Sua história evolutiva destaca-se como um exemplo de colonização bem-sucedida de habitats de água doce. Com seu ciclo de vida completamente restrito a esses ambientes, as espécies do gênero *Aegla* são os únicos representantes de anomúros que habitam exclusivamente águas continentais, com exceção de *Clibanarius fonticola* McLaughlin & Murray 1990 (Bond-Buckup & Buckup, 1994).

Atualmente, o gênero é representado por 98 espécies descritas, das quais 66 ocorrem em águas continentais brasileiras, enquanto as demais ocorrem na Argentina, Bolívia, Chile, Paraguai e Uruguai (Marçal *et al*., 2021, Arantes *et al*., 2024; Colavite *et al*., 2024; Bueno *et al*., 2024). Essa distribuição geográfica restrita à porção sul da América do Sul, evidencia o elevado grau de endemismo do grupo (Bond-Buckup, 2008). Assim, sua distribuição coloca algumas questões biogeográficas e ecológicas interessantes (Martin, 1988).

As evidências disponíveis permitem inferir que essa área de distribuição restrita está relacionada não apenas à história evolutiva do grupo, mas também à baixa tolerância dos

eglídeos às variações ambientais, as quais são encontradas apenas em regiões biogeográficas específicas (Pérez-Losada *et al*., 2009; Bueno *et al*., 2021). Dadas as suas condições de sobrevivência e distribuição, poderíamos dizer que não há crustáceos de água doce como *Aegla* em nenhum outro lugar do mundo.

Os eglídeos podem habitar arroios, riachos, rios de correnteza, lagoas e cavernas, vivendo sob pedras e folhas (Bond-Buckup & Buckup, 1994). Nessas áreas, são considerados indicadores da qualidade ambiental, já que só são encontrados em locais com águas frias, limpas e bem oxigenadas (Bond-Buckup, 2003; Cogo e Santos, 2013). Por serem sensíveis a variações de temperatura e oxigênio, estudos revelam que qualquer mudança em seu habitat pode alterar os parâmetros ambientais e ser prejudicial à sobrevivência desses organismos (Dalosto e Santos, 2011; Cerezer *et al*., 2020). Nestes ambientes desempenham um papel significativo na comunidade de macroinvertebrados em ecossistemas límnicos (Chalar, 1994). Esses crustáceos possuem hábitos alimentares onívoros, consumindo uma ampla variedade de recursos, como detritos vegetais, algas, insetos aquáticos de diferentes ordens, além de pequenos crustáceos e moluscos (Magni, 1989; Santos *et al.*, 2008). Além disso, têm um papel fundamental na reciclagem de nutrientes, contribuindo para a fragmentação e decomposição da biomassa vegetal, como folhas que caem nos corpos d'água (Cogo & Santos, 2013; Denadai *et al*., 2022).

Com base nos critérios de avaliação do estado de conservação propostos pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), Bueno *et al*. (2016) destacam que muitas espécies de *Aegla* poderiam ser classificadas como ameaçadas ou em perigo de extinção. Na avaliação mais recente do Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade (SALVE) realizada pelo ICMBio em 2023, das 49 espécies brasileiras analisadas, 18 estão classificadas como ameaçadas de extinção (36,7%). Dentre elas, 8 foram consideradas "criticamente em perigo", 8 "em perigo" e 2 "vulneráveis" (ICMBio, 2023). O elevado nível de ameaça à sua conservação é causado principalmente pela poluição das águas doces por

efluentes urbanos, agrícolas e industriais, além da modificação e fragmentação de habitats e da remoção da vegetação marginal, essencial para a sobrevivência desses animais (Santos *et al*., 2017). Assim, estudos sobre esses crustáceos em seus habitats naturais podem contribuir significativamente para a preservação das populações, especialmente aquelas isoladas que podem representar novas espécies ainda não descritas na literatura.

Nos crustáceos decápodes, o estudo da maturidade sexual, ciclo reprodutivo, razão sexual, recrutamento e crescimento é essencial para entender a biologia dessas espécies, fornecendo informações valiosas para o manejo e, consequentemente, para a conservação adequada das populações (Cohen *et al*. 2011). Junto a isso temos o estudo da estrutura populacional, que busca compreender a dinâmica populacional e o ciclo de vida dos crustáceos decápodes. Parâmetros reprodutivos, como o tamanho no início da maturidade sexual e a fecundidade, são particularmente relevantes para entender as estratégias reprodutivas e a dinâmica dessas populações (Kennelly & Watkins, 1994). Dessa forma é importante compreender a descrição dos aspectos populacionais e reprodutivos para o gênero *Aegla*.

Os eglídeos são dióicos, com a transferência de esperma ocorrendo por meio da cópula. Como outros crustáceos da subordem Pleocyemata, as fêmeas incubam os ovos em uma câmara incubadora e, diferente dos machos possuem os pleopódes (apêndices abdominais) bem desenvolvidos (Martin, 1988; Almerão *et al*., 2010). A diferenciação entre os sexos em eglídeos pode ser identificada pela presença de pares de pleópodes (apêndices abdominais) desenvolvidos no abdômen das fêmeas, característica ausente nos machos, e pela localização dos gonóporos: nas fêmeas, estão situados na coxa do terceiro par de pereópodes (apêndice toráxicos), enquanto nos machos, encontram-se na extremidade de um prolongamento tubular na coxa do quinto par de pereópodos (Martin, 1988).

Além disso, os sexos apresentam dimorfismo secundário em características como o tamanho corporal, que é maior nos machos, o grau de desenvolvimento dos quelípodos, mais

acentuado nos machos, e a largura do abdômen, mais pronunciada nas fêmeas (Colpo *et al*., 2005; Viau, 2006; Trevisan & Santos, 2012).

Essas diferenças morfológicas estão relacionadas às funções reprodutivas. Nos machos, o tamanho corpóreo e quelípodos maiores estão associados a estratégias reprodutivas específicas, sendo que quelípodos maiores aumentam o sucesso em comportamentos como corte e pós-cópula (Almerão *et al*., 2010). Nas fêmeas, um abdômen maior amplia o espaço para a incubação de ovos (Viau *et al*., 2006). Contudo, essas diferenças dimórficas não estão presentes em todos os estágios de vida, uma vez que estruturas corporais específicas crescem em ritmos distintos durante a ontogenia (Bueno e Shimizu, 2009).

Em fêmeas, a presença de ovos presos aos pleópodos é um indicativo de maturidade, critério amplamente utilizado em estudos reprodutivos (Rocha *et al*., 2010; Grabowski *et al*., 2013; Copatti *et al*., 2015). Estudos baseados na observação de fêmeas ovígeras indicam que o período reprodutivo dos eglídeos pode ser contínuo, ocorrendo ao longo de todo o ano, ou sazonal, restrito a determinados meses, dependendo da espécie (Tudge, 2003; Bueno & Shimizu, 2008). Esse padrão está fortemente relacionado a fatores ambientais, como latitude e variabilidade de temperatura e precipitação. Espécies de latitudes mais altas e regiões temperadas tendem a apresentar períodos reprodutivos mais longos, enquanto aquelas de latitudes menores e regiões subtropicais, com estações bem definidas, possuem períodos reprodutivos sazonais (Bueno & Shimizu, 2008).

O desenvolvimento pós-embrionário dos eglídeos é do tipo direto, ou seja, os jovens eclodem em uma forma bentônica, morfologicamente semelhante aos adultos. Após a eclosão, os juvenis permanecem sob os cuidados da fêmea na câmara incubadora formada pelo abdômen flexionado, onde permanecem por alguns dias, dependendo da espécie (Swiech-Ayoub & Masunari, 2001; López-Greco *et al*., 2004).

Assim como em outros crustáceos da subordem Pleocyemata, todos esses aspectos reprodutivos descritos anteriormente para *Aegla* estão ligados a um gasto energético característico associado à maturidade dos indivíduos (Greco, 1999). A estratégia de alocação de energia entre diferentes processos fisiológicos é crucial, uma vez que crescimento e reprodução dependem diretamente dessa distribuição (Schaffer, 1983; Lika, 2003). O crescimento somático e a reprodução são processos opostos, gerando um conflito na alocação energética durante o desenvolvimento dos organismos (Schaffer, 1983). Quando a alocação energética está relacionada aos processos reprodutivos de machos e fêmeas, é denominada "*sexy alocation*" (Charnov, 1982).

Neste sentido, os eglídeos seguem o padrão de alocação energética característico de animais ectotérmicos, nos quais não há gasto de energia para a produção de calor, e a distribuição da energia obtida varia ao longo da ontogenia (Werner *et al*., 2018). Isso nos leva a pensar que a alocação de anergia pode ser diferencial uma vez que ela é adquirida ao longo do ciclo de vida. Antes da puberdade, a energia é direcionada exclusivamente para manutenção e crescimento, enquanto após essa fase uma parte também é alocada para reprodução (Kozlowski, 1992, 1999). O corpo dos eglídeos continua a crescer mesmo após atingirem a maturidade sexual, o que é um padrão comum entre animais ectotérmicos (Werner *et al*., 2018; Masunari, 2019).

Em crustáceos, a reprodução demanda altas quantidades de energia, o que pode resultar na redução do crescimento somático ou no favorecimento do desenvolvimento de características sexuais secundárias, que são evidenciadas por padrões de alometria (Marochi *et al*., 2019). Nesse contexto, é possível observar possíveis mudanças no padrão de crescimento de determinadas estruturas morfológicas, indicando aspectos reprodutivos. Se algumas estruturas assumem um significado reprodutivo, é fácil presumir que o padrão de crescimento

pode não ser o mesmo entre machos e fêmeas, especialmente naqueles táxons que já exibem alto gral de dimorfismo sexual. Os eglídeos é um exemplo (Masunari, 2019).

Dessa forma, a proposta em um dos capítulos desta dissertação é avaliar justamente isso: qual é o padrão de crescimento de determinadas estruturas morfológicas comparando os estágios de vida. Mas isso será um papo para outro momento adiante, pois a função até aqui é fornecer, a você leitor, um panorama geral sobre os eglídeos, destacando quem são e alguns aspectos relevantes de sua reprodução.

2. Comunicação Científica: os dois lados da mesma moeda

Considerar os desdobramentos históricos e os paradigmas conceituais é essencial ao abordar o conceito de divulgação científica. A difusão do conhecimento científico começou com o surgimento da ciência moderna na Europa, durante o século XV, e desde então, novas tecnologias de informação e comunicação têm moldado suas formas de disseminação (Muller *et al*., 2010). No final do século XV, a invenção da prensa móvel por Gutenberg trouxe uma mudança significativa na transmissão do saber e, durante esse período, a troca de documentos tornou-se prática comum entre os intelectuais da época, sendo um meio privilegiado de comunicação (Burke, 2003; Tomás, 2006). Esse cenário propiciou grande parte do progresso científico, onde o envio de textos impressos se tornou amplamente utilizado, sendo uma prática comum tanto em nível local quanto nacional (Ron, 2002).

Grandes figuras históricas do período já reconheciam a importância da disseminação do conhecimento científico e o faziam por meio de livros (Mueller, 2010). Embora essas obras pioneiras possam ser vistas como divulgação científica, autores como Vogt (2003) e Bueno (2010) argumentam que a verdadeira divulgação científica, enquanto gênero literário distinto, só começou a se consolidar a partir dos séculos XVII e XVIII. No entanto, antes de tentar construir uma narrativa histórica sobre as formas de divulgação da ciência, é fundamental

compreender que a expressão "divulgação científica", no sentido de ampla difusão, deve ser entendida dentro do seu contexto histórico pois, até a Revolução Científica do século XVII, apenas uma pequena elite intelectual tinha acesso ao conhecimento, devido ao uso do latim erudito nos textos (Muerza, 2023). Após esse período, com a disseminação dos idiomas populares, começaram a surgir obras científicas voltadas para um número maior de leitores, o que ampliou o acesso ao conhecimento e fazendo com que a ciência fosse popularizada, mas ainda que de forma restrita (Da Silva *et al*., 2021). Aí sim poderíamos pensar a divulgação em seu sentido restrito.

Ao saltarmos para o século XIX, iremos perceber um grande avanço nos meios de comunicação que, sobretudo, tiveram influência na cultura e nas formas de acesso ao conhecimento (Targino, 2002). Tais avanços também não deixaram de ter impacto no meio científico. Mueller *et al*. (2010) destacam que partir do final do século XIX, e especialmente na metade do século XX, os avanços na tecnologia da comunicação, incluindo rádio, televisão, cinema e uma imprensa mais sofisticada, transformaram a divulgação científica, consolidando o século XX como a era da informação. No entanto, para Castro (2006), foi a internet que de fato revolucionou a acessibilidade geral ao conhecimento científico, integrando diversas formas de comunicação em um ambiente virtual onde museus, livros, revistas e outros recursos estão disponíveis, frequentemente de maneira gratuita.

Percebe-se então que a divulgação científica avançou significativamente ao longo dos séculos, mas ainda enfrenta desafios relacionados à definição clara de seus termos. Essa dificuldade reflete as nuances e as diferentes abordagens do campo, destacando a necessidade de uma compreensão mais precisa e detalhada de sua definição (Lima, 2016).

No cotidiano, por exemplo, constantemente usa-se diferentes vocábulos, como vulgarização, popularização, difusão, disseminação, divulgação ou comunicação científica que, embora sejam atividades de comunicação que facilitam o acesso ao conhecimento científico,

apresentam diferenças conceituais e práticas (Imperador, 2021). Por isso, é fundamental destacar a distinção entre dois conceitos cruciais que refletem a essência desta dissertação: disseminação e divulgação científica. Eu diria que compreender essas diferenças é essencial para abordar adequadamente os objetivos e métodos de comunicação científica que serão discutidos ao longo desta dissertação.

Para Bueno (2010), a disseminação científica refere-se ao compartilhamento de informações entre especialistas, sendo fundamental para o progresso da ciência dentro da própria comunidade acadêmica. Esse processo abrange a publicação de artigos em periódicos científicos e a apresentação de dissertações e teses, que são meios formais e rigorosos de documentar e difundir resultados de pesquisa. O principal objetivo da disseminação é facilitar a comunicação entre pares, promovendo a verificação, replicação e discussão dos achados científicos (Mueller, 2002).

Em contraste, a divulgação científica visa alcançar um público mais amplo, estendendo-se além da comunidade acadêmica para incluir leigos e cidadãos interessados em ciência (Almeida, 2002). Para o mesmo autor, no brasil, artigos em revistas populares, programas de televisão, blogs, livros de divulgação, palestras públicas e outras estratégias são formas comuns de divulgação científica que buscam aproximar a ciência do público em geral.

Apesar das diferenças conceituais, a presente dissertação tratará disseminação e divulgação científica como lados da mesma "moeda", pois fazem parte do processo de comunicação científica. Talvez por isso ela esteja dividida em dois capítulos ou dois lados da mesma moeda. Para Caribé (2017), a disseminação, enquanto comunicação por pares e na mesma linguagem, diz respeito a uma comunicação horizontal. Por outro lado, a divulgação científica se refere a uma comunicação vertical, tendo e vista a diversidade de público e linguagens possíveis. Dessa forma, adequar a linguagem de acordo com o público-alvo e o estilo de comunicação que se deseja utilizar é importante para garantir a efetividade nos

esforços em realizar a comunicação científica, especialmente quando se pretende alcançar um público mais leigo (Zamboni, 2001).

Essa adequação não apenas facilita a compreensão, mas também contribui para despertar o interesse e engajamento do público. A Figura 1 ilustra de maneira esquemática as relações entre a disseminação e divulgação científica do ponto de vista da comunicação.

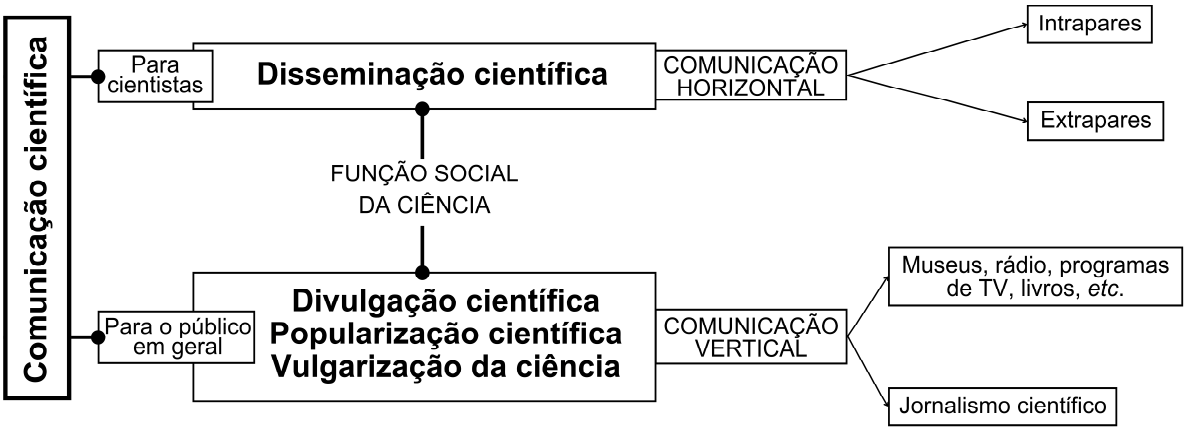


Figura 1. Diagrama representando os dois principais modos de comunicação científica e sua relação com a função social da ciência. Informações adaptadas de Caribe (2017) e Ivanissevich (2009). Autoria do diagrama: próprio autor.

Os pesquisadores frequentemente priorizam a disseminação científica com rigor, participando de congressos e publicando artigos voltados à comunicação entre pares. Contudo, a popularização da ciência, que deveria ser igualmente essencial, muitas vezes não recebe a mesma atenção. Ivanissevich (2009) enfatiza que, ao compartilhar suas descobertas com a população, os cientistas aproximam a ciência da sociedade, evidenciando a relevância do investimento em pesquisa. Além disso, essa prática fortalece os vínculos entre ciência e sociedade, incentivando jovens a seguirem carreiras científicas por meio de uma comunicação clara e acessível. Esses dois aspectos da comunicação científica nos convidam a refletir sobre o papel social da ciência e a importância de os pesquisadores se dedicarem à popularização científica, aproximando a ciência do público que estão fora da academia.

3. A divulgação científica no contexto escolar

A divulgação científica é o processo de comunicar, de forma clara e acessível, os princípios e descobertas da ciência ao público (Massarani *et al*., 2019). Embora acompanhada por diferentes definições, a divulgação científica é reconhecida tanto como um campo de estudo, uma área de pesquisa que investiga como o conhecimento científico pode ser traduzido, quanto como uma prática estratégica, uma atividade intencional e planejada voltada para alcançar objetivos específicos (Mansur *et al*., 2021).

Devido a esta sua abrangência, a divulgação científica apresenta desafios práticos que exigem reflexão e planejamento, garantindo uma execução eficaz e direcionada. Para definir onde realizar a divulgação científica, com que propósito, quais recursos usar e qual linguagem adotar, é essencial compreender o contexto e o público-alvo. Divulgadores como cientistas, jornalistas e educadores utilizam abordagens, linguagens e estratégias específicas para popularizar a ciência. Assim, a comunicação científica pode ocorrer de diversas formas, por meio de diferentes métodos e canais (Chagas, 2020).

Nas diferentes maneiras de divulgar ciência, Radmann (2019) enfatiza que, independentemente das ferramentas empregadas, é importante empregar o uso de variadas linguagens, pois contribui significativamente para aumentar a eficácia da comunicação e compreensão do público que se deseja alcançar. Entretanto, para alcançar audiências específicas, é fundamental adotar uma abordagem planejada, ajustando as estratégias e formas de comunicação ao ambiente e às necessidades do público. Nesse cenário, torna-se essencial analisar como a divulgação científica tem sido implementada nas escolas e investigar as possibilidades para potencializar seu impacto e alcance.

O ambiente escolar é definido como um espaço formal de aprendizagem, orientado por documentos e diretrizes nacionais. Entre eles, destaca-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que organiza o Ensino Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio em todo o

Brasil, fundamentando-se na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996). A BNCC é um documento normativo que estabelece as aprendizagens essenciais de forma orgânica e progressiva. Conforme o texto original, apresenta-se como "um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica" (Brasil, 2017, p. 7). Entre seus principais objetivos, está a promoção de uma educação mais equitativa e de maior qualidade.

Na área de Ciências da Natureza, a BNCC propõe o desenvolvimento do letramento científico, alinhando-se aos Direitos de Aprendizagem e às Competências Gerais (BRASIL, 2017, p. 273). Assim, por meio da articulação entre diversos campos do saber – isto é, dos mais diversos componentes curriculares (Português, Matemática, História, Geografia e entre outros) - busca-se garantir aos alunos o acesso a conhecimentos científicos acumulados ao longo da história. Além disso, o documento incentiva uma aproximação gradual com os principais processos, práticas e métodos da investigação científica. Esses elementos reforçam a ideia de que o ambiente escolar no contexto de ensino deve integrar a divulgação científica, podendo, especialmente, ser integrado no campo das Ciências da Natureza.

Nesse sentido, para concretizar as diretrizes da BNCC e aproximar os estudantes do conhecimento científico, estratégias de divulgação científica frequentemente são incorporadas às práticas escolares por meio do uso de recursos didáticos. Esses recursos didáticos podem incluir uma variedade de materiais, como livros, jogos, vídeos, apresentações, maquetes aulas práticas e visitas de campo (Nicola *et al.*, 2016).

Os livros didáticos e paradidáticos destacam-se como um dos principais recursos de divulgação científica utilizados nas escolas (Souza *et al*., 2018). Sua ampla utilização, especialmente no ensino de ciências, deve-se à facilidade de acesso que proporcionam a professores e alunos, servindo como uma importante fonte de informações para o processo de

ensino e aprendizagem (Silveira, 2014). Além disso, observa-se um crescimento no uso de textos de divulgação científica no contexto escolar (Rocha, 2017), também podendo estar associado a inclusão desses textos nos próprios livros didáticos (Miceli, 2019). Essa integração de textos de divulgação científica nos materiais didáticos reforça seu papel como ferramenta essencial no ensino de ciências, promovendo o acesso ao conhecimento científico de forma acessível e contextualizada.

Teixeira *et al*. (2017) destacam que o uso de materiais didáticos vinculados à divulgação científica em sala de aula atende a múltiplos propósitos, sempre com o objetivo de beneficiar os estudantes. Esses recursos podem facilitar o aprendizado, auxiliando especialmente na fixação do conteúdo, além de estimular a curiosidade, promover o interesse, motivar os alunos e apoiar o desenvolvimento cognitivo. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências (Brasil, 1997), o uso de atividades de leitura em sala de aula pode ser uma estratégia eficaz para introduzir conteúdos científicos, especialmente nos anos iniciais. Essa abordagem não apenas facilita a compreensão dos conceitos, mas também desempenha um papel crucial na motivação para a aprendizagem (Matos *et al*., 2020).

Assim, a divulgação científica no contexto escolar se configura como uma prática essencial para popularizar a ciência. Os recursos didáticos, voltados para a educação básica, desempenham papel crucial, sendo importante integrar diferentes ferramentas, metodologias e abordagens pedagógicas para relacionar os temas científicos à realidade dos alunos e potencializar o acesso aos conhecimentos científicos (Colpo, 2021).

Referências

ALMEIDA, Miguel Osório. A vulgarização do saber. **Ciência e público: Caminhos da divulgação científica no Brasil**, p. 65-72, 2002.

ALMERÃO, M.; BOND-BUCKUP, G.; DE S. MENDONÇA, M. Mating behavior of *Aegla platensis* (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*) under laboratory conditions. **Journal of Ethology**, v. 28, p. 87-94, 2010.

ARANTES, Tiago; SOUZA-SHIBATTA, Lenice; TEIXEIRA, Gustavo Monteiro. Description of a new species of *Aegla* (Decapoda, Anomura) from the Paran 3 hydrographic basin, Brazil. **Zootaxa**, v. 5418, n. 4, p. 371-384, 2024.

Bond-Buckup, G., C. G. Jara, M. Pérez-Losada, L. Buckup, and K. A. Crandall. 2008. Global diversity of crabs (Aeglidae: Anomura: Decapoda) in freshwater. **Hydrobiologia** 595(1):267–73.

BOND-BUCKUP, Georgina; BUCKUP, Ludwig. A família *Aeglidae* (Crustacea, Decapoda, Anomura). **Arquivos de zoologia**, v. 32, n. 4, p. 159-346, 1994.

BRACKEN-GRISSOM, Heather D. *et al*. A comprehensive and integrative reconstruction of evolutionary history for Anomura (Crustacea: Decapoda). **BMC Evolutionary Biology**, v. 13, p. 1-29, 2013.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais/ Ensino de primeira à quarta série/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 136p. 1997. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf. Acesso em: 18 out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 29 set. 2024.

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br. Acesso em: 29 out. 2024.

BUENO, Sério LS *et al*. **Avaliação dos Eglídeos (Decapoda: *Aeglidae*). Livro vermelho dos crustáceos do Brasil**: Avaliação 2010–2014, p. 35-63, 2016.

BUENO, Sérgio Luiz; SHIMIZU, Roberto Munehisa. Reproductive biology and functional maturity in females of *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 28, n. 4, p. 652-662, 2008.

BUENO, Wilson Costa. Comunicação cientifica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituaiss. **Informação & informação**, v. 15, n. 1esp, p. 1-12, 2010.

BURKE, Peter. **Uma história social do conhecimento** 1: de Gutenberg a Diderot. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2003.

CANDITO, VANESSA CANDITO; RODRIGUES, Carolina Braz Carlan; MENEZES, Karla Mendonça. Feira de ciências e saberes: um olhar dos docentes para as contribuições da educação científica na educação básica. **Olhares & Trilhas**, v. 22, n. 3, p. 403-417, 2020.

CARIBÉ, Rita de Cássia do Vale. A biblioteca especializada e o seu papel na comunicação cientíca para o público leigo. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação**, Brasília, v. 10, n. 1, p. 181-203, 2017.

CASTRO, Regina C. Figueiredo. Impacto da Internet no fluxo da comunicação científica em saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, p. 57-63, 2006.

CEREZER, Cristina *et al*. Raising the water temperature: consequences in behavior and biochemical biomarkers of the freshwater crab *Aegla longirostri* (Crustacea, Anomura). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, p. 45349-45357, 2020.

CHAGAS, Catarina; MASSARANI, Luisa. **Manual de sobrevivência para divulgar ciência e saúde**. SciELO-Editora Fiocruz, 2020.

CHALAR, G. Zoobenthic composition and abundance in the Arroyo Toledo (Uruguay), and its relation with the water quality. **Revista chilena de história natural**. Santiago, v. 67, n. 2, p. 129-141, 1994.

COGO, Gláucia Bolzan; SANTOS, Sandro. The role of aeglids in shredding organic matter in neotropical streams. **Journal of Crustacean Biology**, v. 33, n. 4, p. 519-526, 2013.

COHEN, Felipe PA *et al*. Life cycle and population structure of *Aegla paulensis* (Decapoda: Anomura: *Aeglidae*). **Journal of Crustacean Biology**, v. 31, n. 3, p. 389-395, 2011.

COLAVITE, Jéssica *et al*. A new species of *Aegla* (Decapoda, Anomura, *Aeglidae*) from the Paranapanema watershed, southeastern Brazil. **Crustaceana**, v. 97, n. 5-9, p. 659-675, 2024.

COLPO, Camila Carolina; WENZEL, Judite Scherer. Uma revisão acerca do uso de textos de divulgação científica no ensino de ciências: inferências e possibilidades. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 1, p. 3-23, 2021.

COLPO, Karine Delevati; RIBEIRO, Ludmilla Oliveira; SANTOS, Sandro. Population biology of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* (*Aeglidae*) from south Brazilian streams. **Journal of Crustacean Biology**, v. 25, n. 3, p. 495-499, 2005.

COPATTI, Carlos E.; MACHADO, Jober V. de V.; TREVISAN, André. Morphological variation in the sexual maturity of three sympatric aeglids in a river in southern Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, v. 35, n. 1, p. 59-67, 2015.

DA SILVA, Luiz Cambraia Karat Gouvêa; SANTIAGO, Daniela Emilena. Interseções entre o Cristianismo e a Revolução Científica: três perspectivas historiográficas em foco. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 40041-40054, 2021.

DALOSTO, Marcelo; SANTOS, Sandro. Differences in oxygen consumption and diel activity as adaptations related to microhabitat in Neotropical freshwater decapods (Crustacea). **Comparative Biochemistry And Physiology Part A: Molecular & Integrative** Physiology, v. 160, n. 4, p. 461-466, 2011.

DE MATOS, Eliane Melo; MESSEDER, Jorge Cardoso. Elaboração de um livro infantil com temas sociais: contribuições para Educação Científica. Revista Areté| **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 12, n. 26, p. 72-86, 2020.

DE SIQUEIRA BUENO, Sérgio Luiz *et al*. An integrative taxonomy study of cave-dwelling aeglids (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from Natural Protected Areas in south-eastern Brazil, with description of three new species. **Invertebrate Systematics**, v. 38, n. 9, p. NULL-NULL, 2024.

DENADAI, Ana Clara *et al*. Isotopic signature and the trophic interactions of *Aegla castro* Schmitt, 1942 (Crustacea: Anomura: *Aeglidae*). **Nauplius**, v. 30, p. e2022024, 2022.

DO VALE CARIBÉ, Rita de Cássia. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & Sociedade**, v. 25, n. 3, 2015.

Família *Aeglidae*. In: Melo, G. A. S (Ed.). Manual de identificação dos Crustacea Decapoda, de água doce do Brasil. São Paulo: **Editora Loyola**, p. 21- 116

FELDMANN, Rodney M. *et al*. Early Cretaceous arthropods from the Tlayúa Formation at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. **Journal of Paleontology**, v. 72, n. 1, p. 79-90, 1998.

FELDMANN, Rodney M. *Haumuriaegla glaessneri* n. gen. and sp.(Decapoda; Anomura; Aeglidae) from Haumurian (late Cretaceous) rocks near Cheviot, New Zealand. **New Zealand journal of geology and geophysics**, v. 27, n. 3, p. 379-385, 1984.

GALLON, Mônica *et al*. Feiras de Ciências: uma possibilidade à divulgação e comunicação científica no contexto da educação básica. **Revista Insignare Scientia**, 2019.

GRABOWSKI, Raphael C.; SANTOS, Sandro; CASTILHO, Antonio L. Reproductive ecology and size of sexual maturity in the anomuran crab *Aegla parana* (Decapoda: *Aeglidae*). **Journal of Crustacean Biology**, v. 33, n. 3, p. 332-338, 2013.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. 2023. Disponível em: https://salve.icmbio.gov.br/. Acesso em: 21 jan. 2025.

IMPERADOR, Cristiane. **Conhecimento científico e divulgação científica: uma aproximação produtiva em busca do empoderamento e da emancipação**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

IVANISSEVICH, Alicia. A missão de divulgar ciência no Brasil. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 4-5, 2009.

KENNELLY, Steven J.; WATKINS, Dianna. Fecundity and reproductive period, and their relationship to catch rates of spanner crabs, *Ranina ranina*, off the east coast of Australia. **Journal of Crustacean Biology**, v. 14, n. 1, p. 146-150, 1994.

KOZŁOWSKI, Jan. Optimal allocation of resources to growth and reproduction: implications for age and size at maturity. **Trends in ecology & evolution**, v. 7, n. 1, p. 15-19, 1992.

KOZŁOWSKI, Jan; TERIOKHIN, Anatoly T. Allocation of energy between growth and reproduction: the Pontryagin Maximum Principle solution for the case of age-and season-dependent mortality. **Evolutionary Ecology Research**, v. 1, n. 4, p. 423-441, 1999.

LIMA, Guilherme da Silva. **O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LÓPEZ GRECO, Laura S. *et al*. Juvenile hatching and maternal care in *Aegla uruguayana* (Anomura, Aeglidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 24, n. 2, p. 309-313, 2004.

LORETÁN, Gisela *et al*. Phylogeography reveals complex historical processes and different evolutionarily significant units in *Aegla* scamosa freshwater crabs. **Hydrobiologia**, v. 850, n. 16, p. 3627-3644, 2023.

MAGNI, Sandra Tonetti; PY-DANIEL, Victor. *Aegla platensis* Schmitt, 1942 (Decapoda: Anomura) um predador de imaturos de Simuliidae (Diptera: Culicomorpha). **Revista de Saúde Pública**, v. 23, p. 258-259, 1989.

MANSUR, Vinicius *et al*. Da publicação acadêmica à divulgação científica. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, p. e00140821, 2021.

MARÇAL, Ingrid Costa *et al*. Cryptic diversity among populations of *Aegla* Leach, 1820 (Decapoda: Anomura: *Aeglidae*) from Tibagi River basin, Paraná state, Brazil, with descriptions of three new species. **Journal of Natural History**, v. 55, n. 33-34, p. 2145-2171, 2021.

MARTIN, Joel W.; ABELE, Lawrence G. **External morphology of the genus *Aegla*** (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*). 1988.

MASSARANI, Luisa Medeiros; ALVES, Juliana Passos. A visão de divulgação científica de José Reis. **Ciência e cultura**, v. 71, n. 1, p. 56-59, 2019.

MASUNARI, Setuko. Population structure and morphological maturity. In: **Aeglidae**. CRC Press, 2019. p. 73-96.

MICELI, Bruna; ROCHA, Marcelo Borges. Análise de textos de divulgação científica sobre genética inseridos em livros didáticos de biologia. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 121-138, 2019.

MUELLER, Suzana Pinheiro Machado. Popularização do conhecimento científico. 2002. DataGramaZero: **Revista de Ciência da Informação**, v. 3, n. 2, abr. 2002.

MUELLER, Suzana PM; DO VALE CARIBÉ, Rita de Cássia. A comunicação científica para o público leigo: breve histórico. **Informação & informação**, v. 15, n. 1esp, p. 13-30, 2010.

MUELLER, Suzana PM; DO VALE CARIBÉ, Rita de Cássia. A comunicação científica para o público leigo: breve histórico. **Informação & informação**, v. 15, n. 1esp, p. 13-30, 2010.

MUERZA, Alex Fernández. ¿ Divulgación o Periodismo Científico? La comunicación pública de la ciencia y la tecnología como concepto global a través de una revisión narrativa. **Sphera Publica**, v. 1, n. 23, 2023.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta. Definições de Divulgação Científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências. **Ciência em tela**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2008.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. **InFor**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016.

PARDO-TOMÁS, José. De los libros de secretos a los manuales de salud: cuatro siglos de popularización de la ciencia. 2006.

PÉREZ-LOSADA, M. *et al*. Conservation assessment of southern South American freshwater ecoregions on the basis of the distribution and genetic diversity of crabs from the genus *Aegla*. **Conservation Biology**, v. 23, n. 3, p. 692-702, 2009.

RADMANN, Tatiane Tais Franke; PASTORIZA, Bruno dos Santos. Um olhar sobre as produções acerca da divulgação da ciência. **Tecné, Episteme y Didaxis**: TED, n. 45, p. 89-106, 2019.

ROCHA, Marcelo Borges. O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 5, n. 2, 2012.

ROCHA, Sérgio Schwarz da; SHIMIZU, Roberto Munehisa; SIQUEIRA BUENO, Sérgio Luiz de. Reproductive biology in females of *Aegla strinatii* (Decapoda: Anomura: *Aeglidae*). **Journal of Crustacean Biology**, v. 30, n. 4, p. 589-596, 2010.

RON, José Manuel Sánchez. Historia de la ciencia y divulgación. **Quark**, p. 7-9, 2002.

SANTOS, Sandro *et al*. Diversity and conservation status of *Aegla* spp. (Anomura, Aeglidae): an update. **Nauplius**, v. 25, p. e2017011, 2017.

SANTOS, Sandro *et al*. Natural diet of the freshwater anomuran *Aegla longirostri* (Crustacea, Anomura, Aeglidae). **Journal of Natural History**, v. 42, n. 13-14, p. 1027-1037, 2008.

SCHMITT, Waldo L. The species of *Aegla*, endemic South American fresh-water crustaceans. **Proceedings of the United States National Museum**, 1942.

SILVA, Camila Brito Collares da; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. Feiras de Ciências no Brasil: panorama, resultados e recomendações. **Caderno brasileiro de ensino de física**. Florianópolis. Vol. 40, n. 2 (ago. 2023), p. 232-261, 2023.

SILVEIRA, Mariana Leite da; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio de. O papel do livro didático de biologia na opinião de professores em formação: implicações sobre a escolha e avaliação. **Revista da SBEnBIO**, v. 7, p. 5594-5605, 2014.

SOUZA, Pedro Henrique Ribeiro de; ROCHA, Marcelo Borges. O caráter híbrido dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 24, n. 4, p. 1043-1063, 2018.

SWIECH-AYOUB, Bianca de Paula; MASUNARI, Setuko. Flutuações temporal e espacial de abundância e composição de tamanho de *Aegla castro* Schmitt (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*) no Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 1003-1017, 2001.

TARGINO, Maria. Novas tecnologias e produção científica: uma relação de causa e efeito ou uma relação de muitos efeitos?. **Revista de Ciência da Informação**, v. 3, 2002.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; NETO, Jorge Megid. A produção acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil–40 anos (1972–2011): base institucional e tendências temáticas e metodológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 521-549, 2017.

TREVISAN, André; SANTOS, Sandro. Morphological sexual maturity, sexual dimorphism and heterochely in Aegla manuinflata (Anomura). **Journal of Crustacean Biology**, v. 32, n. 4, p. 519-527, 2012.

TUDGE, Christopher C. Endemic and enigmatic: the reproductive biology of *Aegla* (Crustacea: Anomura: *Aeglidae*) with observations on sperm structure. **Memoirs of Museum Victoria**, v. 60, n. 1, p. 63-70, 2003.

VIAU, Verónica E. *et al*. Size at the onset of sexual maturity in the anomuran crab, *Aegla uruguayana* (*Aeglidae*). **Acta Zoologica**, v. 87, n. 4, p. 253-264, 2006.

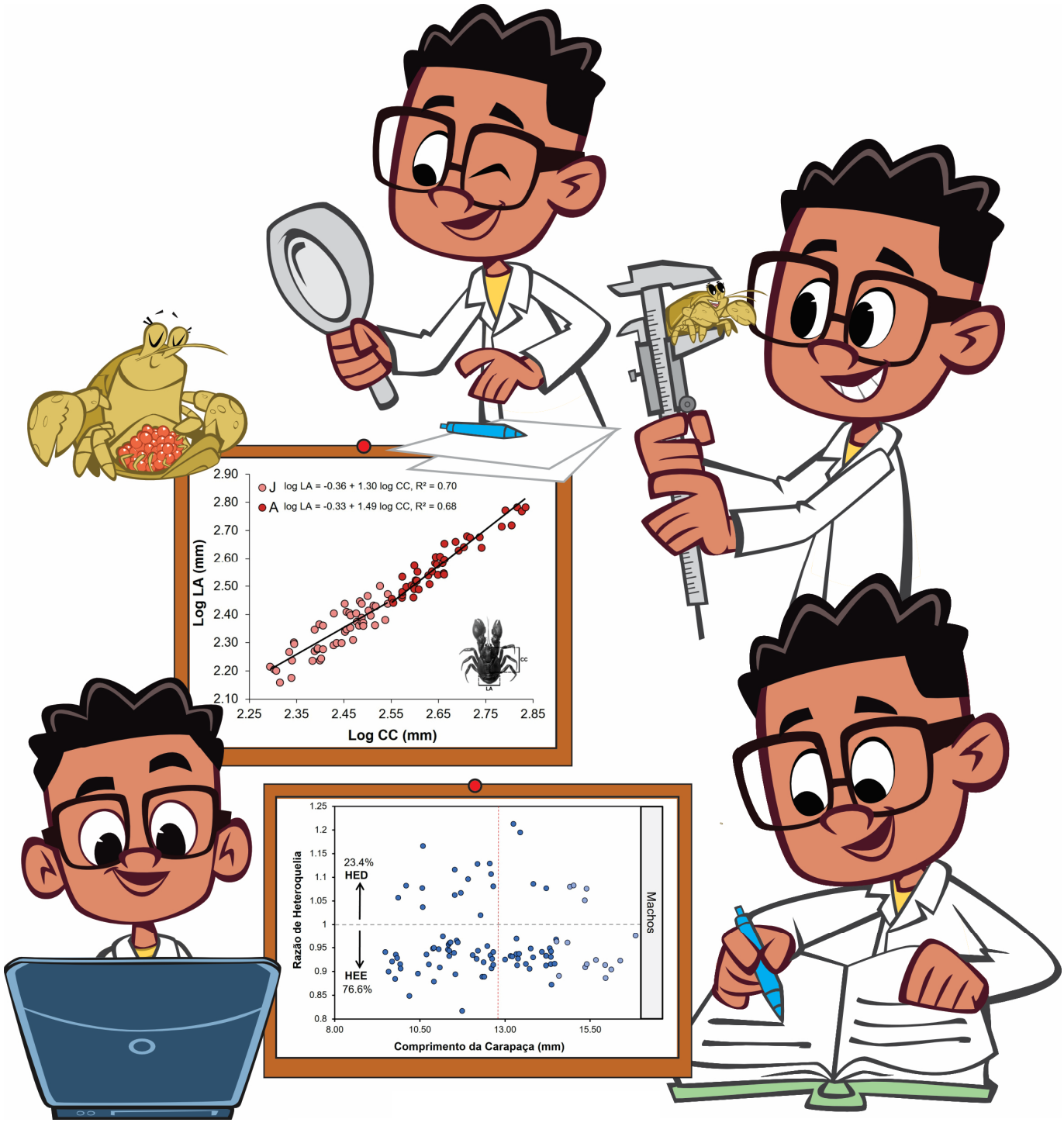
VIAU, Verónica E. *et al*. Size at the onset of sexual maturity in the anomuran crab, Aegla uruguayana (Aeglidae). **Acta Zoologica**, v. 87, n. 4, p. 253-264, 2006.

VOGT, Carlos. A espiral da cultura científica. ComCiência: **Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, v. 45, 2003.

WERNER, Jan *et al*. Energy intake functions and energy budgets of ectotherms and endotherms derived from their ontogenetic growth in body mass and timing of sexual maturation. **Journal of theoretical biology**, v. 444, p. 83-92, 2018.

ZAMBONI, Lilian Márcia Simões**. Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica**. Forward Movement, 2001.

Capítulo 1:


J log LA = -0.36 + 1.30 log CC, R² = 0.70
A log LA = -0.33 + 1.49 log CC, R² = 0.68
Log LA (mm)
Log CC (mm)
2.90
2.80
2.70
2.60
2.50
2.40
2.30
2.20
2.10
2.25
2.35
2.45
2.55
2.65
2.75
2.85
CC
LA
Razão de Heteroquelia
23.4%
HED
HEE
76.6%
Machos
1.25
1.2
1.15
1.1
1.05
1
0.95
0.9
0.85
0.8
8.00
10.50
13.00
15.50
Comprimento da Carapaça (mm)

Aspectos populacionais, reprodutivos e de dimorfismo sexual associados aos estágios de crescimento de *Aegla* aff. *castro* Schmitt, 1942 em Avaré

Resumo

O presente estudo teve como objetivo descrever o padrão de crescimento morfológico de *Aegla* aff. *castro* em diferentes estágios de vida, além de investigar o padrão de crescimento das estruturas relacionadas às quelas. Para isso, foram realizadas análises para estimar a maturidade sexual morfométrica (CC50), o crescimento relativo, bem como a heteroquelia e a lateralidade das estruturas associadas às quelas. As amostras foram coletadas de maio a dezembro de 2022 em um riacho pertencente à bacia do rio Paranapanema, localizado em Avaré, São Paulo, Brasil (23°09'S, 48°48'W). No total, foram amostrados 217 indivíduos, sendo 93 fêmeas e 124 machos. As variáveis morfológicas analisadas incluíram o comprimento da carapaça (CL), a largura do abdômen (LA), o comprimento do própodo e o comprimento do dáctilo, medidos com o auxílio de um paquímetro digital. A maturidade morfométrica foi estimada em 12,9 mm de CL para machos e 12,7 mm de CL para fêmeas. Observou-se um aumento alométrico significativo na largura do abdome das fêmeas durante a transição de juvenis para adultas, o que sugere uma relação direta com a reprodução, uma vez que abdomens maiores são utilizados para a incubação dos ovos. Nos machos, o crescimento alométrico foi mais evidente nas quelas, indicando que essas estruturas desempenham um papel crucial em disputas agonísticas e no acasalamento. Embora a heteroquelia tenha sido detectada apenas nos machos (teste de Wilcoxon, $p < 0,05$), a análise de lateralidade revelou uma predominância da lateralidade esquerda em ambos os sexos, sendo mais frequente e acentuada nos machos. O crescimento do dáctilo em relação ao própodo seguiu um padrão isométrico, indicando que o dáctilo cresce de forma proporcional ao própodo. As diferenças no crescimento entre os sexos e entre as estruturas morfológicas observadas neste estudo refletem pressões seletivas distintas em cada sexo, provavelmente associadas a um balanço energético destinado ao desenvolvimento de estruturas relacionadas à reprodução e competição. Esse padrão é refletido no dimorfismo sexual da espécie e pode estar sujeito a distintas pressões seletivas.

Palavras-chave: crescimento relativo; maturidade sexual morfométrica; heteroquelia; crescimento do dáctilo; dimorfismo sexual.

Population, reproductive, and sexual dimorphism aspects associated with the growth stages of *Aegla* aff. *castro* Schmitt, 1942 in Avaré

Abstract

The present study aimed to describe the morphological growth pattern of *Aegla* aff. *castro* at different life stages, as well as to investigate the growth pattern of the structures associated with the chelae. To this end, analyses were conducted to estimate morphometric sexual maturity (CC50), relative growth, as well as heterochely and laterality of the structures associated with the chelae. Samples were collected from May to December 2022 in a stream within the Paranapanema River basin, located in Avaré, São Paulo, Brazil (23°09'S, 48°48'W). A total of 217 individuals were sampled, comprising 93 females and 124 males. The morphological variables analyzed included carapace length (CL), abdomen width (AW), propodus length, and dactyl length, measured using a digital caliper. Morphometric maturity was estimated at 12.9 mm CL for males and 12.7 mm CL for females. A significant allometric increase in abdomen width was observed in females during the transition from juveniles to adults, suggesting a direct relationship with reproduction, as larger abdomens are used to carry eggs. In males, allometric growth was more evident in the chelae, indicating that these structures play a crucial role in agonistic interactions and mating. Although heterochely was detected only in males (Wilcoxon test, $p < 0.05$), the laterality analysis revealed a predominance of left-handedness in both sexes, which was more frequent and pronounced in males. The growth of the dactyl relative to the propodus followed an isometric pattern, indicating that the dactyl grows proportionally to the propodus. The differences in growth between sexes and among the morphological structures observed in this study reflect distinct selective pressures in each sex, likely associated with an energetic trade-off directed toward the development of structures related to reproduction and competition. This pattern is reflected in the species' sexual dimorphism and may be subject to distinct selective pressures.

Key-words: relative growth; morphometric sexual maturity; heterochely; dactyl growth; sexual dimorphism.

Introdução

O gênero anomuro *Aegla* Leach, 1820 (Schmitt 1942) é endêmico de habitats de água doce no sul da América do Sul (Bond-Buckup & Buckup, 1994). Atualmente, 98 espécies são descritas, das quais 66 ocorrem nas águas continentais do Brasil (Bueno *et al*., 2017; Jara *et al*., 2018; Páez *et al*., 2018; Marçal *et al*., 2021, Arantes *et al*., 2024, Colavite *et al.*, 2024). Muitos eglídeos estão restritos a riachos de baixa ordem dentro de uma única bacia hidrográfica (Bond-Buckup *et al*., 2008). Esse alto grau de endemismo, aliado à degradação de seus habitats, faz de *Aegla* o grupo mais ameaçado de crustáceos decápodes de água doce na América do Sul, com aproximadamente 70% das espécies sob algum nível de ameaça ou vulnerabilidade (Santos *et al*., 2017).

Atualmente, planos nacionais visam aprimorar a conservação das espécies de *Aegla*. Na avaliação mais recente do Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade (SALVE) realizada pelo ICMBio em 2023, das 49 espécies brasileiras analisadas, 18 estão classificadas como ameaçadas de extinção (36,7%). Dentre elas, 8 foram consideradas "criticamente em perigo", 8 "em perigo" e 2 "vulneráveis" (ICMBio, 2023). No entanto, desafios significativos ainda persistem.

Um passo essencial para avançar nesse processo é o desenvolvimento de estudos que investiguem os aspectos biológicos dessas populações, contribuindo para a compreensão e preservação prática desses crustáceos. Entre estes aspectos podemos destacar a biologia reprodutiva. A biologia reprodutiva é um dos aspectos mais importantes do ciclo de vida dos crustáceos, pois envolve mudanças morfológicas, fisiológicas, comportamentais e ecológicas que começam a impactar o indivíduo à medida que atinge a maturidade sexual (Ebert, 1994). Portanto, pesquisas sobre maturidade sexual, ciclos reprodutivos, proporções sexuais, recrutamento e crescimento relativo são cruciais para fornecer dados básicos necessários para o manejo e conservação de espécies endêmicas (Cohen *et al*., 2011).

A maturidade em crustáceos refere-se à capacidade de participar efetivamente da reprodução, o que envolve aspectos funcionais, comportamentais, morfológicos e fisiológicos (Gerhart & Bert, 2008). Para avaliar a maturidade sexual, considera-se tanto o desenvolvimento completo das gônadas quanto a maturidade morfométrica, caracterizada pelo pleno desenvolvimento das características sexuais secundárias (Conan *et al*., 2001). Quanto aos caracteres relacionados a maturidade morfométrica, é possível identificar mudanças de crescimetno durante a ontogenia, que variam entre sexos e estágios de vida (Klingenberg, 1996). Nesse sentido, o uso da análise de crescimento relativo das dimensões corporais ajuda a diferenciar juvenis de adultos e destaca as distinções morfológicas significativas entre esses dois estágios (Hartnoll, 1978).

O crescimento alométrico das estruturas corporais em decápodes está intimamente relacionado às mudanças em suas funções e especializações, que podem estar diretamente associadas a aspectos reprodutivos (Lee, 1995). Por exemplo, em crustáceos subordem Pleocyemata a funcionalidade do abdome das fêmeas está frequentemente associada à incubação de ovos (Elwoos *et al*., 2024). Nos machos, os quelípodos desempenham um papel crucial em confrontos agonísticos, exibição sexual e assistência durante o acasalamento (Mariappan *et al*., 2000; Emlen, 2008). Nesse sentido, o dimorfismo sexual na forma corporal dos eglídeos pode ser resultado de padrões de crescimento distinto nos estágios de vida entre machos. Esses padrões de crescimentos podem ser facilmente identificados em crustáceos, pois esses organismos frequentemente exibem variações nas taxas de crescimento, tanto entre machos e fêmeas quanto entre indivíduos jovens e adultos (Hartnoll, 1974).

Os crustáceos, devido ao exoesqueleto quitinoso rígido, oferecem condições favoráveis para estudos que investigam os padrões de forma e crescimento de suas estruturas morfológicas. Essa rigidez facilita a mensuração precisa das estruturas, enquanto o processo de muda regulares, permite identificar com clareza diferentes estágios de desenvolvimento.

É neste sentido que análises alométricas têm sido amplamente empregadas em estudos com *Aegla*, permitindo investigar diversos aspectos, como a distinção entre juvenis e adultos (Bueno & Shimizu, 2009; Silva *et al*., 2017; Marçal *et al*., 2017; Adam *et al*., 2018; Chaves *et al*., 2019) e a descrição de características morfológicas indicativas de dimorfismo sexual (Trevisan & Santos, 2012; Takano *et al*., 2016). Nesse contexto, visando gerar informações para uma nova população de *Aegla*, o presente estudo busca explorar aspectos populacionais, reprodutivos e de dimorfismo sexual associados aos estágios de crescimento de uma população de *Aegla castro* Schmitt, 1942, localizada no município de Avaré, estado de São Paulo.

Aegla castro destaca-se com sua distribuição na bacia do rio Paranapanema, desde o sul do estado de São Paulo até o nordeste do Paraná, Brasil (Bond-Buckup & Buckup, 1994). Estudos relacionados aos aspectos reprodutivos de *Aegla castro* já foram realizados, avaliando o período reprodutivo e o crescimento alométrico (Marçal *et al*., 2017), o investimento reprodutivo, fecundidade e desenvolvimento gonadal (Takano *et al*., 2016; Silva *et al*., 2021).

No entanto, estudos moleculares indicam que *Aegla castro* não é um grupo monofilético, destacando a necessidade de cautela ao estudar populações isoladas (Trombetta *et al*., 2019; Marçal *et al*., 2020). Um estudo de Wolf (2018) forneceu evidências de que *Aegla castro* representa um complexo de espécies, com populações restritas a cabeceiras de riachos isolados em ambientes heterogêneos. Pesquisas recentes com outras espécies amplamente distribuídas de *Aegla*, utilizando taxonomia integrativa, demonstraram que espécies descritas podem consistir em múltiplas espécies distintas, muitas vezes limitadas à localidade-tipo (Marçal *et al*., 2021; Bueno *et al*., 2024).

Essas evidências sugerem potenciais espécies não descritas dentro do que era considerado um único táxon. Assim, devido à discussão taxonômica em andamento, este estudo utiliza a designação *Aegla* aff. *castro* para indicar que a população é semelhante a *Aegla castro*, mas pode representar uma nova espécie ainda não formalmente descrita.

Objetivos e Hipóteses

Objetivos gerais

Investigar os padrões de crescimento relativo de estruturas morfológicas associadas ao dimorfismo sexual e analisar a heteroquelia e lateralidade das quelas em *Aegla* aff. *castro*, a fim de compreender possíveis variações associadas aos diferentes estágios de vida.

Objetivos Específicos

- Estimar o tamanho de maturidade sexual morfométrica (CC50) para machos e fêmeas de *Aegla* aff. *castro* utilizando modelos de regressão logística e comparar os tamanhos de maturidade morfométrica entre os sexos.
- Avaliar o crescimento relativo das diferentes estruturas corporais de *Aegla* aff. *castro* (comprimento da carapaça, largura do abdômen e comprimento do própodo), com base nas relações alométricas entre machos e fêmeas, juvenis e adultos.
- Avaliar a presença ou ausência de heteroquelia das quelas entre machos e fêmeas, considerando os diferentes grupos demográficos e estágios de vida.
- Identificar a predominância de lateralidade direita ou esquerda e suas variações ao longo da ontogenia (Juvenis *vs.* Adultos).
- Comparar os padrões de crescimento do dáctilo direito e esquerdo com os respectivos própodos a fim de identificar possíveis diferenças ou correlações no desenvolvimento dessas estruturas.

Hipóteses

- Machos de *Aegla* aff. *castro* possuem quelas maiores e heteroquelia mais acentuada, enquanto as fêmeas possuem o crescimento do abdômen maior.
- Indivíduos juvenis de *Aegla* aff. *castro* não apresentam diferenças no comprimento das quelas entre machos e fêmeas, pois espera-se que o dimorfismo sexual emerja apenas na fase adulta.
- O crescimento do dáctilo acompanha o padrão de crescimento dos própodos em termos de heteroquelia e lateralidade.
- Há um crescimento alométrico do dáctilo em relação ao própodo para maximizar o sistema de alavanca.

Material & Métodos

1. Amostragem dos eglídeos

Os espécimes foram amostrados por meio de coletas trimestrais de março até dezembro de 2022 na Fazenda Judith Novaes, localizada próximo ao município de Avaré, Estado de São Paulo, Brasil (Figura 1A-B). A região no entorno do ponto de coleta (23°09'S, 48°48'W) caracteriza-se por uma paisagem heterogênea, composta por áreas de uso agrícola, remanescentes de vegetação nativa e áreas ripárias, evidenciando a influência das práticas antrópicas na configuração da paisagem hidrográfica (Figura 1C). O riacho possui um leito rochoso, apresenta mata ciliar preservada e, em sua topografia, muitas cachoeiras e pequenas quedas (Figura 1D). Sua localização geográfica situa-se na zona de transição entre os biomas Cerrado e Floresta Ombrófila (Cruz Filho, 1998).

Os animais foram amostrados por busca ativa utilizando uma rede de cerco (malha = 3 mm; largura = 4000 mm; altura = 1500 mm), com uma linha de chumbo presa ao fundo, que foi posicionada de uma margem do curso d'água à outra. Durante a fase de captura, os substratos foram revolvidos por um membro da equipe em direção à jusante (Figura 1E), enquanto a rede era manejada por outro membro para capturar os espécimes arrastados pela correnteza (Figura 1F). Este protocolo foi aplicado em intervalos regulares de 15 metros ao longo do trecho do riacho. Os indivíduos coletados foram devidamente acondicionados para posterior análise.

Os espécimes foram eutanasiados por resfriamento e individualizados em sacos plásticos no laboratório. Em seguida, foram sexados e separados por grupo demográfico de acordo com seus caracteres sexuais morfológicos: presença de pleópodos desenvolvidos nas fêmeas e pleópodos reduzidos nos machos; localização do gonóporo na base da coxa do terceiro par de pereópodos nas fêmeas e no quinto par nos machos; e presença ou ausência de embriões no abdome (Bond-Buckup & Buckup, 1994; Bueno & Shimizu, 2008).



Figura 1. Local de amostragem de *Aegla* aff. *castro* em Avaré, Estado de São Paulo, Brasil. (A) Mapa do Estado de São Paulo, evidenciando o município de Avaré (Fonte: Raphael Abreu, 2006); (B) Mapa do Brasil, evidenciando o Estado de São Paulo; (C) Detalhe da hidrografia da região de coleta; (D) Fitofisionomia do local de coleta; (E) Demonstração da técnica de amostragem; (F) Demonstração do uso da rede de arrasto para captura dos espécimes. Fotografias por Eduardo Bolla (LaCCom/IFSP) (D), Isabelly Vieira (E) e Maria Beatriz (F).

2. Medida das dimensões corporais

As seguintes dimensões corporais foram medidas com um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm): comprimento da carapaça (CC = distância da órbita ocular até a borda médio-posterior), largura do abdome (LA = largura do segundo somito abdominal) (Figura 2A), comprimento do própodo direito (CPD) e esquerdo (CPE) (considerando a distância do ângulo externo da borda proximal da palma até a extremidade distal do dedo fixo), e comprimento do dáctilo direito (CDD) e esquerdo (CDE) (considerando a distância da borda proximal do lobo pré-dactilar até a extremidade distal do dedo móvel) (Figura 2B).

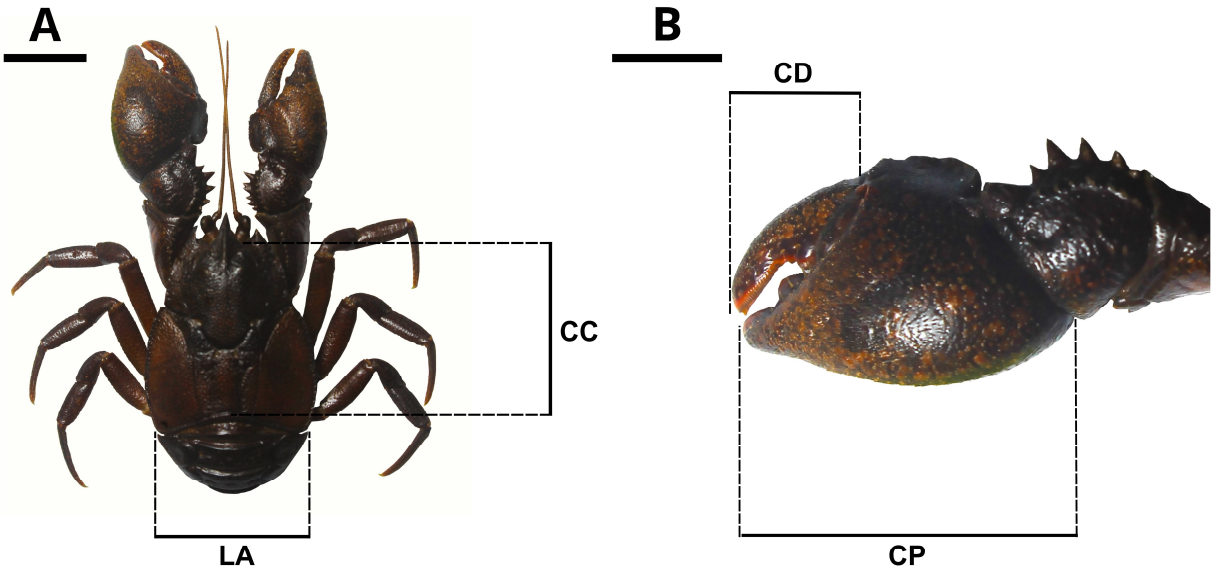


Figura 2. Medidas das dimensões corporais de *Aegla* aff. *castro*. (A) Vista dorsal de um macho: mostrando o comprimento da carapaça (CC) e a largura do abdome (LA) (Barra de escala = 10 mm); (B) Quela esquerda na perspectiva dorsal: mostrando o comprimento do própodo (CP) e o comprimento do dáctilo (CD) (Barra de escala = 5 mm).

Com exceção do dáctilo, estas estruturas morfológicas foram escolhidas para este estudo devido à sua tendência em apresentar alterações na taxa de crescimento (crescimento relativo) durante a transição dos estágios imaturos para adultos e sua relação com as atividades comportamentais e reprodutivas (Viau *et al*., 2006; Barría *et al*., 2014; Chaves *et al*., 2019).

3. Análises estatísticas

3.1 Maturidade sexual morfométrica

A maturidade sexual morfométrica foi estimada utilizando o método CC50, que prediz o tamanho em que a probabilidade de um indivíduo escolhido aleatoriamente ser jovem ou adulto é igual (50%) (Vazzoler, 1982). Para isso, os dados foram ajustados a uma regressão logística, na qual o comprimento da carapaça (CC) foi empregado como a variável explicativa, enquanto o status de maturidade, classificado como juvenil (0) e adulto (1), foi utilizado como variável resposta. O modelo logístico ajusta a probabilidade de um indivíduo ser classificado como adulto em função do tamanho da carapaça, gerando uma curva sigmoidal típica desse tipo de regressão. A função logística utilizada tem a forma:

$$P(CC) = \frac{1}{(1 + e^{-(\beta 0 + \beta 1 * \mathrm{CC})})}$$

Onde P (CC) é a probabilidade de um indivíduo atingir a maturidade em um determinado comprimento de CC, $\beta 0$ é o intercepto e $\beta 1$ é a inclinação, que representa o coeficiente angular da regressão. O ponto CC50 é obtido identificando o valor de CC em que essa probabilidade é de 50%, ou seja, o tamanho corporal no qual metade da população atingiu a maturidade sexual morfométrica. A equação foi ajustada da seguinte forma: $CC50 = \frac{\beta 0}{\beta 1}$. Todas essas análises foram conduzidas no *software* R (R-Core Team, 2023), utilizando o pacote (Torrejon-Magallanes, 2020). Os valores de CC50 obtidos na análise de maturidade morfométrica foram utilizados como referência para classificar os indivíduos em juvenis e adultos separadamente para machos e fêmeas, o que permitiu considerar esses grupos demográficos como variável categórica nas análises subsequentes de crescimento relativo, heteroquelia e lateralidade.

3.2 Crescimento Relativo

O crescimento relativo foi analisado com base no padrão de crescimento das estruturas corporais em relação ao comprimento da carapaça. Os dados obtidos para a maturidade sexual morfométrica foram utilizados para separar machos e fêmeas em juvenis e adultos, a fim de comparar o crescimento relativo entre esses grupos demográficos dentro de cada sexo. Os dados foram transformados em logaritmo e plotados em um gráfico de dispersão, seguindo o ajuste da equação:

$$Log\ (Y) = \log \alpha + \ \beta\ \times \log(X)$$

Na presente equação, Y representa o tamanho de uma estrutura corporal específica (variável dependente), X é a variável independente, α é o intercepto no eixo Y e β é o coeficiente alométrico (inclinação), refletindo o ângulo da reta quando a mesma intercepta o eixo X. Para inferir as possíveis mudanças no crescimento das diferentes estruturas corporais conforme os indivíduos alcançam a fase adulta, a variável CC foi utilizada como variável independente, enquanto as estruturas corporais associadas ao dimorfismo sexual foram tratadas como variáveis dependentes, tanto para juvenis quanto para adultos de cada sexo. Foram analisadas as seguintes relações: CC *vs*. LA, CC *vs*. CPD e CC *vs*. CPE, com o objetivo de inferir o crescimento relativo dessas estruturas.

Os valores do coeficiente angular (b) foram então testados (hipótese nula H0: b = 1 e hipótese alternativa Ha: b ≠ 1) para verificar os padrões alométricos (isometria, b = 1; alometria negativa, b < 1; alometria positiva, b > 1) (α = 0,05) (Hartnoll, 1978). Essas hipóteses para a inclinação da reta foram testadas utilizando a função MA do pacote Smatr 3, que estima e testa a inclinação da reta levando em consideração erros em ambas as variáveis (Warton *et al*., 2012). O método MA é vantajoso, pois reduz significativamente o nível de erro entre as variáveis morfométricas em comparação com o método de mínimos quadrados ordinários (regressão tipo

I) (Warton *et al*., 2006; Taskinen *et al*., 2013). Essas análises estatísticas foram precedidas com a verificação dos pressupostos de regressão, utilizando os testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Levene) e, todas, conduzidas no *software* R (R-Core Team, 2023).

3.3 Heteroquelia e Lateralidade

Heteroquelia e lateralidade das quelas foram avaliadas utilizando o comprimento do própodo direito e esquerdo de machos e fêmeas (CPD e CPE, respectivamente), incluindo apenas indivíduos com apêndices intactos e não regenerados para as análises. As diferenças de tamanho entre os quelípodos direito e esquerdo (heteroquelia) foram avaliadas utilizando o teste de Wilcoxon ($\alpha = 0,05$), para machos e fêmeas, independente do estágio de vida.

Para aprofundar a análise da heteroquelia e considerar as variações ontogenéticas, foi essencial incluir a comparação entre diferentes grupos demográficos, uma vez que o desenvolvimento morfológico de crustáceos decápodes apresenta mudanças significativas entre as fases juvenis e adultas (Hartnoll, 1978). Essas diferenças podem sugerir que o investimento energético no crescimento do própodo esquerdo (CPE) e direito (CPD) pode variar de acordo com a fase de desenvolvimento, tanto em machos quanto em fêmeas. Dessa forma, a inclusão desses grupos na análise permite uma avaliação mais precisa das possíveis disparidades ontogenéticas no crescimento das quelas. Sendo assim, uma análise adicional de heteroquelia entre esses grupos demográficos foi aplicada para verificar as variações no crescimento das quelas entre machos e fêmeas ao longo dos estágios de vida. Por se tratar de dados não paramétricos e uma comparação entre mais de três grupos (machos juvenis, machos adultos, fêmeas juvenis e fêmeas adultas), aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis, seguido pelo teste Post-hoc de Dunn para identificar quais comparações apresentaram diferenças significativas.

Um método descritivo foi estabelecido e adaptado com base em Hartnoll *et al*. (2017) e João *et al.* (2024), para identificar e classificar o padrão de lateralidade entre as quelas,

determinando se o maior quela está do lado direito ou esquerdo. O método descritivo foi aplicado da seguinte forma: Utilizando a variável CP (Comprimento do Própodo), foi estabelecida uma razão de heteroquelia (RH). Essa razão foi calculada dividindo o comprimento do própodo direito pelo comprimento do própodo esquerdo (RH = CPD/CPE), permitindo agrupar os espécimes em homoquelos (HO, quando RH = 1) ou heteroquelos (HE, quando RH ≠ 1), enfatizando a presença ou ausência de lateralidade. Considerando apenas os indivíduos heteroquelos, a razão de heteroquelia foi utilizada para agrupá-los quanto ao padrão de lateralidade. Quando RH > 1, significa que o própodo direito é maior que o esquerdo (Heteroquelia Direita, HED) e, quando RH < 1, significa que o própodo esquerdo é maior que o direito (Heteroquelia Esquerda, HEE).

A razão de heteroquelia foi calculada em diferentes classes de tamanho (CC) para avaliar se o polimorfismo quelar ocorre progressivamente ou é peculiar apenas em indivíduos em determinado estágios de vida. Assim, os valores de RH de machos e fêmeas foram plotados em gráficos de dispersão. Nos mesmos gráficos foram adicionados duas linhas de referência aos quais os pontos foram distribuídos: a primeira linha é horizontal e representa o valor para indivíduos homoquelos (RH = 1), que distingue indivíduos com heteroquelia direita (HED, quando RH > 1) de indivíduos com heteroquelia esquerda (HEE, quando RH < 1). A segunda linha é vertical e indica o ponto da maturidade sexual morfométrica, distinguindo indivíduos juvenis de adultos.

A quantidade e frequência relativa de indivíduos machos e fêmeas com lateralidade direita e esquerda foi observada, permitindo quantificar a tendência de lateralidade entre os sexos. Da mesma forma, uma análise de frequência relativa também foi realizada levando em consideração a taxa de lateralidade para juvenis e adultos. Esta última análise foi empregada a fim de verificar se há tendência mais acentuada de lateralidade direita ou esquerda da daquela ao comparar os grupos demográficos.

3.4 Crescimento do dáctilo

Para verificar se o crescimento do dáctilo (dedo móvel) acompanha o padrão de crescimento observado no própodo em termos de heteroquelia e lateralidade, foram empregadas metodologias semelhantes àquelas utilizadas e descritas anteriormente: crescimento relativo, heteroquelia e lateralidade das quelas. Inicialmente, realizamos uma análise de crescimento relativo, onde os dados foram transformados em logaritmo e plotados em um gráfico de dispersão, seguindo o ajuste da equação:

$$Log\ (Y) = log\ \alpha + \beta \times log\ (X)$$

Na presente equação, Y representa o tamanho de uma estrutura corporal específica (variável dependente), X é a variável independente, α é o intercepto no eixo Y e β é o coeficiente alométrico (inclinação), refletindo o ângulo da reta quando a mesma intercepta o eixo X. Para essas análises, consideramos o comprimento do dáctilo direito (CDD) e esquerdo (CDE) como variáveis dependentes, e o comprimento do própodo direito (CPD) e esquerdo (CPE) como variáveis independentes, aplicando as seguintes relações alométricas: CPD *vs*. CDD e CPE *vs*. CDE, para ambos os sexos e diferentes grupos demográficos. Nessas análises, os coeficientes angulares (b) também foram testados através da hipótese nula (H0: b = 1) e da hipótese alternativa (Ha: b ≠ 1) para identificar os padrões alométricos, conforme descrito por Hartnoll (1978). As análises estatísticas foram conduzidas no software R, utilizando a função MA do pacote *Smatr* 3 (Warton *et al*., 2012).

O método MA também foi utilizado com a finalidade de reduzir o nível de erro entre as variáveis morfométricas em comparação com o método de mínimos quadrados ordinários (regressão tipo I) (Warton *et al*., 2006; Taskinen *et al*., 2013). Todas essas análises estatísticas foram conduzidas no software R (R-Core Team, 2023) e precedidas pela verificação dos pressupostos de regressão, utilizando os testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene).

As diferenças de tamanho entre os dáctilos direito e esquerdo foram avaliadas utilizando o teste de Wilcoxon ($\alpha = 0,05$), enfatizando ou não heterodactilia. Um método descritivo também foi estabelecido e adaptado com base em Hartnoll *et al*. (2017), para identificar e classificar o padrão de lateralidade. O método descritivo foi aplicado da seguinte forma: Utilizando a variável CD (Comprimento do Dáctilo), foi estabelecida uma razão de heterodactilia (RHd). Essa razão foi calculada dividindo o comprimento do dactilo direito pelo comprimento do dactilo esquerdo (RHd = CDD/CDE), permitindo agrupar os espécimes com padrão de homodactilia (HOd, quando RHd = 1) ou heterodactilia (HEd, quando RHd $\neq$ 1), enfatizando a presença ou ausência de lateralidade. Considerando apenas os indivíduos com heterodactilia, a razão de heterodactilia foi utilizada para agrupá-los quanto ao padrão de lateralidade. Quando RHd > 1, significa que o dactilo direito é maior que o esquerdo (Heterodactilia Direita, HdD) e, quando RH < 1, significa que o própodo esquerdo é maior que o direito (Heterodactilia Esquerda, HdE).

Para uma inspeção qualitativa dos padrões de lateralidade, os valores de RHd de machos e fêmeas foram plotados em gráficos de dispersão. Nos gráficos, o eixo Y representa a razão de heterodactilia, enquanto o eixo X indica o comprimento da carapaça (CC). Nos mesmos gráficos foram adicionados duas linhas de referência aos quais os pontos foram distribuídos: a primeira linha é horizontal e representa o valor de referência para indivíduos com homodactilia (RHd = 1), que distingue indivíduos com heterodactilia direita (HdD, quando RHd > 1) de indivíduos com heterodactilia esquerda (HdE, quando RHd < 1). A segunda linha é vertical e indica o ponto da maturidade sexual morfométrica, distinguindo juvenis de adultos. A quantidade e frequência relativa de indivíduos machos e fêmeas com lateralidade direita e esquerda foi observada, permitindo quantificar a tendência de lateralidade entre os sexos. Da mesma forma, foi feito a mesma análise de frequência relativa, mas levando em consideração a taxa de lateralidade para juvenis e adultos.

Resultados

No total, foram amostrados 217 indivíduos, incluindo 93 fêmeas e 124 machos de *Aegla* aff. *castro*. O comprimento da carapaça (CC) dos machos variou de 9,58 a 22,89 mm (média ± DP: 14,1 ± 2,69 mm). Já o comprimento da carapaça (CC) das fêmeas variou de 9,91 a 19,27 mm (média ± DP: 12,88 ± 1,91 mm), demonstrando que o tamanho médio dos machos foi maior do que o das fêmeas. Os indivíduos que não puderam ser sexados devido à ausência de pleópodes desenvolvidos no abdome, bem como pela localização dos gonóporos na base do terceiro par de pereópodes nas fêmeas e do quinto par nos machos (Martin & Abele, 1988), foram excluídos das análises. Bem como aqueles com apêndices não complementares.

1. Maturidade sexual morfométrica

Os valores da maturidade sexual morfométrica (CC50) foram estimados em 12,09 mm (com intervalo de confiança de 12,60-13,10 mm) para os machos (Figura 3A) e 12,07 mm (com intervalo de confiança de 12,6-12,90 mm) para as fêmeas (Figura 3B).

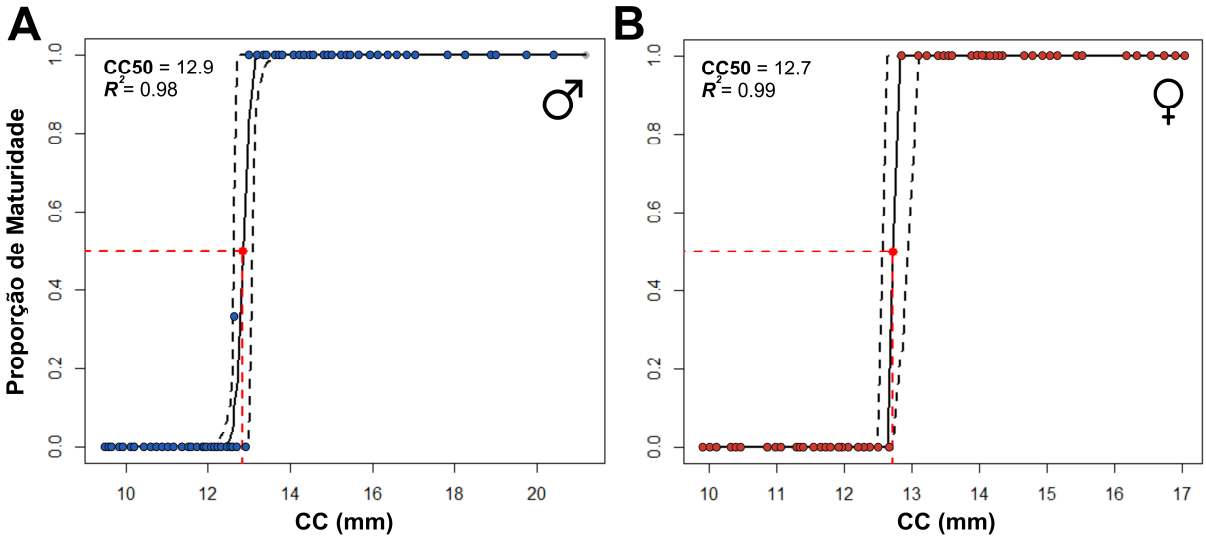


Figura 3. Tamanho no início da maturidade sexual morfológica para machos (A) e fêmeas (B) de *Aegla* aff. *castro*. A linha tracejada vermelha indica a estimativa do tamanho quando 50% dos indivíduos atingem a maturidade sexual morfométrica (CC_{50}). R^2, representa o coeficiente da curva logística.

2. Crescimento Relativo

A análise das dimensões corporais permitiu a obtenção de informações sobre os estágios de vida (grupo demográfico) para ambos os sexos de *Aegla* aff. *castro*. As relações alométricas revelaram diferenças notáveis entre machos e fêmeas, e entre juvenis e adultos. Em linhas mais gerais, o padrão de crescimento alométrico foi positivo para a maioria das estruturas analisadas, com algumas exceções de isometria, especialmente nas relações CC *vs*. LA nos machos juvenis e adultos. Mas, ao comparar os coeficientes alométricos, notou-se que machos e fêmeas apresentaram aumento no coeficiente alométrico entre estágios imaturos e maduros de crescimento, especialmente em traços morfológicos relacionados ao dimorfismo sexual secundário: nas relações CC *vs*. CPE para machos e CC *vs*. LA para fêmeas. Os valores estatísticos das análises alométricas estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise de crescimento alométrico para cada categoria individual de *Aegla* aff. *castro* em Avaré. M, machos; F, fêmeas; J, juvenis; A, adultos; CC, comprimento da carapaça; LA, largura do abdome; CPD, comprimento do própodo direito; CPE, comprimento do própodo esquerdo; N, número de indivíduos; R^2, coeficiente de determinação; *p*, nível de significância do teste; Alometria, padrão alométrico, sendo: +, uma alometria positiva, −, uma alometria negativa e 0, uma isometria.

Relação	Sexo	Estágio	N	Intercepto (a)	Inclinação (b)	R^2	*p*	Alometria
CC *vs*. LA	M	J	63	-0.09	1.01	0.92	>0,05	0
		A	57	-0.14	1.06	0.95	>0,05	0
	F	J	46	-0.36	1.30	0.70	>0,05	0
		A	43	-0.33	1.49	0.68	<0,05	+
CC *vs.* CPD	M	J	63	-0.69	1.44	0.62	<0,05	+
		A	56	-0.70	1.45	0.80	<0,05	+
	F	J	43	-0.70	1.28	0.78	<0,05	+
		A	41	-0.66	1.39	0.77	<0,05	+
CC *vs.* CPE	M	J	63	-1.49	2.00	0.71	<0,05	+
		A	56	-1.54	2.02	0.87	<0,05	+
	F	J	44	-1.08	1.82	0.75	<0,05	+
		A	41	-0.62	1.36	0.71	<0,05	+

Houve diferença entre machos e fêmeas nas relações que representam a largura do abdômen. Nos machos, as relações morfométricas entre CC *vs*. LA indicaram crescimento isométrico tanto para juvenis quanto para adultos (Figura 4A). Essa isometria sugere que a largura do abdome dos machos cresceu proporcionalmente ao aumento do comprimento da carapaça ao longo do desenvolvimento. Por outro lado, nas fêmeas, a relação CC *vs.* LA apresentou um comportamento diferente. Enquanto juvenis também exibiram crescimento isométrico, as fêmeas adultas apresentaram alometria positiva significativa (Figura 4D), indicando um crescimento mais acentuado da largura do abdome em relação ao comprimento da carapaça.

As relações alométricas que envolveram o própodo demonstrou diferenças entre machos e fêmeas. Todas as relações do própodo dos machos (CC *vs*. CPD e CC *vs*. CPE) (Figura 4C e Figura 4E, respectivamente) exibiram crescimento alométrico positivo em indivíduos juvenis e adultos. No entanto, o coeficiente angular dos adultos, foi maior do que o dos juvenis. Já para as fêmeas adultas, as quelas direitas e esquerdas apresentaram coeficientes angulares menores do que os dos machos no mesmo estágio de vida (Figura 4D e Figura 4F, respectivamente).

Além disso, vale destacar a diferença nos coeficientes alométricos entre o própodo esquerdo e direito em ambos os sexos. Nos machos, a inclinação para o CPE foi ligeiramente maior do que para o CPD em ambos os estágios de vida (CPE, b = 2,02; CPD, b = 1,45 para juvenis, e CPE, b = 2,01; CPD, b = 1,44 para adultos) (Figura 4C e 4E, respectivamente). Esse padrão também foi observado nas fêmeas, onde o CPE exibiu valores mais elevados quando comparado com o CPD (CPE, b = 1,82; CPD, b = 1,28 para juvenis, e CPE, b = 1,36; CPD, b = 1,39 para adultas) (Figura 4D e 4F, respectivamente). Esses resultados sugerem uma maior taxa de crescimento do própodo esquerdo em comparação ao própodo direito, em ambos os sexos e estágios de desenvolvimento.

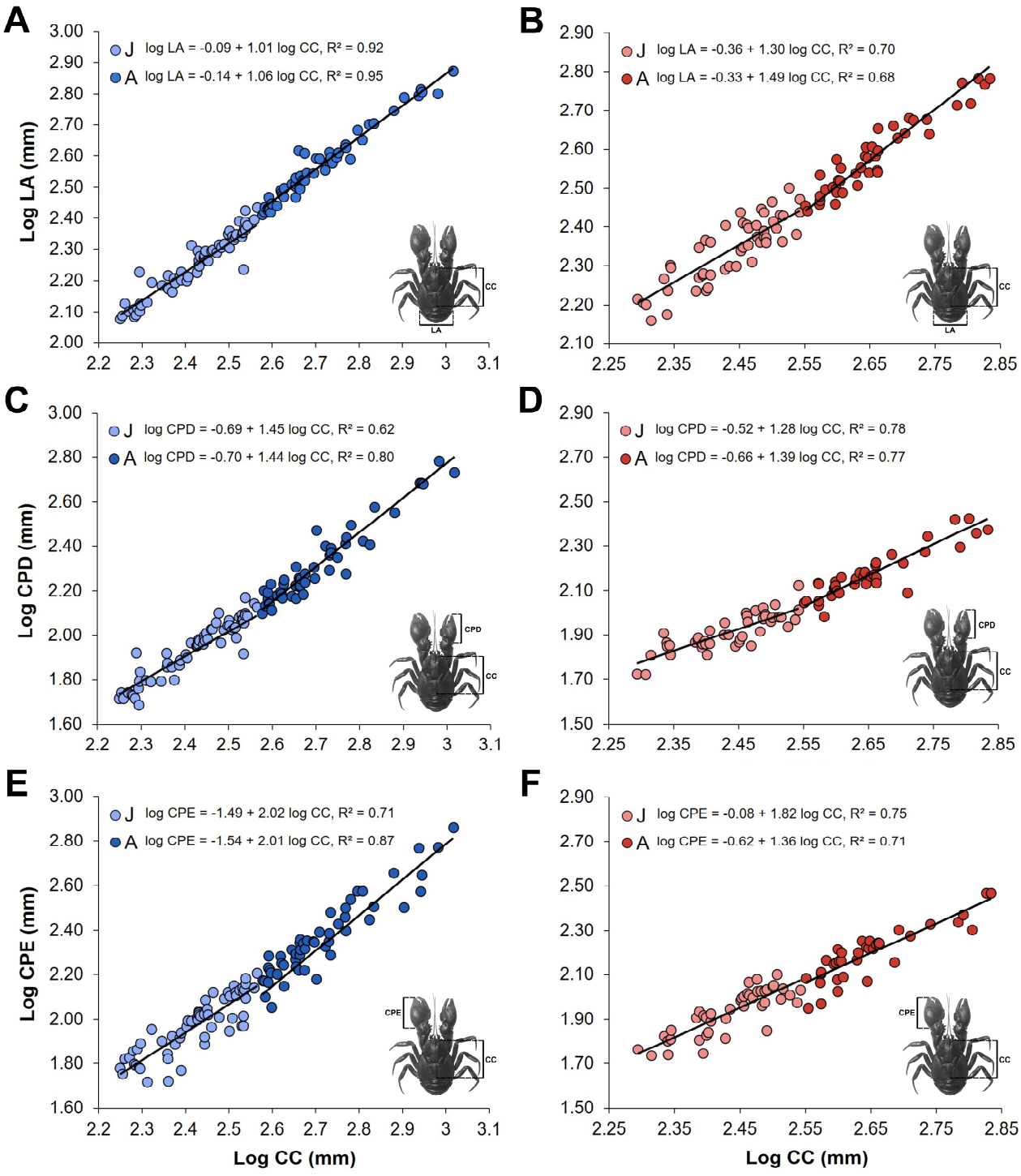


Figura 4. Gráficos de dispersão mostrando as relações alométricas entre o comprimento da carapaça (CC) e várias dimensões corporais de machos (círculos azuis) e fêmeas (círculos vermelhos), diferenciando juvenis (círculos claros) e adultos (círculos escuros) de *Aegla* aff. *castro*, com seus respectivos coeficientes de regressão e valores de R^2. As relações são: (A) CC *vs*. LA, (C) CC *vs*. CPD, e (E) CC *vs*. CPE para machos; (B) CC *vs*. LA, (D) CC *vs*. CPD, e (F) CC *vs*. CPE para fêmeas.

3. Heteroquelia e Lateralidade

As análises estatísticas indicaram que não há evidências que sustentem a igualdade entre a quela direita (CPD) e a quela esquerda (CPD) apenas paras os machos ($p < 0,05$). A quela direita e esquerda dos machos (Figura 5A) apresentam diferenças, o que não foram significativas na comparação das quelas entre as fêmeas (Figura 5B).

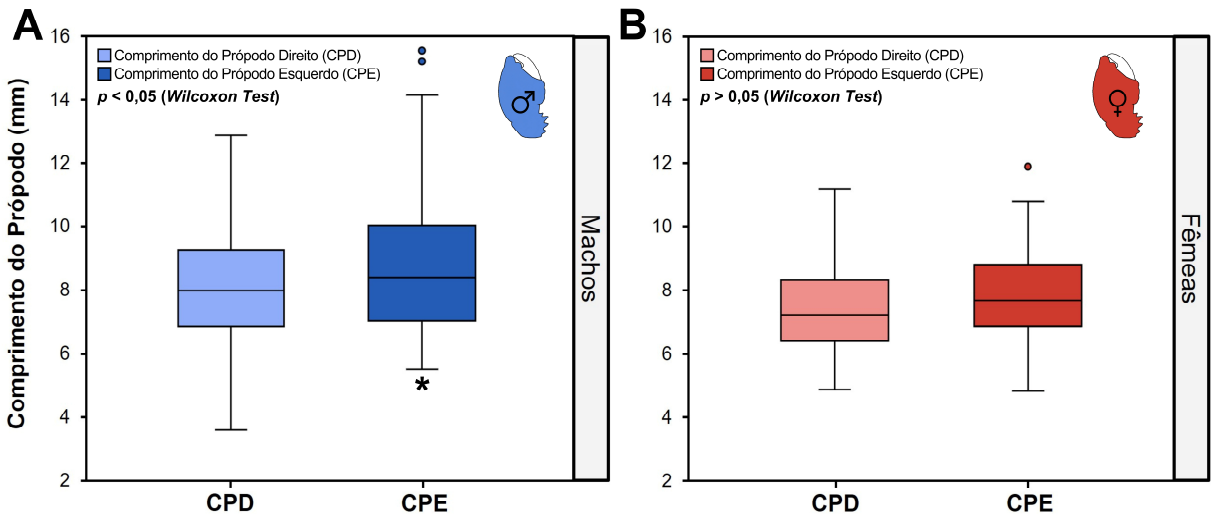


Figura 5. Comparação do comprimento do própodo direito (CPD) e esquerdo (CPE) em machos e fêmeas de *Aegla* aff. *castro*. (A) *Boxplot* compara o CPD e CPE de machos, indicando diferença significativa entre os dois comprimentos (asterisco), com valor de $p < 0,05$ (teste de Wilcoxon). (B) Boxplot para fêmeas, comparando CPD e CPE ($p > 0,05$). As cores mais escuras representam os própodos esquerdos e as mais claras os própodos direitos.

Apesar deste resultado já revelarem um padrão significativo para os eglídeos, não é suficiente para descrever os estágios de vida. Assim, as análises considerando o própodo direito e esquerdo de juvenis e adultos indicaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos (Kruskal-Wallis, $p < 0,05$). A Figura 6 fornece uma visualização gráfica das variações existentes entre os grupos. Na fase juvenil, o desenvolvimento das quelas é similar entre machos e fêmeas, sem pressões seletivas distintas que possam influenciar no crescimento diferencial dessas estruturas. No entanto, na fase adulta, ocorreu uma diferenciação significativa no CPE, quando comparado com os juvenis.

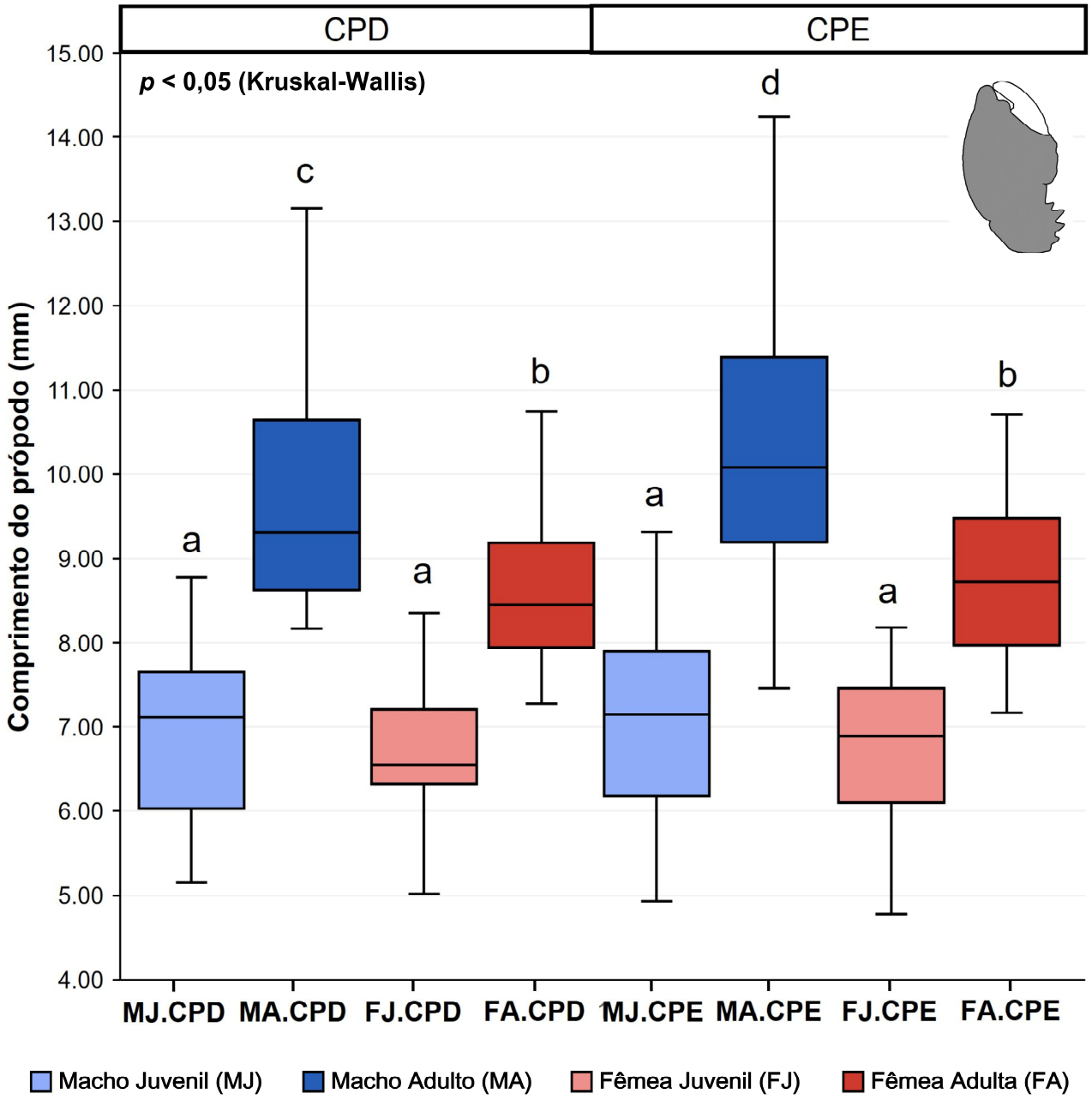


Figura 6. Comparação do comprimento do própodo direito (CPD) e esquerdo (CPE) entre machos e fêmeas juvenis e adultos de *Aegla* aff. *castro*. Os *boxplots* mostram a distribuição dos comprimentos do CPD e CPE para machos juvenis (MJ), machos adultos (MA), fêmeas juvenis (FJ) e fêmeas adultas (FA). As cores claras representam os juvenis e as cores escuras, os adultos. As barras em azul correspondem aos machos e em vermelho, às fêmeas. As letras (a, b, c, d) indicam as categorias estatisticamente distintas, de acordo com o teste de Dunn ($p < 0,05$), mostrando diferenças significativas entre os grupos demográficos e entre o comprimento dos própodos direito e esquerdo.

A análise estatística do comprimento do própodo direito (CPD) entre machos juvenis (MJ) e fêmeas juvenis (FJ) não indicou diferença significativa entre os sexos (Z = -1.070, *p-value* ajustado = 1.000). De forma semelhante, não foi observada diferença significativa para o comprimento do própodo esquerdo (CPE) entre machos e fêmeas juvenis (Z = -0.289, *p-value* ajustado = 1.000). Esses resultados sugerem que, na fase juvenil, não há distinção no crescimento das quelas entre os sexos, indicando que as diferenças morfológicas entre os sexos não se manifestam de forma evidente na fase juvenil.

Em relação aos adultos, a comparação entre machos adultos (MA) e fêmeas adultas (FA) para o comprimento do própodo direito (CPD) revelou uma diferença significativa entre os sexos (Z = -1.939, *p-value* ajustado = 0.030). No entanto, apesar de estatisticamente significativa, essa diferença é pequena, indicando que o comprimento do CPD entre machos e fêmeas adultas é similar, com apenas uma ligeira variação entre os grupos. Por outro lado, o comprimento do própodo esquerdo (CPE) apresentou diferença significativa e mais acentuadas entre machos e fêmeas adultos (Z = -3.100, *p-value* ajustado = 0.025), o que indica uma forte assimetria sexual em relação ao CPE, sugerindo que machos adultos tendem a possuir um própodo esquerdo significativamente maior do que fêmeas no mesmo estágio de vida.

Embora seja esperado que indivíduos maiores apresentem quelípodos maiores, ao compararmos os grupos demográficos dentro de cada sexo, percebe-se um aumento no tamanho das quelas direitas e esquerda à medida que os indivíduos atingem a fase adulta. A comparação entre machos juvenis e adultos revelou diferenças significativas tanto no comprimento do própodo direito (CPD) (Z = 8.932, *p-value* ajustado = 1.165e-17) quanto no própodo esquerdo (CPE) (Z = 10.404, *p-value* ajustado = 6.643e-24), com machos adultos apresentando quelas maiores. Nas fêmeas, também foram observadas diferenças significativas no CPD (Z = 6.214, *p-value* ajustado = 1.439e-08) e no CPE (Z = 6.420, *p-value* ajustado = 3.822e-09).

Um padrão interessante foi observado, onde as diferenças entre juvenis e adultos são mais pronunciadas nos machos em comparação às fêmeas. Para o comprimento do própodo direito (CPD), a diferença entre machos juvenis e adultos ($Z = 8.933$, *p-value* ajustado = 1.165e-17) é mais marcante do que entre fêmeas juvenis e adultas ($Z = 6.215$, *p-value* ajustado = 1.439e-08). O mesmo padrão se repete para o comprimento do própodo esquerdo (CPE), com uma diferença mais acentuada entre machos juvenis e adultos ($Z = 10.404$, *p-value* ajustado = 6.643e-24) em comparação às fêmeas ($Z = 6.420$, *p-value* ajustado = 3.822e-09). Esses resultados sugerem que, embora ambos os sexos apresentem um crescimento significativo na transição de juvenil para o adulto como esperado, o crescimento nas quelas é mais marcante nos machos.

Assim, ao comparar a heteroquelia entre os sexos e estágios de vida, observa-se que a diferença aparece apenas no estágio adulto, o que pode indicar que o crescimento das quelas não ocorre de forma linear ou proporcional durante o desenvolvimento, mas sim com uma aceleração após a maturidade sexual nos machos. Neste sentido, uma possível aceleração do crescimento após a maturidade sexual pode estar associada ao papel desempenhado em interações sociais e reprodutivas, enquanto nas fêmeas o crescimento é mantido de forma mais conservada.

Nas análises de lateralidade das quelas, foi possível observar um padrão: em ambos os sexos, houve predominância de heteroquelia esquerda (HEE) sobre a heteroquelia direita (HED). Esse padrão foi observado em uma proporção maior de indivíduos machos, indicando uma diferença notável entre os sexos. Nos machos, a predominância de HEE foi mais acentuada, com 76,6% exibindo heteroquelia esquerda, comparados a 23,4% que apresentaram heteroquelia direita (Figura 7A). Nas fêmeas, embora a heteroquelia esquerda também fosse mais comum, a diferença foi menos pronunciada, com 65,4% apresentando HEE contra 34,6% com HED (Figura 7B).

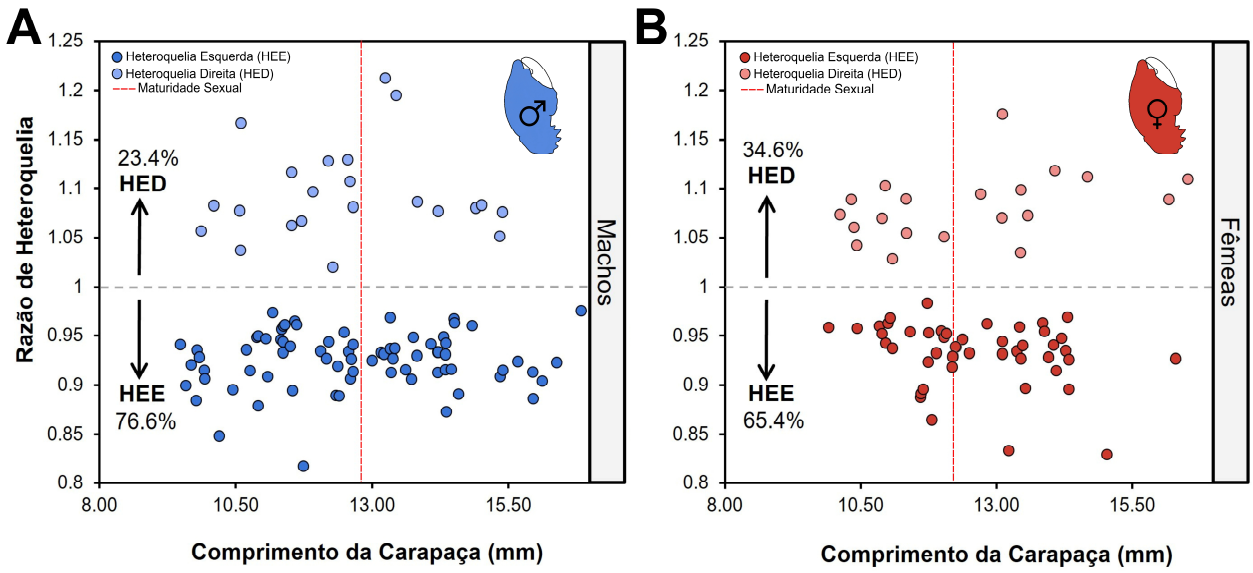


Figura 7. Razão de heteroquelia entre os quelípodos em relação ao comprimento da carapaça (CC) para *Aegla* aff. *castro*. (A) Dispersão de pontos mostram as relações entre a razão de heteroquelia de machos (azul) e (B) fêmeas (vermelho), permitindo a visualização da lateralidade direita (cores claras) e da lateralidade esquerda (cores escuras) para cada sexo ao longo da ontogenia. A linha horizontal tracejada representa o valor de referência para indivíduos com homoquelia (RH = 1) e a linha é vertical e indica o ponto da maturidade sexual morfométrica, distinguindo juvenis de adultos. HED (heteroquelia direita), HEE (heteroquelia esquerda) e a porcentagem representam a frequência relativa dos padrões de lateralidade.

Ao considerarmos a mesma análise, mas levando em conta os grupos demográficos, também foi observado um padrão: enquanto os machos mostram uma tendência de aumento na heteroquelia esquerda com o avanço do estágio de vida, as fêmeas não demonstram mudanças expressivas nos padrões de lateralidade ao longo do desenvolvimento. A Tabela 2 apresenta a descrição detalhada dos resultados, enquanto a Figura 8 fornece uma visualização gráfica das mesmas informações.

Tabela 2. Frequência e amplitude da razão de heteroquelia direita (HED) e heteroquelia esquerda (HEE) em machos e fêmeas juvenis e adultos de *Aegla* aff. *castro*. A tabela mostra o número de indivíduos (N) e a porcentagem (%) de cada padrão de heteroquelia, bem como os valores mínimo e máximo da razão de heteroquelia (variação de HED ou HEE) para cada grupo demográfico. HED indica indivíduos com própodo direito maior, enquanto HEE indica aqueles com própodo esquerdo maior.

Estágio	Razão de Heteroquelia	Machos		Fêmeas	
		N (%)	Mín. – Máx.	N (%)	Mín. – Máx.
Juvenil	HED	15 (26%)	1.02 - 1.53	12 (36%)	1.02 - 1.32
	HEE	43 (74%)	0.42 - 0.97	21 (64%)	0.76 - 0.98
Adulto	HED	9 (19%)	1.05 - 1.21	15 (37%)	1.03 - 1.38
	HEE	39 (81%)	0.61 - 0.97	28 (63%)	0.82 - 0.96

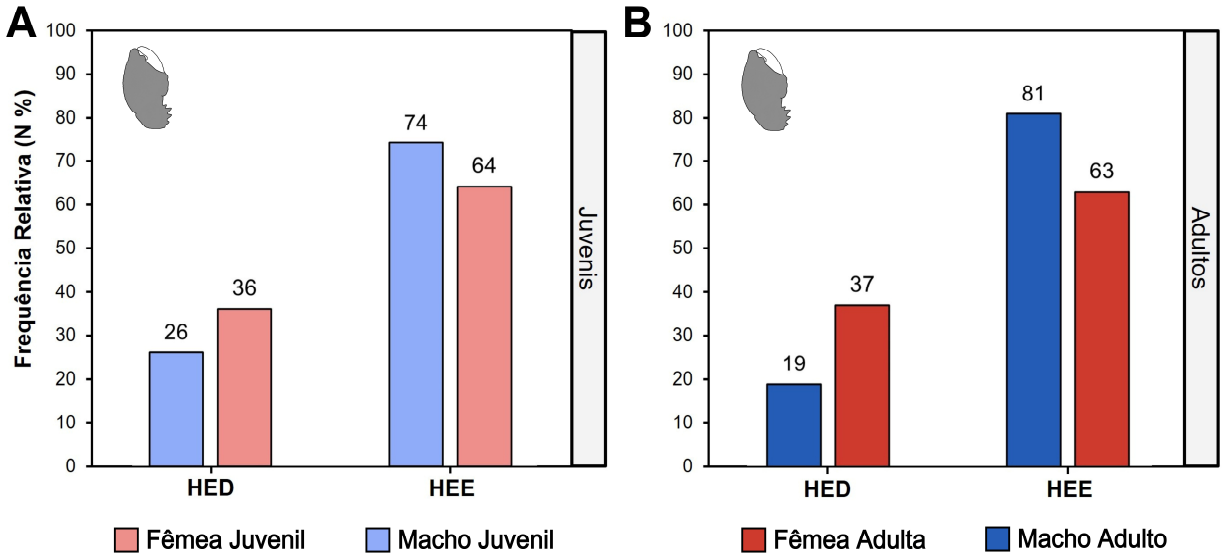


Figura 8. Frequência relativa de heteroquelia direita (HED) e heteroquelia esquerda (HEE) em juvenis e adultos de *Aegla* aff. *castro*. (A) Proporção de HED e HEE entre juvenis machos e fêmeas. (B) Proporção de HED e HEE entre adultos machos e fêmeas. As barras azuis representam indivíduos machos, enquanto as barras vermelhas representam indivíduos fêmeas. Cores claras indicam os juvenis, enquanto cores escuras indicam os adultos, permitindo visualizar as diferenças na lateralidade entre os dois grupos etários.

Os machos apresentam uma maior proporção de heteroquelia esquerda (HEE) tanto no estágio juvenil quanto no adulto. No entanto, observa-se um aumento na proporção de machos adultos com HEE (81%) em comparação com os juvenis (74%), indicando que, à medida que amadurecem, os machos tendem a desenvolver mais frequentemente o quelípodo esquerdo maior, enquanto a proporção de heteroquelia direita (HED) diminuiu de 26% nos juvenis para apenas 19% nos adultos. (Colunas azuis da HEE na Figura 8 A e B, respectivamente).

As fêmeas apresentam padrões semelhantes de heteroquelia em ambos os grupos etários. A heteroquelia esquerda (HEE) permaneceu predominante tanto nos juvenis (64%) quanto nas adultas (65%), com uma leve variação (Colunas vermelhas da HEE na Figura 8 A e B, respectivamente). A heteroquelia direita (HED) também não sofre mudanças significativas, passando de 36% nos juvenis para 35% nos adultos, o que indica pouca alteração no padrão de lateralidade conforme elas amadurecem (Colunas vermelhas da HED na Figura 8 A e B, respectivamente).

4. Crescimento do dáctilo

A análise geral dos dados alométricos revelou que, tanto em machos quanto em fêmeas de *Aegla* aff. *castro*, o crescimento do dáctilo em relação ao própodo segue predominantemente um padrão isométrico, com uma exceção observada no dáctilo esquerdo das fêmeas. A Tabela 3 mostra os valores das análises alométricas realizadas. Nos machos juvenis, tanto a relação CPD *vs*. CDD quanto CPE *vs*. CDE apresentaram crescimento isométrico, mas nos machos adultos houve uma leve alometria positiva na relação CPE *vs*. CDE, sugerindo um crescimento mais rápido do dáctilo esquerdo em relação ao própodo. Nas fêmeas juvenis, o crescimento isométrico foi observado na relação CPD *vs*. CDD, enquanto a relação CPE *vs*. CDE exibiu alometria positiva acentuada, indicando um crescimento mais rápido do dáctilo esquerdo. Esse padrão foi mantido nas fêmeas adultas, mas com uma menor taxa de alometria, sugerindo que o crescimento diferencial do dáctilo esquerdo diminuiu com a idade.

Tabela 3. Resultados da análise de crescimento alométrico para cada categoria individual de *Aegla* aff. *castro* em Avaré, estado de São Paulo, Brasil. M, machos; F, fêmeas; J, juvenis; A, adultos; CPD, comprimento do própodo direito; CPE, comprimento do própodo esquerdo; CDD, comprimento do dáctilo direito; CDE, comprimento do dáctilo esquerdo N, número de indivíduos; R^2, coeficiente de determinação; Alometria, padrão alométrico, sendo: +, uma alometria positiva, −, uma alometria negativa e 0, uma isometria.

Relação	Sexo	Estágio	N	Intercepto (*a*)	Inclinação (*b*)	R^2	*p*	Alometria
CPD *vs.* CDD	M	J	63	-0.23	0.99	0.86	>0,05	0
		A	50	-0.28	1.04	0.94	>0,05	0
	F	J	43	-0.28	1.06	0.82	>0,05	0
		A	41	-0.23	1.00	0.88	>0,05	0
CPE *vs.* CDE	M	J	44	-0.24	1.00	0.95	>0,05	0
		A	41	-0.41	1.20	0.83	>0,05	0
	F	J	44	-1.48	1.97	0.82	<0,05	+
		A	41	-1.20	1.68	0.91	<0,05	+

Ao comparar o tamanho dos dáctilos, observou-se que os dáctilos esquerdos eram ligeiramente maiores que os direitos em comprimento, porém essa diferença não foi estatisticamente significativa em machos e fêmeas ($p > 0,05$) (Figura 9 A e B, respectivamente).

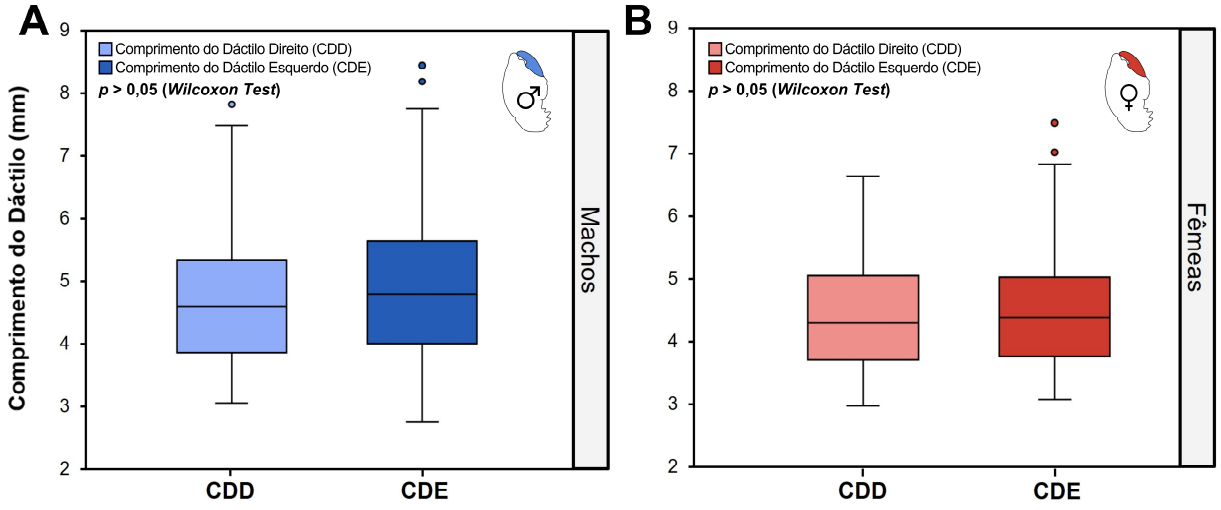


Figura 9. Comparação do comprimento do dáctilo direito (CDD) e esquerdo (CDE) em machos e fêmeas de *Aegla* aff. *castro*. (A) *Boxplot* para machos, comparando CDD e CDE de machos $p > 0,05$ (teste de Wilcoxon). (B) *Boxplot* para fêmeas, comparando CDD e CDE p > 0,05 (teste de Wilcoxon). As cores mais escuras representam os dáctilos esquerdos e as mais clatas os dáctilos direitos.

Embora os resultados estatísticos tenham indicado ausência significativa de heterodactilia no dáctilo, as análises subsequentes de lateralidade revelaram um padrão distinto, demonstrando que o dáctilo segue um comportamento semelhante ao do própodo. A heterodactilia esquerda (HdE) foi predominante em ambos os sexos, sendo mais evidente nos machos, onde 77,3% dos indivíduos apresentaram HdE, enquanto apenas 22,7% mostraram heterodactilia direita (HdD) (Figura 10A). Nas fêmeas, a heterodactilia esquerda também foi mais frequente, com 62,7% dos indivíduos apresentando HdE e 37,3% com HdD. Esses resultados sugerem uma leve assimetria no desenvolvimento do dáctilo, particularmente nos machos, onde a lateralidade esquerda foi mais acentuada, enquanto nas fêmeas a distribuição entre HdE e HdD foi um pouco mais equilibrada (Figura 10B).

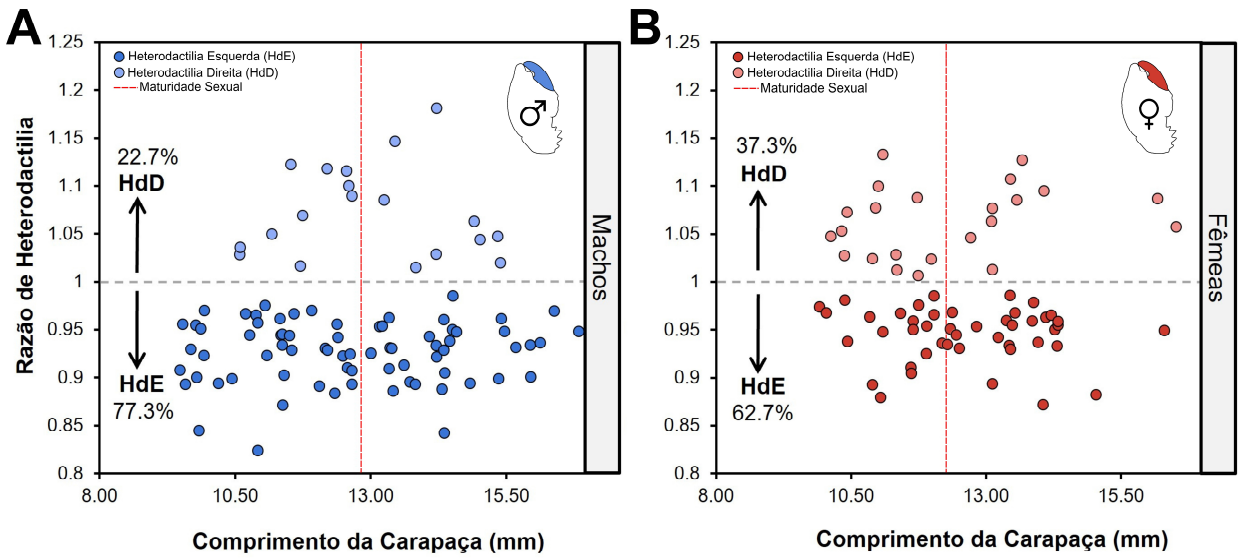


Figura 10. Razão de heterodactilia entre os dáctilos em relação ao comprimento da carapaça (CC) para *Aegla* aff. *castro*. (A) Dispersão de pontos mostram as relações entre a razão de heterodactilia de machos (azul) e (B) fêmeas (vermelho), permitindo a visualização da lateralidade direita (cores claras) e da lateralidade esquerda (cores escuras) para cada sexo ao longo da ontogenia. A linha horizontal tracejada representa o valor de referência para indivíduos com homodactilia (RHd = 1) e a linha é vertical e indica o ponto da maturidade sexual morfométrica, distinguindo juvenis de adultos. HdD (heterodactilia direita), HdE (heterodactilia esquerda) e a porcentagem representam a frequência relativa dos padrões de lateralidade.

Outro aspecto sobre o comprimento do dáctilo foi que, ao analisar a lateralidade considerando os estágios de vida, notou-se que, embora a predominância do dáctilo esquerdo permaneça, não houve uma mudança significativa nas proporções ao longo da transição de juvenis para adultos, evidenciando uma estabilidade nas proporções. A Tabela 4 apresenta os valores correspondentes de razão de lateralidade do dáctilo considerando os estágios, enquanto a Figura 11 ilustra graficamente esses resultados.

Os machos apresentam uma predominância de heterodactilia esquerda (HdE) tanto nos juvenis (77%) quanto nos adultos (78%). A leve diferença indica que, mesmo com o crescimento, os machos tendem a manter a lateralidade esquerda, enquanto a proporção de heterodactilia direita (HdD) continua relativamente baixa, com uma leve diminuição de 23% nos juvenis para 22% nos adultos (Colunas azuis na Figura 11 A e B, respectivamente).

Por outro lado, nas fêmeas juvenis, 64% têm o dáctilo maior à esquerda, e essa proporção apresentou leve redução nas adultas (63%). Da mesma forma, a proporção de fêmeas com dáctilo direito maior também se mantém estável, com 36% nas juvenis e 37% nas adultas (Colunas vermelhas na Figura 11 A e B, respectivamente).

Tabela 4. Frequência e amplitude da razão de heterodactilia direita (HdD) e heterodactilia esquerda (HdE) em machos e fêmeas juvenis e adultos de *Aegla* aff. *castro*. A tabela mostra o número de indivíduos (N) e a porcentagem (%) de cada padrão de heterodactilia, bem como os valores mínimo e máximo da razão de heterodactilia (variação de HED ou HEE) para cada grupo demográfico. HED indica indivíduos com dáctilo direito maior, enquanto HEE indica aqueles com dáctilo esquerdo maior.

Estágio	Razão de Heterodactilia	Machos		Fêmeas	
		N (%)	Mín. – Máx.	N (%)	Mín. – Máx.
Juvenil	HdD	12 (23%)	1.01 - 1.76	12 (36%)	1.05 - 1.29
	HdE	46 (77%)	0-26 - 0.98	21 (64%)	0.87 - 0.98
Adulto	HdD	11 (22%)	1.01 - 1.81	15 (37%)	1.04 - 1.31
	HdE	39 (78%)	0.49 - 0.98	26 (63%)	0.76 - 0.98

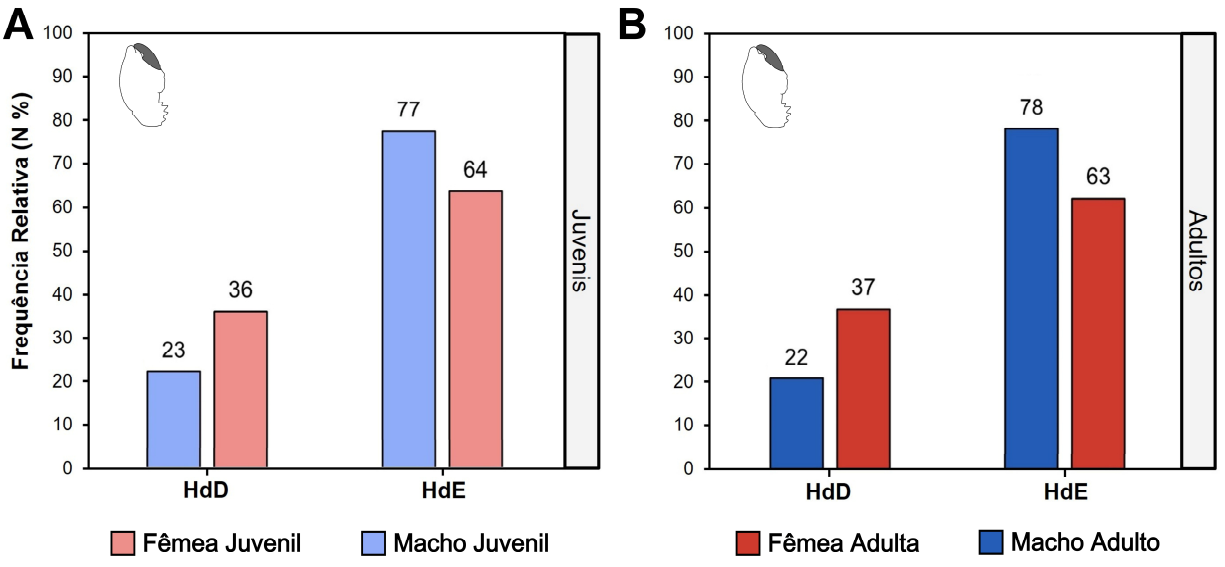


Figura 11. Frequência relativa de heterodactilia direita (HdD) e heterodactilia esquerda (HdE) em juvenis e adultos de *Aegla* aff. *castro*. (A) Proporção de HdD e HdE entre juvenis machos e fêmeas. (B) Proporção de HdD e HdE entre adultos machos e fêmeas. As barras azuis representam indivíduos machos, enquanto as barras vermelhas representam indivíduos fêmeas. Cores claras indicam os juvenis, enquanto cores escuras indicam os adultos, permitindo visualizar as diferenças na lateralidade entre os dois grupos etários.

A estabilidade nas proporções de HdE e HdD em machos e fêmeas é o inverso do que foi observado nos padrões de lateralidade das quelas, onde houve uma alteração mais nítida entre os estágios de vida, especialmente nas frequências das quelas esquerdas. Aqui para a lateralidade dos dáctilos observou-se que, nos machos, a heterodactilia direita (HdD) manteve-se em 23% nos juvenis e 22% nos adultos (Colunas azuis da HdD na Figura 10A e B, respectivamente), enquanto nas fêmeas, a proporção de HdD foi de 36% nos juvenis e 37% nos adultos, indicando pouca mudança com o avanço da maturidade (Colunas vermelhas da HdD na Figura 11 A e B, respectivamente).

Já a heterodactilia esquerda (HdE) apresentou proporção estável entre os estágios, com ligeiro aumento nos machos (de 77% nos juvenis para 78% nos adultos) (Colunas azuis da HdE na Figura 10A e B, respectivamente) e uma leve redução nas fêmeas (de 64% nos juvenis para 63% nos adultos) (Colunas vermelhas da HdE na Figura 11 A e B, respectivamente). Esses resultados sugerem que, mesmo na presença de heterodactilia, o crescimento do dáctilo ocorre de maneira mais proporcional, independentemente do estágio de vida.

Discussão

1. Maturidade sexual morfológica

Estudos indicam que fêmeas geralmente atingem a maturidade sexual morfométrica em tamanhos menores em comparação aos machos, como observado em diferentes populações do gênero *Aegla*, incluindo o complexo *Aegla* castro Schmitt, 1942 (Bueno *et al*., 2000; Takano *et al*., 2016), *Aegla* franca Schmitt, 1942 (Bueno & Shimizu, 2009) e *Aegla quilombola* Moraes, Tavares & Bueno, 2017 (Silva *et al*., 2017). No entanto, em nosso estudo, assim como nos resultados obtidos por Marçal *et al.* (2018), tanto machos quanto fêmeas atingiram a maturidade sexual em classes de tamanho semelhantes. Essa diferença pode ser atribuída às diferentes estratégias reprodutivas entre os sexos, refletindo um padrão morfométrico distinto após a puberdade (Hartnoll, 1982).

O tamanho da maturidade morfométrica e gonadal nos crustáceos ocorre antes do tamanho da maturidade funcional (López-Greco e Rodríguez, 1999), sendo que os machos sexualmente maduros investem mais no crescimento corporal e robustez, pois isso lhes confere uma vantagem na captura e retenção das fêmeas, enquanto as fêmeas direcionam sua energia para a maturidade gonadal e a largura do abdômen para incubar os ovos (com embriões em desenvolvimento) (Hartnoll, 1985). Esse investimento energético diferenciado entre os sexos destaca a relação entre o dimorfismo sexual e as estratégias reprodutivas, evidenciando a influência das estratégias reprodutivas na morfologia e no comportamento dos indivíduos ao longo da vida. Ambos os sexos apresentam taxas de crescimento semelhantes durante os estágios iniciais de vida, atingindo a maturidade morfológica em tamanhos próximos. No entanto, após a maturidade, suas estratégias energéticas divergem a ponto de refletir em padrões morfológicos de crescimento.

2. Crescimento Relativo

Os resultados deste estudo demonstraram que existem diferenças morfométricas durante o desenvolvimento ontogenético de machos e fêmeas após o período da puberdade. Propomos que tal mudança no padrão de crescimento está atrelada à reprodução da espécie, em que o investimento energético no crescimento corpóreo difere entre machos e fêmeas quando atingem a maturidade. Em outros crustáceos decápodes (Pleocyemata), assim como em eglídeos, o tamanho do própodo e a largura do abdômen são considerados características sexuais secundárias e auxiliam em relações intraespecíficas (Bueno, 2008; Mariane, 2019; Cruz dos Santos *et al*. 2023). Por isso, um significado reprodutivo pode explicar o padrão de crescimento do própodo observado neste estudo com *Aegla* aff. *castro*, principalmente ao incremento alométrico dos caracteres sexuais morfológicos a medida que os organismos atingem a fase adulta (Silva *et al*., 2016; Chaves *et al*., 2019).

Estudos com *Aegla castro* Schmitt, 1942 (Takano, 2016), *Aegla marginata* Bond-Buckup and Buckup, 1994 (Adam, 2018), *Aegla parana* Schmitt, 1942 (Schafaschek, 2019) e *Aegla lata* Bond-Buckup and Buckup, 1994 (Chaves *et al*., 2019) relataram alometria positiva na maioria das dimensões corporais e um incremento na constante alométrica na passagem de juvenis para adultos. O aumento significativo no nível alométrico também foi relatado por Hartnoll (1974) em seu estudo com decápodes, onde ele comparou o crescimento relativo de espécies de diversos gêneros em diferentes ambientes aquáticos. O estudo demonstrou que, no geral, os machos apresentam quelas maiores e um padrão de alometria positiva em comparação às fêmeas, especialmente após a muda da puberdade. Essas diferenças exibem um significado funcional, sendo intimamente ligadas à maturidade sexual morfométrica dos indivíduos (Hartnoll, 1982). Assim como foi demonstrado para outros decápodes da subordem Pleocyemata, as diferenças morfométricas significativas entre os sexos também são evidentes no gênero *Aegla*, refletindo padrões de dimorfismo sexual associados ao crescimento.

Considerando que o tamanho de certas estruturas corporais pode ter implicações reprodutivas (Hartnoll, 1974), é plausível sugerir que o padrão alométrico observado em machos e fêmeas adultos descrito neste estudo, reflete as diferentes estratégias comportamentais adotadas para a reprodução. Neste sentido, ao olharmos para os machos, o caráter alométrico positivo e acentuado na fase adulta pode ser atribuído à alocação predominante de suas energias para o crescimento somático e robustez das quelas, pois sabe-se que a quela dos crustáceos decápodes é uma estrutura morfológica utilizada para diferentes finalidades (Mariappan, 2000). Em eglídeos, por exemplo, as quelas podem ser empregadas em relações intraespecíficas e interespecíficas, como em captura de presas, confrontos agonísticos, display sexual, cortejo nupcial e acasalamento (Viau *et al*., 2006; Takano *et al*., 2016). Durante uma fase copulatória, o macho se posiciona de costas para o substrato e utiliza suas quelas para segurar as fêmeas, que ficam em posição supinada, facilitando assim a transferência espermática (Almerão *et al*. 2010). Palaoro *et al*. (2013) destacam que machos com quela maiores tendem a monopolizar as fêmeas de uma população, gerando um aumento no sucesso de acasalamento em função deste caráter morfológico.

Um estudo com *Aegla longilostri* Bond-Buckup & Buckup, 1994 (Ayres-Peres *et al*., 2011) demonstrou que, independentemente do sexo, os espécimes exibiram comportamentos agonísticos, como lutas, quando colocados no mesmo aquário, evidenciando que até as fêmeas fazem uso das quelas nesses confrontos. No entanto, esse comportamento é mais frequente e intenso nos machos, especialmente quando a disponibilidade de fêmeas é restrita (Emlen e Oring, 1977). Nessas situações, o tamanho das quelas desempenha um papel fundamental para o sucesso nas disputas, sugerindo uma pressão seletiva que favorece o desenvolvimento de quelas maiores nos machos (Dalosto e Palaoro, 2019). Todas essas evidências, podem explicar o incremento alométrico observado nas quelas e crescimento corporal dos machos em que o investimento energético está associado a função que estas estruturas exercem na reprodução e eventos de disputas.

Em contraste aos machos adultos, observou-se que as fêmeas, no mesmo estágio de vida, direcionam uma parcela significativa de suas energias para o incremento de outras estruturas corporais em detrimento das quelas, mas que também refletem finalidades reprodutivas. Do ponto de vista reprodutivo para as fêmeas de eglídeos, a maturação das gônadas e posteriormente dos ovos, por exemplo, se sobressaem em termos de investimento energético quando comparado com o crescimento corporal (Bueno *et al*., 2008). Isso até pode justificar o fato dos machos atingem tamanhos corpóreos maiores do que as fêmeas (Bueno *et al*., 2000; Noro & Buckup, 2003), mas o que se destacou no presente estudo, é o fato das fêmeas apresentarem crescimento alométrico positivo e acentuado na relação CC *vs*. LA.

Ao levar em conta os aspectos morfológicos associados a reprodução, sabe-se que os eglídeos utilizam o abdômen como câmara incubatória dos embriões em desenvolvimento e seu tamanho possui uma relação direta com a largura do abdômen (López-Greco *et al*., 2004). Um trabalho realizado por Bueno e Shimizu (2008) trouxe evidências de que há relação direta entre o tamanho do abdômen e a fecundidade (número de ovos). Neste contexto, é esperado que as fêmeas invistam suas energias no crescimento do abdômen após atingirem a maturidade sexual fisiológica, um padrão também observado em outros crustáceos decápodes que incubam ovos em seu abdômen (Tsuchida e Fujikura, 2000; Pinheiro e Hattori, 2006). Sob a perspectiva energética, o crescimento e a reprodução são processos antagônicos que competem pelos mesmos recursos. Os organismos precisam balancear o investimento entre essas duas funções ao longo de sua história de vida, de modo que um aumento no investimento em um desses processos tende a ocorrer à custa do outro (Begon *et al*., 2007). A distribuição de recursos entre o crescimento e a reprodução ajustada, a fim de otimizar o sucesso reprodutivo (Llodra, 2002).

As análises de crescimento relativo para machos e fêmeas em seus respectivos estágios de vida destacam que também há um *trade-off* presente em *Aegla* aff. *castro*, onde o tamanho de uma estrutura relacionada à reprodução está ligado à eficiência na alocação de recursos

durante o desenvolvimento ontogenético que é distinto entre machos e fêmeas. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de as fêmeas direcionarem mais energia para finalidades reprodutivas, como o crescimento do abdômen, desenvolvimento das gônadas e a produção de ovos, enquanto os machos priorizam o desenvolvimento corporal e o crescimento das quelas. Padrão também encontrado em outros estudos (Swiech-Ayoub Masunari, 2001; Fransozo *et al*., 2003; Castiglioni *et al*., 2006; Trevisan e Santos, 2011; Silva, 2017; Chaves *et al*., 2019).

3. Heteroquelia e Lateralidade

Os quelípodos atraem considerável atenção dos carcinólogos, não só devido a sua morfologia peculiar, mas principalmente por sua versatilidade funcional (Hartnoll, 1982; Mariappan *et al*., 2000). O presente estudo encontrou evidências de heteroquelia apenas nos machos, resultado semelhante ao observado por Silva *et al*. (2021) em *Aegla quilombola* Moraes, Tavares & Bueno, 2017. No entanto, outras pesquisas indicam que a assimetria no primeiro par de pereópodos é comumente observada tanto em machos quanto em fêmeas de espécies do mesmo gênero (Viau *et al*., 2006; Bueno & Shimizu, 2009; Trevisan & Santos, 2012; Trevisan *et al*., 2012; Takano *et al*., 2016; Marçal *et al*., 2018; Chaves *et al*., 2019).

Em algumas espécies de crustáceos, o quelípodo pode desempenhar funções duplas, atuando tanto como um sinal de seleção sexual quanto como uma arma em competições entre indivíduos do mesmo sexo (Rosenberg, 2002). Nesse sentido, o comportamento agressivo observado no gênero *Aegla* (Ayres-Peres *et al*., 2011) pode explicar o desenvolvimento de quelas maiores, principalmente nos machos, como observado neste estudo. A heteroquelia nos machos parece ser influenciada pela seleção sexual, apresentando uma palma mais robusta, capaz de suportar uma musculatura mais desenvolvida, que é utilizada tanto para atrair e manipular as fêmeas durante a cópula quanto em interações agonísticas com outros machos (Trevisan *et al*., 2012). Já as fêmeas, a presença de uma menor quela pode ser uma adaptação para facilitar a limpeza da câmara abdominal (Almerão *et al*., 2010).

Apesar das diferenças entre as quelas serem evidentes nos machos e nas fêmeas de outras espécies de *Aegla*, tais características morfológicas não se manifestam em ambos os sexos durante todas as fases da vida: ao longo da ontogenia, determinadas estruturas corporais tendem a crescer mais rapidamente que outras (Sokolowicz, 2019). Esse padrão mostrou-se semelhante no presente estudo quando consideramos os grupos demográficos. Embora ambos

os sexos apresentem um aumento significativo no tamanho da quela ao passarem de juvenis para adultos, o crescimento foi mais marcante nos machos.

Para *Aegla* aff. *castro*, não houve distinção significativa no crescimento das quelas entre os sexos na fase juvenil, indicando que as diferenças morfológicas não se manifestam de forma evidente nessa fase. É comum que o dimorfismo sexual para estruturas morfológicas seja mais evidente após a muda da puberdade, quando os indivíduos alcançam a fase adulta, (Hartnoll, 1974; Pinheiro e Fransozo, 1998). Dados os diferentes usos dos quelípodos, é fácil presumir que existem múltiplas pressões seletivas que atuam no seu tamanho, força e formato (Zera e Harshman 2001), indicando que o maior tamanho das quelas nos machos adultos pode estar relacionado a pressões seletivas voltadas à competição e a comportamentos agonísticos.

Com base no dimorfismo sexual dos eglídeos, seria esperado que os machos competissem intensamente pelas fêmeas (Palaoro *et al*., 2013). Mas estudos demonstram que, além das fêmeas, outros fatores como alimento, território ou efeitos de dominância, que podem garantir acesso a recursos, também motivam as disputas entre os machos (Herberholz *et al*., 2007; Fero e Moore, 2008). Por exemplo, nos eglídeos a quela mais robusta é utilizada em confrontos intraespecíficos (Dalosto e Palaoro, 2019), o que sugere que o sucesso reprodutivo influenciado pela luta pode ser uma importante pressão seletiva que atua sobre o formato dos quelípodos (Eberhard *et al*., 2018). É neste sentido que, para as fêmeas, a ausência de diferenças nas quelas de juvenis e adultos pode ser explicada pelo fato de essas estruturas não desempenharem o mesmo papel funcional que nos machos, reforçam a ideia de que as características sexuais secundárias associadas as quelas também se manifestam principalmente na fase adulta. Isso também pode ser explicado pela ausência de diferença significativa entre as quelas dos indivíduos machos e fêmeas em estágio de juvenil.

Outro aspecto importante sobre o crescimento das quelas é que ambos os quelípodos podem crescer de forma a se tornarem o maior, mas a predominância da quela esquerda é uma

característica observada em eglídeos heteroquelos, o que evidencia um padrão comum de lateralidade (Trevisan *et al*., 2012; Takano *et al*., 2016; Marçal *et al*., 2018; Chaves *et al*., 2019). Nossos resultados sugerem que também há o desenvolvimento de um padrão dimórfico do primeiro par de pereópodes para *Aegla* aff. *castro* com predominância da quela esquerda em ambos os sexos. Nas fêmeas ocorreu um padrão interessante: a frequência de lateralidade esquerda e direita permaneceu relativamente estável ao longo do desenvolvimento, contrastando com o que foi observado nos machos, onde houve uma variação mais acentuada entre juvenis e adultos. Por isso, entende-se que a predominância da lateralidade esquerda em *Aegla* aff. *castro* também possui uma forte associação com o dimorfismo sexual e o desenvolvimento ontogenético com a chega da maturidade sexual.

4. Crescimento do dáctilo

Em crustáceos quelados, o própodo e o dáctilo desempenham um papel crucial na relação entre geração e transmissão de força (Rebach e Block, 1998; Taylor, 2001). O tamanho das quelas e o mecanismo de alavanca são especialmente relevantes ao se considerar o investimento energético necessário para garantir a funcionalidade e a eficiência das quelas (Swanson *et al.*, 2013; O'Brien *et al.,* 2019). Com base nessas evidências, as investigações que resultaram nas observações sobre o crescimento do dáctilo neste estudo confirmaram a hipótese de que o dáctilo seguiria o padrão de lateralidade das quelas e refutaram a hipótese de um crescimento alométrico acentuado para manter a eficiência do sistema de alavanca.

A quela opera como um sistema de alavanca simples: o músculo de fechamento contrai o apódema, que se movimenta ao redor do fulcro, resultando no fechamento do dáctilo (Swanson, 2013). Entretanto, devido à rotação do dáctilo, parte da força gerada pela contração muscular é dissipada (Levinton *et al*., 1995). Dessa forma, mesmo que garras com maior massa muscular tenham mais força de fechamento, a eficiência da garra também depende do formato adequado do dáctilo, capaz de traduzir de maneira eficiente a força muscular para beliscar com força (Palaoro *et al*., 2020). O crescimento isométrico do dáctilo em relação ao própodo pode estar relacionado a essa eficiência funcional, onde o dáctilo cresce de maneira proporcional ao própodo, garantindo o desempenho adequado da estrutura.

Os resultados de crescimento relativo dos dáctilos *vs.* própodos demonstraram um padrão isométrico constante, sem variação entre os estágios juvenis e adultos. Isso sugere que o tamanho do dáctilo não está diretamente relacionado à maturidade sexual, ao contrário do que ocorre com o crescimento das própodo, onde a maturidade exerce uma influência significativa no tamanho. Estudos com outros táxons, como caranguejos e lagostins, apontam para um padrão semelhante na biomecânica das quelas: ter garras grandes não implica, necessariamente, em maior força (Wilson *et al.*, 2015; Fujiwara e Kawai, 2016).

Na literatura, ainda há divergências quanto à seleção direcional nas quelas, com alguns estudos sugerindo que quelas maiores podem ser favorecidas (Eberhard *et al.* 2018), enquanto outros apontam que a seleção pode atuar mais no desempenho do que no tamanho (Lappin e Husak, 2005). Isso evidencia como características utilizadas tanto para ameaçar quanto para obtenção de vantagem mecânica sobre os rivais podem ser selecionadas. Ao contrário da acentuada variação na lateralidade do própodo entre juvenis e adultos, a pequena variação observada na lateralidade do dáctilo sugere que os componentes da quela podem estar sujeitos a diferentes pressões seletivas ou desempenhar papéis distintos ao longo do desenvolvimento, que pode ser explicado por fatores biológicos e funcionais que envolvem o seu desenvolvimento.

Nossos resultados apontam que os aspectos no crescimento do dáctilo em *Aegla* aff. *castro* possui forte relação com a eficiência energética na forma e função. Se a quela possuir músculos pequenos ou um formato que reduza sua eficiência mecânica, é provável que o indivíduo perca lutas e seja desfavorecido (Lappin e Husak, 2005; Husak *et al*., 2009). Palaoro *et al*. (2020) compararam a funcionalidade da quela de três espécies de eglídeos e constataram que as espécies que lutam com maior intensidade possuem garras mais fortes, com maior vantagem mecânica. Por outro lado, Eberhard *et al*. (2018) demonstraram que o tamanho da quela também pode ser importante para a eficiência dos sinais de ameaça. Iindependente se a pressão seletiva está para o crescimento do própodo ou do dáctilo, é esperado que as características morfológicas selecionadas melhorem o desempenho da tarefa (Lailvaux e Irschick, 2006), tanto nos machos como nas fêmeas e, portanto, reflitam nos padrões distintos de crescimento destas estruturas que compõem a quela. Assim, reforçando a ideia de que essa estrutura pode estar sujeita a diferentes pressões seletivas ao longo do desenvolvimento.

Conclusão

Este estudo forneceu *insights* importantes sobre os padrões de crescimento de uma população isolada de *Aegla* aff. *castro*, contribuindo significativamente para a compreensão dos processos ontogenéticos de crescimento que sofrem forte influência das estratégias reprodutivas desta espécie. A análise do crescimento somático e da maturidade morfométrica revelou diferenças marcantes entre os sexos. Os padrões de crescimento relativo das estruturas morfológicas analisadas reforçam a existência de dimorfismo sexual evidente, resultado de pressões seletivas relacionadas à reprodução. O estudo identificou padrões de heteroquelia e lateralidade nos quelípodos que vão além do comprimento do própodo, abrangendo também outras estruturas da quela, como o dáctilo. Esses resultados sugerem que ambas as estruturas desempenham papéis funcionais complementares, reforçando a ideia de que a quela funciona como uma unidade integrada. Essas adaptações morfológicas podem estar diretamente relacionadas à eficiência funcional da quela.

Neste sentido, sugerimos que perspectivas de estudo futuras possam ampliar essa compreensão do crescimento que envolve o própodo e o dáctilo, explorando essa relação em outras espécies do gênero *Aegla*, possibilitando uma análise comparativa mais ampla dos padrões de crescimento do dáctilo. Além disso, investigações experimentais sobre a biomecânica das quelas poderiam fornecer *insights* sobre como variações na morfologia influenciam o desempenho funcional e o sucesso competitivo dos indivíduos. Outra abordagem relevante seria a análise de possíveis correlações entre o crescimento do dáctilo e fatores ambientais, como disponibilidade de alimento e densidade populacional, para avaliar como variáveis ecológicas podem influenciar essa estrutura. Assim, novas pesquisas poderão contribuir para uma compreensão mais profunda, ampliando o entendimento sobre as dinâmicas evolutivas e funcionais associadas aos padrões de crescimento da quela.

Ainda, o presente estudo chama a atenção para o local de coleta e a lacuna taxonômica envolvida na população estudada. Embora o habitat da população estudada esteja localizado em um trecho preservado de mata, a possível intensificação das atividades agrícolas em seu entorno pode ameaçar a espécie de duas maneiras: (1) a expansão da fronteira agrícola, que pode resultar em perda do hábitat. (2) a lixiviação de agrotóxicos e outros contaminantes para o corpo d'água pode impactar diretamente a sua qualidade e, consequentemente, a sobrevivência da espécie. Assim, caso a distribuição dessa possível nova espécie seja limitada à área de estudo, sua extinção pode ser iminente diante de possíveis mudanças ambientais.

Por outro lado, a avaliação mais recente do *status* de conservação das espécies do gênero *Aegla* sugere uma redução na proporção de espécies classificadas como ameaçadas em comparação à avaliação de Santos *et al*. (2017). Contudo, é necessário cautela ao interpretar esses resultados, uma vez que muitas das espécies atualmente avaliadas como "pouco preocupantes" correspondem, na verdade, a complexos de espécies. Quando estudos futuros aplicarem abordagens taxonômicas integrativas, é provável que essas espécies sejam divididas em linhagens distintas, muitas delas altamente endêmicas e com riscos elevados de extinção. A população estudada neste trabalho pode ser um exemplo dessa situação, o que reforça a relevância de gerar informações detalhadas sobre seus aspectos biológicos e morfológicos.

Por isso, neste contexto, as informações apresentadas neste estudo com *Aegla* aff. *castro* em Avaré-SP não apenas contribuem para o entendimento da biodiversidade do grupo, mas também são essenciais para subsidiar esforços de conservação local e manejo das populações em face das crescentes pressões ambientais, ao mesmo tempo em que alerta para a necessidade de investigações taxonômicas para a população.

Referências

ADAM, Carolina L.; MAROCHI, Murilo Z.; MASUNARI, Setuko. Ontogenetic shape changes and sexual dimorphism in *Aegla marginata* Bond-Buckup and Buckup, 1994. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 1521-1532, 2018.

ALMERÃO, M.; BOND-BUCKUP, G.; DE S. MENDONÇA, M. Mating behavior of *Aegla platensis* (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*) under laboratory conditions. **Journal of Ethology**, v. 28, p. 87-94, 2010.

ARANTES, TIAGO; SOUZA-SHIBATTA, LENICE; TEIXEIRA, GUSTAVO MONTEIRO. Description of a new species of *Aegla* (Decapoda, Anomura) from the Paraná 3 hydrographic basin, Brazil. **Zootaxa**, v. 5418, n. 4, p. 371-384, 2024.

AYRES-PERES, Luciane; ARAÚJO, Paula B.; SANTOS, Sandro. Description of the agonistic behavior of *Aegla longirostri* (Decapoda: Aeglidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 31, n. 3, p. 379-388, 2011.

BAPTISTA-METRI, C., M. A. A. Pinheiro, A. Blankensteyn, and C. A. Borzone. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 22: 446-453.

BARRÍA EM, Santos S, Jara CG, Butler CJ (2014) Sexual dimorphism in the cephalothorax of freshwater crabs of genus *Aegla Leach* from Chile (Decapoda, Anomura, Aeglidae): an interspecific approach based on distance variables. Zoomorphology 133: 379-389.

BEGON, Michael; TOWNSEND, Colin R. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. Artmed editora, 2023.

BOND-BUCKUP, Georgina *et al*. Global diversity of crabs (Aeglidae: Anomura: Decapoda) in freshwater. **Freshwater animal diversity assessment**, p. 267-273, 2008.

BOND-BUCKUP, Georgina; BUCKUP, Ludwig. Família *Aeglidae* (Crustacea, Decapoda, Anomura). **Arquivos de zoologia**, v. 4, pág. 159-346, 1994.

BUENO SLS, Camargo AL, Moraes JCB. 2017. A new species of stygobitic *aeglid* from lentic sub-terranean waters in southeastern Brazil, with an unusual morphological trait: short pleopods inadult males. **Nauplius**.

BUENO, Sérgio Luiz de Siqueira; SHIMIZU, Roberto Munehisa. Allometric growth, sexual maturity, and adult male chelae dimorphism in *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 29, n. 3, p. 317-328, 2009.

BUENO, A.A.P.; G. BOND-BUCKUP & L. BUCKUP. 2000. Crescimento de *Aegla platensis* Schmitt em ambiente natural (Crustacea, Decapoda, Aeglidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, 17 (1): 51-60.

BUENO, S. L. S., R. M. Shimizu and J. C. B. Moraes. 2016. A remarkable anomuran: the taxon *Aegla Leach*, 1820. Taxonomic remarks, distribution, biology, diversity and conservation. In **A Global Overview of the Conservation of Freshwater Decapod Crustaceans**, eds. T. Kawai and N. Cumberlidge, pp. 23–64. London: Springer

BUENO, S. L. S.; SHIMIZU, R. M. Reproductive biology and functional maturity in females of. *Aegla franca* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) **Journal of Crustacean Biology**, vol. 28, no. 4. 2008.

CHARNOV EL. 1982. The theory of sex allocation. Princeton (NJ): **Princeton University Press**. 355 pages.

CHAVES, Mariane R. *et al*. Allometric growth, sexual maturity, and life cycle of *Aegla lata* (Decapoda, Anomura), a critically endangered species. **The Journal of Crustacean Biology**, v. 39, n. 6, p. 748-757, 2019.

COHEN FPA, Takano BF, Shimizu RM, Bueno SLS. 2011. Life cycleand population structure of *Aegla paulensis* (Decapoda:anomura: aeglidae). **Journal of Crustacean Biology**. 31(3):389–395.

CONAN GY, Comeau M, Moriyasu M. 2001. Are morphometricalapproaches appropriate to establish size at maturity formale American Lobster, Homarus Americanus? J **Journal of Crustacean Biology**.21(4):937–947.

CRUZ DOS SANTOS, Livanio *et al*. Onset of morphological sexual maturity, sexual dimorphism and relative growth of the freshwater crab *Fredius ibiapaba* (Decapoda: *Pseudothelphusidae*) from a humid enclave area of Northeastern Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 67, n. 3-4, p. 92-100, 2023.

CRUZ FILHO, J. Dossiê completo do aspecto histórico, geográfico, econômico e turístico do Município de Avaré. Avaré: **Secretaria Municipal de Turismo**, SP, 1998.

DA SILVA, Alexandre R. *et al*. Heteroquely, laterality, maturity body size and shape variation of males and females of the endemic South American anomuran *Aegla quilombola* Moraes, Tavares & Bueno, 2017. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 65, n. 1, p. 12-23, 2021.

DE ALMEIDA, Karin CR *et al*. Natural diet of the endemic freshwater crab *Aegla castro* Schmitt, 1942 (Decapoda: Anomura: Aeglidae). **The Journal of Crustacean Biology**, v. 41, n. 2, p. ruab015, 2021.

DE SIQUEIRA BUENO, Sérgio Luiz *et al*. An integrative taxonomy study of cave-dwelling aeglids (Decapoda: Anomura: *Aeglidae*) from Natural Protected Areas in south-eastern Brazil, with description of three new species. **Invertebrate Systematics**, v. 38, n. 9, p. NULL-NULL, 2024.

EBERHARD, William G. *et al*. Sexual selection and static allometry: the importance of function. **The Quarterly Review of Biology**, v. 93, n. 3, p. 207-250, 2018.

EBERHARD, William G. *et al*. Sexual selection and static allometry: the importance of function. **The Quarterly Review of Biology**, v. 93, n. 3, p. 207-250, 2018.

EBERT, Dieter. A maturation size threshold and phenotypic plasticity of age and size at maturity in Daphnia magna. **Oikos**, p. 309-317, 1994.

ELWOOD, Robert W.; INGLE, Ray W. Decapod crustaceans. **The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory and Other Research Animals**, p. 991-1011, 2024.

EMLEN, Douglas J. The evolution of animal weapons. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 39, n. 1, p. 387-413, 2008.

FERO, K.; MOORE, P. A. Social spacing of crayfish in natural habitats: what role does dominance play?. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 62, p. 1119-1125, 2008.

FUJIWARA, Shin-ichi; KAWAI, Hiroki. Crabs grab strongly depending on mechanical advantages of pinching and disarticulation of chela. **Journal of Morphology**, v. 277, n. 10, p. 1259-1272, 2016.

GERHART, Susan D.; BERT, Theresa M. Life-history aspects of stone crabs (genus Menippe): size at maturity, growth, and age. **Journal of Crustacean Biology**, v. 28, n. 2, p. 252-261, 2008.

HARTNOLL, R. G. Growth.: DE Bliss (ed.-in-chief) dan LG Abele (ed.). **The Biology of crustacea, Embryology, Morphology and Genetic**. 1982.

HARTNOLL, R. G. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, v. 34, n. 01, p. 281-293. fev. 1978.

HARTNOLL, R. G. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda Brachyura). **Crustaceana**, p. 131-136, 1974.

HARTNOLL, Richard G. et al. Polymorphism in the chelae of mature males of the land crabs Johngarthia lagostoma and *Epigrapsus* spp. **Crustaceana**, v. 90, n. 7-10, p. 931-951, 2017.

HARTNOLL, Richard G. Growth, sexual maturity and reproductive output. In: **Crustacean issues** 3. Routledge, 2017. p. 101-128.

HERBERHOLZ, Jens; MCCURDY, Catherine; EDWARDS, Donald H. Direct benefits of social dominance in juvenile crayfish. **The Biological Bulletin**, v. 213, n. 1, p. 21-27, 2007.

HUSAK, Jerry F.; LAPPIN, A. Kristopher; VAN DEN BUSSCHE, Ronald A. The fitness advantage of a high-performance weapon. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 96, n. 4, p. 840-845, 2009.

JARA CG, Pérez-Losada M, Crandall KA. 2018. *Aegla chilota*, new species of anomuran freshwatercrab from Chiloé Island, western Patagonia. **Nauplius**. 26:e2018029.

JOÃO, Marcio Camargo Araujo *et al*. Population biology of the endangered land crab Johngarthia lagostoma (H. Milne Edwards, 1837) in the Trindade Island, Brazil: Identifying crucial areas for future conservation strategies. **Marine Ecology**, v. 45, n. 1, p. e12778, 2024.

KLINGENBERG, Christian Peter. Multivariate allometry. In: **Advances in morphometrics**. Boston, MA: Springer US, 1996. p. 23-49.

LAILVAUX, Simon P.; IRSCHICK, Duncan J. A functional perspective on sexual selection: insights and future prospects. **Animal Behaviour**, v. 72, n. 2, p. 263-273, 2006.

LAPPIN, A. Kristopher; HUSAK, Jerry F. Weapon performance, not size, determines mating success and potential reproductive output in the collared lizard (Crotaphytus collaris). **The American Naturalist**, v. 166, n. 3, p. 426-436, 2005.

LAPPIN, A. Kristopher; HUSAK, Jerry F. Weapon performance, not size, determines mating success and potential reproductive output in the collared lizard (Crotaphytus collaris). **The American Naturalist**, v. 166, n. 3, p. 426-436, 2005.

LEE, S. Y. Cheliped size and structure: the evolution of a multi-functional decapod organ. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 193, n. 1-2, p. 161-176, 1995.

LEVINTON, Jeffrey S. The bigger you are, the weaker you are: Multispecies evidence for the weakening combatant hypothesis. **Journal of Crustacean Biology**, v. 43, n. 4, p. ruad075, 2023.

LEVINTON, Jeffrey S.; JUDGE, Michael L.; KURDZIEL, Josepha P. Functional differences between the major and minor claws of fiddler crabs (Uca, family *Ocypodidae*, order Decapoda, subphylum Crustacea): a result of selection or developmental constraint?. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 193, n. 1-2, p. 147-160, 1995.

LEVINTON, Jeffrey S.; JUIZ, Michael L.; KURDZIEL, Josepha P. Diferenças funcionais entre as garras maiores e menores de caranguejos violinistas (Uca, família *Ocypodidae*, ordem Decapoda, subfilo Crustacea): resultado de seleção ou restrição de desenvolvimento?. **Revista de Biologia e Ecologia Marinha Experimental** , v. 1-2, pág. 147-160, 1995.

LLODRA, Eva Ramirez. **Fecundity and life-history strategies in marine invertebrates**. 2002.

LÓPEZ-GRECO LS, Rodríguez EM. 1999. Size at the onset of sexual maturity in *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851 (Grapsidae, Sesarminae): a critical overall view about the usual criteria for its determination. **Crustacean and the biodiversity crisis**. Leiden, Brill. p 675-689.

LÓPOEZ-GRECO, Laura S. *et al*. Juvenile hatching and maternal care in *Aegla uruguayana* (Anomura, Aeglidae). **Journal of Crustacean Biology**, v. 24, n. 2, p. 309-313, 2004.

MARÇAL, I.C., Ioshimura, L.M., Rosa, J.J.S. & Teixeira, G.M. 2017. Population structure and sexual maturity of *Aegla castro* (Decapoda, Anomura), an endemic freshwater crab from Brazil. **Invertebrate Reproduction & Development**, 62: 35-42.

MARÇAL, I.C., Páez, F.P., Da Silva, P.F., Souza-Shibatta, L. & Teixeira, G.M. (2021) Cryptic diversity among populations of *Aegla* Leach, 1820 (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from Tibagi River basin, Paraná state, Brazil, with descriptions of three new species. **Journal of Natural History**, 55 (33–34), 2145–2171.

MARÇAL, Ingrid C. *et al*. Taxonomic revision of *Aegla lata* Bond-Buckup & Buckup, 1994 (Decapoda: Anomura: *Aeglidae*), with the description of a new species of *Aegla* leach, 1820 from the Upper Paraná Ecoregion, Brazil. The Journal of Crustacean Biology, v. 40, n. 4, p. 425-434, 2020. MARIAPPAN, P., BALASUNDARAM, C. & SCHMITZ, B. (2000). Decapod crustacean chelipeds: an overview. **Journal of Biosciences** 25, 301–313

MARTIN, J. W., and L. G. Abele. 1988. External morphology of the genus *Aegla* (Crustacea: Anomura: Aeglidae). **Smithsonian Contribution to Zoology** 453:1–46.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2019. Portaria nº 370, de 1 de agosto de 2019: aprovação do **Plano de Ação Nacional para a Conservação de Espécies de Peixes e Eglas Ameaçados de Extinção da Mata Atlântica - PAN Peixes e Eglas da Mata Atlântica**. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente.

O'BRIEN, Devin M. *et al*. Muscle mass drives cost in sexually selected arthropod weapons. **Proceedings of the Royal Society B**, v. 286, n. 1905, p. 20191063, 2019.

PAEZ FP, Marcal IC, Souza-Shibatta L, Gregati RA, Sofia SH,Teixeira GM. 2018. A new species of *Aegla* leach, 1820(Crustacea, Anomura) from the Iguaçu River basin, Brazil. **Zootaxa**. 4527(3):335–346.

PALAORO, Alexandre V. *et al*. Fight intensity correlates with stronger and more mechanically efficient weapons in three species of *Aegla* crabs. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 74, p. 1-11, 2020.

PALAORO, Alexandre V. *et al*. Fight intensity correlates with stronger and more mechanically efficient weapons in three species of *Aegla* crabs. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 74, p. 1-11, 2020.

PALAORO, Alexandre V.; AYRES-PERES, Luciane; SANTOS, Sandro. Modulation of male aggressiveness through different communication pathways. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 67, p. 283-292, 2013.

PARRA, C. A.; BARRIA, E. M.; JARA, C. G. Behavioural variation and competitive status in three taxa of *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) from two-community settings in Southern Chile. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v. 45, n. 2, p. 249-262, 2011.

REBACH S, Block JD (1998) Correlates of claw strength in the rock crab, Cancer irroratus (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana** 71:468–473.

ROSENBERG, Michael S. Fiddler crab claw shape variation: a geometric morphometric analysis across the genus *Uca* (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae). **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 75, n. 2, p. 147-162, 2002.

SANTOS, Sandro *et al*. Diversity and conservation status of *Aegla* spp. (Anomura, Aeglidae): an update. **Nauplius**, v. 25, p. e2017011, 2017.

SCHAFASCHEK, Ana M.; MASUNARI, Setuko. Morphological sexual maturity of the freshwater anomuran crab *Aegla parana* (Crustacea, Decapoda, Aeglidae) from Negro River Sub-basin, Upper Iguaçu Basin, southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 109, p. e2019029, 2019.

SCHMITT, W.L. (1942) The species of *Aegla*, endemic South American freshwater crustaceans. **Proceedings of the United States National Museum**, 91, 431–524.

SILVA-CASTIGLIONI, Daiana da; BARCELOS, Daniela F.; SANTOS, Sandro. Crescimento de *Aegla longirostri* Bond-Buckup & Buckup (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*). **Revista brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 408-413, 2006.

SILVA, Alexandre Ribeiro da *et al*. Allometry and sexual dimorphism of the neotropical freshwater anomuran *Aegla marginata* Bond-Buckup & Buckup, 1994 (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*). **Nauplius**, v. 25, p. e2017016, 2017.

SILVA, Alexandre R. *et al*. Heteroquely, laterality, maturity body size and shape variation of males and females of the endemic South American anomuran *Aegla quilombola* Moraes, Tavares & Bueno, 2017. **Invertebrate Reproduction & Development**, v. 65, n. 1, p. 12-23, 2021.

SILVA, Bruna Scapin *et al*. Desenvolvimento gonadal, investimento reprodutivo e fecundidade de *Aegla castro* Schimitt, 1942 (Crustacea, Anomura). **Reprodução e Desenvolvimento de Invertebrados**, v. 65, n. 1, pág. 24-34, 2021.

SOKOLOWICZ, Carolina. Reproductive Biology and Gonadal Development in *Aeglidae*. In: ***Aeglidae***. CRC Press, 2019. p. 133-153.

STEVENS, Bradley G. *et al*. Morphometry and maturity of paired Tanner crabs, Chionoecetes bairdi, from shallow-and deepwater environments. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 50, n. 7, p. 1504-1516, 1993.

SWANSON, Brook O. *et al*. Evolutionary variation in the mechanics of fiddler crab claws. **BMC Evolutionary Biology**, v. 13, p. 1-11, 2013.

SWIECH-AYOUB, Bianca de Paula; MASUNARI, Setuko. Biologia reprodutiva de *Aegla castro* Schmitt (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*) no Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 18, p. 1019-1030, 2001.

TAKANO, Bruno Fernandes *et al*. Allometric growth, sexual maturity and reproductive cycle of *Aegla castro* (Decapoda: Anomura: *Aeglidae*) from Itatinga, state of São Paulo, southeastern Brazil. **Nauplius**, v. 24, 2016.

TASKINEN, S.; WARTON, D. I. Robust tests for one or more allometric lines. **Journal of Theoretical Biology**, v. 333, p. 38-46, 2013.

TAYLOR GM (2001) The evolution of armament strength: evidence for a constraint on the biting performance of claws of durophagous decapods. **Evolution** 55:550–560.

TORREJON-MAGALLANES, Josymar. sizeMat: An R package to estimate size at sexual maturity. **R Foundation for Statistical Computing**: Vienna, Austria, 2020.

TREVISAN, André *et al*. Sexual dimorphism in *Aegla marginata* (Decapoda: Anomura). **Nauplius**, v. 20, p. 75-86, 2012.

TREVISAN, André; SANTOS, Sandro. Crescimento de *Aegla manuinflata* (Decapoda, Anomura, Aeglidae) em ambiente natural. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 101, p. 336-342, 2011.

TREVISAN, André; SANTOS, Sandro. Morphological sexual maturity, sexual dimorphism and heterochely in *Aegla manuinflata* (Anomura). **Journal of Crustacean Biology**, v. 32, n. 4, p. 519-527, 2012.

TROMBETTA, A. S. *et al*. *Aegla nebeccana* n. sp.(Crustacea, *Aeglidae*) from Ivaí Basin, Paraná, Brazil. **Zootaxa**, v. 4712, n. 1, p. zootaxa. 4712.1.

VIAU, Verónica E. *et al*. Size at the onset of sexual maturity in the anomuran crab, *Aegla uruguayana* (*Aeglidae*). **Acta Zoologica**, v. 87, n. 4, p. 253-264, 2006.

VIEIRA, Marcos C.; PEIXOTO, Paulo EC. Winners and losers: a meta-analysis of functional determinants of fighting ability in arthropod contests. **Functional Ecology**, v. 27, n. 2, p. 305-313, 2013.

VOGT, G. 2014. Life span, early life stage protection, mortality, and senescence in freshwater Decapoda. In Advances in Freshwater Decapod Systematics and Biology, eds. D. C. J. Yeo, S. Klaus, and N. Cumberlidge, pp. 17–52. New York: **Crustaceana Monographs**.

WARTON, David I. *et al*. Bivariate line-fitting methods for allometry. **Biological reviews**, v. 81, n. 2, p. 259-291, 2006.

WARTON, David I. *et al*. smatr 3 – um pacote R para estimativa e inferência sobre linhas alométricas. **Métodos em ecologia e evolução**, v. 3, n. 2, pág. 257-259, 2012.

WILSON, Robbie S.; ANGILLETTA JR, Michael J. Dishonest signaling during aggressive interactions: theory and empirical evidence. **Animal signaling and function: an integrative approach**, p. 205-227, 2015.

WOLF, Milena Regina. **Estudo sobre os decápodes anomuros *Aegla castro* Schmitt, 1942 (Crustacea: Aeglidae) nas bacias do Paranapanema e Tibagi: trata-se de um táxon amplamente distribuído ou de um complexo de espécies crípticas?**. 2018.

ZERA, Anthony J.; HARSHMAN, Lawrence G. The physiology of life history trade-offs in animals. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 32, n. 1, p. 95-126, 2001.

Capítulo 2:



Proposta de literatura infantojuvenil como estratégia de divulgação científica do crustáceo endêmico *Aegla* em ambientes formais de aprendizagem

Resumo

A divulgação científica é uma ferramenta essencial para conectar o conhecimento acadêmico à sociedade, promovendo a popularização da ciência e estimulando o pensamento crítico. Entre os diversos públicos que podem ser impactados por essas iniciativas, as crianças se destacam por sua curiosidade natural e interesse por temas científicos, especialmente aqueles relacionados à natureza. No entanto, a criação de materiais de divulgação voltados ao público infantojuvenil apresenta desafios, como a necessidade de adaptar linguagem e conteúdo, garantindo acessibilidade e engajamento sem perder a profundidade científica. Este estudo focou no gênero *Aegla*, um crustáceo endêmico da América do Sul, amplamente estudado em contextos acadêmicos, mas pouco conhecido pelo público geral, apesar de sua importância ecológica e do risco de extinção que várias de suas espécies enfrentam. A contação de histórias foi escolhida como estratégia para facilitar a compreensão de conceitos científicos complexos, utilizando a literatura infantojuvenil como recurso eficaz para abordar temas como biodiversidade e conservação. Além disso, o ambiente escolar foi destacado como espaço ideal para fomentar a construção de conhecimentos científicos, e o uso de materiais paradidáticos foi valorizado por enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. O livro, com 34 páginas, foi estruturado com base em uma narrativa lúdica e educativa, apresentando uma história cuidadosamente planejada para despertar o interesse dos leitores, enquanto os personagens e as ilustrações foram ilustrados no software CorelDRAW de maneira a garantir fidelidade morfológica ao gênero *Aegla*. Complementando a narrativa, um informativo foi incluído para detalhar aspectos científicos e ecológicos do gênero, alinhando-se aos objetivos de alfabetização científica. A sequência didática, composta por três aulas de 45 minutos, foi planejada em conformidade com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), proporcionando atividades que estimulam a reflexão e o aprendizado interdisciplinar. Ao combinar literatura, ciência e práticas pedagógicas, o estudo reforça a importância de conectar a produção acadêmica à educação básica. Essa abordagem contribui para fortalecer o papel da ciência como agente transformador, especialmente em contextos de conservação ambiental e biodiversidade.

Palavras-chave: divulgação científica; ensino de ciências; elaboração de recurso didático; estratégias de popularização da biodiversidade.

Proposal of Children's Literature as a Strategy for Scientific Dissemination of the Endemic Crustacean *Aegla* in Formal Learning Environments

Abstract

Scientific dissemination is an essential tool to bridge academic knowledge and society, promoting the popularization of science and fostering critical thinking. Among the diverse audiences that can benefit from these initiatives, children stand out for their natural curiosity and interest in scientific topics, especially those related to nature. However, creating dissemination materials for young audiences presents challenges, such as adapting language and content to ensure accessibility and engagement without losing scientific depth. This study focused on the genus *Aegla*, a freshwater crustacean endemic to South America. It has been widely studied in academic contexts but is little known to the public despite its ecological importance and the risks of extinction several species face. Storytelling was chosen to simplify complex scientific concepts, using children's literature as a practical resource to address topics such as biodiversity and conservation. Additionally, schools were highlighted as ideal spaces to foster the construction of scientific knowledge, and the use of supplementary educational materials was emphasized to enrich the teaching and learning process. The book, with 34 pages, was structured around a playful and educational narrative featuring a carefully planned story to captivate readers. The characters and illustrations were created using CorelDRAW, ensuring morphological accuracy for the genus *Aegla*. Complementing the story, an informative section was included to detail the scientific and ecological aspects of the genus, aligning with the goals of scientific literacy. The didactic sequence, consisting of three 45-minute lessons, was designed following the National Common Curricular Base (BNCC), offering activities that stimulate reflection and interdisciplinary learning. The study reinforces the importance of linking academic production to basic education by combining literature, science, and pedagogical practices. This approach contributes to strengthening the role of science as an agent of transformation, especially in contexts of environmental conservation and biodiversity.

Keywords: scientific dissemination; science teaching; development of didactic resources; biodiversity popularization strategies.

Introdução

A produção e disseminação do conhecimento científico são práticas centrais na comunidade acadêmica, com a publicação de artigos científicos sendo uma das formas mais comuns de compartilhar descobertas. No entanto, essa prática é voltada principalmente para um público especializado, formado por pesquisadores e pares, com o objetivo de reconhecimento na academia e seguindo critérios rigorosos que caracterizam uma comunicação científica horizontal (Caribé, 2015). Além dessa abordagem, existe a divulgação científica, definida como o processo de veiculação de informações científicas, tecnológicas ou relacionadas a inovações para o público leigo (Bueno, 2009; Branco, 2014). Esse tipo de comunicação exige a "tradução" da linguagem técnica para uma forma acessível a um público mais amplo (Albagli, 1996).

Por sua relevância, a divulgação científica conecta o conhecimento acadêmico produzido pelos cientistas à sociedade, desempenhando um papel essencial na promoção do entendimento público sobre a ciência (Escobar, 2018). A mesma pode ser praticada em diversos ambientes: tanto em espaços formais quanto não formais de educação. Os ambientes formais, como a escola, são caracterizados por uma organização sistemática, com atividades sequenciais e disciplinares (Gohn, 2006). Já os espaços não formais, como museus e centros de ciência, promovem o intercâmbio de ideias e experiências através de atividades coletivas e participativas (Reis & Ghedin, 2014).

No Brasil, a divulgação científica tem crescido significativamente, abrangendo diversos públicos (Hungaro, 2024). Entre esses, destaca-se o público infantil, que apresenta curiosidade e entusiasmo ao explorar temas científicos (Massarani, 2008; Pereira *et al*., 2021). Estudos recentes evidenciam iniciativas bem-sucedidas de divulgação científica voltadas para crianças em áreas variadas da ciência (Gontijo, 2019; Câmara *et al*., 2021; Souza *et al*., 2022; Oliveira *et al*., 2023; Pontes *et al*., 2024). No entanto, ainda há áreas do conhecimento que são pouco exploradas nesse contexto de esforços em divulgação científica para o público infantil.

As atividades de divulgação científica para crianças possuem grande potencial educativo (Neves, 2016). Além de despertar o interesse pelo conhecimento científico, essas ações podem promover interação social e construção de ideias (Bueno, 2012). Nesse sentido, iniciativas realizadas em ambientes formais, como as escolas, tornam-se ainda mais importantes, especialmente quando acompanhadas de intervenções pedagógicas que contribuem para mudanças de atitude e aprendizagem (Belo *et al*., 2021). Na área de Ciências da Natureza, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) enfatiza a importância do letramento científico, alinhando-se aos Direitos de Aprendizagem e às Competências Gerais, para assegurar que os estudantes tenham acesso ao conhecimento científico construído ao longo da história (Brasil, 2017, p. 273). Nesse sentido, destaca-se a relevância de iniciativas de divulgação científica no ambiente escolar.

O uso de recursos didáticos torna-se fundamental no contexto de sala de aula, onde geralmente o processo de ensino e aprendizagem são sistematizados (Souza, 2007). Esses recursos abrangem diversas estratégias utilizadas pelos professores para auxiliar o processo de ensino e, para os alunos, facilitar a aprendizagem e promover o desenvolvimento cognitivo, especialmente no ensino de Ciências (Medeiros, 2024). Além dos livros didáticos, amplamente utilizados como recurso pedagógico, também é comum o emprego de livros paradidáticos, que, embora não sejam exclusivamente didáticos, têm finalidade educativa (Menezes, 2001). Esses materiais se destacam por integrarem elementos lúdicos, tornando-se ferramentas eficientes no contexto pedagógico. Enquanto os livros didáticos seguem diretamente as diretrizes curriculares, os livros paradidáticos oferecem uma alternativa valiosa para apoiar iniciativas de divulgação científica.

Para Rosa *et al*. (2017), a área de ensino para os anos iniciais exige uma linguagem específica para a introdução de alguns conteúdos. E, para Lima *et al*. (2024), a divulgação científica voltada para o público infantil também requer estratégias adaptadas ao nível de

letramento e à bagagem cultural das crianças (Lima *et al*., 2024). Neste sentido, diversas ferramentas podem ser empregadas para esta finalidade e aliada ao ensino, como animações (Santana *et al*., 2021), museus de ciências (Almeida *et al*., 2018; Carneiro *et al*., 2021), teatros científicos (Moreira & Marandino, 2015) e contação de histórias. De acordo com Scalfi *et al*. (2014), a contação de histórias é uma abordagem eficaz para apresentar conceitos científicos de forma lúdica, despertando o prazer pela ciência no público infantil. Já é comum que para os anos iniciais a contação de história venha acompanhada com o uso de livros paradidáticos (Freitas *et al*., 2022).

Além dos recursos didáticos, entre as estratégias que os professores podem adotar para facilitar o processo de ensino em sala de aula, a sequência didática se destaca como uma das mais eficazes. De acordo com Zabala (1998) e Oliveira (2013), a sequência didática é uma ferramenta essencial, pois organiza atividades de forma sequencial e com objetivos definidos, favorecendo a interação entre professores e alunos, além de contribuir significativamente para o processo de ensino-aprendizagem e para a construção de novos conhecimentos. Sob essa ótica, é recomendável que materiais de divulgação científica, como livros, sejam acompanhados por propostas de aplicação prática, como sugestões de sequências didáticas. Essa abordagem é particularmente enriquecedora quando os conteúdos são alinhados às demandas educacionais (Ugalde, 2020).

Diante disso, este estudo foca no potencial educativo da literatura infantojuvenil e em sua importância como ferramenta de divulgação científica, particularmente no contexto do ensino nos anos iniciais. Compreende-se que o uso de livros voltados para o público infantojuvenil, aliados a metodologias adequadas, pode ser um recurso significativo no processo de ensino, contribuindo para a popularização da ciência, especialmente em áreas que precisam de mais esforços de divulgação científica, como a carcinologia, por exemplo.

Apesar do papel ecológico e valor biológico informativo sobre a qualidade dos corpos d´água (Bond-Buckup *et al*., 2003), ainda não há esforços de popularização dos crustáceos de água doce no Brasil. Os crustáceos compreendem aproximadamente 68.000 espécies descritas (Martin *et al*., 2001), com 2.500 espécies registradas no Brasil (Amaral *et al*., 2005), ocupando os mais diversos ambientes. Entretanto, muitas espécies de crustáceos permanecem desconhecidas pelo público e um número crescente dessas espécies encontra-se ameaçado de extinção, devido à destruição de habitats, poluição e mudanças climáticas (Boos *et al*., 2016).

Entre os crustáceos de águas continentais (doce), destaca-se o gênero *Aegla* Leach, 1820, endêmico da América do Sul. Esses organismos desempenham um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas aquáticos, contribuindo para o equilíbrio das cadeias tróficas e a reciclagem de nutrientes (Bond-Buckup, 1994). Contudo, muitas espécies desse gênero encontram-se ameaçadas ou em perigo de extinção (Bueno *et al*., 2016). Essas ameaças decorrem de fatores como a constante degradação e fragmentação dos ambientes de água doce, que é maximizado pela distribuição geográfica restrita e o elevado grau de endemismo observado em várias espécies do gênero (Pérez-Losada *et al*., 2009). Considerando essa fragilidade e o preocupante status de ameaça, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) desenvolveu o "Plano de Ação Nacional para Conservação dos Peixes e Églas da Mata Atlântica Ameaçados de Extinção" (MMA, ICMBio, 2019), que busca mitigar as ameaças enfrentadas por essas espécies. Tais evidências reforçam a necessidade de pesquisas voltadas à conservação desse grupo animal.

Neste contexto, a divulgação científica torna-se, assim, uma ferramenta indispensável para democratizar o conhecimento sobre essas espécies e fomentar o interesse em sua preservação, conectando a ciência com a sociedade de maneira acessível. Como estratégia de popularização, compreende-se ainda que a inclusão de conteúdos relacionados ao gênero *Aegla* em materiais pedagógicos na educação formal pode despertar o interesse dos alunos.

Objetivos

Objetivos gerais

Confeccionar uma literatura infantojuvenil para a divulgação científica de crustáceos do gênero *Aegla*, ampliando sua aplicação no ambiente escolar por meio do desenvolvimento de uma sequência didática que auxilie os professores na utilização do material em sala de aula.

Objetivos Específicos

- Elaborar uma história infanto-juvenil que aborde aspectos sobre o gênero *Aegla*, incluindo sua biologia reprodutiva, de forma lúdica e acessível para crianças na faixa etária de 8 a 12 anos.
- Elaborar um informativo que aprofunde os conhecimentos sobre o gênero *Aegla*, destacando suas características gerais e reprodutivas, além de explicar a aplicação do método científico nos estudos dessas espécies.
- Desenvolver uma sequência de atividades para reforçar os conceitos apresentados no livro, promovendo o aprendizado de maneira interativa e divertida.
- Elaborar uma proposta de sequência didática para professores do 5º ano do Ensino Fundamental I, auxiliando na aplicação interdisciplinar do livro em sala de aula.

Material & Métodos

De forma geral, o livro foi planejado para apresentar uma história que, em seu contexto, introduza de maneira sutil conceitos científicos sobre o gênero *Aegla*. Além disso, o material conta com um informativo para organizar os conceitos abordados na narrativa e explorar o método científico, acompanhado de uma sequência de atividades didáticas que, ao mesmo tempo em que são divertidas, reforçam os conceitos trabalhados ao longo da história.

Neste sentido, considerando a complexidade envolvida na produção de um livro, especialmente no que diz respeito à adequação ao público-alvo, a criação do livro infantojuvenil foi organizada em três etapas sequenciais: (1) desenvolvimento da história, narrativa e enredo; (2) ilustração e diagramação do livro; (3) criação do informativo e das atividades lúdicas; e (4) planejamento da sequência didática. Essas etapas estruturadas garantiram que o material de divulgação científica estivesse alinhado aos objetivos educacionais e científicos propostos.

1. História, narrativa e enredo

As histórias oferecem às crianças momentos de diversão enquanto aprendem novos vocábulos e, as narrativas presentes nelas, permitem que a criança amplie sua compreensão do mundo, faça comparações, assimile diferenças e entre em contato com realidades distintas da sua própria (Sousa, 2011; Santos, 2019). Mas ao abordar o conceito de narrativa, é essencial esclarecer seu significado. Segundo Stephens (1992), a narrativa é composta por três elementos principais: a história, que abrange os personagens, os acontecimentos e o contexto espacial e temporal, permitindo uma interpretação inicial; o discurso, que diz respeito à forma como a história é apresentada; e a significação, que representa uma interpretação mais profunda, derivada da interação entre a história e o discurso.

Considerando que o tempo, a sequência e a continuidade dos assuntos são fundamentais na construção de uma narrativa (Galvão, 2005), a escrita da narrativa e fala dos personagens do

livro de divulgação científica do gênero *Aegla* para crianças foi cuidadosamente estruturada para apresentar os fatos e acontecimentos de maneira lógica, proporcionando uma sensação clara de início, meio e fim. Para alcançar essa percepção, o enredo da história foi dividido em blocos: inicialmente a introdução ao contexto da história e apresentação do personagem principal, encontro entre os dois personagens, um diálogo central e mais longo, que apresenta fatos e ideias — integrando, de forma estratégica, termos científicos — e, por fim, a despedida dos personagens.

Segundo Coelho (1981), o papel ativo dos personagens é essencial para criar narrativas claras e envolventes, capazes de manter o interesse do público infantil, considerando suas limitações de atenção e concentração. Por esse motivo, a autora ressalta que histórias voltadas para crianças devem evitar tramas confusas ou excessivamente detalhadas, concentrando-se mais nas ações realizadas pelos personagens. Além disso, para outros autores como Siqueira (1992), as narrativas literárias devem ser estruturadas criando, inicialmente, uma expectativa ao expor uma situação cotidiana envolvendo as personagens. Posteriormente a introdução de um conflito, apresentando algo inesperado tanto para as personagens quanto para o leitor, rompendo com a expectativa inicial e conduzindo a história para um novo rumo.

Sob esta perspectiva é que, no livro, os eventos da história e narrativa foram conectados de maneira lógica e com fatos inesperados para facilitar a compreensão e o engajamento das crianças. A ação, como elemento central da narrativa, foi desenvolvida a partir dos personagens, para deixar o enredo dinâmico e cativante. Assim, optou-se por construir uma história através de diálogos diretos entre os dois personagens principais, intercalados com descrições narrativas do ambiente e dos sentimentos e questionamentos dos personagens. Essa estratégia narrativa também foi utilizada para garantir um texto didático e informativo sem perder o tom lúdico.

1.1 Os personagens

Foi criado dois personagens principais, que participam de um diálogo do começo ao fim da história. O primeiro personagem é um menino e o segundo personagem foi inspirado em fêmeas de espécies do gênero *Aegla*, crustáceo de água doce.

Para Francioli *et al*. (2021), na construção de texto narrativo para o público infantil, o autor precisa ser cauteloso, pois as crianças se envolvem emocionalmente com as personagens, vivenciando, juntamente com elas, todos os conflitos e suas resoluções. Por isso, é fundamental que as personagens apresentem características que favoreçam essa conexão emocional e que sejam cuidadosamente pensadas para promover a identificação do público-alvo, além de transmitir de forma clara e engajante os valores e ensinamentos pretendidos pela narrativa.

Dessa forma, para gerar essa identificação, o personagem do garoto foi concebido com características que dialogam com o universo infantil, a começar por sua idade, aproximadamente 11 anos, e seu estilo de vida como skatista. O personagem também é curioso e tem um forte interesse por aprender, características que conectam o público à narrativa. Além disso, a decisão de representá-lo como um menino negro reflete uma escolha consciente para ampliar a representatividade nas histórias infantis.

Já o segundo personagem foi inspirado em uma fêmea de crustáceo do gênero *Aegla*. A construção estética da personagem foi fundamentada na importância de representar de maneira fiel aspectos da biologia da espécie. Todas as interações entre os personagens foram pensadas em forma de diálogo para trazer informações científicas relevantes de forma lúdica e alinhada aos objetivos educativos do livro, permitindo que conceitos complexos fossem apresentados de maneira acessível e envolvente.

1.2 Termos científicos

De acordo com Andrade *et al.* (2018), a Divulgação Científica exerce um papel essencial na construção de conceitos, sendo uma ferramenta eficaz para disseminar o conhecimento científico. Quando integrada a atividades lúdicas ou meios de comunicação, pode ajudar as crianças a compreender melhor o universo das Ciências. Contudo, a mera "transmissão de conceitos" prontos tende a ser percebida pelas crianças como algo alheio ao seu cotidiano, resultando em uma repetição mecânica e desprovida de significado (Vygotsky, 2011). Andrade *et al*. (2021) e Costa *et al.* (2021) reforçam a necessidade de estimular a curiosidade das crianças, despertando o interesse por descobertas e promovendo a ampliação de seus conceitos científicos. Seguindo essa abordagem, os conceitos científicos escolhidos foram inseridos cuidadosamente e conectados ao contexto vivido pelos personagens no enredo da história.

Todas as informações sobre o gênero *Aegla* presentes no material de divulgação cientifica foram baseados no livro *Aeglidae: Life history and conservation status of unique freshwater anomuran decapods*, de Santos e Bueno (2019), que representa a revisão mais atual na área, reunindo os principais aspectos da biologia do gênero a partir de artigos científicos. Assim, os tópicos selecionados para a divulgação científica dos do gênero *Aegla* foram alinhados aos temas trabalhados nesta dissertação.

Classificação biológica: égla pertence ao gênero *Aegla*, da infraordem Anomura, sendo um crustáceo “primo” dos caranguejos ermitões.

Endemismo: espécies do gênero *Aegla* são endêmicas da América do Sul, com distribuição restrita a regiões específicas, como o Sul do Brasil, Chile e Argentina.

Habitat natural: vivem em ambientes de água doce, como riachos, rios subterrâneos e lagos, preferindo águas limpas, frias e oxigenadas, com leitos rochosos e refúgios entre pedras ou folhas submersas.

Sensibilidade ambiental: são indicadoras de qualidade ambiental, pois dependem de condições específicas, como baixa poluição e alta oxigenação. A degradação ambiental, como poluição e destruição de habitats, ameaça diretamente sua sobrevivência.

História evolutiva: a família Aeglidae originou-se a partir de ancestrais marinhos, adaptando-se ao ambiente de água doce ao longo do tempo.

Espécies crípticas: algumas espécies de *Aegla* são visualmente semelhantes, mas geneticamente distintas.

Ciclo reprodutivo: as fêmeas carregam os ovos em seu abdômen até a eclosão, quando os filhotes saem totalmente desenvolvidos (desenvolvimento direto). O abdômen mais largo das fêmeas é uma adaptação para acomodar os ovos durante a reprodução. A reprodução ocorre em períodos mais frios do ano, com maior investimento de energia no cuidado parental.

Esses temas foram escolhidos por sua relevância científica acerca do gênero *Aegla* e também pelo potencial de despertar o interesse e a curiosidade de crianças e outros leitores que ainda não conhecem o gênero. Vale destacar que os conceitos foram incluídos de maneira sutil ao longo do diálogo entre os dois personagens principais, de maneira à alinhar a linguagem com o público infantojuvenil. O quadro 1 demonstra de maneira organizada os termos presentes ao longo do enredo da história e as respectivas páginas ondem podem ser encontrados.

Quadro 1. Termos científicos incluídos no enredo do livro "Pedrinho e a Vida Secreta dos Riachos: o gênero *Aegla*." Reis *et al*., (2024).

Palavras e ideia-chave	**Páginas**	**Palavras e ideia-chave**	**Páginas**
Aegla	6	Serviços ecossistêmicos	12
Crustáceo	6, 12	Ciclo de vida	12
Família Aeglidae	7	Fatores ambientais	12
Espécie endêmica	8	Período reprodutivo	14
História Evolutiva	10	Abdômen	12
Espécies crípticas	10	Desenvolvimento direto	16

2. Ilustração e diagramação

Este trabalho teve como proposta popularizar o crustáceo endêmico *Aegla* utilizando uma obra de literatura infantojuvenil. A estratégia adotada foi o uso de uma narrativa apresentada em um livro ilustrado. Segundo Linden (2011), obras desse tipo combinam texto e ilustração, sendo o texto o elemento principal em termos de espaço e autonomia de sentido. É por meio do texto que o leitor se envolve na história, que sustenta a narrativa como um todo.

As ilustrações desempenham um papel crucial em atrair a curiosidade do leitor, especialmente na infância (Marques, 1994). Apesar de serem elementos fundamentais do livro ilustrado, vão além do aspecto visual. Segundo Nunes e Gomes (2013), a literatura infantil é essencial para formar crianças como seres críticos, auxiliando na construção de sua personalidade, na descoberta do mundo e no interesse por informações visuais e artísticas, aproveitando a riqueza das imagens que compõem esse universo. Dessa forma, as ilustrações foram planejadas para integrar os dois níveis de comunicação: o visual e o verbal (Nikolajeva, 2011, Pascolati, 2017).

Os personagens e suas interações ao longo do enredo foram inicialmente esboçados no papel (Figura 1). Em seguida, foram realizados os ajustes necessários de cores, cenários e a vetorização utilizando o programa *CorelDRAW* versão 2020, como mostrado nas Figuras 2 e 4.

O personagem protagonista do livro foi concebido com características físicas que refletem seu estilo de vida e sua personalidade, sendo representado como um garoto skatista. Para transmitir esse aspecto, ele foi ilustrado com elementos típicos da cultura do skate, como boné, calças largas e um skate sempre presente (Figura 2C e J). Além disso, sua inteligência e curiosidade, traços essenciais para sua construção como personagem, foram simbolizadas pelo uso de óculos (Figura 2A, E e F), reforçando sua identidade como alguém interessado em aprender e explorar o mundo ao seu redor.

A escolha de sua aparência (Figura 2) foi pensada para dialogar com o público infantil, criando um personagem visualmente atrativo e que desperte identificação nos pequenos leitores a quem a obra se destina. O uso de técnicas de ilustração é fundamental para despertar o interesse das crianças na leitura, pois o público infantil, em especial, necessita de estímulos visuais e elementos lúdicos para se envolver com a obra (Arêas, 2021).



Figura 1. Esboço inicial dos personagens. (A) Skate caindo na água; (B) Pedrinho pegando o skate; (C) Pedrinho fazendo manobra de skate; (D) Pedrinho acenando para Égla; (E)Pedrinho conversando com a Égla; (F) Pedrinho analisando uma borboleta; (G) Pedrinho conversando com a Égla; (H) Pedrinho olhando o no celular; (I) Celular do Pedrinho; (J) Pedrinho com cara de surpreso ao ver a Égla; (K) Duas Églas segurando bandeiras de países diferentes.

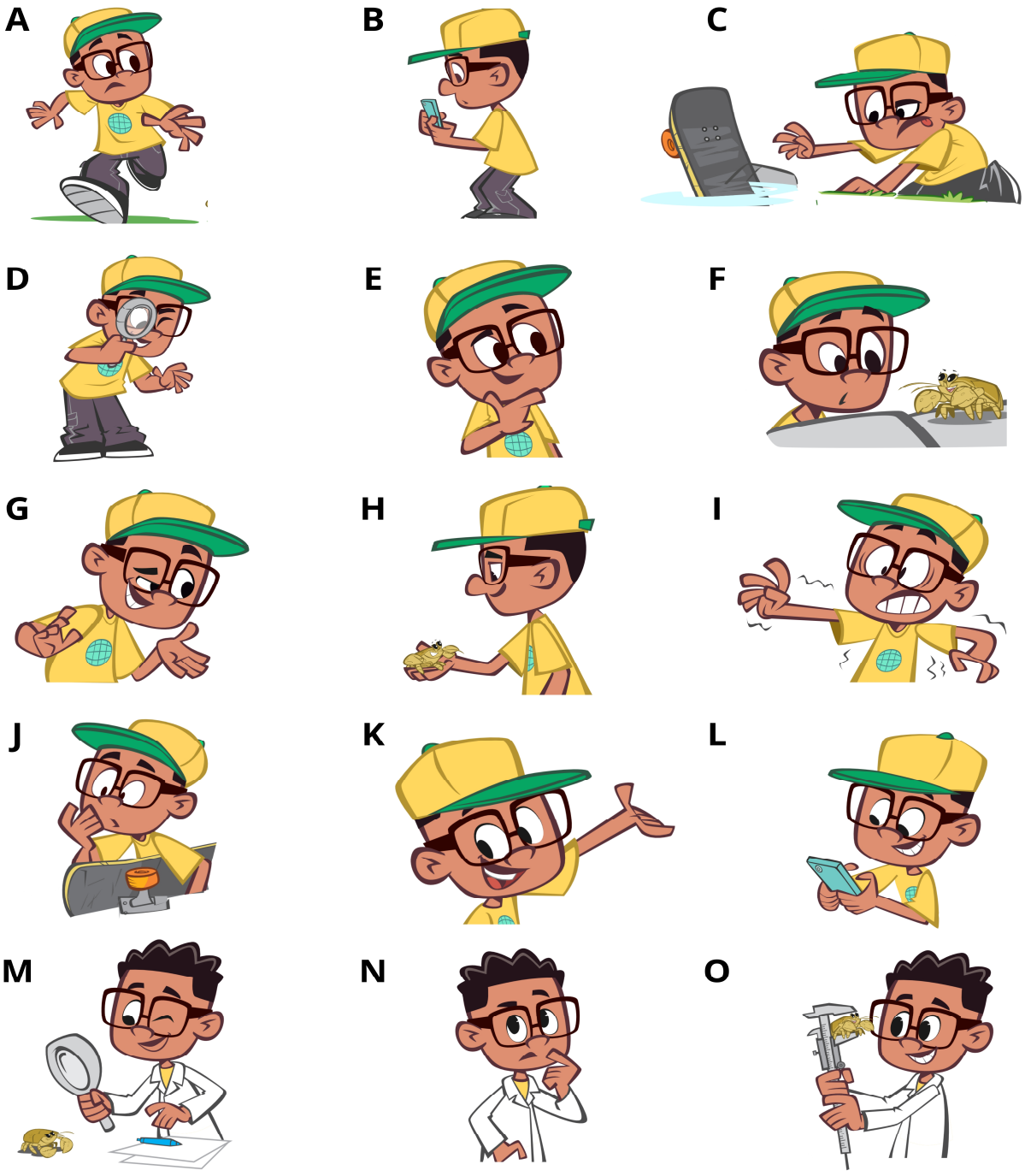


Figura 2. Representação do personagem Pedrinho em diferentes perfis e situações ao longo da história. (A) Pedrinho caminhando; (B) Pedrinho fotografando com seu celular; (C) Pedrinho tentando alcançar seu skate caído em uma poça de água; (D) Pedrinho observando com uma lupa; (E) Pedrinho pensativo, com a mão no queixo; (F) Pedrinho analisando um crustáceo curioso sobre a pedra; (G) Pedrinho com cara de entusiasmo; (H) Pedrinho olhando o crustáceo na palma da mão; (I) Pedrinho com expressão tremor ou frio; (J) Pedrinho com expressão de curiosidade; (K) Pedrinho gesticulando de forma empolgada, como se estivesse explicando algo; (L) Pedrinho usando um celular; (M) Pedrinho de jaleco, examinando um crustáceo com uma lupa e anotações; (N) Pedrinho de jaleco, com expressão pensativa; (O) Pedrinho segurando um crustáceo com um paquímetro e medindo sua morfologia.

A criação do segundo personagem foi cuidadosamente planejada para representar de maneira fiel a morfologia de espécies do gênero *Aegla*, sem perder os traços infantis e lúdicos característicos de uma ilustração voltada para o público infantojuvenil, pois essa identificação é importante para este público (Sandroni, 2013). A Figura 3 demonstra a comparação da espécie real com a ilustrada, mantendo um equilíbrio entre precisão científica e apelo visual para o público a quem se destina o livro, as crianças.

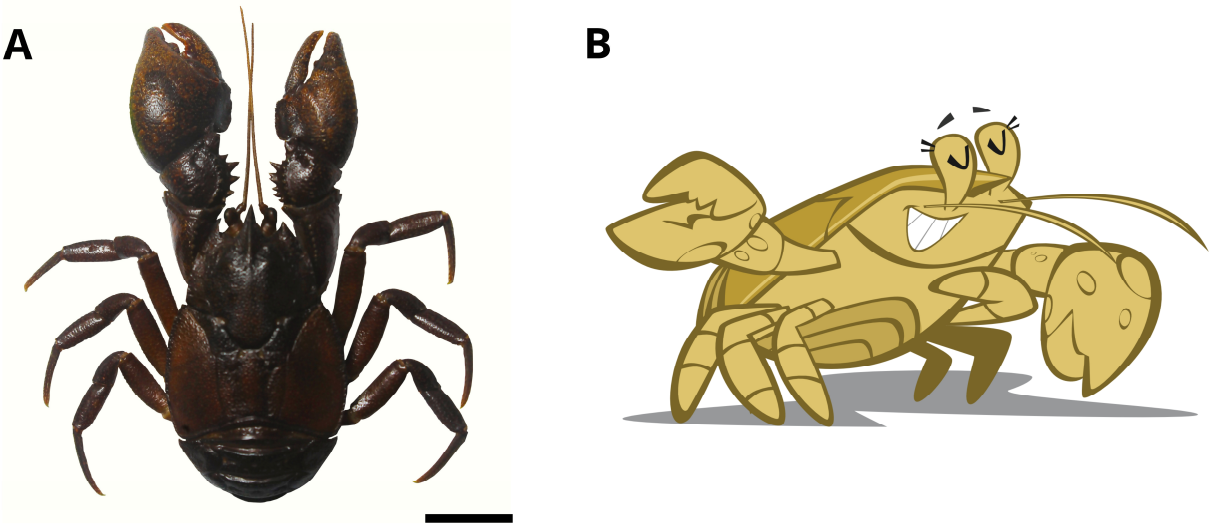


Figura 3. Representação da espécie *Aegla* aff. *castro* e sua adaptação para o personagem Égla. (A) Vista dorsal de um macho de *Aegla* aff. *castro* (Barra de escala = 10 mm). (B) Ilustração estilizada da espécie, transformada no personagem Égla para fins educativos e voltada ao público infantojuvenil.

Esforços na ilustração foram direcionados para assegurar a preservação das características morfológicas distintivas da espécie (Martin, 1988; Bond-Buckup, 1994): O corpo de *Aegla* lembra um caranguejo, com um cefalotórax achatado e pernas dispostas lateralmente, sendo o primeiro par formado por grandes quelípodos (garras). No entanto, *Aegla* não é um caranguejo, exigindo atenção ao representá-lo. Detalhes importantes foram destacados, como as antenas finas e bastante longas, e o abdômen relativamente desenvolvido, que lembra um lagostim com a cauda dobrada. O cefalotórax oval também reforça essa semelhança com o lagostim achatado.

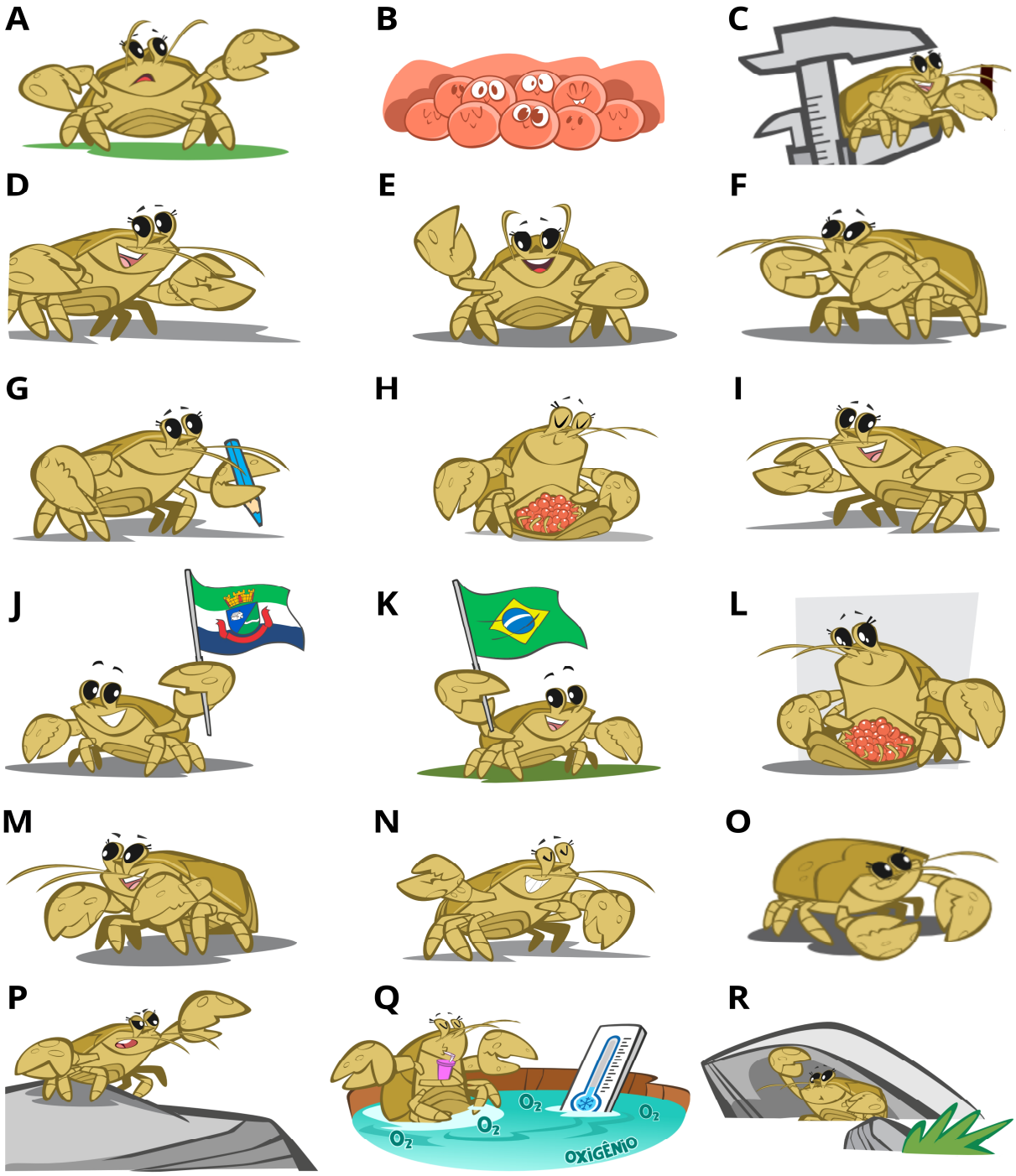


Figura 4. Representações da personagem Égla em diferentes situações. (A) Égla surpresa com as antenas levantadas; (B) Conjunto de ovos; (C) Égla sendo medida com um paquímetro; (D) Égla se aproximando com simpatia; (E) Égla acenando de forma amigável; (F) Égla com expressão curiosa; (G) Égla segurando um lápis; (H) Égla protegendo ovos em seu abdômen; (I) Égla sorridente, como se estivesse explicando algo; (J) Égla segurando a bandeira de Avaré-SP; (K) Égla segurando a bandeira do Brasil. (L) Égla exibindo os ovos que carrega em seu abdômen. (M) Égla com expressão alegre. (N) Égla sorridente, como se estivesse explicando algo; (O) Égla andando em seu habitat. (P) Égla apontando para uma área elevada. (Q) Égla dentro da água, com bolhas indicando a presença de oxigênio dissolvido e um termômetro simbolizando condições ambientais. (R) Égla escondida debaixo de uma rocha.

Outro aspecto morfológico importante levado em conta na ilustração da espécie, foi a disposição dos apêndices. Em vista dorsal superior, *Aegla* apresenta apenas três pares de pernas visíveis, já que o quarto par é atrofiado, escondido sob o abdômen e sem função locomotora. A coloração foi mantida próxima à natural, mas com um tom mais claro para auxiliar no contrates com a composição dos cenários. Essa fidelidade visual contribui para ensinar o público sobre as peculiaridades da espécie, enquanto o estilo infantil da ilustração garante que o personagem seja cativante e acessível. A Figura 4 demonstra as diferentes ilustrações da espécie.

Uma vez que o livro ilustrado é composto por textos e imagens, é importante saber como eles interagem entre si. Esta relação é organizada pelo processo de diagramação. Diagramar consiste em organizar um conteúdo específico em relação ao espaço que ele irá ocupar, levando em conta aspectos perceptivos e cognitivos do público-alvo (Lupton, 2013). No caso da leitura para crianças, é essencial criar condições específicas de apresentação, considerando não apenas os elementos textuais, mas também a interação entre texto e imagem (Lourenço, 2011). A leitura de textos e imagens em livros infantis, geralmente ocorre de maneira global e simultânea, uma vez que "o significado geral depende não apenas da união do texto e da ilustração, mas também da percepção das interações e transações entre essas duas partes" (Sipe, 1998).

No contexto dos livros infantis ilustrados, os arranjos gráficos influenciam significativamente a experiência de leitura. Linden (2011) destaca que, entre esses arranjos, existe a diagramação associativa que combina texto e imagem na mesma página, frequentemente intercalando ou interseccionando esses elementos para construir a narrativa. Esse formato promove maior fluidez na leitura, integrando as linguagens gráfica e verbal de forma dinâmica.

Com base nessa abordagem, o livro elaborado neste estudo foi diagramado para integrar texto e imagem de forma alternada, com sobreposições entre ambos, segundo o modelo da Figura 5. Assim, assegurando que juntos, texto e imagens, conduzam a narrativa.

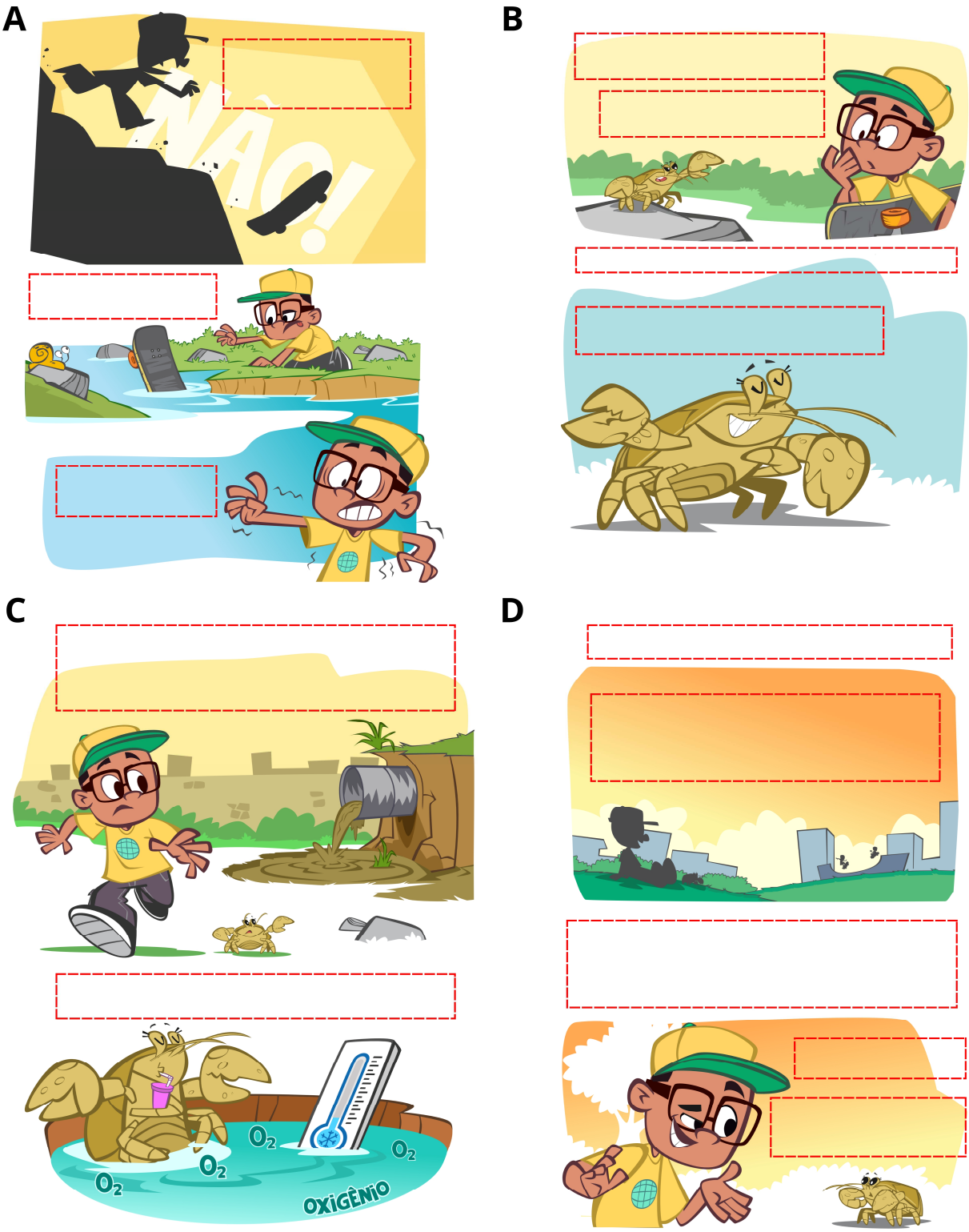


Figura 5. Representação de modelos da distribuição dos textos ao longo das ilustrações do livro. (A-D) Diferentes páginas ilustram a integração dos textos com o ambiente visual do livro, demonstrando como o design foi pensado para manter a clareza e a harmonia entre texto e imagem. As áreas delimitadas em vermelho com linha tracejada indicam os locais destinados aos textos, exemplificando a mescla entre textos posicionados em espaços em branco (fora das ilustrações) e diretamente sobre os elementos gráficos.

3. Informativo e atividades lúdicas

As crianças são naturalmente curiosas e demonstram grande interesse por elementos da natureza, especialmente por temas ligados ao conhecimento científico (Pereira *et al*., 2021). Por isso, é interessante complementar a narrativa com um material adicional que aprofunde as informações científicas apresentadas, atendendo às necessidades dos mais curiosos e esclarecendo possíveis conceitos que possam ter passado despercebidos.

Desta maneira, após a finalização da narrativa, foi incluído uma sessão de informativo. O informativo teve como objetivo aprofundar conceitos científicos abordadas ao longo da história do livro que não puderam ser detalhadas por razões de manter o diálogo e enredo dinâmico, como também adequado ao público-alvo.

Inicialmente, foi incluída uma imagem real da espécie e a fitofisionomia do ambiente onde ela ocorre. Em seguida, duas páginas abordaram os tipos de ambientes das Églas, o risco de extinção de algumas espécies e a importância do formato corporal para a reprodução. Essas informações foram integradas à narrativa em formato de falas, como se o próprio personagem principal as estivesse pesquisando e explicando as informações (Figura 6A).

Alguns autores como Laugksch (2000) e Sasseron (2011) destacam que a alfabetização científica requer que os indivíduos adquiram algum conhecimento sobre a atividade científica e o trabalho dos cientistas, favorecendo maior aprovação e compreensão da Ciência. Com base nessa perspectiva, o informativo também buscou integrar as etapas do método científico sem comprometer a continuidade do tema abordado. Para manter a coesão, a introdução ao método científico foi expandida em mais duas páginas (Figura 6B), contextualizando os conceitos com exemplos do estudo do gênero *Aegla*. Essa abordagem permitiu que o foco permanecesse na temática principal, enquanto as etapas do método científico foram apresentadas de forma detalhada, com uma linguagem acessível e apropriada ao público-alvo.

A



B

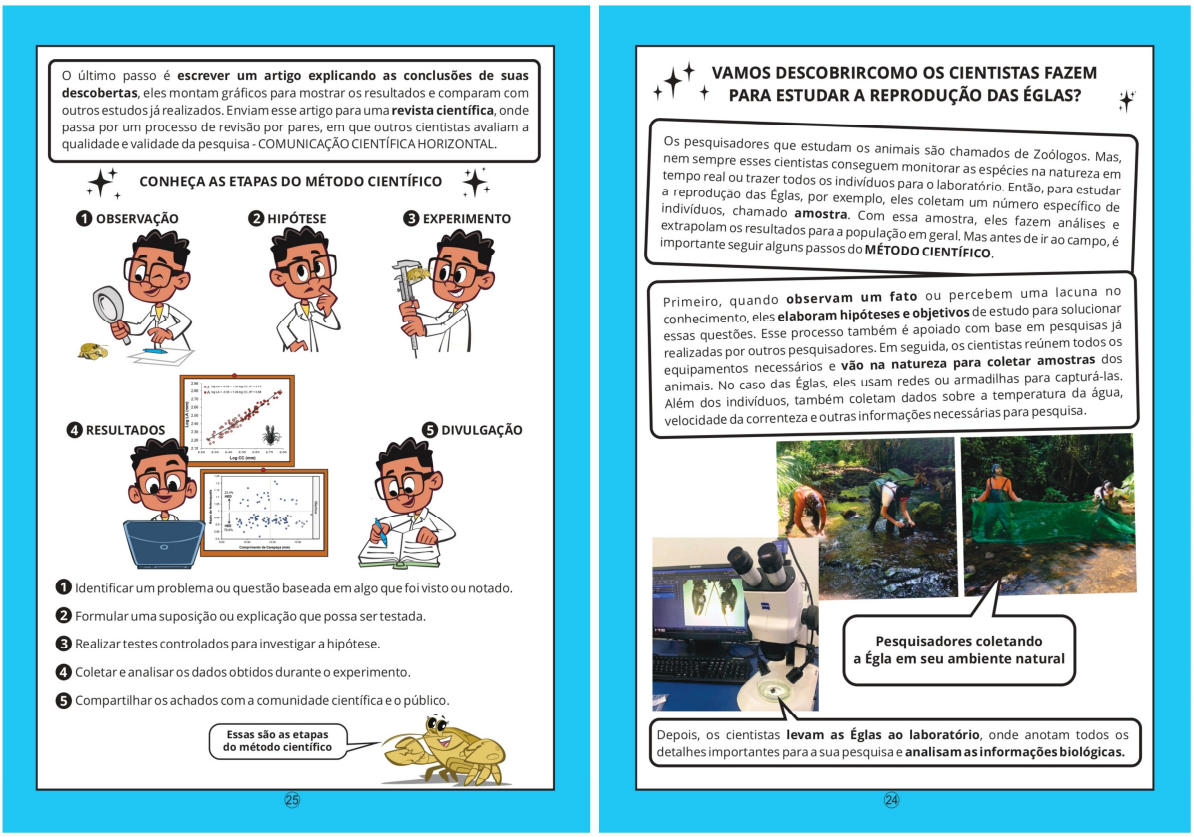


Figura 6. Organização do informativo do gênero *Aegla* presente no livro "Pedrinho e a Vida Secreta dos Riachos: o gênero *Aegla*." Reis *et al*., (2024). (A) Organização das informações sobre o gênero *Aegla*; (B) Organização das informações sobre o método científico.

Após os informativos que aprofundam os conceitos do livro, foram adicionadas atividades lúdicas educativas para enriquecer a experiência dos leitores. De acordo com Luckesi (2023), atividades lúdicas educativas unem entretenimento e prazer sem perder o foco pedagógico, sendo adequadas para todas as idades. Embora a diversão seja essencial, o lúdico também funciona como um facilitador no processo de aprendizagem (Santos, 2022). Essas atividades promovem o desenvolvimento de habilidades como discernimento, tomada de decisões e autoconfiança, além de estimular a autodeterminação (Silva, 2020).

Knechtell e Brancalhão (2008) destacam que a ludicidade é uma ferramenta eficaz para alcançar uma aprendizagem significativa e prática. Diferentemente das atividades exclusivamente recreativas, as atividades lúdicas educativas têm objetivos claros, como estimular o ensino, promover uma aprendizagem significativa e incentivar a construção de novos conhecimentos (Nascimento *et al*., 2023).

Baseando-se nesses princípios, o livro apresenta dois blocos de atividades lúdicas educativas, chamados "Passatempos", com o objetivo de proporcionar uma experiência interativa em que a criança, sozinha ou acompanhada por um adulto, possa também aprimorar habilidades motoras, como a escrita e a coordenação.

O primeiro bloco de atividades aborda informações relacionadas ao gênero *Aegla* (Figura 7A), enquanto o segundo explora etapas do método científico e conceitos apresentados na história (Figura 7B). Entre as atividades propostas estão caça-palavras, palavras cruzadas, decodificação de símbolos, relação entre colunas e formação de palavras. Essas práticas estimulam o desenvolvimento cognitivo e ajudam as crianças a utilizarem memórias prévias para realizar os comandos propostos (Pereira *et al*., 2021). Assim, espera-se que essa abordagem contribui para consolidar os conhecimentos compartilhados na leitura do livro, integrando diversão e aprendizado de maneira significativa.

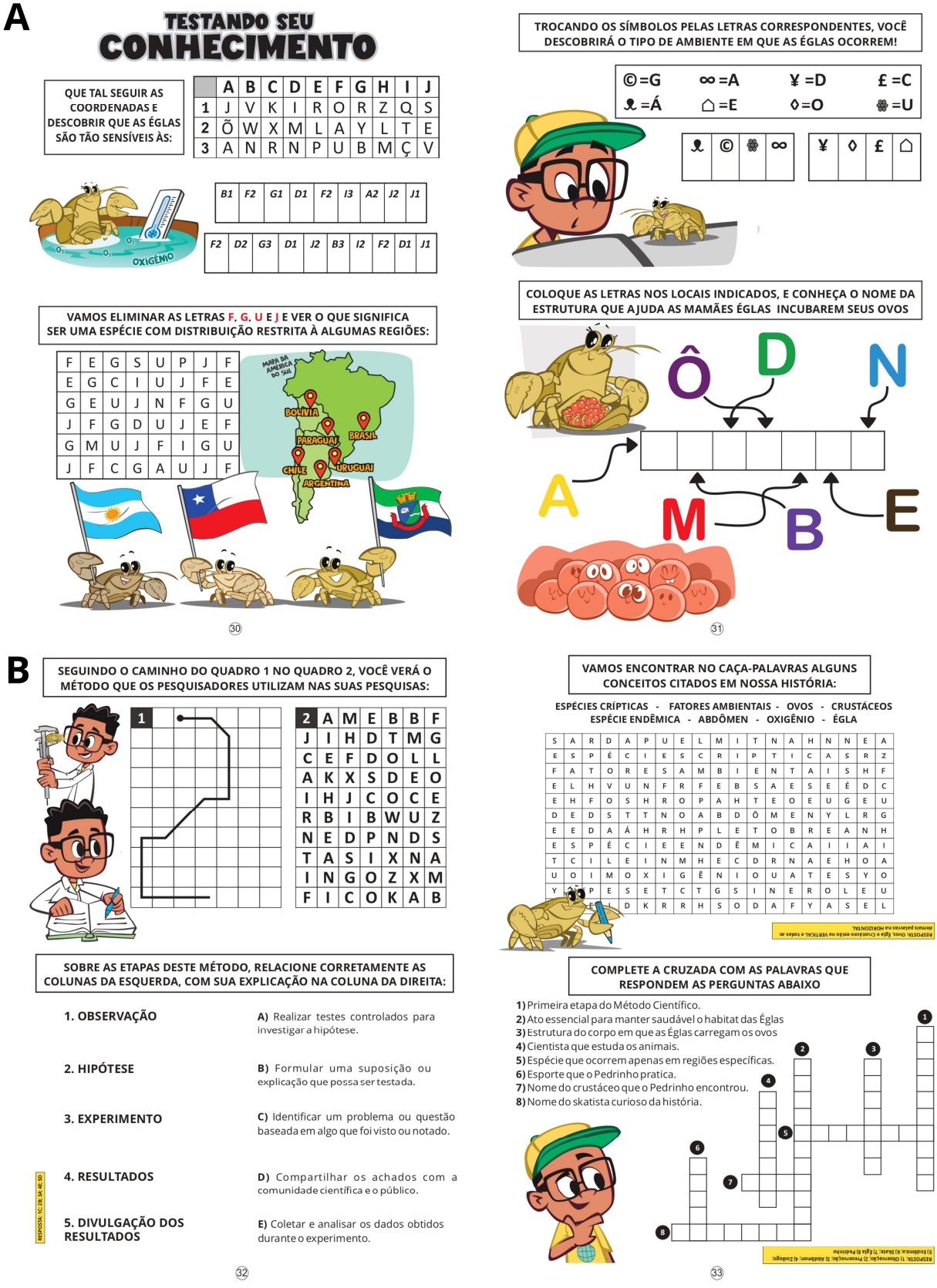


Figura 7. Organização das atividades didáticas presentes no livro "Pedrinho e a Vida Secreta dos Riachos: o gênero *Aegla*." Reis *et al*., (2024). (A) Atividades sobre o gênero *Aegla*; (B) Atividades sobre o método científico e aspectos gerais do livro.

4. Sequência didática

Diversas estratégias podem ser utilizadas pelo professor em sala de aula para facilitar o ensino, e uma delas é a sequência didática. Zabala (1998), define sequência didática como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. Considerada essencial para o processo de ensino-aprendizagem, a sequência didática é um instrumento valioso para abordar conceitos de difícil compreensão. Durante sua aplicação, o docente pode intervir constantemente para melhorar o processo de ensino e aprendizagem, criando oportunidades para que o aluno adote uma postura reflexiva e se torne protagonista do próprio aprendizado (Lima, 2018).

Neste sentido, a sequência didática desenvolvida para a aplicação do livro "Pedrinho e a Vida Secreta dos Riachos: o gênero *Aegla*" foi elaborada em consonância com as habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) para o 5º ano do Ensino Fundamental I. A proposta foi elaborada de forma a integrar os conteúdos de Língua Portuguesa e Ciências, utilizando o livro como um recurso interdisciplinar, que permite desenvolver competências de leitura e compreensão textual, ao mesmo tempo em que promove a divulgação científica do gênero *Aegla*.

No que diz respeito às metas e objetivos dentro da sequência didática elaborada, foi adotada a Taxonomia de Bloom (1956) como referência para orientar o processo. Desenvolvida por Benjamin Bloom e colaboradores na década de 1950, essa proposta permite definir capacidades e habilidades esperadas dos estudantes, indo além do simples domínio de conteúdo, pois organiza os objetivos educacionais em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor (Barbosa *et al*., 2018). Com base nesses princípios, foram elaborados os planejamentos de cada etapa da sequência didática e definidos os objetivos específicos, detalhando o que se espera que o estudante seja capaz de realizar ao final de cada etapa.

Assim, a sequência didática foi proposta em três aulas ou etapas de 45 minutos, para as quais foram elaborados planos de aula com os objetivos a serem alcançados: a) 1ª aula: Leitura do Livro; b) 2ª aula: Roda de conversa sobre o Livro; c) 3ª aula: Realização das atividades lúdicas educativas.

1ª Aula: Nesta aula, a estratégia de ensino selecionada foi a leitura compartilhada. Esta etapa foi projetada para introduzir os alunos ao tema, despertando o interesse e proporcionando um primeiro contato com o conteúdo do livro. A leitura compartilhada foi escolhida por sua capacidade de envolver os alunos em uma experiência de leitura coletiva, permitindo pausas estratégicas para explorar o vocabulário e fazer conexões como que se está lendo (Frederico *et al*., 2019). Este momento inicial visou não apenas a compreensão literal do texto, mas também o desenvolvimento de habilidades interpretativas, correspondendo a uma habilidade da BNCC.

2ª Aula: Essa aula foi estruturada para aprofundar a compreensão e promover a discussão sobre o conteúdo do livro. Nesta etapa, foi proposta uma roda de conversa, um método que favorece a expressão das ideias e o compartilhamento de diferentes pontos de vista (Aguiar *et al*., 2020). A discussão foi orientada para explorar o enredo da história e o informativo sobre o gênero *Aegla*.

3ª Aula: Depois das duas aulas, uma aplicação prática e lúdica dos conhecimentos construídos com a leitura do livro foi o foco central. Para isso, a proposta da aula é que as crianças possam preencher as atividades no fim do livro, já que atividades lúdicas podem facilitar a retomada de conceitos de forma envolvente e divertida (Nascimento *et al*., 2023).

Para o final desta sequência de aulas, foi elaborado um conjunto de perguntas relacionadas aos temas presentes no livro (Quadro 3), com o objetivo de auxiliar o professor na avaliação do processo de aprendizagem das crianças. De acordo com Luckesi (2005), a avaliação é uma ferramenta que orienta o professor na tomada de decisões sobre o quanto um objeto de ensino foi efetivamente incorporado pelos estudantes. Nesse contexto, as perguntas

foram desenvolvidas considerando as dimensões do conhecimento que elas abrangem, garantindo que a avaliação promova uma reflexão sobre os processos de aprendizagem e desenvolvimento das crianças ao longo da sequência didática. Além disso, essa abordagem possibilita que o professor ajuste sua prática pedagógica com base nas necessidades identificadas (Santos *et al*., 2022).

Por fim, é importante destacar a natureza desta sequência didática: esta sequência de aulas não foi concebida como um modelo rígido, mas sim como uma proposta flexível para a aplicação do livro em sala de aula. Reconhece-se que o ambiente de sala de aula é dinâmico (Martinelli *et al*., 2022) e que cada aluno apresenta necessidades de aprendizagem únicas (Góes *et al*., 2022). Neste sentido, é que ela pode ser adaptada de acordo com as necessidades específicas de cada educador e com a faixa etária dos alunos a quem se destina. Por outro lado, independe da sequência didática com objetivos definidos previamente, vale destacar que o livro pode ser explorado em outros contextos de aprendizagem. Não se restringe ao ensino de ciências, mas pode ser utilizado como recursos para atingir outros objetivos educacionais, especialmente queles relacionados a outros componente curriculares.

Resultados

1. O livro

O livro infantil de divulgação científica foi intitulado “Pedrinho e a vida secreta dos Riachos: O gênero *Aegla*”, resultando em uma obra de 34 páginas. A narrativa do livro é conduzida por dois personagens principais: Pedrinho, um jovem skatista curioso, e a mamãe Égla, desenvolvendo-se completamente por meio do diálogo entre eles. O livro completo pode ser lido na íntegra por meio do material suplementar e possui seguinte sinopse:

> *“Seja bem-vindo às aventuras de "Pedrinho e a Vida Secreta dos Riachos"! Pedrinho é um garoto skatista, curioso e que adora explorar o mundo ao seu redor. Um dia, enquanto praticava suas manobras, ele acaba deixando o skate cair em um riacho próximo à pista. Ao se aproximar do local, faz uma descoberta inesperada e surpreendente: uma pequena criatura chamada Égla, um crustáceo que vive em água doce e tem muito a nos ensinar. Juntos, Pedrinho e Égla embarcam em um diálogo cheio de aprendizado e diversão, com cada página revelando algo novo sobre a biologia desses animais e as características do ambiente onde vivem. Este livro também é um convite para mergulhar em uma história repleta de descobertas científicas, trazendo uma importante mensagem sobre a preservação da natureza e a conservação de espécies ameaçadas. Venha conosco e descubra parte da vida secreta e fascinante que podemos encontrar escondida nos riachos. Secreta apenas porque não estamos atentos o suficiente para vê-la, mas Pedrinho à descobriu.”* (Reis *et al*., 2024)

O personagem Pedrinho foi concebido como o protagonista e reflete a curiosidade natural das crianças. Sua caracterização como um jovem skatista, curioso e amante da natureza foi estrategicamente planejada para criar identificação com o público-alvo infantil, ao mesmo tempo em que se estabelece como um personagem cativante. Pedrinho foi idealizado como alguém que inicialmente desconhece a espécie que encontrou – vida secreta dos riachos –, mas, por meio da interação com Égla, desenvolve consciência sobre sua biologia e a importância de preservar o seu ambiente. Suas perguntas e reflexões ao longo da história foram elaboradas para representar dúvidas genuínas que crianças poderiam ter, servindo como um guia para introduzir e contextualizar os conceitos científicos de maneira didática.

Já a construção do personagem Égla, foi fundamentada em princípios de personificação. Inspirada nas espécies do gênero *Aegla*, sua caracterização física e comportamental reflete características reais desses crustáceos, desde seu habitat até o seu papel ecológico nos riachos. A decisão de personificar Égla como um crustáceo falante e curioso buscou tornar acessíveis informações científicas sobre a biologia, o ciclo de vida e a conservação ambiental, utilizando uma linguagem lúdica e envolvente. A inclusão de traços como paciência, empatia e uma postura didática foi intencional para que Égla pudesse assumir o papel de mediadora do conhecimento científico sobre si mesma na narrativa, conectando o leitor com conceitos sobre a espécie. Essa escolha metodológica para o contexto do diálogo permitiu que o personagem funcionasse como um exemplo simbólico das espécies do gênero *Aegla*, ao mesmo tempo que educa e inspira o público sobre a importância da preservação ambiental.

Do ponto de vista narrativo geral, história se inicia com o encontro inesperado entre Pedrinho e a Égla. O skate de Pedrinho escapa de seus pés e cai na água. Ao recuperar o skate, ele descobre a pequena Égla, que se apresenta e começa a contar sobre sua vida. Ao longo da interação, Égla explica aspectos de sua biologia, como sua reprodução, os fatores ambientais necessários para sua sobrevivência e seu papel no ecossistema. Enquanto Égla responde às perguntas curiosas do Pedrinho, introduzindo conceitos científico: Pedrinho aprende sobre a importância da conservação ambiental, refletindo sobre a poluição que observa no riacho. No final da história há uma despedida inesperada por pare da Égla, então Pedrinho retorna para casa e, como sempre curioso, pesquisa mais informações sobre o crustáceo que acabou de conhecer. A pesquisa de Pedrinho culmina em um informativo detalhando mais informações sobre o gênero *Aegla* e explicações sobre as etapas do método científico.

2. Sequência didática

O quadro 2 representa o resultado da sugestão de sequência didática elaborada para professores do 5º ano do Ensino Fundamental I que desejam utilizar o livro como recurso em sala e aula. Já o quadro 3, as perguntas para a avaliação somativa dos alunos.

Quadro 2. Estrutura da sequência didática que norteia a aplicação do livro em sala de aula.

Tema	**Divulgação Científica através da Leitura e Compreensão Textual**
Conteúdos	Biologia geral e reprodutiva de crustáceos do gênero *Aegla*; ecossistemas de água doce; conceito de parâmetros ambientais; importância ecológica de crustáceos de água doce; etapas do método científico.
Objetivo Geral	Promover a leitura e compreensão textual a partir do livro "A Vida Secreta dos Riachos: o gênero *Aegla*" como recurso interdisciplinar, integrando os conteúdos de Língua Portuguesa e Ciências e destacando a importância dos eglídeos nos ecossistemas.
Objetivos Específicos	- Desenvolver a habilidade de leitura e interpretação textual a partir da história e do informativo sobre - Identificar e compreender características dos crustáceos do gênero *Aegla* e sua importância nos ecossistemas. - Compreender a aplicação e etapas do método científico. - Incentivar a discussão e reflexão sobre a conservação dos ambientes aquáticos. - Aplicar o conhecimento adquirido através de atividades lúdicas, promovendo a fixação do conteúdo.
Habilidades BNCC	**EF05LP10:** Ler/ouvir e compreender, com autonomia, anedotas, piadas, cartuns, poemas, minicontos, entre outros textos do campo artístico-literário, em diferentes mídias, considerando a situação comunicativa, o tema/assunto, a estrutura composicional e o estilo do gênero **EF15LP03:** Localizar informações explícitas em textos de diferentes gêneros textuais.

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">EF15LP16: Ler e compreender, em colaboração com os colegas e com a ajuda do professor, textos do campo artístico-literário (contos populares, de fadas, acumulativos, de assombração, entre outros).

EF03CI04: Identificar características sobre o modo de vida (hábitos alimentares, reprodução, locomoção, entre outros) dos animais do seu cotidiano comparando-os aos de outros ambientes.

EF03CI05: Identificar, comparar e comunicar as alterações de características que ocorrem desde o nascimento e em diferentes fases da vida dos animais, inclusive os seres humanos.</td></tr>
<tr><td>Estratégias de Ensino</td><td>Leitura compartilhada, roda de conversa, discussão em grupo e atividades lúdicas (joguinhos),</td><td>Tempo</td><td>3 aulas de 45 minutos.</td></tr>
<tr><td>Percurso Metodológico</td><td colspan="3">AULA 1 – LEITURA COMPARTILHADA

Momento 1 – Introdução ao livro (10 minutos)

➢ Apresentar o livro "A Vida Secreta dos Riachos" e explicar que ele aborda a vida dos eglídeos e o método científico.

➢ Contextualizar a importância dos crustáceos para os ecossistemas e introduzir brevemente o conceito de divulgação científica.

Momento 2 – Leitura Compartilhada da História (30 minutos)

➢ Realizar a leitura compartilhada da história, incentivando os alunos a acompanharem ativamente.

➢ Durante a leitura, fazer pausas estratégicas para explorar palavras-chave, questionar o entendimento dos alunos e relacionar os eventos da história com o conhecimento prévio dos alunos.

Momento 3 – Fechamento e Reflexão (5 minutos)

➢ Após a leitura, solicitar que os alunos compartilhem suas primeiras impressões sobre a história. Estimule os alunos realizando perguntas sobre partes do enredo da história.</td></tr>
</table>

	AULA 2 – LEITURA DO INFORMATIVO E RODA DE CONVERSA **Momento 1 – Revisão da História do livro (5 minutos)** ➢ Pedir para os alunos fazerem uma revisão breve da história lida na aula anterior, destacando os pontos principais. **Momento 2 – Leitura em Grupo do Informativo (20 minutos)** ➢ Organizar os alunos em rodas de três e solicitar que eles realizem a leitura do informativo presente logo após o fim da história. ➢ Durante este momento, deixe os alunos livres e vá passando entre os grupos fazendo realizando perguntas sobre os eglídeos e método científico de forma a incentivar os alunos a lerem o informativo para localizarem as respostas. **Momento 3 – Atividade de Sistematização (20 minutos)** ➢ Após a leitura do informativo, organize todos os alunos em roda e solicite que eles compartilhem informações sobre a espécie que acabaram de ler. ➢ Para organizar as informações, é interessante ir montando um mapa de ideias no quadro de forma com que os alunos visualizem as informações que eles aprenderam sobre a espécie divulgada no livro. **AULA 3 – ATIVIDADE LÚDICA COM JOGOS DIDÁTICOS** **Momento 1 – Apresentação da Atividade (5 minutos)** ➢ Introduzir as atividades presentes no final do livro e explicar como eles se relacionam com os conceitos apresentados nas aulas anteriores. ➢ Orientar sobre as regras e objetivos de cada jogo. **Momento 2 – Realização das atividades (30 minutos)** ➢ Para sair um pouco do ambiente de sala de aula, leve os alunos no pátio, na biblioteca, sala de leitura ou ambiente de convivência. ➢ Dividir os alunos em pequenos grupos para realizar os joguinhos, garantindo que todos participem ativamente.

	➢ Durante a atividade, circular entre os grupos para orientar e esclarecer dúvidas **Momento 3 – Devolutiva da Atividade (10 minutos)** ➢ Faça uma breve correção das atividades. ➢ Agrupe os alunos para uma discussão final sobre o que aprenderam durante as três aulas em que realizaram a leitura do livro
Instrumentos e Critérios de Avaliação	A avaliação será formativa, focada na participação e envolvimento dos alunos durante as atividades. Serão observados a capacidade de interpretação e compreensão do texto, a colaboração durante a discussão e a aplicação do conhecimento nas atividades lúdicas. Após o final da sequência didática, o professor poderá aplicar uma avaliação em forma de perguntas fechadas sobre os conteúdos trabalhados no livro (Quadro 3).
Resultados esperados	Espera-se que, ao final das atividades, os alunos desenvolvam a habilidade de leitura e interpretação textual, compreendam as características dos eglídeos e sua importância ecológica, e conheçam etapas do método científico. Além disso, espera-se que demonstrem pensamento crítico, capacidade de trabalhar em grupo e sensibilização para a conservação dos ambientes aquáticos, valorizando a biodiversidade e reconhecendo a importância da preservação desses ecossistemas.
Referencial Teórico	BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**.2017. Disponível em: http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 22 jun. 2024. REIS, P. H.; CASTILHO, A. L.; BOLLA JUNIOR, E. **Pedrinho e a Vida Secreta dos Riachos: O gênero *Aegla***. [s.l.], 2024. Ainda a ser publicado.

Quadro3. Perguntas que serão aplicadas aos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental I. As "Dimensões do conhecimento" indicam os objetivos de cada pergunta, ou seja, quais aspectos de compreensão estão sendo avaliados (Bloom, 1995).

Perguntas	Dimensões do conhecimento
1. Qual imagem abaixo é uma espécie de *Aegla*? a) imagem de um *Aegla* b) Imagem de um Camarão c) imagem de um Caranguejo	Verificar se o aluno tem uma compreensão visual sobre o formato do corpo de um eglídeo, quando comparado com outros crustáceos mais comuns.
2. Onde as Églas vivem? a) No oceano. b) No mar. c) Em rios ou riachos de água doce.	Verificar se o aluno compreendeu o habitat natural das Églas, associando a espécie aos ambientes de água doce.
3. Qual parte do corpo das fêmeas de Églas ajuda na reprodução? a) As antenas. b) O abdômen largo. c) As patas.	Avaliar a compreensão do aluno sobre a anatomia das fêmeas de Églas e sua adaptação para a reprodução, em especial o papel do abdômen largo.
4. O que significa ser espécie endêmica? a) Vive em todos os lugares. b) Vive apenas em uma região específica. c) Vive no oceano.	Checar se o aluno compreende o conceito de "espécie endêmica" e sua relação com a distribuição geográfica limitada.
5. Por que as Églas são consideradas boas indicadoras de qualidade ambiental? a) Elas só vivem em águas poluídas. b) Elas vivem apenas em ambientes de água limpa, oxigenada e baixa temperatura. c) Elas conseguem viver em qualquer lugar.	Avaliar se o aluno entende o conceito de bioindicadores e a relação entre a presença das Églas e a qualidade ambiental
6. O que as Églas fazem de importante para o ecossistema de água doce? a) Elas comem plantas. b) Elas reciclam nutrientes. c) Elas poluem a água.	Avaliar o entendimento do aluno sobre o papel ecológico das Églas

7. Qual é o método que os pesquisadores utilizam em suas pesquisas? a) Método Científico. b) Experiência de Campo. c) Observação de Animais.	Verificar se o aluno reconhece o "Método Científico" como a ferramenta central utilizada pelos pesquisadores para conduzir estudos científicos.
8. Como os cientistas chamam a ideia que eles testam em um experimento? a) Conclusão. b) Hipótese. c) Descrição.	Avaliar a compreensão do aluno sobre o conceito de "hipótese" como uma ideia que pode ser testada por experimentos.
9. Qual é a primeira etapa do método científico? a) Coleta de dados. b) Observação. c) Divulgação dos resultados.	Avaliar se o aluno compreende as etapas do método científico, começando pela observação, que é o ponto de partida para qualquer investigação científica.
10. O que os cientistas fazem depois de terminar suas pesquisas? a) Guardam os resultados para eles. b) Escrevem um artigo e compartilham suas descobertas. c) Desistem da pesquisa.	Testar o entendimento sobre a etapa final do método científico, em especial a importância da divulgação dos resultados por meio de publicações científicas

Conclusão

A elaboração do livro nos traz uma reflexão prática sobre a alfabetização e letramento científico. A alfabetização científica, cunhada por Paul Hurd (1958), é um conceito amplamente discutido no ensino de ciências. Em português, o termo "literacy" é traduzido como alfabetização ou letramento, ambos remetendo à formação científica na educação básica (Teixeira, 2013). A essência dessa abordagem não é formar futuros cientistas, mas capacitar indivíduos a utilizarem o conhecimento científico no cotidiano, seja no âmbito profissional, na vida privada ou pública (Feinstein, 2011; Travitzki, 2024). Para Norris e Phillips (2003), a alfabetização científica compreende um conjunto de competências, como a capacidade de pensar cientificamente, distinguir ciência de não ciência e utilizar o conhecimento científico na resolução de problemas, destacando sua relevância social.

A alfabetização científica transcende a mera compreensão de conceitos e termos. Para Sasseron e Carvalho (2011), ela deve incluir três eixos fundamentais: o entendimento dos conceitos científicos básicos; a compreensão da natureza da ciência, incluindo seus fatores éticos e políticos; e a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Esses elementos reforçam que ser alfabetizado nas ciências é essencial para o desenvolvimento de uma visão crítica sobre o mundo e para a participação consciente em questões sociais baseadas na ciência. Assim, alfabetizar-se cientificamente significa muito mais do que aprender conteúdos, mas compreender a ciência como uma ferramenta transformadora na sociedade.

Nesse contexto, o uso do livro infantojuvenil desenvolvido nesta pesquisa como ferramenta pedagógica, desempenha um papel crucial. Por meio de uma linguagem acessível e atrativa, ele facilita a integração entre ciência e educação básica, possibilitando que o conhecimento científico alcance estudantes de forma significativa e contextualizada. Essa abordagem não apenas promove o aprendizado científico, mas também estimula o interesse das crianças pela ciência, mostrando sua aplicabilidade no dia a dia.

A escolha de uma metodologia interdisciplinar fortalece ainda mais esse propósito, demonstrando que a alfabetização científica pode ser implementada de forma prática, ampliando o impacto na formação de cidadãos críticos e conscientes. No entanto, para que iniciativas como essa tenham impacto significativo, é essencial repensar o papel das universidades e escolas na promoção da alfabetização e do letramento científico.

Como reflexão proposta, precisamos compreender que a integração entre universidade e rede pública de ensino precisa ser fortalecida para contribuir com o efetivo letramento científico. A abertura das universidades para receber estudantes da educação básica e a presença ativa de profissionais acadêmicos nas escolas são passos fundamentais para construir uma relação bidirecional entre ciência e sociedade. Quando alunos visitam espaços universitários, eles são expostos a um universo de possibilidades que amplia suas perspectivas e fomenta o interesse pela ciência. Essa interação promove a troca de conhecimentos e experiências, possibilitando a construção de estratégias mais eficazes para a alfabetização e o letramento científico. O engajamento mútuo entre esses dois polos pode criar um ciclo virtuoso em que a ciência se torna parte integrante da vida escolar e, consequentemente, da sociedade.

A divulgação científica emerge, nesse cenário, como uma ferramenta indispensável para o letramento científico. Projetos que conectam ciência e educação básica, como o desenvolvido nesta pesquisa, são exemplos práticos de como a divulgação pode contribuir para a formação de uma geração mais consciente e crítica. A utilização de linguagem acessível e atividades interativas no livro infantojuvenil demonstra como é possível tornar a ciência atraente para crianças, ao mesmo tempo em que promove reflexões profundas sobre a natureza e a aplicabilidade do conhecimento científico.

Sendo assim, concluir o letramento científico, no entanto, requer esforço contínuo. Como observado, é necessário que a ciência seja incorporada ao dia a dia das crianças, permitindo que elas reconheçam sua importância e relevância em diversas esferas da vida. A alfabetização e o

letramento científico não são estágios isolados, mas partes de um processo contínuo que envolve educação formal, interação com a sociedade e o fortalecimento da relação entre ciência e cultura. Isso reafirma a importância de projetos interdisciplinares e a necessidade de fortalecer a conexão entre universidade e escola, consolidando a ciência como elemento fundamental da formação cidadã.

É neste contexto que elaboração do livro de divulgação científica evidencia a relevância de integrar ciência e educação básica em um formato acessível e atrativo para o público infantojuvenil. Além disso, o livro apresenta uma proposta inovadora ao preencher uma lacuna significativa na popularização da carcinologia, uma área que, até então, conta com poucos esforços voltados à popularização de espécies para o público infantil, especialmente para o gênero *Aegla*. A escolha do gênero *Aegla* como foco também torna o material inédito. *Aegla* é um táxon que já é amplamente estudado por possuir características únicas que permite ter maior compreensão da biodiversidade em ambientes de águas continentais.

Dessa forma, essa estratégia de divulgação científica permite que temas geralmente restritos ao ambiente acadêmico sejam apresentados de maneira compreensível e envolvente, aproximando as crianças do universo científico e incentivando a reflexão crítica sobre questões ambientais. Ao combinar literatura, ciência e práticas pedagógicas, o estudo reforça a importância de conectar a produção acadêmica à educação básica. Essa abordagem contribui para fortalecer o papel da ciência como agente transformador, especialmente em contextos de conservação ambiental e biodiversidade.

Referências

AGUIAR, Regina Jodely Rodrigues Campos. **A criança na educação infantil: a roda de conversa como espaço/tempo de infância, criação e experiência**. Dissertação (Mestrado em Pisicologia do Desenvolvimento Escolar) – Universidade de Brasília, 2020.

ALBAGLI, Sarita. Divulgação científica: informação científica para cidadania. **Ciência da informação**, v. 25, n. 3, 1996.

ALMEIDA, Sheila Alves de. Cenas de leitura da ciência hoje das crianças: modos de uso e apropriação da revista em sala de aula. **Educação em Revista**, n. 34, e173829, 2018.

AMARAL, Antônia Cecília Z.; JABLONSKI, Silvio. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 625-631, 2005.

ANDRADE, Alexandra Nascimento *et al*. **As potencialidades do uso dos desenhos das crianças da educação infantil para a Divulgação Científica**. Dissertação (Metrado em Educação e Ensino de Ciência) – Universidade do Estado do Amazonas, 2018.

ANDRADE, Alexandra Nascimento; GONZAGA, Adana Teixeira; GONÇALVES, Carolina Brandão. De olho no Céu: divulgação científica para com as crianças em espaço não formal manauara. **REAMEC–Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, 2021.

ARÊAS, Mariane Bagile. **O monstro do tempo e o dia em que ele me abduziu: projeto gráfico de livro infanto-juvenil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Comunicação Visual-Design)-Escola de Belas Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

BARBOSA, JAQUELINE; MARQUES, STEFANY; CABRAL, CELY. A Taxonomia de Bloom revisada e sua relação com a avaliação da aprendizagem. **Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas**, v. 8, n. 22, 2018.

BELO, Priscila Alves; DE OLIVEIRA, Rayssa Melo; DA SILVA, Renato Carneiro. Reflexos da relação professor-aluno para a aprendizagem no contexto formal de ensino. **Práticas Educativas, Memórias e Oralidades-Rev**. Pemo, v. 3, n. 2, p. e323880-e323880, 2021.

BLOOM, Benjamin Samuel (Ed.). **Taxonomy of Educational Objectives: Handbook II**. David McKay, 1956.

BOND-BUCKUP, Georgina. Família *Aeglidae*. In: Melo GAS. **Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo: Editora Loyola, 2003.

BOND-BUCKUP, Georgina *et al*. Crustáceos. **Livro Vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**, v. 1, p. 73-83, 2003.

BOND-BUCKUP, Georgina; BUCKUP, Ludwig. A família *Aeglidae* (Crustacea, Decapoda, Anomura). **Arquivos de zoologia**, v. 32, n. 4, p. 159-346, 1994.

BOOS, Harry; PINHEIRO, Marcelo AA; MAGRIS, Rafael A. O processo de avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil: 2010-2014. **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: Avaliação 2010–2014**, p. 28-34, 2016.

BRANCO, Anne Karynne Almeida Castelo *et al*. **O projeto observatório da educação-capes-UEA-fases da difusão do conhecimento**. Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências) - Universidade do Estado do Amazonas, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br. Acesso em: 29 out. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2018.

BUENO, C. C. Imagem de criança, ciência e cientista na divulgação científica para o público infantil (dissertação de mestrado)-Instituto de Estudos da Linguagem-Universidade Estadual de Campinas. **Campinas, SP, Brasil**, 2012.

BUENO, C. C. **Imagem de criança, ciência e cientista na divulgação científica para público infantil**. 2012. 235 f. Dissertação (Mestrado em Divulgação Científica e Cultural) – Instituto de Estudos da Linguagem – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2012.

BUENO, Sérgio LS *et al*. Avaliação dos Eglídeos (Decapoda: *Aeglidae*). **Livro vermelho dos crustáceos do Brasil: Avaliação 2010–2014**, p. 35-63, 2016.

BUENO, Wilson Costa. Comunicação cientifica e divulgação científica: aproximações e rupturas conceituaiss. **Informação & informação**, v. 15, n. 1esp, p. 1-12, 2010.

CÂMARA, Yara Moreira; DE ALMEIDA, Sheila Alves. A animação está para peixe: o gênero de divulgação científica na série Peixonauta. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e043-e043, 2021.

CARIBÉ, Rita de Cássia. Comunicação científica: reflexões sobre o conceito. **Informação & Sociedade**, v. 25, n. 3, 2015.

CARNEIRO, Jéssica Beck; MASSARANI, Luisa; ROCHA, Jessica Norberto; SILVEIRA, Fiorella Silveira; CAMBRE, Martha. **Familias y museos de ciencia: un análisis de la visita a una exhibición para el público infantil de Espacio Ciencia, Uruguay**. ACTIO: Docência em Ciências, v. 6, p. 1-24, 2021.

COELHO, Laura Lacerda; SALOMÃO, Simone Rocha. Ciência na literatura, literatura na ciência: caminhos para a leitura na formação de professores de biologia. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, v. 7, p. 4644-4654, 2014.

COELHO, Nelly Novaes. **A literatura infantil: história, teoria, análise: das origens orientais ao Brasil de hoje**. Edições Quíron, 1981.

COSTA, Edith Gonçalves; ALMEIDA, Ana Cristina Pimentel Carneiro de. Ensino de ciências na educação infantil: uma proposta lúdica na abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS). **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, p. e21043, 2021.

DE ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro; RICON, Alan Esteves. Divulgação Científica e texto literário-uma perspectiva cultural em aulas de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 10, n. 1, p. 7-13, 1993.

DE CARVALHO PIASSI, Luís Paulo. De Émile Zola a José Saramago: interfaces didáticas entre as ciências naturais e a literatura universal. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 33-57, 2015.

DE OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Editora Vozes Limitada, 2013.

DE OLIVEIRA, Maria Marly. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Editora Vozes Limitada, 2013.

DÍAZ, Omar Rolando. A atualidade do livro didático como recurso curricular. **Linhas Críticas**, p. 609-624, 2011.

ESCOBAR, Herton. Divulgação científica: faça agora ou cale-se para sempre. **ComCiência e divulgação científica**, v. 1, p. 31-36, 2018.

FEINSTEIN, Noah. Salvaging science literacy. **Science education**, v. 95, n. 1, p. 168-185, 2011.

FRANCIOLI, Fatima Aparecida Souza; COPETTI, Lucia Militão Cabreira. Literatura infantil no processo de alfabetização: a experiência com os elementos do texto narrativo. **Educação: Teoria e Prática**, v. 31, n. 64, 2021.

FRANCO, Donizete Lima. A importância da sequência didática como metodologia no ensino da disciplina de física moderna no ensino médio. **Revista triângulo**, v. 11, n. 1, p. 151-162, 2018.

FREDERICO, Aline; MORO, Roberta Gerling. Situações de leitura da literatura digital na primeira infância: características da leitura independente, entre pares e compartilhada com os pais. **Revista Desenredo**, v. 15, n. 2, 2019.

FREITAS, Araci; MASCARENHAS, Suely Aparecida. Uma revisão bibliográfica sobre livros paradidáticos para o conhecimento científico no ensino Fundamental I. **Concilium**, v. 22, n. 5, p. 873-887, 2022.

GALVÃO, Cecília. Narrativas em educação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, p. 327-345, 2005.

GOÉS, A. R. T., & Costa, P. K. A. (2022). Do Desenho Universal ao Desenho Universal para Aprendizagem. Em A. R. T. Góes, & P. K. A. Costa (Orgs.) **Desenho Universal e Desenho Universal para Aprendizagem. fundamentos, práticas e propostas para Educação Inclusiva** – 1 (pp. 25-33). Pedro & João Editores.

GOHN, Maria da Glória. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, v. 14, n. 50, p. 27-38, 2006.

GONTIJO, Helena Lemos *et al*. Relato de experiência: universidades das crianças em Minas Gerais. **Revista Acervo Educacional**, 2019.

GROTO, Sílvia Regina; MARTINS, André Ferrer Pinto. Monteiro Lobato em aulas de ciências: aproximando ciência e literatura na educação científica. **Ciência & educação**, v. 21, n. 1, p. 219-238, 2015.

HURD, Paul D. Science literacy: Its meaning for American schools. **Educational leadership**, v. 16, n. 1, p. 13-16, 1958.

HUNGARO, Ana Regina de Oliveira; PUGLIESE, Adriana. Enfoques e abordagens de artigos sobre divulgação científica publicados em periódicos brasileiros. **Educação e Pesquisa**, v. 50, p. e275685, 2024.

KNECHTEL, Carla Milene; BRANCALHÃO, Rose Meire Costa. Estratégias lúdicas no ensino de ciências. **Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**, p. 2354-8, 2008.

LAUGKSCH R. C. Laugksch, Scientific literacy: A conceptual overview. **Science Education**, v.84, n.1, 71-94, 2000.

LIMA, Guilherme da Silva; COTA, Maria Cecília Soares Barbosa; GILBERT, Anmaly Natália Miguel Monteiro. Pernilongo tem coração? A representação de conceitos científicos por meio da contação de histórias. **Revista Brasileira de Educação**, v. 29, p. e290086, 2024.

LINDEN, Sophie. **Para ler o livro ilustrado**. Cosac Naify, 2011.

LOURENÇO, D.A. 2011. **Tipografia para Livro de Literatura Infantil: Desenvolvimento de um guia com recomendações tipográficas para designers**. Curitiba, PR. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná, 286 p.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e criando a prática**. 2 ed. Salvador: Malabares Comunicações e eventos, 2005.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Ludicidade e atividades lúdicas na prática educativa: compreensoes conceituais e proposições**. Cortez Editora, 2023.

LUPTON, E. 2013. **Pensar com Tipos: guia para designers, escritores, editores**. 2ª ed., São Paulo, Cosac Naify, 224 p

MARQUES, António Soares. **A função da ilustração na literatura infanto-juvenil**. Mathésis, n. 3, p. 239-249, 1994.

MARTIN, Joel W. *et al*. **An updated classification of the recent Crustacea**. Los Angeles: Natural History Museum of Los Angeles County, 2001.

MARTIN, Joel W.; ABELE, Lawrence G. **External morphology of the genus *Aegla* (Crustacea, Anomura, *Aeglidae*)**. 1988.

MARTINELLI, Selma de Cássia; MUELLE-ZÚÑIGA, Nathalie; ALVES, Larissa Jessica. Ambiente de aprendizagem em sala de aula e Desempenho escolar. **Revista Electrónica Educare**, v. 26, n. 3, p. 110-126, 2022.

MASSARANI, Luisa (Ed.). **Ciência e criança: a divulgação científica para o público infantojuvenil**. Museu da Vida COC Fiocruz, 2008.

MASSARANI, Luisa (Ed.). **Ciência e criança: a divulgação científica para o público infantojuvenil**. Museu da Vida COC Fiocruz, 2008.

MATOSO DE PONTES, Márcio; DA SILVA BARROSO, Maria Cleide; GABRIELA ARIZA, Leidy. Atitudes de professores em prol da promoção da alfabetização científica de crianças durante os primeiros anos de escolarização. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 23, n. 2, 2024.

MEDEIROS, Francisca Valkíria Gomes; BERTINI, Luciana Medeiros. Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências: possibilidades e desafios. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 10, n. 34, 2024.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, TH dos. Verbete PNLD (Programa Nacional do Livro Didático). **Dicionário Interativo da Educação Brasileira-Educabrasil**. São Paulo: Midiamix, 2001.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2019. Portaria nº 370, de 1 de agosto de 2019: aprovação do **Plano de Ação Nacional para a Conservação de Espécies de Peixes e Eglas Ameaçados de Extinção da Mata Atlântica - PAN Peixes e Eglas da Mata Atlântica**. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente.

MOREIRA, Leonardo Maciel; MARANDINO, Martha. Teatro de temática científica: conceituação, conflitos, papel pedagógico e contexto brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 2, p. 511-523, 2015.

NASCIMENTO, Alexandre Sousa *et al*. Jogos como método de ensino em ciências no 6º e 9º ano do ensino fundamental na Escola Municipal Turma da Mônica, Bela Vista-TO. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 12, p. 32485-32507, 2023.

NEVES, R.; MASSARANI, L. **O olhar das crianças sobre uma exposição interativa. Divulgação científica e museus de ciência: O olhar do visitante**. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, Brasil. p. 65-72, 2016.

NIKOLAJEVA, Maria; SCOTT, Carole. **Livro ilustrado: palavras e imagens**. São Paulo, SP: Cosac Naify, 2011.

NORRIS, Stephen P.; PHILLIPS, Linda M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science education**, v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

OLIVEIRA, Renatha Quezya *et al*. A divulgação científica no Ensino Fundamental: a ciência e a vida dos cientistas na visão de estudantes. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 1, p. 1-25, 2023.

OLIVEIRA, Teresa *et al*. Compreendendo a aprendizagem da linguagem científica na formação de professores de ciências. **Educar em Revista**, n. 34, p. 19-33, 2009.

PASCOLATI, Sonia. Ilustração na literatura infantil. **Acta Scientiarum. Language and Culture**, v. 39, n. 3, p. 245-253, 2017.

PEREIRA, Danilo Cesar; DE SOUZA SILVA, Daniel. A importância do brincar para o desenvolvimento da criança. **Educere-Revista da Educação da UNIPAR**, v. 21, n. 1, 2021.

PEREIRA, Elga Cristina Torres *et al*. A ecologia por sequência didática: alternativa para o ensino de biologia. **Retratos da Escola**, v. 13, n. 26, p. 541-553, 2019.

PEREIRA, G. R.; ALVES, G. H. V. S.; COUTINHO-SILVA, R. Educação Científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental por meio da Feira de Ciências dos Pequenos Cientistas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

PEREIRA, G. R.; ALVES, G. H. V. S.; COUTINHO-SILVA, R. Educação Científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental por meio da Feira de Ciências dos Pequenos Cientistas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, 2020.

PÉREZ-LOSADA, Marcos *et al*. Molecular systematics and biogeography of the southern South American freshwater "crabs" *Aegla* (Decapoda: Anomura: Aeglidae) using multiple heuristic tree search approaches. **Systematic biology**, v. 53, n. 5, p. 767-780, 2004.

PERISSÉ, Gabriel. **Filosofia, ética e literatura: uma proposta pedagógica**. Bauru, SP: Manole, 2004.

RAMOS, Flávia Brocchetto; NUNES, Marília Forgearini. Efeitos da ilustração do livro de literatura infantil no processo de leitura. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 197-216, jun. 2013.

REIS, T. R., & GHEDIN, P. D. E. L. O uso de espaços formais e não formais de educação em estratégias didáticas com enfoque cts. **IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Paraná, 27-29 de novembro de 2014.

ROSA, C. W.; PEREZ, C. A. S.; DRUM, C. Ensino de Física nas séries iniciais: concepções da prática docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 357-368, 2007.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SANDRONI, Laura. **Um pouco de história sobre a ilustração de livros para crianças no Brasil. A Arte de Ilustrar Livros para Crianças e Jovens no Brasil. The Art of Book Ilustration fo Children and Young People in Brazil**. SERRA, E.(Org.). Rio de Janeiro: FNLIJ, p. 13-15, 2013

SANTANA, Bruno Reis; SILVA, Wagner Rodrigues; FREITAS, Mirella Oliveira. O Show da Luna como Gênero Mediador de Educação Científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, e21003, 2021.

SANTOS, Adnei da Silva Seixas *et al*. A avaliação na educação infantil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 9, p. 1105-1117, 2022.

SANTOS, Juliana Pinto dos. **Literatura infantil como recurso para promoção de habilidades sociais na prática de professoras da educação infantil**. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - PósGraduação em Psicologia da Universidade Federal de São Carlos, 2019.

SANTOS, Keila Maria De Oliveira. A ludicidade como ferramenta pedagógica. **Unificada: Revista Multidisciplinar da FAUESP**, v. 4, n. 5, p. 39-45, 2022.

SANTOS, Sandro; DE SIQUEIRA BUENO, Sergio Luiz (Ed.). **Aeglidae: Life history and conservation status of unique freshwater anomuran decapods**. CRC Press, 2019.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCALFI, Graziele Aparecida Moraes; MICALDAS, André. A arte de contar histórias como estratégia de divulgação da ciência para o público infantil. **Educação, Ciência e Cultura**, v. 19, n. 1, p. 107-121, 2014.

SCHMITT, Waldo L. **The species of *Aegla*, endemic South American fresh-water crustaceans. Proceedings of the United States National Museum**, 1942.

SILVA LUCAS, Atos Edwin Pereira; PEREIRA, Marta Maximo. Jogos didáticos no ensino de ciências: uma revisão de literatura em artigos de periódicos A1 e A2 da base Qualis. **Cadernos de Educação Básica**, v. 5, n. 2, p. 140-149, 2020.

SIPE, Lawrence R. How picture books work: A semiotically framed theory of text-picture relationships. **Children's literature in education**, v. 29, n. 2, 1998.

SIQUEIRA, João Hilton Sayeg. **Organização textual da narrativa**. Selinunte, 1992.

SOUSA, Linete Oliveira; BERNARDINO, A. A contação de história como estratégia pedagógica na Educação Infantil e Ensino Fundamental. **Revista de Educação**, v. 6, n. 12, p. 235-249, 2011.

SOUZA, Ludmila Olandim de *et al*. A aprendizagem enquanto afetação do corpo: Primeiras aproximações ao estudo de práticas de divulgação científica para o público infantil. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22043, 2022.

SOUZA, Salete Eduardo; DE GODOY DALCOLLE, Gislaine Aparecida Valadares. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. **Arq Mudi. Maringá**, PR, v. 11, n. Supl 2, p. 110-114p, 2007.

STEPHENS, John. **Language and ideology in children's fiction**. London: Longman, 1992.

TEIXEIRA, Francimar Martins. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 19, p. 795-809, 2013.

TRAVITZKI, Rodrigo. Alfabetização científica: o papel dos conhecimentos específicos nas Ciências da Natureza. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 30, p. e24022, 2024.

UGALDE, Maria Cecília Pereira; ROWEDER, Charlys. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. Educitec-**Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 6, p. e99220-e99220, 2020.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. O desenvolvimento dos conceitos científicos na infância. **Pensamento e linguagem**, v. 2, p. 71-101, 2011.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa como ensinar**. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANETIC, João. **Física e cultura. Ciência e Cultura**, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

Considerações Finais



Considerações Finais

Os resultados desta dissertação trazem algumas respostas interessante para compreender melhor o padrão de crescimento de determinadas estruturas morfológicas, destacando como este padrão pode estar relacionado com o dimorfismo sexual da espécie. Além disso, trouxe uma perspectiva inovadora para o âmbito da popularização científica do gênero *Aegla*.

No capítulo 1 ficou evidente que *Aegla* aff. *castro* apresenta dimorfismo sexual entre machos e fêmeas, sendo que esse dimorfismo se intensifica ao longo do desenvolvimento ontogenético. Esse fenômeno está relacionado à alocação diferenciada de energia, tanto por parte dos machos quanto das fêmeas. Os machos concentram sua energia no crescimento somático e no desenvolvimento das quelas, que lhes proporcionam vantagens reprodutivas. Já nas fêmeas, o crescimento alométrico acentuado do abdômen, quando comparado com os machos, possivelmente está associado à uma maior eficiência reprodutiva, permitindo-lhes carregar uma maior quantidade de ovos.

Apesar de ter sido o único estudo até o momento que procurou investigar o padrão de crescimento do dáctilo, presume-se que o crescimento de tal estrutura possui alguma relação com o crescimento do própodo, mas que provavelmente passam por pressões seletivas diferentes. De qualquer forma, tanto machos quanto as fêmeas precisam lidar com o investimento energético a custo do benefício que a quela traz. Consideramos que este investimento é regulado ao longo do desenvolvimento ontogenético e tem maior relação com os machos do que com as fêmeas, pois a forma e função dessas estruturas possui efeitos mais significativos em termos de pressões seletivas para os machos adultos do que as fêmeas. Dessa forma, chamamos a atenção para a necessidade de novos estudos que passem a analisar o dáctilo em outras espécies de *Aegla* e também sobre outras perspectivas que não sejam a morfometria linear, para que tenhamos mais *insights* para a forças seletivas que moldam seu crescimento.

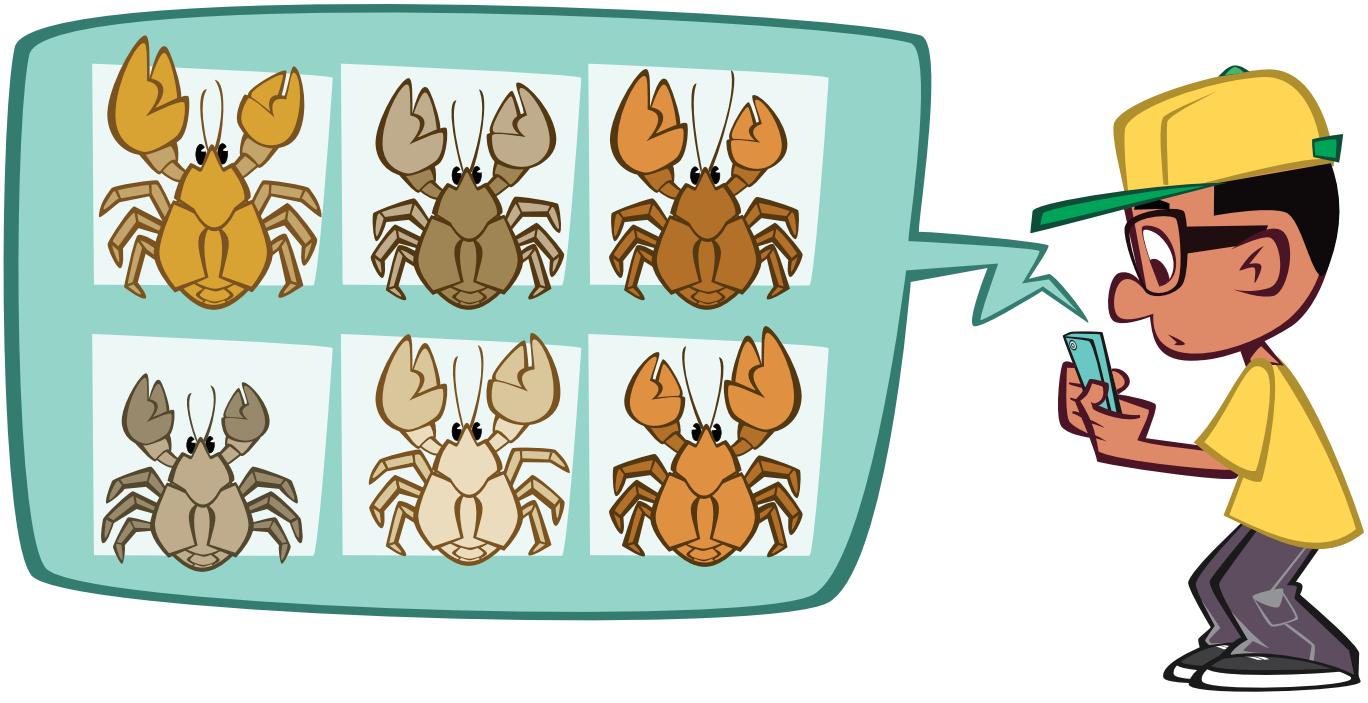
De qualquer forma, ao analisar a estrutura da quela como um todo, entende-se que o seu tamanho e formato podem ser critérios que também acentuam o dimorfismo sexual ao se manifestar de forma clara como um caráter sexual secundário, assim como o abdômen é para as fêmeas. Neste sentido, essas diferenças morfológicas desempenham papéis importantes na distinção entre machos e fêmeas, refletindo suas funções biológicas específicas, como a reprodução e comportamentos relacionados à defesa e competição.

Contudo, além destes *insights* sobre o padrão de crescimento ontogenético, o capítulo 1 analisou um táxon ainda não formalmente descrito, ao qual não se sabe ao certo se a distribuição desta possível nova espécie está restrita apenas à área de amostragem do estudo. Destacamos, portanto, a preocupação de que, caso haja uma possível perda do corpo d'água ou a sua qualidade seja comprometida, haverá um impacto significativo na espécie, levando, consequentemente, ao seu risco de extinção. Por isso, é importante que novos estudos com viés taxonômico, ecológico e conservacionista sejam realizados na área.

O capítulo 2 acrescentou uma nova linha de pesquisa sobre o gênero *Aegla*, destacando-se pela produção de um material inédito de divulgação científica. Contribui significativamente para a popularização do gênero *Aegla* para o público infanto-juvenil, especialmente por apresentar, de forma sutil e com linguagem acessível, informações gerais sobre a biologia desses crustáceos. O enredo da história, o informativo e as atividades ao final do livro complementam-se, reforçando os conceitos abordados. Assim, o material atinge seu propósito de divulgação científica e abre possibilidades educativas amplas, que, apesar de acompanhar uma sugestão de aplicação em sala de aula, se sobressaem além do contexto escolar. Dessa forma, a produção deste material de divulgação científica reforça a importância de conectar a produção acadêmica à população, um tipo de abordagem que contribui para fortalecer o papel da ciência como agente transformador na sociedade, especialmente em contextos de conservação ambiental e da popularização da biodiversidade.

Material Suplementar:

O livro na versão final publicado



PEDRINHO E A VIDA SECRETA DOS RIACHOS

O GÊNERO *Aegla*



Pedro Henrique Reis
Antonio Leão Castilho
Eduardo Antonio Bolla Júnior



CRÉDITOS:

Texto: Pedro Henrique Reis (pedro.h.reis@unesp.br), Antonio Leão Castilho e Eduardo Bolla Junior
Fotografia: Pedro Henrique Reis, Maria Beatriz, Isabelly Vieira e Sérgio Bueno
Ilustração e diagramação: Beto Almeida
Revisão de texto: Sarah Emanuelle Deodato da Silva

©TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM. DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Reis, Pedro Henrique.
Pedrinho e a vida secreta dos riachos [recurso eletrônico] : o gênero Aegla / Pedro Henrique Reis, Antonio Leão Castilho, Eduardo Antonio Bolla Júnior. - Botucatu, 2024.
36 p. : il.

Cartilha de divulgação científica elaborada a partir da dissertação de mestrado a ser defendida pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu.

ISBN: 978-65-89398-33-2

1. Literatura infantojuvenil brasileira. 2. Divulgação científica. 3. Educação ambiental. 4. Biologia de água doce. 5. Crustáceos. 6. Aegla. I. Título. II. Castilho, Antonio Leão. III. Bolla Júnior, Eduardo Antonio. IV. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Botucatu.

CDD: 595.3

APRESENTAÇÃO:

Esta obra faz parte de um dos capítulos da dissertação de **Pedro Henrique Reis**, mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), sob a orientação dos docentes **Antonio Leão Castilho** e **Eduardo Antonio Bolla Júnior**. O livro, com uma abordagem leve e divertida, utiliza ilustrações e um diálogo cativante para contar a história de um jovem skatista curioso que, ao explorar um riacho de água doce, encontra uma fantástica espécie de crustáceo e aprende sobre seu modo de vida, sua biologia reprodutiva, além da importância de preservar seu habitat natural. O livro também aborda conceitos gerais sobre a biologia do gênero *Aegla* e a conservação ambiental, sendo uma ferramenta útil para professores da educação básica, pesquisadores interessados em atuar na área de extensão universitária e pequenos leitores curiosos para descobrir o fascinante mundo dos eglídeos.

Os autores

Pedrinho é um garoto skatista, curioso e fascinado pela natureza.

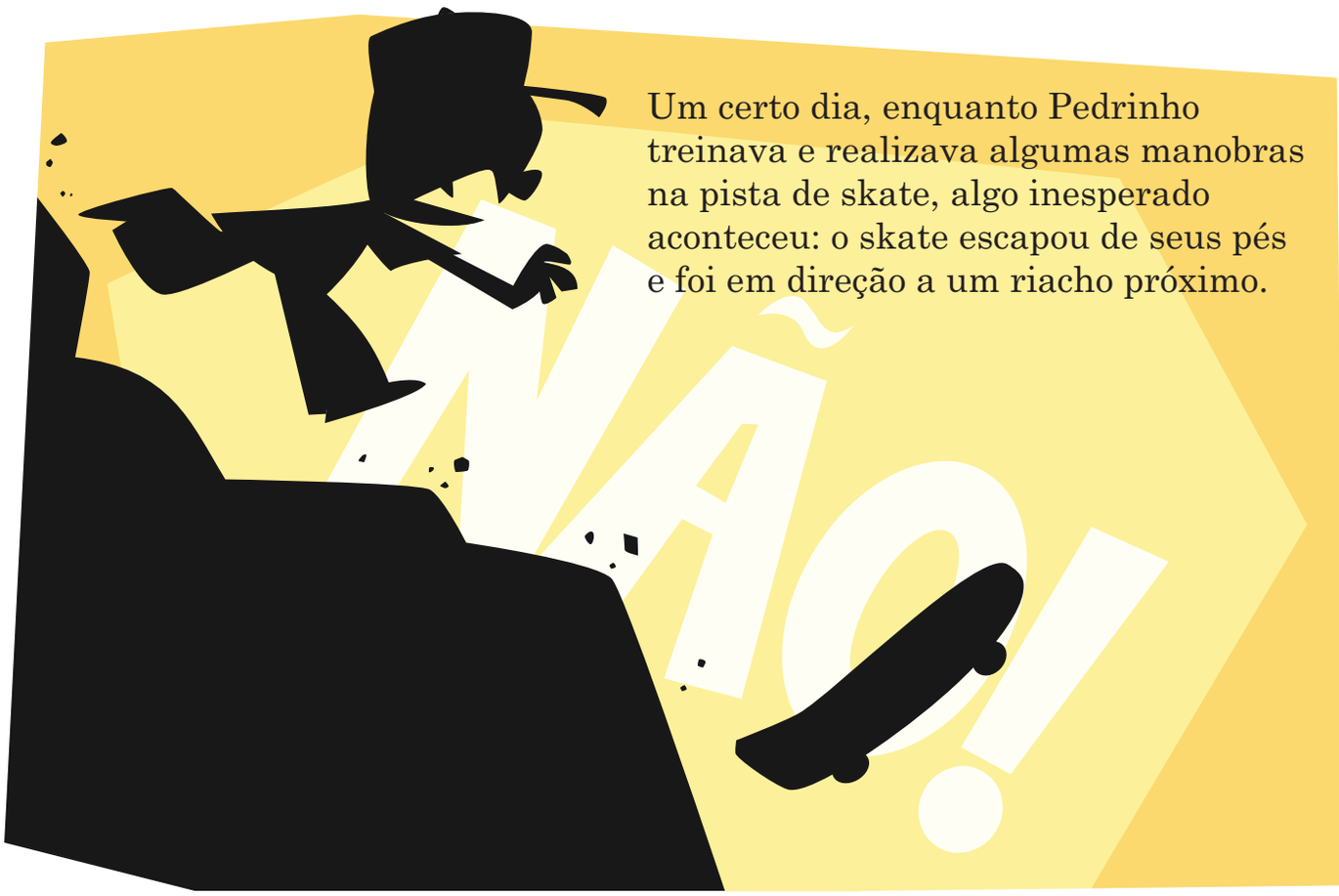


Sempre que algo desperta sua curiosidade, ele mergulha na *internet* em busca de informações para entender melhor o mundo a sua volta.



Como é um menino muito apaixonado pelo esporte que pratica, passa a maior parte do seu tempo livre praticando manobras e explorando a cidade em cima do seu skate.





Um certo dia, enquanto Pedrinho treinava e realizava algumas manobras na pista de skate, algo inesperado aconteceu: o skate escapou de seus pés e foi em direção a um riacho próximo.

Sabendo que skate não combina com água, foi pegá-lo rapidamente. Chegando lá, encontrou ele meio dentro e fora da água.

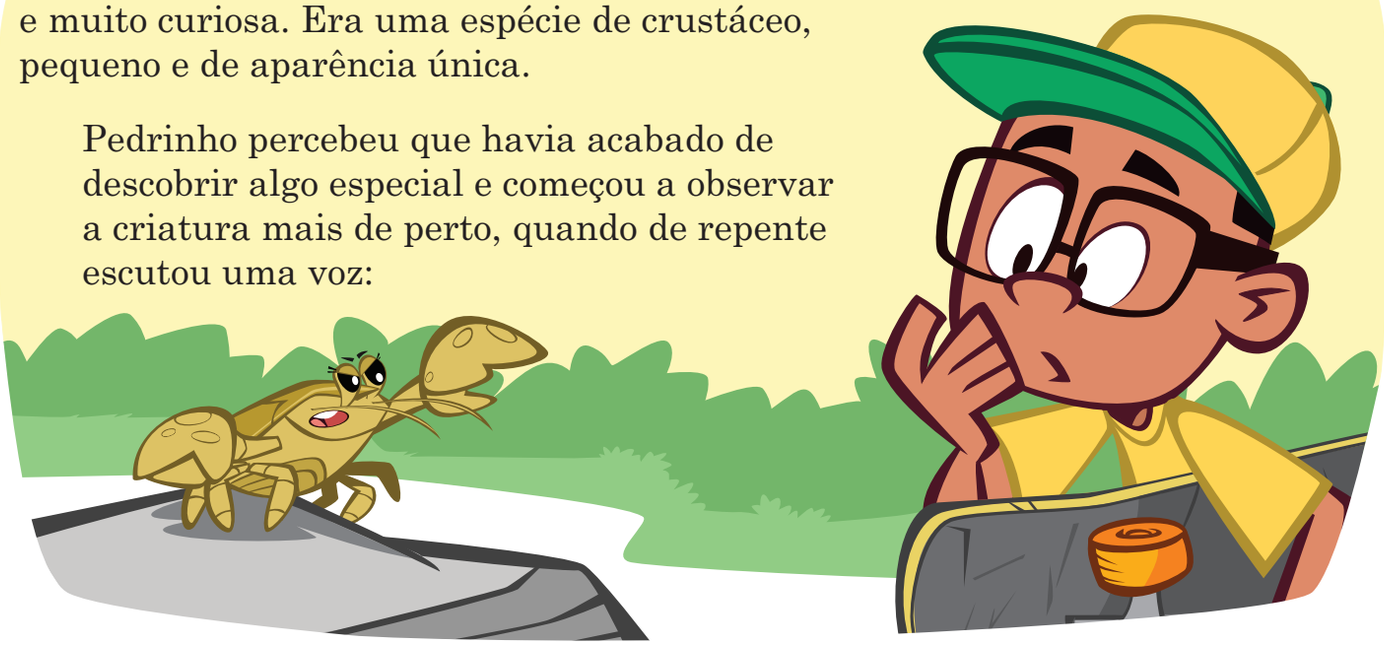


Ao pegar seu skate, Pedrinho exclamou:
- Nossa, que água gelada!



Retirou o skate da água com cuidado e percebeu que, embaixo dele, havia uma criatura inesperada e muito curiosa. Era uma espécie de crustáceo, pequeno e de aparência única.

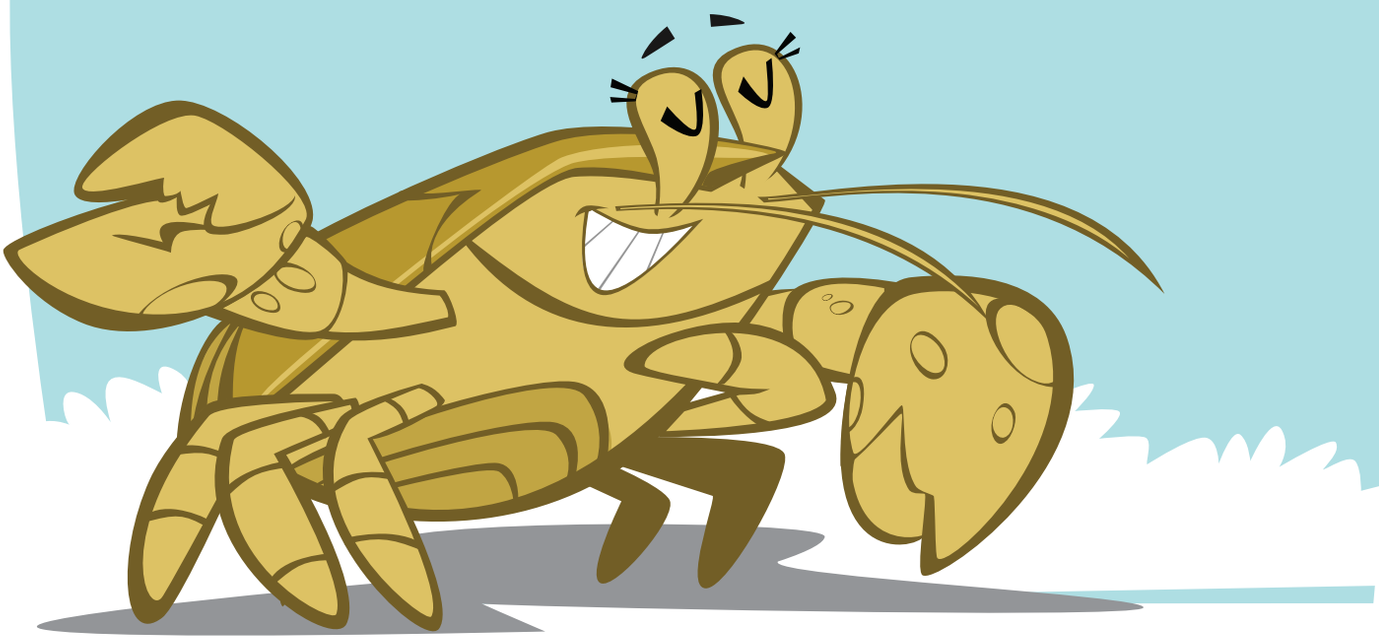
Pedrinho percebeu que havia acabado de descobrir algo especial e começou a observar a criatura mais de perto, quando de repente escutou uma voz:



- Ei, menino! Por pouco você não me acertou com esse skate, hein!

Pedrinho se assusta e fica surpreso com a voz.

- Prazer, eu sou um crustáceo de água doce. Os cientistas me conhecem como *Aegla*, mas pode me chamar de Égla. - Disse o crustáceo.



Pedrinho se aproximou novamente:
- Muito prazer, Égla. Eu me chamo Pedrinho. Desculpa incomodar, mas eu estava treinando minhas manobras e meu skate acabou caindo aqui.



Pedrinho ficou curioso e questionou:

- O que você é exatamente? Você tem garras como um caranguejo!

- É comum as pessoas me chamarem de caranguejo pelo formato do meu corpo, mas eu sou um crustáceo primo dos caranguejos. Pertenço ao gênero *Aegla* e família Aeglidae.



- Uau, que incrível, Égla! Nunca ouvi falar sobre animais como você! Me desculpa por te chamar assim é que você parece muito com os caranguejos que eu vejo quando vou à praia.



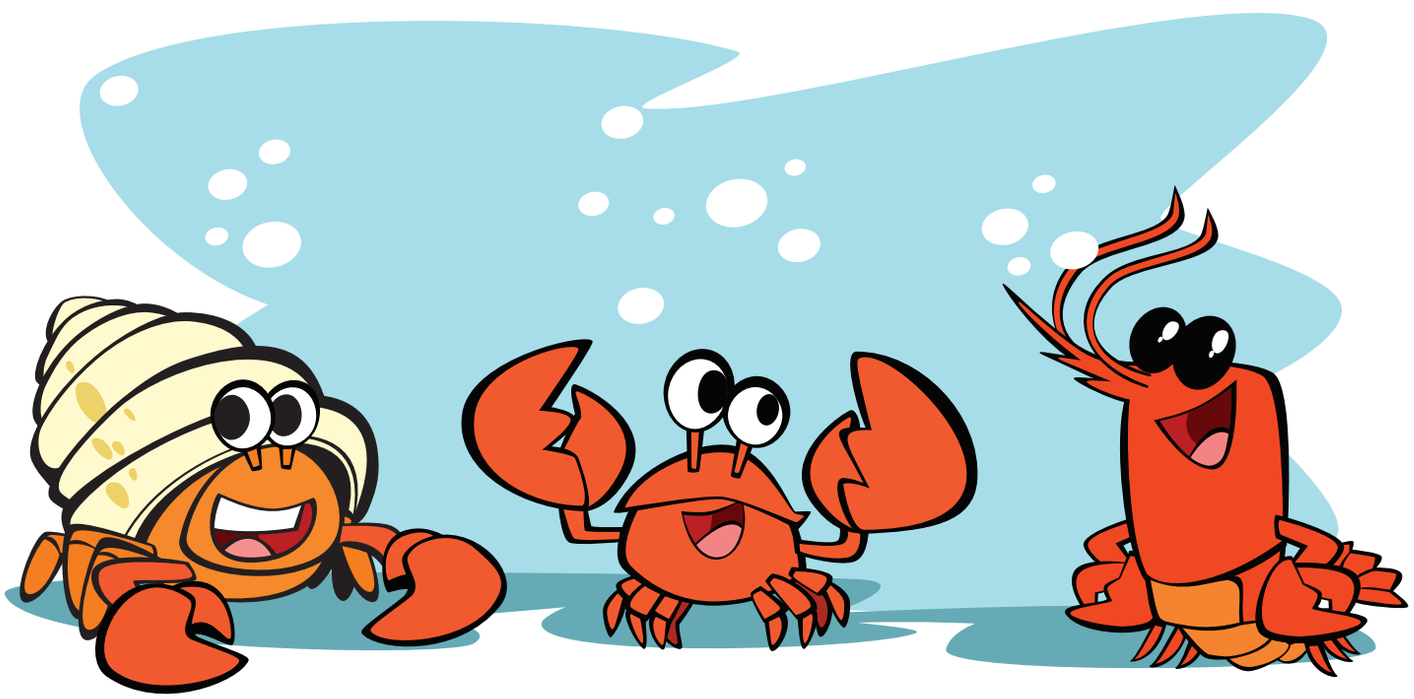
Curioso, Pedrinho tirou o seu celular do bolso e começou a pesquisar sobre o animal que encontrou. Logo, descobriu que além de ser uma grupo de crustáceo de água doce, sofre ameaça de extinção e é conhecida por ser encontrada apenas em algumas regiões. Os cientistas chamam isso de endêmica destas regiões. (Espécie Endêmica).



Entusiasmado com essas descobertas, Pedrinho comenta com Égla:
- Eu achava que os crustáceos existiam apenas no mar, onde a água é salgada.



- Realmente, Pedrinho, no mar há muitos tipos de outros crustáceos incríveis, mas alguns deles podem viver em água doce também.



Inclusive, os meus tataravós não são caranguejos, mas vieram do ambiente marinho e deram origem a toda a minha família atual, que vivem hoje na água doce. Isso há muito e muito tempo atrás.

-Responde Égla.

Pedrinho, empolgado com essa informação, perguntou:

- Uau, então a sua família deve ser enorme, né?



- Sim, muito grande. Alguns dos meus primos e tios estão em outros países, como no Chile e na Argentina.

- Aqui no Brasil, tenho parentes no Sul do país e em algumas regiões de São Paulo, mas eu moro aqui em Avaré-SP com outros da minha espécie.

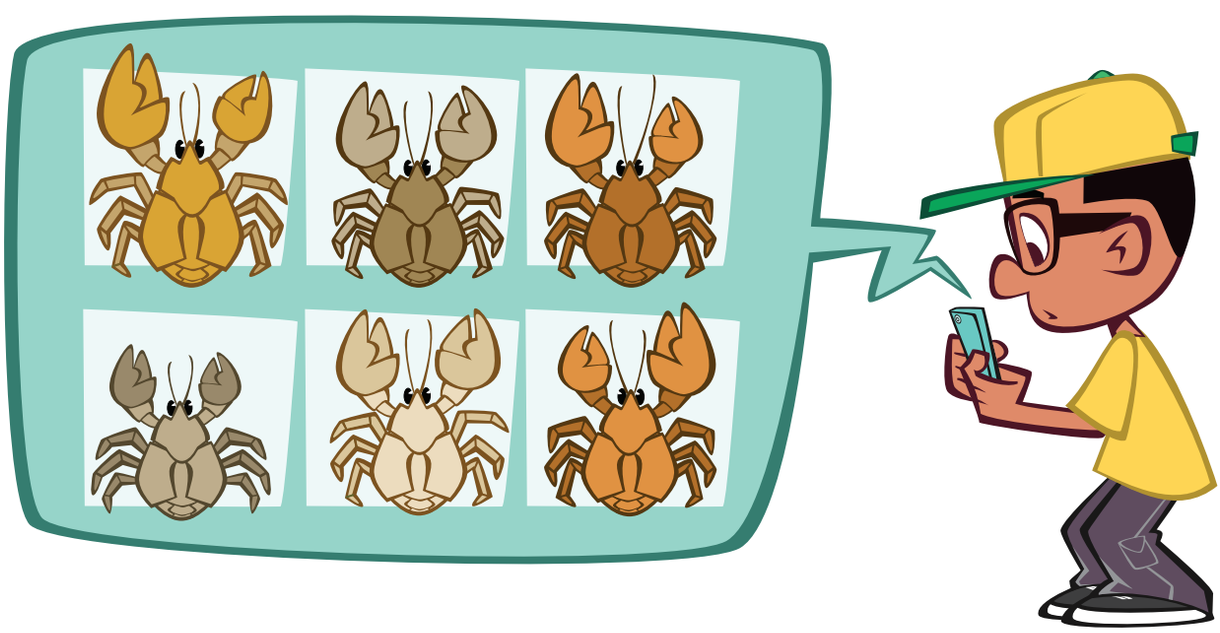
Pedrinho pegou seu celular novamente, mas agora para procurar imagens de outras espécies da família da Égla.

Olhando para a aparência delas, ele quase não conseguiu encontrar diferenças entre a Égla e os outros membros da sua família. Curioso, perguntou:

- Por que outras espécies da sua família são tão parecidas?

Achando interessante a observação de Pedrinho, Égla responde:

- **É difícil explicar porque somos assim. Nossas características são resultado da história da minha família ao longo do tempo. Os cientistas chama isso de História Evolutiva.**



Mas, sabia que muitos cientistas também estão tentando responder a mesma pergunta que você fez? Às vezes, possíveis novas espécies ficam escondidas porque são muito parecidas umas com as outras. Chamamos isso de "Espécies Crípticas". Quem sabe um dia você, como um cientista, nos ajude a desvendar este mistério?



- Que legal conhecer a sua história Égla, estou muito feliz em saber que você mora pertinho de onde eu costumo andar de skate. Mas, olha!

Pedrinho ficou muito preocupado com a quantidade de lixo jogada no riacho. Ele começou a caminhar pelo local, mostrando para a Égla a saída de esgoto, as garrafas no chão e as árvores derrubadas ao redor do riacho. Disse com tristeza:

- Olha só, Égla, quanta sujeira e destruição!
Como você consegue viver aqui?



Égla respondeu: **- Pois é, Pedrinho, você está certo! O descarte inadequado deste lixo pelo ser humano e a degradação do meu habitat natural prejudica minha sobrevivência e fazem com que alguns membros da minha família corram sérios riscos de extinção.**



Égla, entusiasmada e feliz com a resposta de Pedrinho, disse:

- Mas é claro, Pedrinho! Fico muito contente em saber que você entende isso. Quando vocês se preocupam em gerar menos impactos à natureza também contribuem com a preservação da minha espécie, até porque, nós eglídeos, dependemos muito dos fatores ambientais para viver, crescer e nos reproduzir (Ciclo de vida).

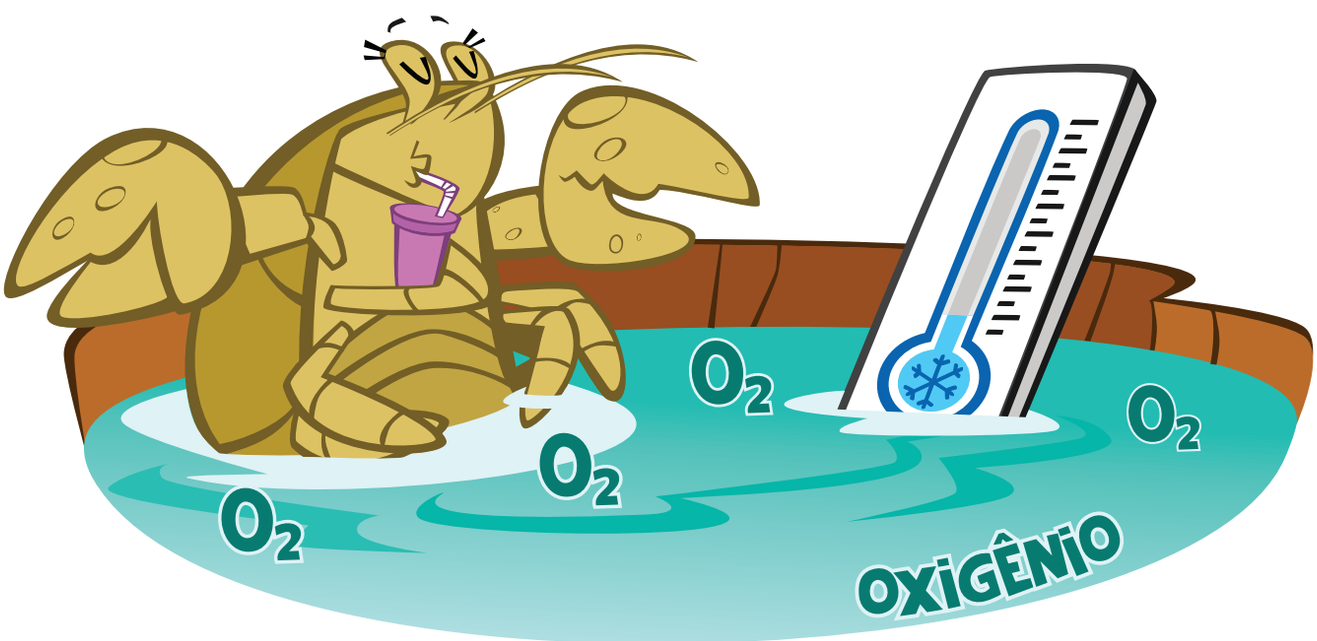


- Fatores ambientais? - Exclama Pedrinho, sem compreender o significado desta palavra

- Isso Pedrinho, você acabou de mostrar coisas que você enxerga aqui no riacho, como garrafas, embalagens plásticas e esgoto.



Mas existem coisas que não conseguimos ver, chamadas fatores ambientais abióticos, que também são importantes para a minha vida.



Por exemplo, para eu viver bem, preciso que a temperatura da água esteja baixa e que ela tenha bastante oxigênio.
– Explicou Égla

- Nossa, em casa a gente usa ar-condicionado e ventilador para regular a temperatura. – Pedrinho responde de forma engraçada.

- Haha, aí é fácil né, Pedrinho. Aqui no riacho é diferente! Nós, crustáceos, dependemos das condições do nosso ambiente para sobreviver. E, sabe, às vezes essas condições até nos ajudam!

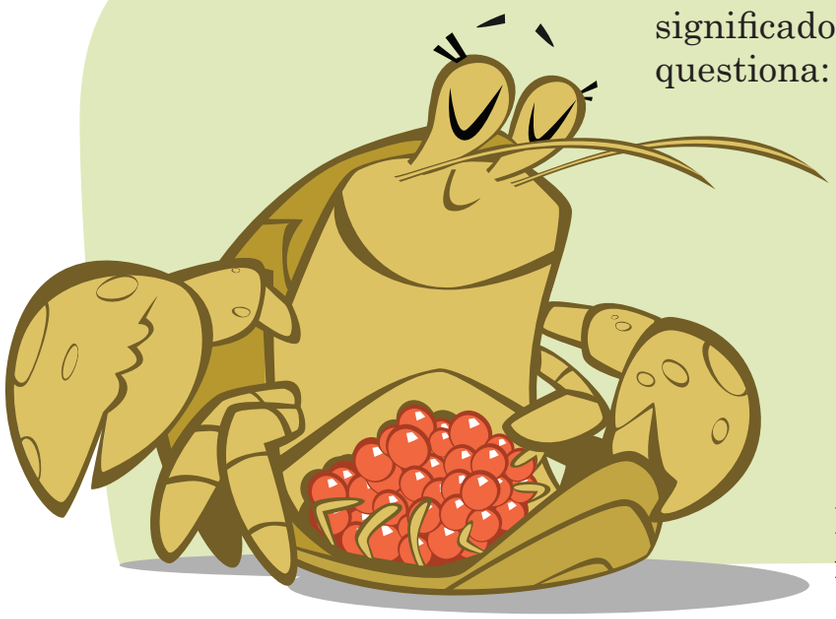
Por exemplo, o seu skate não me acertou porque eu estava bem escondida entre as pedras. Nesta época fria do ano, é quando gosto de investir energia na reprodução e depois no cuidado dos meus filhotes (Período Reprodutivo), então prefiro ficar aqui quietinha para me proteger.



Pedrinho, curioso com a explicação da Égla, perguntou:

- Então, isso significa que em breve você será mamãe?

- Sim, estou com meus filhos prestes a nascerem aqui em meu abdômen.



- Mais uma vez sem compreender o significado da palavra, Pedrinho questiona: **- Abdômen, o que é isso?**

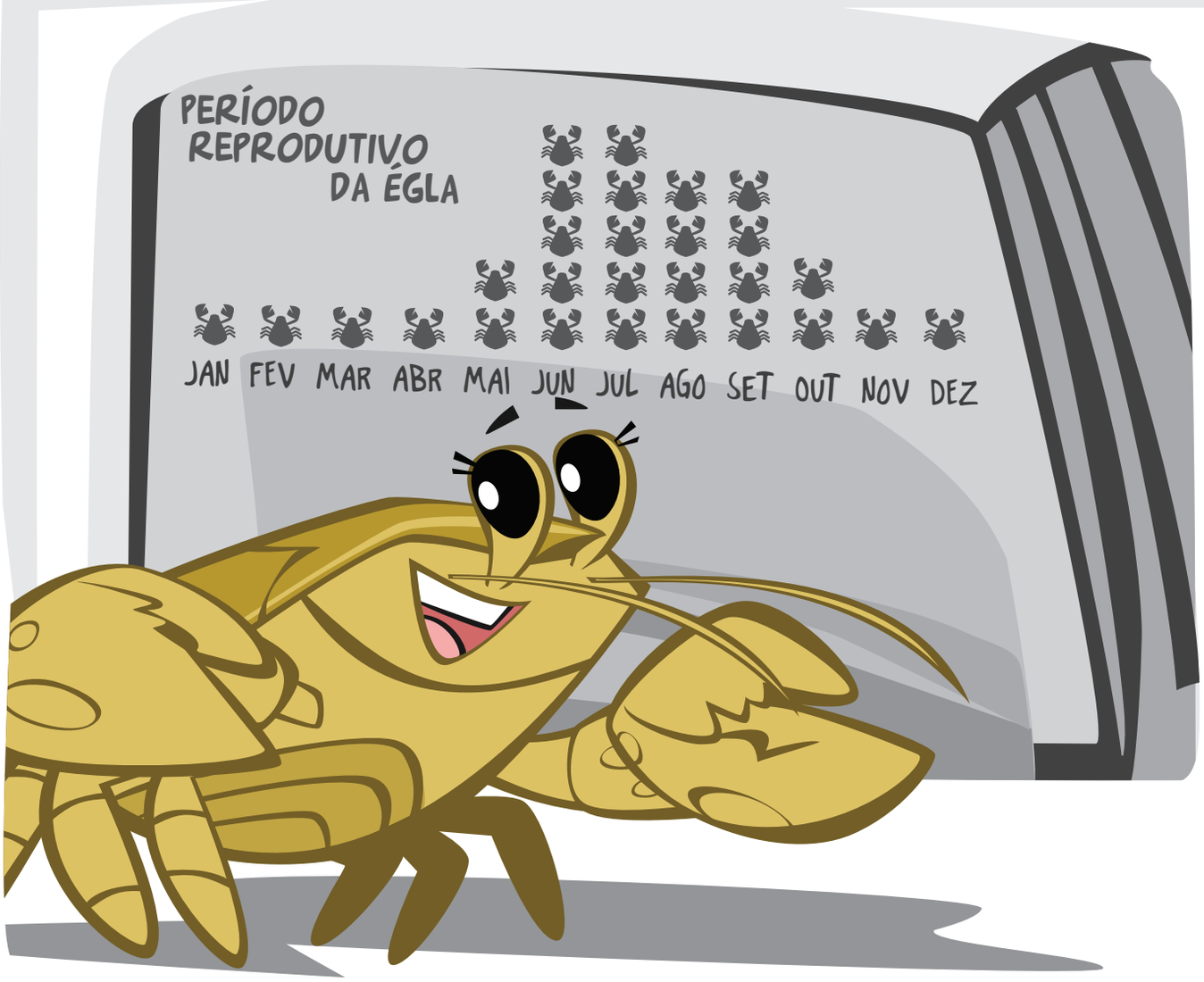
- Sim, olhe!
Égla mostrou os seus ovos em seu abdômen.

Eles ficarão aqui até completarem o seu desenvolvimento.

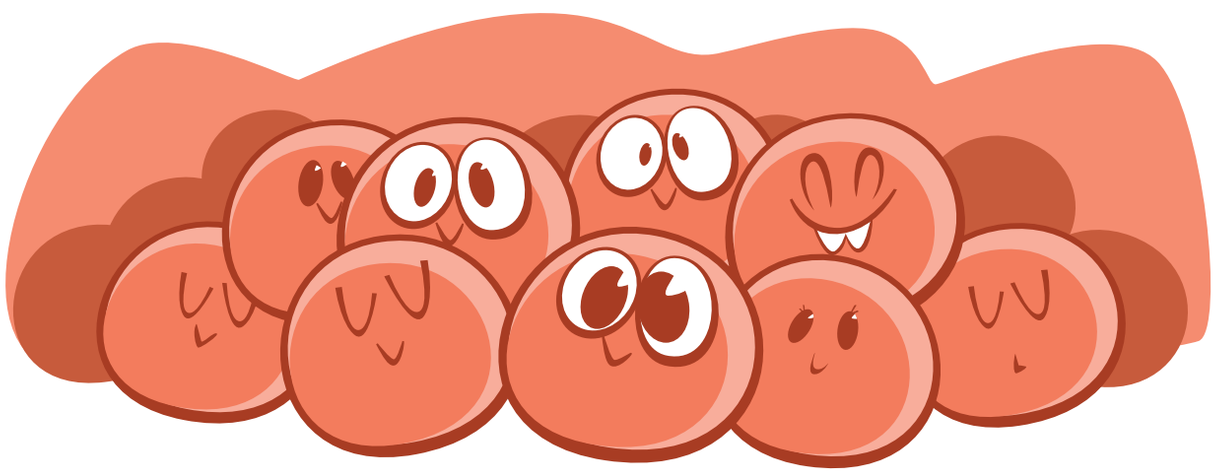
Pedrinho fica radiante ao ouvir isso e exclama com entusiasmo:

- Uau, quantos ovos! Você vai ser mamãe de quase 100 "Églazinhas"!

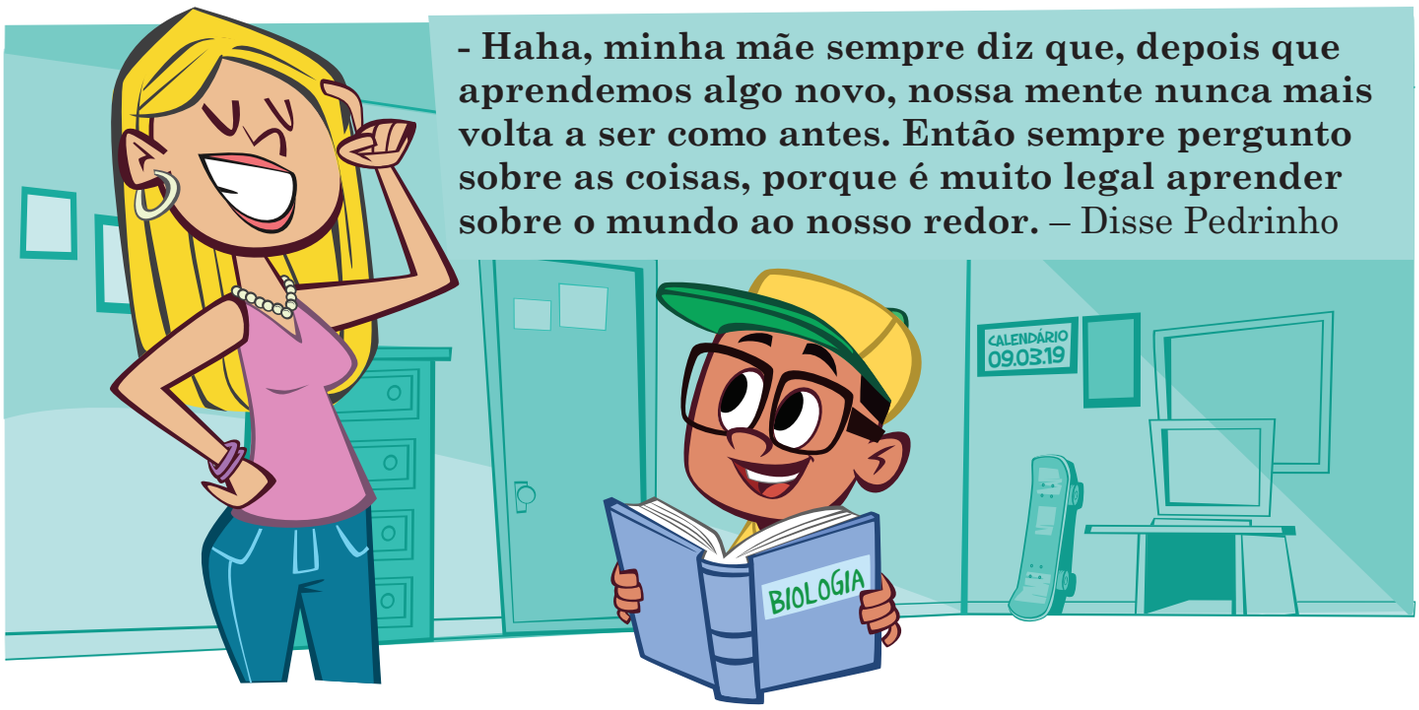
- Isso mesmo! Você está vendo aquela torre bem alta ali? Ela fica assim de junho a setembro. Sabe por quê? Porque eu prefiro investir em minha reprodução nos meses mais frios do ano. Por isso, os fatores ambientais, como o clima e temperatura, são muito importantes. Eles auxiliam no meu ciclo de vida. – Explicou Égla



- Que legal descobrir isso, Égla. Agora entendi porque eu quase congelei com essa água tão fria. Pelo menos isso é importante para o seu ciclo de vida, né.
Mas me diz uma coisa, até quando esses ovos irão ficar aí em seu abdômen?



- Você é bem curioso, heim, Pedrinho.
- Exclamou Égla de forma brincalhona.

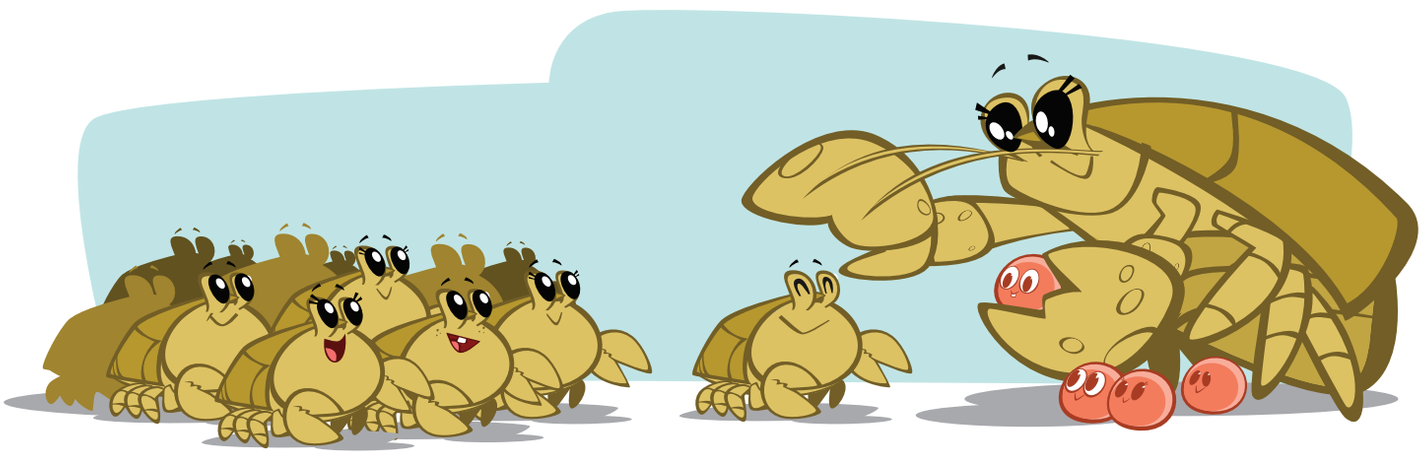


- Haha, minha mãe sempre diz que, depois que aprendemos algo novo, nossa mente nunca mais volta a ser como antes. Então sempre pergunto sobre as coisas, porque é muito legal aprender sobre o mundo ao nosso redor. – Disse Pedrinho

Égla, feliz com os ensinamentos que Pedrinho recebeu, responde:
- E sua mãe está certíssima! Aliás, Pedrinho, dê valor a sua mãe porque nós mamães investimos muita energia para o sucesso dos nossos filhos.

Pedrinho, concordando com Égla, continua falando:
- É verdade Égla, lá em casa meus responsáveis cuidam de mim com amor e não deixam que nada falte.

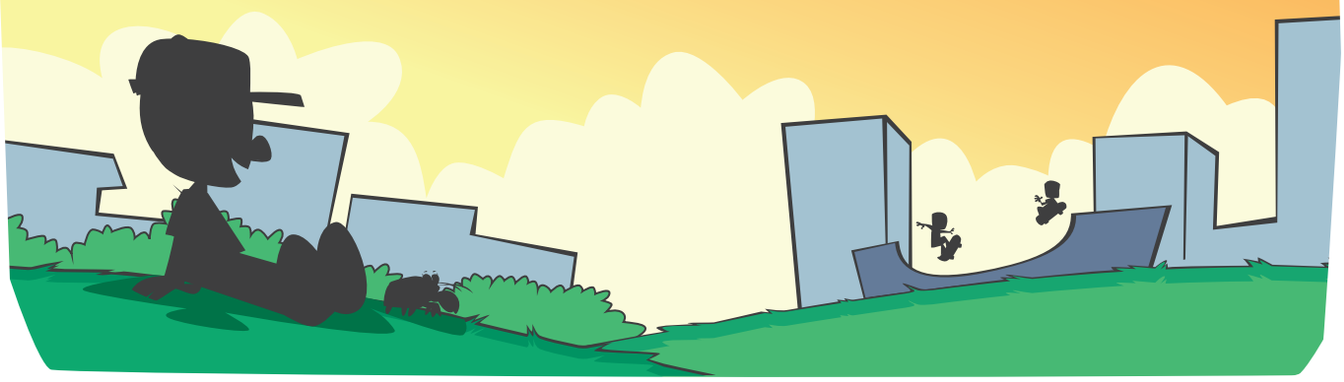
- É importante cuidar de quem está ao nosso lado e nos quer bem, não é, Pedrinho. Antes de escolher ter filhos, por exemplo, eu invisto energia no crescimento do meu abdômen e no meu próprio desenvolvimento. - Disse Égla, empolgada. E continua:



Como sou uma espécie com desenvolvimento direto, carrego os ovos até que meus filhotes se desenvolvam e fiquem parecidos comigo. Depois que eles saírem dos ovos, ainda continuo cuidando deles por mais alguns dias.

Até então Pedrinho não conhecia nada sobre a Égla e fica tão contente em aprender mais informações sobre sua biologia, que agradece dizendo:

- Nossa, estou super feliz por ter te conhecido, pois aprendi tantas coisas fantásticas. Muito obrigado por ter ampliado minha mente com essas novas ideias! Agora sei que existem crustáceos até na água doce, aprendi também que os fatores do ambiente são importantes para vocês sobreviverem e que nós, seres humanos, precisamos mudar nossos hábitos para manter o ambiente de vocês saudável, protegendo sua espécie.

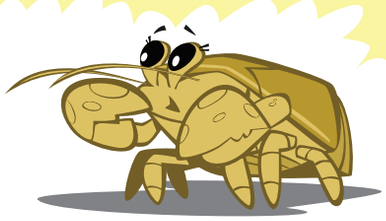


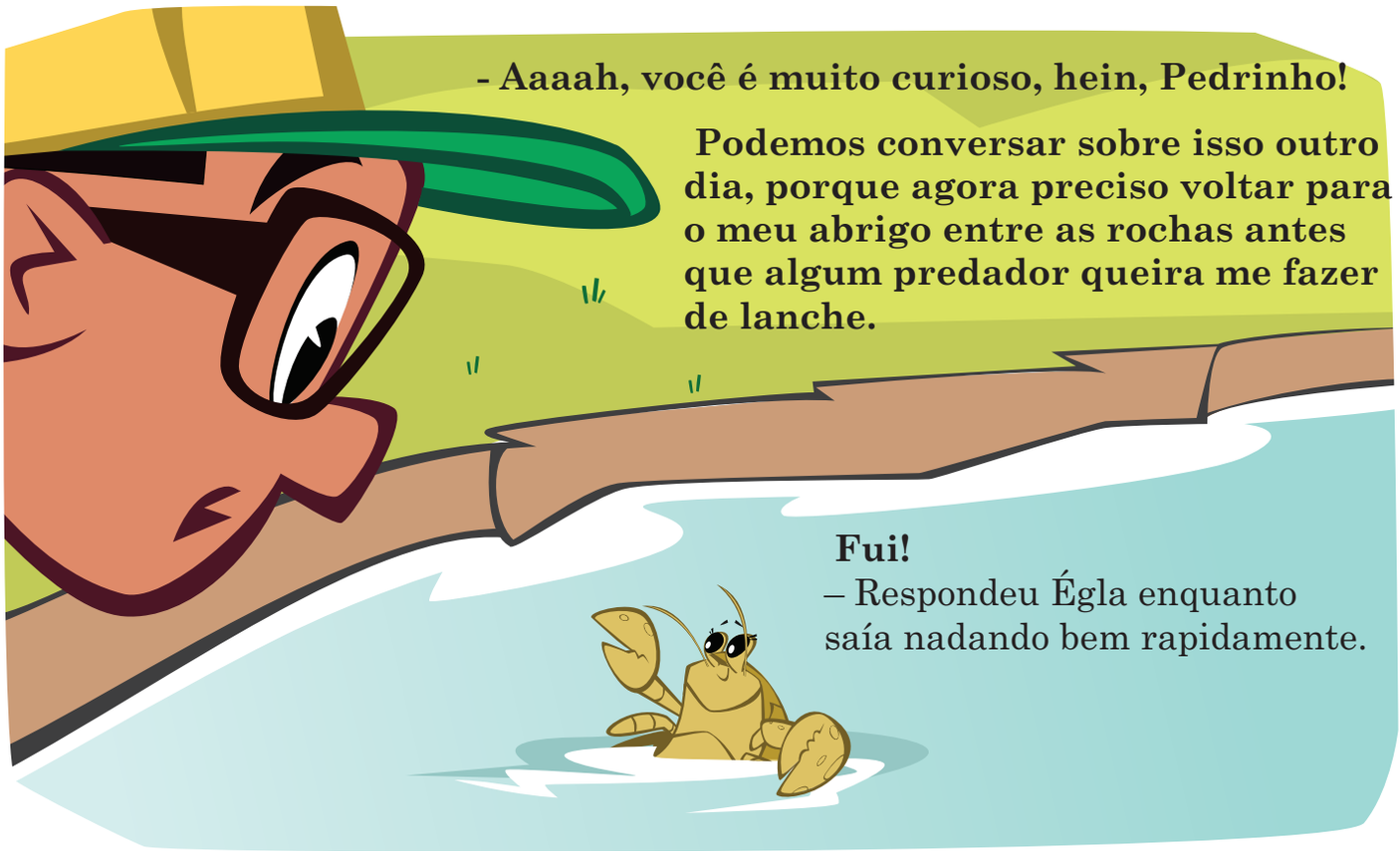
Mas Pedrinho, como sempre um garoto bem curioso sobre natureza, continua:
- Mamãe Égla?! Eu estava pensando aqui e acho que está faltando algo?

- La vem o Pedrinho de novo com seus bons questionamentos, haha. O que está faltando?
- Respondeu Égla, surpresa e curiosa pelo que Pedrinho irá falar



- Se daqui alguns dias você será Mamãe Égla, onde está o papai dos seus filhos?
- Perguntou Pedrinho.

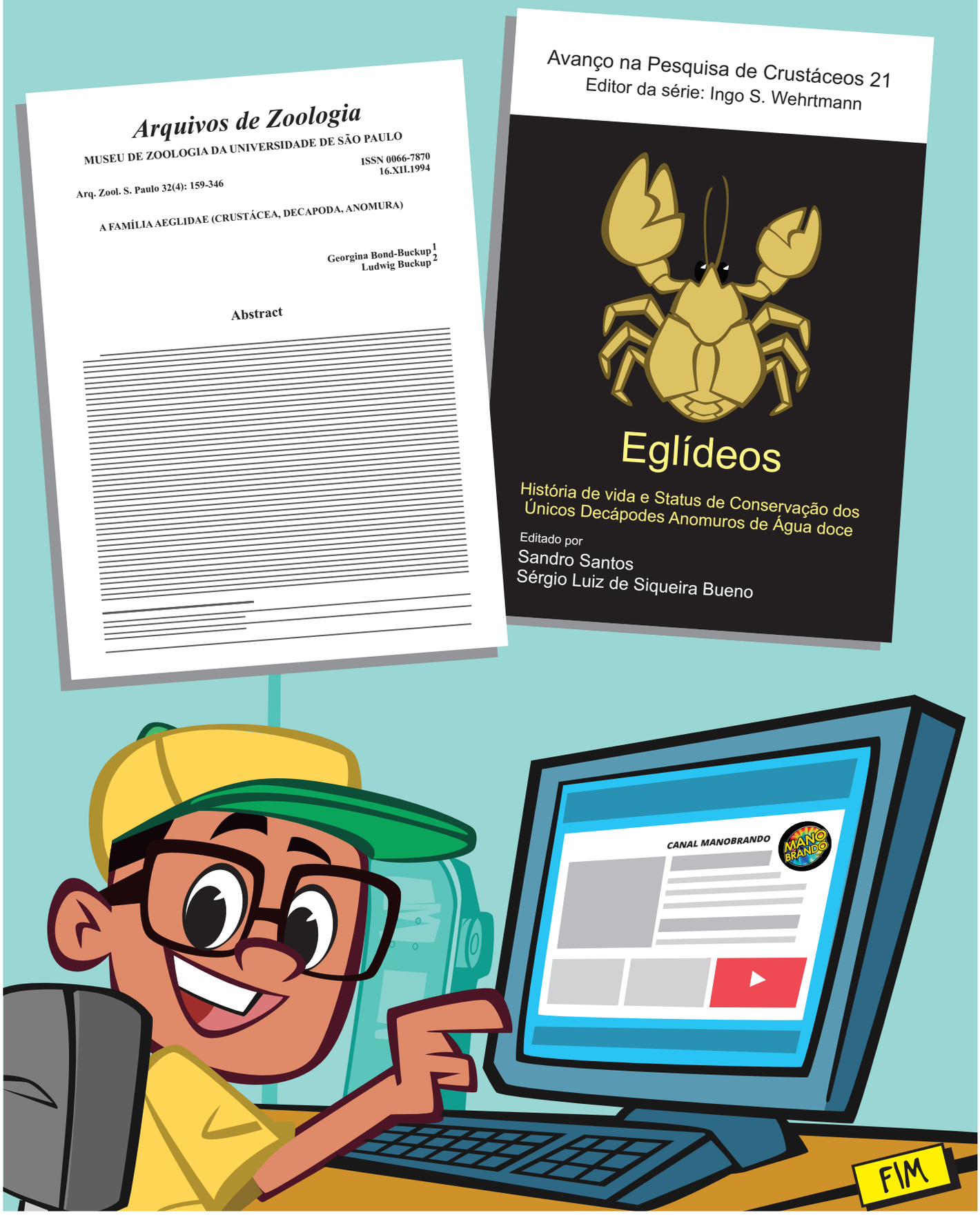




Pedrinho ficou surpreso pelo fato da Égla não ter esperado para dar tchau, mas gritou de longe:



Como já tinha anoitecido, Pedrinho retorna para casa e aproveita para pesquisar mais informações sobre a espécie de crustáceo que encontrou.





A mamãe Égla foi inspirada nas espécies do gênero ***Aegla***, crustáceos que fazem parte da infraordem Anomura, a mesma dos caranguejos ermitões, e são os únicos anomuros existentes em águas continentais. Uma característica peculiar deste gênero é sua distribuição restrita à porção sul da América do Sul, onde habitam rios, riachos, lagos e rios subterrâneos. Eles preferem águas frias, oxigenadas e com leitos rochosos, geralmente com refúgio sob rochas ou entre folhas submersas. Os eglídeos desempenham um papel crucial no ecossistema, atuando como elo nas teias alimentares aquáticas e auxiliando nos processos responsáveis pela recliclagem de nutrientes.


Um dos ambientes naturais onde podemos encontrar espécies de Égla.

Veja o que mais Pedrinho descobriu sobre a Égla:

Espécies do gênero *Aegla* **são indicadoras de boa qualidade ambiental** e de água limpa, pois são encontradas apenas em ambientes com condições favoráveis e águas bem oxigenadas. Devido à sua sensibilidade às variações e perturbações ambientais, elas são altamente vulneráveis a mudanças no seu habitat. **Os cientistas estimam que um número significativo de espécies deste gênero estejam em algum grau de risco de extinção.** Por isso, iniciativas que visam a preservação dessas espécies são importantes, garantindo que continuem cumprindo seu papel ecológico e se reproduzindo adequadamente - A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA é um ótimo exemplo.



VOCÊ SABIA QUE O FORMATO DO CORPO PODE AUXILIAR NA REPRODUÇÃO?

A reprodução é um dos aspectos mais importantes no ciclo de vida dos animais e com as Églas não é diferente. Algumas características fáceis de ver permitem identificar machos e fêmeas, como a presença ou ausência de estruturas que os cientistas chamam de *gonóporos* **(características sexuais primárias)**. Além disso, eles também podem apresentar diferenças no tamanho e na forma do corpo.

Os machos geralmente são maiores, têm pinças maiores e um abdômen mais estreito, enquanto as fêmeas têm um abdômen mais largo e as pinças ligeiramente menores quando comparadas com um macho do mesmo tamanho. Essas características no formato do corpo refletem o dimorfismo sexual entre machos e fêmeas e podem ser chamadas de **características sexuais secundárias.**

O **abdômen mais largo das fêmeas** (mamãe Égla) auxilia na acomodação dos ovos com filhotes até eles finalizarem o seu desenvolvimento.

O momento em que os filhotes saem dos ovos é chamado de **eclosão.** Após esse período, eles permanecem próximos ao corpo da mamãe Égla, em um fenômeno conhecido como **cuidado parental.**



Foto: Prof. Sergio Bueno

Observe como os ovos ficam acomodados ao longo de todo o abdômen da mamãe Égla. Essa região do corpo é tão importante para a reprodução que os pesquisadores acreditam que um abdômen mais largo representa uma **vantagem reprodutiva para as fêmeas.**

VAMOS DESCOBRIR COMO OS CIENTISTAS FAZEM PARA ESTUDAR A REPRODUÇÃO DAS ÉGLAS?

Os pesquisadores que estudam os animais são chamados de Zoólogos. Mas, nem sempre esses cientistas conseguem monitorar as espécies na natureza em tempo real ou trazer todos os indivíduos para o laboratório. Então, para estudar a reprodução das Églas, por exemplo, eles coletam um número específico de indivíduos, chamado **amostra**. Com essa amostra, eles fazem análises e extrapolam os resultados para a população em geral. Mas antes de ir até a natureza, é importante seguir alguns passos do **MÉTODO CIENTÍFICO**.

Primeiro, quando **observam um fato** ou percebem uma lacuna no conhecimento, eles **elaboram hipóteses e objetivos** de estudo para solucionar essas questões. Esse processo também é apoiado com base em pesquisas já realizadas por outros pesquisadores. Em seguida, os cientistas reúnem todos os equipamentos necessários e **vão à natureza para coletar amostras** dos animais. No caso das Églas, eles usam redes ou armadilhas para capturá-las. Além dos indivíduos, também coletam dados sobre a temperatura da água, velocidade da correnteza e outras informações necessárias para pesquisa.





Pesquisadores coletando a Égla em seu ambiente natural



Depois, os cientistas **levam as Églas ao laboratório**, onde anotam todos os detalhes importantes para a sua pesquisa e **analisam as informações biológicas.**

O último passo é **escrever um artigo explicando as conclusões de suas descobertas**, eles montam gráficos para mostrar os resultados e comparam com outros estudos já realizados. Enviam esse artigo para uma **revista científica**, onde passa por um processo de revisão por pares, em que outros cientistas avaliam a qualidade e validade da pesquisa - COMUNICAÇÃO CIENTÍFICA HORIZONTAL.

CONHEÇA AS ETAPAS DO MÉTODO CIENTÍFICO

1 OBSERVAÇÃO



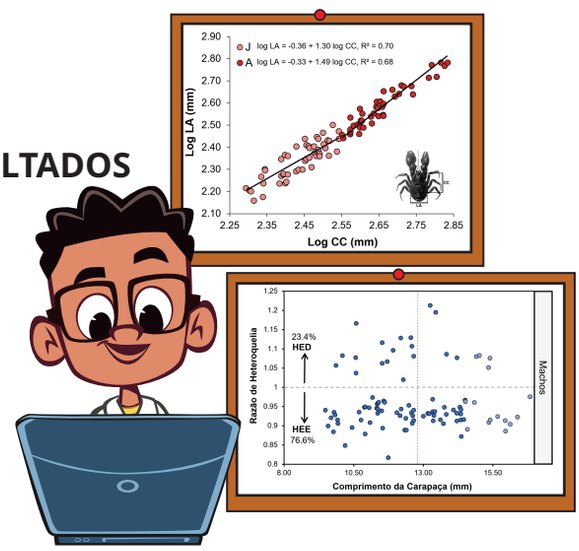
2 HIPÓTESE



3 EXPERIMENTO



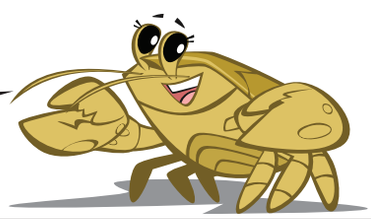
4 RESULTADOS



5 DIVULGAÇÃO



1. Identificar um problema ou questão baseada em algo que foi visto ou notado.
2. Formular uma suposição ou explicação que possa ser testada.
3. Realizar testes controlados para investigar a hipótese.
4. Coletar e analisar os dados obtidos durante o experimento.
5. Compartilhar os achados com a comunidade científica e o público.

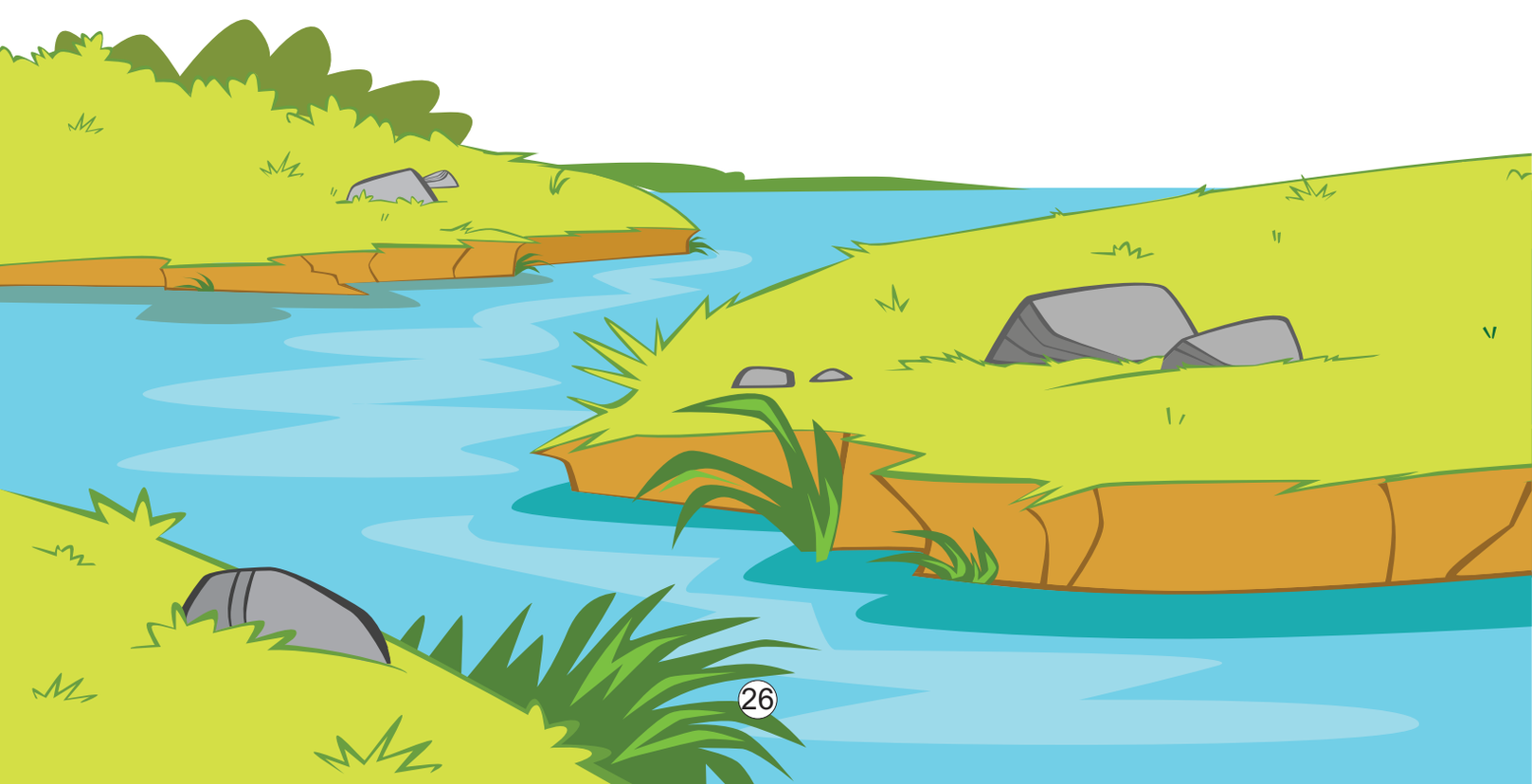


GLOSSÁRIO

Abdômen: É a parte posterior do corpo de muitos animais, localizada atrás do tórax. Nos crustáceos, o abdômen desempenha funções importantes que variam conforme a espécie. Ele pode ser usado para locomoção ou, no caso de algumas fêmeas, para carregar e proteger os ovos até que estejam prontos para eclodir.

Caranguejo: É um grupo de crustáceo com olhos proeminentes em hastes, e que possuem cinco pares de pernas, sendo que o primeiro par é geralmente modificado em pinças grandes e fortes usadas para defesa e captura de alimentos. Vivem tanto em água doce quanto salgada.

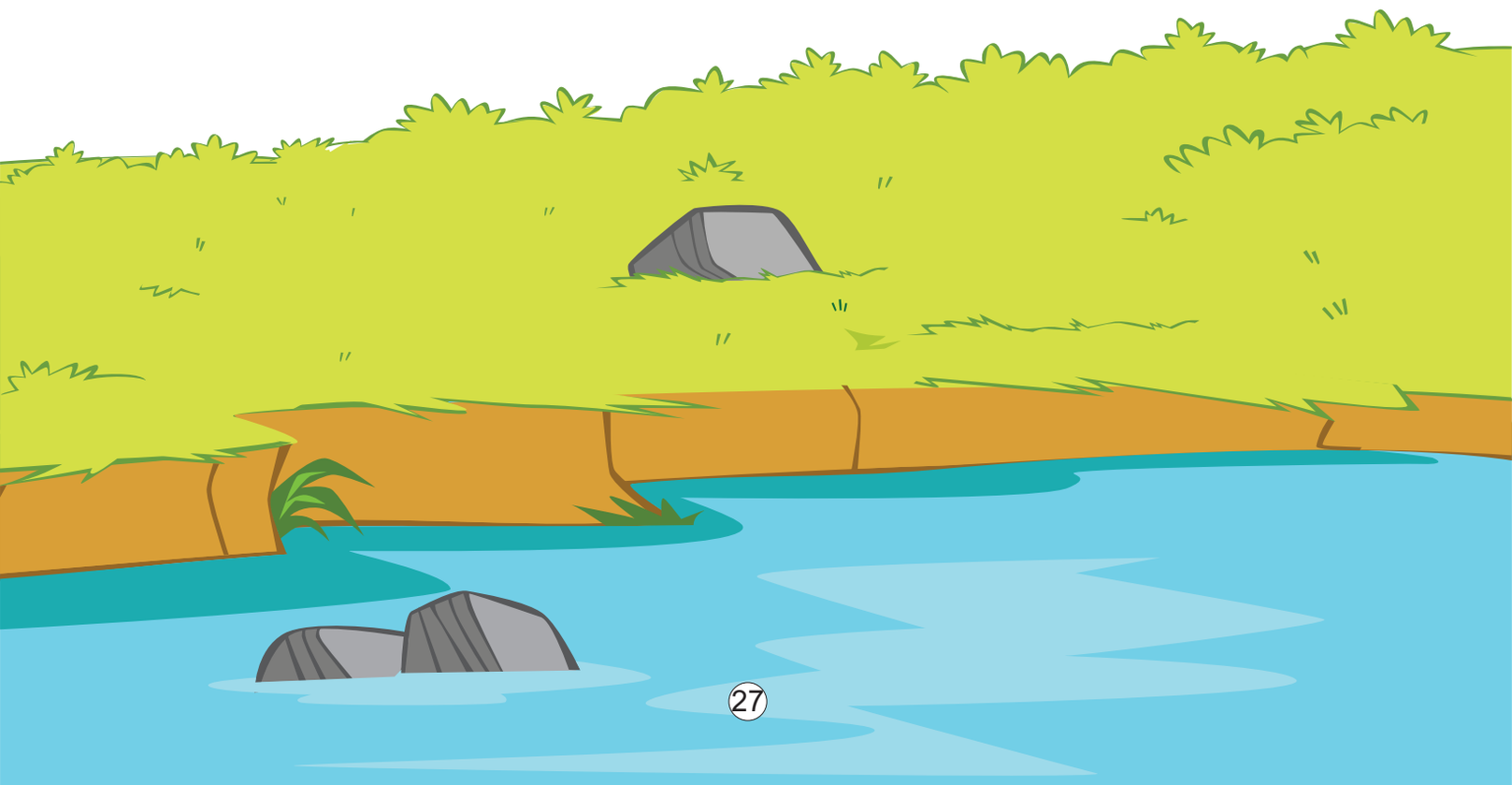
Ciclo de vida: Inclui todas as fases da vida de um organismo, desde o nascimento até a reprodução e eventual morte. Em muitos animais, isso inclui fases como ovo, larva, adulto e, às vezes, várias mudanças de forma.



Zoólogos: Zoólogos são cientistas que estudam animais, incluindo o comportamento, aspectos de sua biologia e as maneiras como interagem com seu ambiente.

Crustáceo: Um grupo de animais invertebrados que pertencem ao grupo dos artrópodes, aqueles com pernas articuladas e um esqueleto externo e rígido. Como exemplo desta classe podemos citar o camarão, a lagosta, o siri e o caranguejo.

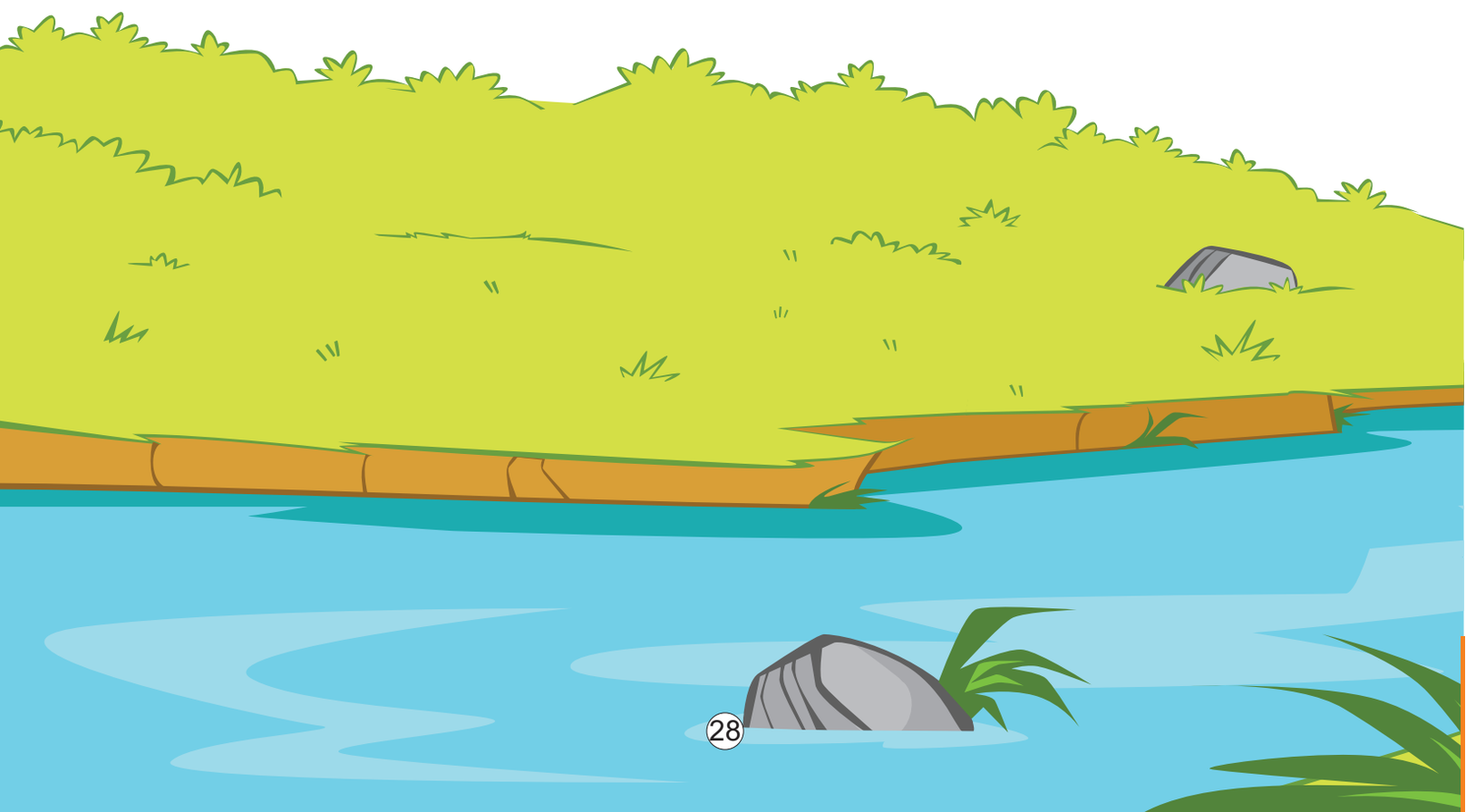
Desenvolvimento direto: Quando um organismo nasce ou eclode de seu ovo já parecido com sua forma adulta.



Espécies Crípticas (Complexo de espécies): Se refere a grupos de espécies que são muito semelhantes em aparência, mas são geneticamente distintas. Isso muitas vezes torna difícil para os cientistas distingui-las apenas analisando a morfologia.

Espécie Endêmica: Espécies restritas a determinada região geográfica, ou seja, ocorrem exclusivamente em uma região geográfica específica.

Extinção: Total desaparecimento de uma espécie. Isso pode ser resultado de fatores naturais como mudanças climáticas ou impactos humanos, como a destruição de habitats.

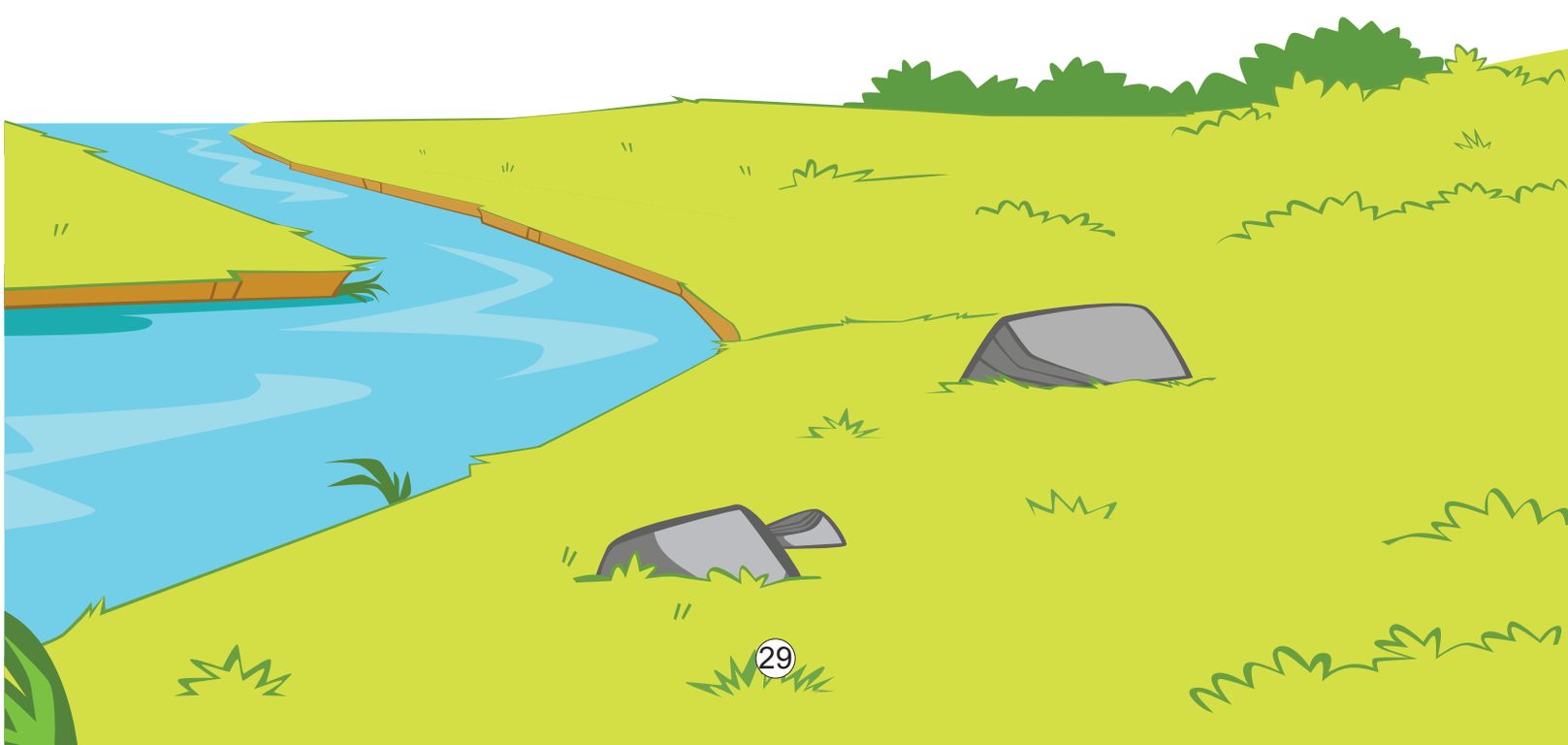


Família *Aeglidae*: Aeglidae é uma família de crustáceos da infraordem Anomura que integram representantes de água doce e marinhos.

Gênero *Aegla*: Reúne os integrantes do grupo Anomura que habitam ambientes de água doce, com distribuição restrita ao sul da América do Sul.

Fatores Abióticos: São elementos naturais não vivos do ambiente, como água, solo, clima e luz, que influenciar a vida dos seres vivos.

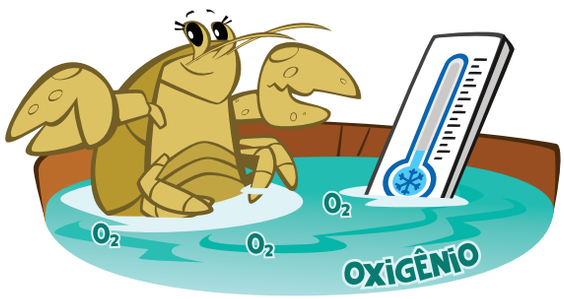
Serviços Ecossistêmicos: São benefícios que os humanos obtêm dos ecossistemas naturais, como água potável, polinização de plantas e regulação do clima.



TESTANDO SEU CONHECIMENTO

QUE TAL SEGUIR AS COORDENADAS E DESCOBRIR QUE AS ÉGLAS SÃO TÃO SENSÍVEIS ÀS:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	J	V	K	I	R	O	R	Z	Q	S
2	Õ	W	X	M	L	A	Y	L	T	E
3	A	N	R	N	P	U	B	M	Ç	V



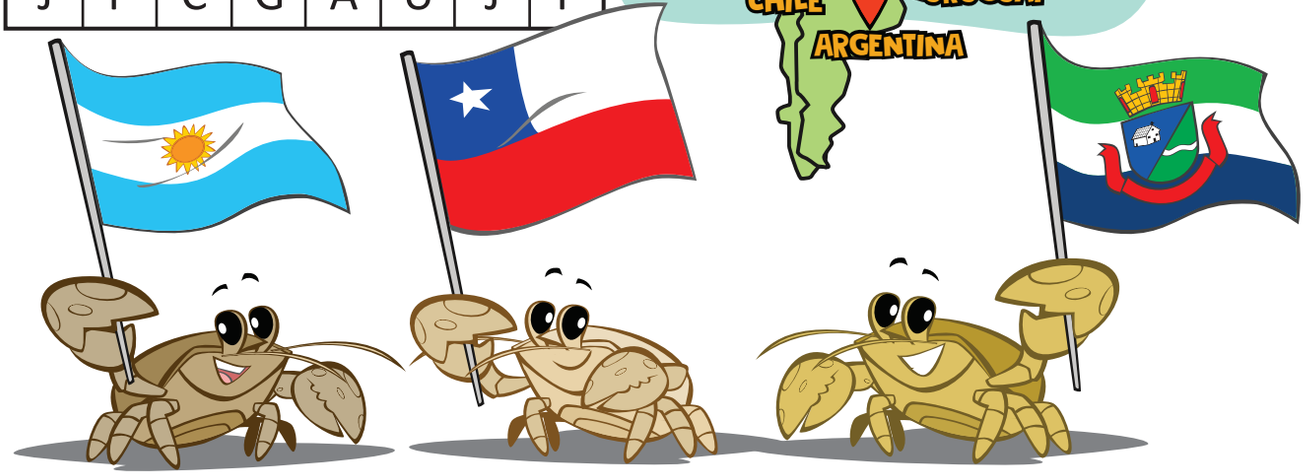
B1	*F2*	*G1*	*D1*	*F2*	*I3*	*A2*	*J2*	*J1*

F2	*D2*	*G3*	*D1*	*J2*	*B3*	*I2*	*F2*	*D1*	*J1*

VAMOS RISCAR TODAS AS LETRAS F, G, U E J PARA VER O QUE SIGNIFICA SER UMA ESPÉCIE COM DISTRIBUIÇÃO RESTRITA À ALGUMAS REGIÕES:

F	E	G	S	U	P	J	F
E	G	C	I	U	J	F	E
G	E	U	J	N	F	G	U
J	F	G	D	U	J	E	F
G	M	U	J	F	I	G	U
J	F	C	G	A	U	J	F





TROCANDO OS SÍMBOLOS PELAS LETRAS CORRESPONDENTES, VOCÊ DESCOBRIRÁ O TIPO DE AMBIENTE EM QUE AS ÉGLAS OCORREM!

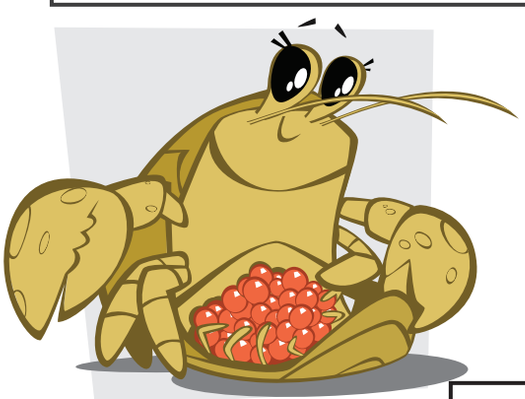
© =G	∞ =A	¥ =D	£ =C
♙ =Á	⌂ =E	◊ =O	❁ =U



♙	©	❁	∞

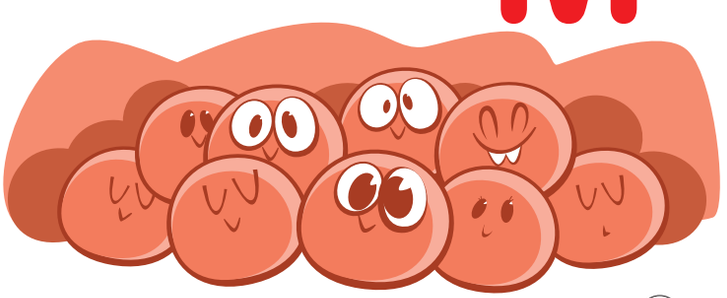
¥	◊	£	⌂

COLOQUE AS LETRAS NOS LOCAIS INDICADOS E CONHEÇA O NOME DA ESTRUTURA QUE AJUDA AS MAMÃES ÉGLAS INCUBAREM SEUS OVOS

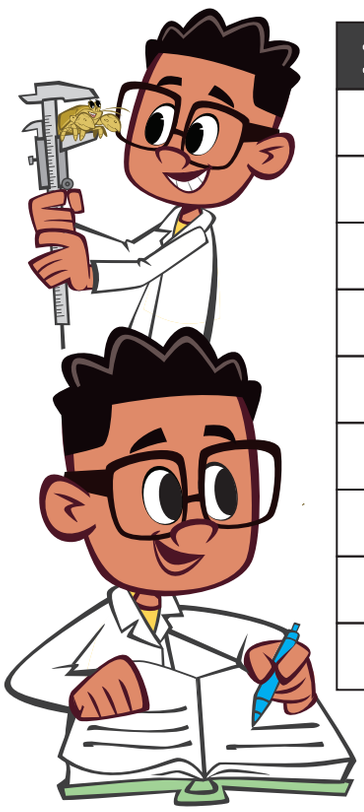


Ô D N

A M B E



SEGUINDO O CAMINHO DO QUADRO 1 NO QUADRO 2, VOCÊ VERÁ O MÉTODO QUE OS PESQUISADORES UTILIZAM EM SUAS PESQUISAS:



1						

2	A	M	E	B	B	F
J	I	H	D	T	M	G
C	E	F	D	O	L	L
A	K	X	S	D	E	O
I	H	J	C	O	C	E
R	B	I	B	W	U	Z
N	E	D	P	N	D	S
T	A	S	I	X	N	A
I	N	G	O	Z	X	M
F	I	C	O	K	A	B

SOBRE AS ETAPAS DESTE MÉTODO, RELACIONE CORRETAMENTE AS COLUNAS DA ESQUERDA, COM SUA EXPLICAÇÃO NA COLUNA DA DIREITA:

1. OBSERVAÇÃO

2. HIPÓTESE

3. EXPERIMENTO

4. RESULTADOS

5. DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

A) Realizar testes controlados para investigar a hipótese.

B) Formular uma suposição ou explicação que possa ser testada.

C) Identificar um problema ou questão baseada em algo que foi visto ou

D) Compartilhar os achados com a comunidade científica e o público.

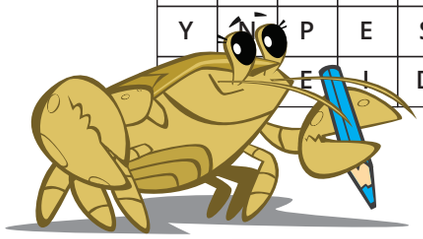
E) Coletar e analisar os dados obtidos durante o experimento.

RESPOSTAS: 1C; 2B; 3A; 4E; 5D

VAMOS ENCONTRAR NO CAÇA-PALAVRAS ALGUNS CONCEITOS CITADOS EM NOSSA HISTÓRIA:

ESPÉCIES CRÍPTICAS - FATORES AMBIENTAIS - OVOS - CRUSTÁCEOS
ESPÉCIE ENDÊMICA - ABDÔMEN - OXIGÊNIO - ÉGLA

S	A	R	D	A	P	U	E	L	M	I	T	N	A	H	N	N	E	A
E	S	P	É	C	I	E	S	C	R	I	P	T	I	C	A	S	R	Z
F	A	T	O	R	E	S	A	M	B	I	E	N	T	A	I	S	H	F
E	L	H	V	U	N	F	R	F	E	B	S	A	E	S	E	É	D	C
E	H	F	O	S	H	R	O	P	A	H	T	E	O	E	U	G	E	U
D	E	D	S	T	T	N	O	A	B	D	Ô	M	E	N	Y	L	R	G
E	E	D	A	Á	H	R	H	P	L	E	T	O	B	R	E	A	N	H
E	S	P	É	C	I	E	E	N	D	Ê	M	I	C	A	I	I	A	I
T	C	I	L	E	I	N	M	H	E	C	D	R	N	A	E	H	O	A
U	O	I	M	O	X	I	G	Ê	N	I	O	U	A	T	E	S	Y	O
Y	N	P	E	S	E	T	C	T	G	S	I	N	E	R	O	L	E	U
E	I	D	K	R	R	H	S	O	D	A	F	Y	A	S	E	L		

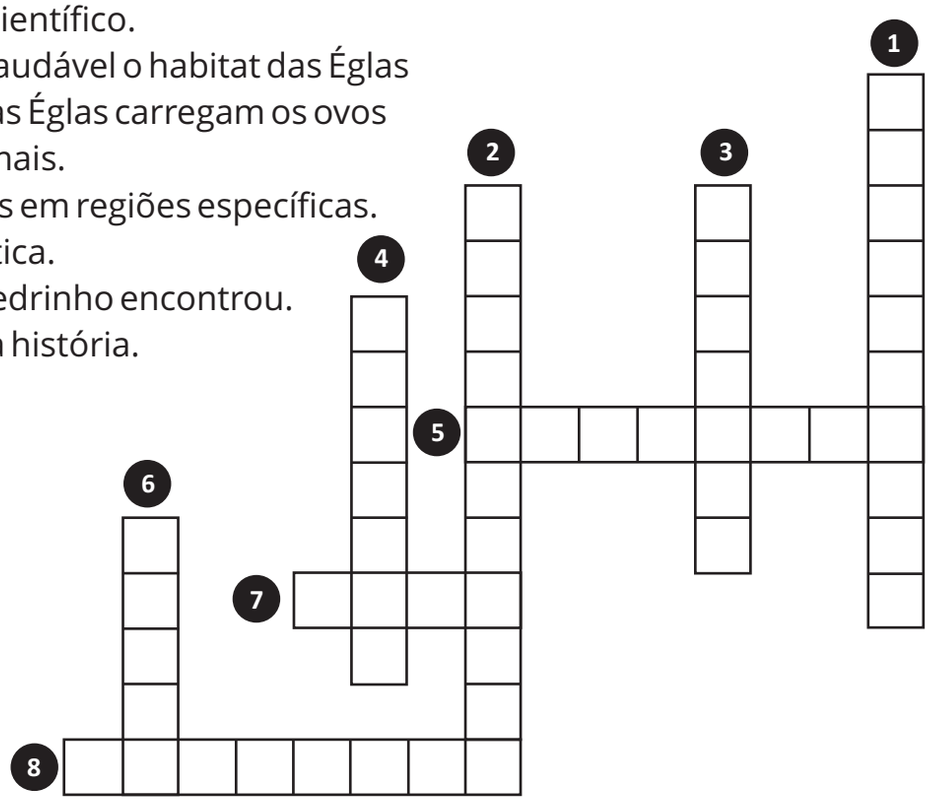


RESPOSTA: Ovos, Égla e Crustáceo estão na VERTICAL e todas as demais palavras na HORIZONTAL

COMPLETE A CRUZADA COM AS PALAVRAS QUE RESPONDEM AS PERGUNTAS ABAIXO

1) Primeira etapa do Método Científico.
2) Ato essencial para manter saudável o habitat das Églas
3) Estrutura do corpo em que as Églas carregam os ovos
4) Cientista que estuda os animais.
5) Espécie que ocorrem apenas em regiões específicas.
6) Esporte que o Pedrinho pratica.
7) Nome do crustáceo que o Pedrinho encontrou.
8) Nome do skatista curioso da história.





RESPOSTAS: 1) Observação; 2) Preservação; 3) Abdômen; 4) Zoólogo; 5) Endêmica; 6) Skate; 7) Égla 8) Pedrinho

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto de Biociências de Botucatu (IBB - Unesp)

À CAPES, pela concessão de bolsa durante o período de mestrado (nº 88887.896554/2023-00).

Ao PPG Ciências Biológicas (Zoologia)

Agradeço a todas as pessoas que, gentilmente, dedicaram seu tempo para compartilhar sugestões, tornando este livro possível.



SOBRE OS AUTORES



Pedro Henrique Reis:

Biólogo educador licenciado em Ciências Biológicas pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP). Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia) pelo Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Atua como professor de Ciências e Biologia na Educação Básica e como pesquisador no Laboratório de Biologia de Invertebrados Aquáticos (LaBIAqua).

Antonio Leão Castilho

Professor doutor do Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Atua como orientador de alunos de Mestrado e Doutorado, além de pesquisador e coordenador no Laboratório de Biologia de Invertebrados Aquáticos (LaBIAqua).





Eduardo Antonio Bolla Júnior

Professor Doutor no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP - Campus Avaré). Coordenador do Laboratório de Crustáceos Continentais e Marinhos (LaCCoM) da mesma instituição.

Seja bem-vindo às aventuras de “Pedrinho e a Vida Secreta dos Riachos”! Pedrinho é um garoto skatista, curioso e que adora explorar o mundo ao seu redor. Um dia, enquanto praticava suas manobras, ele acaba deixando o skate cair em um riacho próximo à pista. Ao se aproximar do local, faz uma descoberta inesperada e surpreendente: uma pequena criatura chamada Égla, um crustáceo que vive em água doce e tem muito a nos ensinar. Juntos, Pedrinho e Égla embarcam em um diálogo cheio de aprendizado e diversão, com cada página revelando algo novo sobre a biologia desses animais e as características do ambiente onde vivem. Este livro também é um convite para mergulhar em uma história repleta de descobertas científicas, trazendo uma importante mensagem sobre a preservação da natureza e a conservação de espécies ameaçadas. Venha conosco e descubra parte da vida secreta e fascinante que podemos encontrar escondida nos riachos. Secreta apenas porque não estamos atentos o suficiente para vê-la, mas Pedrinho à descobriu.

