



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes

Ana Júlia Brown Bezerra Nabuco

**Taxonomia de *Hyalella* Smith, 1874 (Amphipoda: Hyalellidae) da
parte alta do Parque Nacional do Itatiaia, RJ e MG**

Rio de Janeiro

2024

Ana Júlia Brown Bezerra Nabuco

**Taxonomia de *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda: Hyaellidae) da parte alta do
Parque Nacional do Itatiaia, RJ e MG**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. André Resende de Senna
Coorientador: Prof. Dr. Ronaldo Figueiró P. Pereira

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CTC/A

N117 Nabuco, Ana Júlia Brown Bezerra.
Taxonomia de *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda: Hyaellidae) da parte
alta do Parque Nacional do Itatiaia, RJ e MG / Ana Júlia Brown Bezerra
Nabuco. – 2024.
76 f.: il.

Orientador: André Resende de Senna
Coorientador: Ronaldo Figueiró Portella Pereira
Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) - Universidade do Estado
do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes.

1. Crustáceos - Parque Nacional do Itatiaia (RJ e MG) - Teses. I. Senna,
André Resende de. II. Pereira, Ronaldo Figueiró Portella. III. Universidade do
Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes. IV.
Título.

CDU 595.3

Patricia Bello Meijinhos CRB7/5217 - Bibliotecária responsável pela elaboração da ficha catalográfica

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta
dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

28/03/2024

Data

Ana Júlia Brown Bezerra Nabuco

**Taxonomia de *Hyalella* Smith, 1874 (Amphipoda: Hyalellidae) da parte alta do
Parque Nacional do Itatiaia, RJ e MG**

Dissertação apresentada como requisito
parcial para a obtenção do título de Mestre,
ao Programa de Pós-Graduação em
Ecologia e Evolução, da Universidade do
Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 29 de fevereiro de 2024.

Coorientador:

Prof. Dr. Ronaldo Figueiró Portella Pereira
Faculdade de Ciências Biológicas e Saúde – UERJ Zona Oeste

Banca de Examinadora:

Prof. Dr. André Resende de Senna (Orientador)
Faculdade de Formação de Professores – FFP– UERJ

Prof. Dr. Luiz Felipe de Andrade
University of Lodz – Lodz, Polônia

Prof. Dr. Jesser Fidelis de Souza Filho
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Rio de Janeiro
2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às minhas avós, mulheres à frente do tempo e inspiradoras.
Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

À UEZO, como era chamada durante minha graduação, universidade que me acolheu e me formou profissional, lugar onde estive por cinco anos e conheci profissionais incríveis que me fizeram me sentir no caminho certo. À UERJ campus Maracanã, ao PPGEE e aos seus profissionais incríveis. À CAPES pela bolsa de fomento sem a qual não seria possível concluir mais esta etapa da minha vida acadêmica.

Ao André Senna, por ter aceito me orientar, por todos os ensinamentos e puxões de orelha essenciais ao meu crescimento, amadurecimento e fortalecimento como profissional e por ter aberto as portas do Laboratório de Carcinologia da UERJ, onde conheci pessoas maravilhosas e muito marcantes na minha trajetória, obrigada! Obrigada também à Bibica, Victória e Mirella por terem me ensinado e compartilhado tanta experiência e a todas as meninas com quem convivi no laboratório ao longo destes dois anos.

Ao Ronaldo Figueiró, meu (des)orientador do coração, que me acompanha desde a graduação, me apoiando e incentivando desde sempre, com as palavras e conselhos especiais, peça fundamental para essa minha conquista! Obrigada!

À Alessandra Bueno (Ale), que me ensinou não somente sobre taxonomia de *Hyaella*, mas sobre como viver mais leve e que com pepino, a gente faz salada. Obrigada por ter aberto as portas do seu laboratório e da sua casa pra mim! Ao laboratório de Carcinologia da UFLA e às pessoas incríveis que eu tive o prazer de conhecer: Lud, Ray, Amanda, Mari, Mirella, Luiz e todas que me acolheram e que não dá para citar uma a uma! Gosto muito de vocês.

Aos meus pais Armando e Cláudia, por todo o amor, carinho, incentivo, paciência e dedicação à minha vida acadêmica. Aos meus irmãos, Ana Carolina e Gabriel, por serem meus melhores amigos e grandes incentivadores. À minha tia, Beatriz, por sempre despertar em mim o meu lado intelectual. À minha madrinha Adriana, por todo tempo dedicado a mim. Às minhas avós Judite e Nancy e meus avôs que aplaudem meu sucesso do céu e sempre lutaram por mim. Aos meus queridos cunhados Julio e Bruna e à minha tia do coração Dri. Vocês todos foram fundamentais nos meus momentos de refúgio. Amo vocês.

Ao meu parceiro de vida, meu melhor amigo e incentivador, Matheus. Nossas

vidas se uniram na graduação e desde lá é peça chave em todas as minhas conquistas, comemorando os meus altos e me apoiando e incentivando nos meus baixos. Muito obrigada, amo você! Também à Claudia, Luiz, Patrícia, Cynthia, Andressa, Letícia, Davi, Daniel, Dna. Helena e Dna. Suely, por terem tornado tudo muito mais leve e por terem me acolhido ao longo de todos esses anos.

Não poderia deixar de agradecer ao Guilherme, Thainá e Carlinhos, por fazerem parte da minha vida!

RESUMO

NABUCO, Ana Júlia Brown Bezerra. *Taxonomia de Hyalella Smith 1874 (Amphipoda: Hyalellidae) da parte alta do Parque Nacional do Itatiaia, RJ e MG*. 2024. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Hyalella Smith, 1874 é um gênero de anfípodes dulcícola endêmico do continente americano. Na América do Sul, este é o único gênero epígeo de água doce e, apesar disto a sua diversidade é pouco explorada. Tendo em vista os diferentes graus de sensibilidade à poluição ambiental dos hyalellídeos e a rápida depredação dos ecossistemas lacustres, torna-se urgente a ampliação do conhecimento acerca do grupo e de suas distintas espécies. Diante disto, esta dissertação objetiva realizar um taxonômico das espécies do gênero *Hyalella* pertencentes a uma área de prioridade de conservação, o Parque Nacional do Itatiaia. O material foi coletado nos anos de 2012 e 2013, nas regiões 22°21'22"S – 44°44'07"O, 22°24'S – 44°41'O e 22°22'13,3"S – 44°42'32,6"O, sendo as espécies presentes nas duas primeiras localidades espécies novas (*Hyalella* sp. nov. 1 e *Hyalella* sp. nov. 2), enquanto a presente na última tratava-se de exemplares de *H. montana* Rodrigues, Senna, Quadra & Bueno, 2017. Cada espécie nova foi dissecada, ilustrada e digitalizada. *Hyalella* sp. nov. 1 tem como principais características cerdas paposserradas na placa interna da maxila 2; gnatópodo 1 com cerdas serradas na base, ísquio, mero, carpo e própodo, face interna do carpo e do própodo com cerda serrada com acessória, lobo carpal com escamas e margem póstero-distal do própodo com escamas e padrão poligonal; gnatópodo 2 com cerda serrada na base, ísquio, mero e margem anterior do carpo, mero e carpo também com cerdas serradas com acessória; urópodo 1 do macho com uma cerda curva no ramo interno; placa epimeral 2 acuminada e maior que as demais. Já a *Hyalella* sp. nov. 2 difere-se das demais por apresentar uma cerda apical no palpo da maxila 1; maxilípodo com unha distal serrada; gnatópodo 1 com cerdas serradas na base, ísquio, mero, carpo e própodo, cerda serrada com acessória na face interna do lobo carpal e própodo e presença de padrão poligonal no ísquio, mero, própodo e dáctilo; gnatópodo 2 com cerda serrada na base, ísquio, mero e carpo, base, mero e carpo também com cerda serrada com acessória; o urópodo 1 do macho possui, como variação, cerda curva no ramo interno e, quando presente, esta possui cerda acessória. A coleção de Crustacea da UERJ foi fortalecida com 1.556 exemplares das três espécies distribuídos em 110 novos lotes. Foi elaborada também uma chave dicotômica para macho das espécies epígeas do sudeste brasileiro, na qual a espécie *H. montana* aparece duas vezes devido ao fato de seus exemplares poderem ter ou não olhos presentes. Ao final deste trabalho sobe para 44 o número total de espécies brasileiras oficialmente válidas, das quais 19 pertencerão à região sudeste (sete em Minas Gerais, sete em São Paulo, além da *H. warmingi* Stebbing, 1899, descrita para ambos os estados e quatro no Rio de Janeiro), sendo 15 epígeas.

Palavras-chave: dulcícola; classificação; epígea; sudeste brasileiro.

ABSTRACT

NABUCO, Ana Júlia Brown Bezerra. *Taxonomy of Hyalella Smith 1874 (Amphipoda: Hyalellidae) from the higher area of Itatiaia National Park, RJ and MG.* 2024. 76f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Hyalella Smith, 1874 is a genus of freshwater amphipod endemic to the American continent. In South America, this is the only epigeal freshwater genus and, despite this, its diversity is little explored. Considering the different degrees of sensitivity to environmental pollution of hyalellids and the rapid depredation of lake ecosystems, it is urgent to expand knowledge about the group and its different species. In view of this, this dissertation aims to carry out a taxonomic analysis of species of the genus *Hyalella* belonging to an area of conservation priority, the Itatiaia National Park. The material was collected in 2012 and 2013, in the regions of 22°21'22"S – 44°44'07"O, 22°24'S – 44°41'O e 22°22'13,3"S – 44°42'32,6"O, with the species present in the first two localities being new species (*Hyalella* sp. nov. 1 and *Hyalella* sp. nov. 2), while the latter were specimens of *H. montana* Rodrigues, Senna, Quadra & Bueno, 2017. Each new species was dissected, illustrated and digitalized. *Hyalella* sp. nov. 1 has as its main characteristics paposerrate setae on the inner plate of maxilla 2; gnathopod 1 with serrate setae at the base, ischium, merus, carpus and propodus, inner surface of the carpus and propodus with serrate setae with accessory seta, carpal lobe with scales and postero-distal margin of the propodus with scales and polygonal pattern; gnathopod 2 with serrate setae at the base, ischium, merus and anterior margin of the carpus, merus and carpus also with serrate setae with accessory seta; uropod 1 of the male with a curved setae on the inner ramus; epimeral plate 2 acuminate and larger than the others. *Hyalella* sp. nov. 2 differs from the others in that it has an apical setae on the palp of maxilla 1; maxilliped with a serrate distal nail; gnathopod 1 with serrate setae at the base, ischium, merus, carpus and propodus, serrate setae with accessory seta on the inner surface of the carpal lobe and propodus and the presence of a polygonal pattern on the ischium, merus, propodus and dactyl; gnathopod 2 with a serrate setae at the base, ischium, merus and carpus, base, merus and carpus also with serrate setae with accessory seta; the male's uropod 1 has, as a variation, a curved seta on the inner ramus and, when present, it has an accessory seta. The UERJ crustacean collection was strengthened with 1,556 specimens of the three species distributed in 110 new lots. A dichotomous key was also developed for the male of epigeal species from southeastern Brazil, in which the species *H. montana* appears twice due to the fact that its specimens may or may not have eyes present. At the end of this work, the total number of officially valid Brazilian species rises to 44, of which 19 belong to the southeast region (seven in Minas Gerais, seven in São Paulo, in addition to *H. warmingi* Stebbing, 1899, described for both states and four in Rio de Janeiro), 15 of which are epigeal.

Keywords: freshwater; classification; Epigeal; southeastern Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Esquema básico do corpo de um Amphipoda e seus apêndices	16
Figura 2 -	Casal de <i>Hyaella azteca</i> em amplexo.....	22
Figura 3 -	Pontos de coleta no PNI. Localidades tipo de <i>Hyaella</i> sp. nov. 1 (Nascente do rio Campo Belo) e de <i>Hyaella</i> sp. nov. 2 (Brejo da Lapa)	32
Figura 4 -	A. Nascente do rio Campo Belo, localidade tipo de <i>Hyaella</i> sp. nov. 1; B. Brejo da Lapa, localidade tipo de <i>Hyaella</i> sp. nov. 2.	32
Figura 5 -	Guia de referência de alguns caracteres e nomenclaturas	33
Figura 6 -	Ilustração dos tipos de cerdas.....	33
Tabela 1-	Tipos de cerdas.....	34
Figura 7 -	Holótipo e alótipo de <i>Hyaella</i> sp. nov. 1.....	36
Figura 8 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Holótipo (UERJ 3745): Antenas, Labro, Lábio, Mandíbulas, Maxilas, Maxilípodo. Parátipo macho (UERJ 2344): Mandíbula.....	42
Figura 9 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Parátipo macho (UERJ 2345): Gnatópodos.....	43
Figura 10 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Parátipo macho (UERJ 2345): Pereiópodos.....	44
Figura 11 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Parátipo macho (UERJ 2345): Epímeros; Pleópodo; Urópodos.....	45
Figura 12 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Alótipo (UERJ 3746): Habitus. Parátipo fêmea (UERJ 3462): Gnatópodos, télson.....	46
Figura 13 -	Holótipo e alótipo de <i>Hyaella</i> sp. nov. 2	49

Figura 14 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Holótipo (UERJ 3743): Habitus. Parátipo macho (UERJ 2385): Antenas, Labro, Lábio, Mandíbula direita, Maxilas, Maxilípodo. Parátipo macho (UERJ 3275): Mandíbula esquerda.....	55
Figura 15 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Parátipo macho (UERJ 2385): Gnatópodos.....	56
Figura 16 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Parátipo macho (UERJ 2385): Pereiópodos.....	57
Figura 17 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"). Parátipo macho (UERJ 2385): Epímeros, Pleópodo, Urópodos 1, Télson. Parátipo macho (UERJ 3691): Urópodo.....	58
Figura 18 -	<i>Hyaella</i> sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Alótipo (UERJ 3744): Habitus. Parátipo fêmea (UERJ 3695): Gnatópodos, Télson.....	59
Tabela 2 -	Caracteres das espécies epígeas de <i>Hyaella</i> do sudeste brasileiro	62

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	14
1	OBJETIVOS.....	30
1.1	Objetivo geral	30
1.2	Objetivos específicos	30
2	METODOLOGIA	31
3	RESULTADOS.....	36
4	CHAVE DICOTÔMICA DE IDENTIFICAÇÃO PARA MACHOS DE ESPÉCIES EPÍGEAS DO SUDESTE DO BRASIL.....	63
5	DISCUSSÃO GERAL	66
	CONCLUSÃO	67
	REFERÊNCIAS	69

INTRODUÇÃO

Os crustáceos representam um dos maiores e bem-sucedidos grupos de invertebrados (KLEIN *et al.*, 2015). Sua grande diversidade morfológica, associada à sua longa história evolutiva dificultam sua classificação taxonômica, que passou por diversas modificações ao longo dos anos (LOWRY; MYERS, 2013). Acredita-se que o grupo mais primitivo de Crustacea é Branchiopoda, devido a evidências de sua datação beirarem o Cambriano Superior e provavelmente anterior a ele (FRYER, 1999).

A ordem Amphipoda é uma das maiores do subfilo Crustacea, pertence à Classe Malacostraca, Subclasse Eumalacostraca, Superordem Peracarida, é composta por 239 famílias, 1.770 gêneros e aproximadamente 10.600 espécies (HORTON *et al.*, 2024). Seus indivíduos possuem corpo relativamente pequeno (normalmente variando entre 5 a 15 mm) (VÄINÖLÄ *et al.*, 2007), geralmente comprimido lateralmente e em formato de gancho, com um par de olhos sésseis pigmentados que tendem a ser reduzidos ou até ausentes em algumas espécies (CHAPMAN, 2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007, LOWRY; MYERS, 2013, 2017; KLEIN *et al.*, 2015).

Seu corpo segmentado é formado por cabeça (céfalon), tórax (péleon) e abdome (pléon) que juntos totalizam 19 segmentos, dos quais cinco são cefálicos, oito torácicos (sendo o primeiro fusionado aos cefálicos) e seis abdominais (dos quais os três primeiros constituem o pleossoma e os três últimos o urossoma), além de um télson terminal (CHAPMAN, 2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007). A cabeça ainda é constituída por um ácron pré-segmentado e cinco segmentos: antênulas e antenas, conhecidas também como antenas 1 e 2, um par de mandíbulas (denominadas mandíbula esquerda e direita), maxila 1 e maxila 2 (CHAPMAN, 2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007, LOWRY; MYERS, 2013, 2017; KLEIN *et al.*, 2015).

De cada segmento torácico partem pares de apêndices especializados e também segmentados que variam de acordo com os diferentes grupos de Crustacea, morfológica, funcional e nominalmente. Devido ao fato de, em anfípodes, o primeiro seguimento torácico ser fusionado ao cefálico seus integrantes portam um par de maxilípodos (apêndice inicialmente torácico adaptado ao aparato bucal) e

sete pares de pereiópodos, sendo os dois primeiros denominados gnatópodos. Desta forma, considera-se: Gnatópodos 1 e 2 e pereiópodos 3 a 7, sendo os quatro primeiros orientados posteriormente e os três últimos anteriormente. Cada apêndice é constituído por placa coxal, base, ísquio, mero, carpo, própodo e dáctilo (Figura 1) (CHAPMAN,2007).

Já dos segmentos abdominais, por sua vez, partem pares apêndices geralmente birremes, denominados pleópodos e urópodos os pertencentes ao pleossoma e urossoma, respectivamente. Estes são constituídos por um pedúnculo, um ramo interno e outro externo (Figura 1) (CHAPMAN,2007). Em Amphipoda, o télson não é fusionado, sendo esta uma das características que o separa de seu grupo irmão Isopoda, assim como os três pares de urópodos, que são uma sinapomorfia do grupo (POORE, 2005; CHAPMAN,2007, LOWRY; MYERS, 2013, 2017; KLEIN *et al.*, 2015).

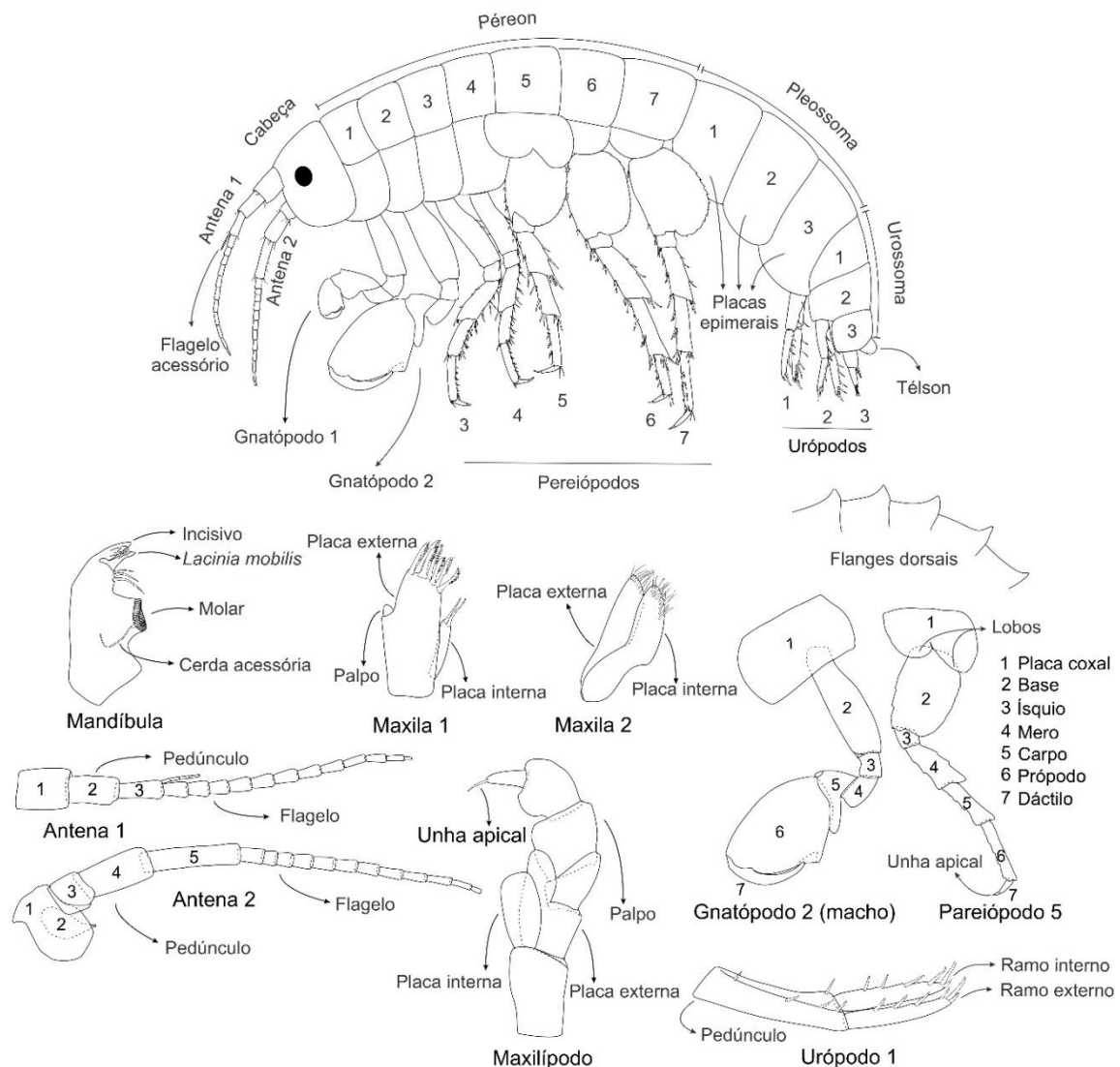
Devido ao fato de serem peracáridos, os anfípodes também apresentam, em ordem ântero-posterior: Glândula antenal; um par de maxilípodo; mandíbula com um processo articulado entre o molar e o incisivo chamado *lacinia mobilis*; brânquias torácicas; presença de oostegito, também conhecido como marsúpio; carapaça totalmente reduzida (CHAPMAN,2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; LOWRY; MYERS, 2013, 2017; TREVISAN *et al.*, 2014). Possuem celoma reduzido às regiões reprodutivas e excretoras, hemocèle com sistema circulatório aberto e coração dorsal, sistema nervoso com gânglios e cordões nervosos ventrais e crescimento por ecdise. Este processo é regulado endocrinamente pelos Órgãos - X e Y e altamente custoso ao animal considerando a renovação de estruturas internas e externas (CHAPMAN,2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; LOWRY; MYERS, 2013, 2017; TREVISAN *et al.*, 2014).

Os oostegitos são placas laminares originadas dos enditos coxais, em maioria, dos pereiópodos 2 a 5 com a função de incubação de ovos e juvenis em uma bolsa ventral conhecida como marsúpio, com exceção da ordem Thermosbaenacea Monod, 1927, na qual os juvenis são incubados na carapaça (BOROWSKY, 1991; CASTIGLIONI; BOND BUCKUP, 2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; KLEIN *et al.*, 2015; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2016). Tal processo impacta não somente na baixa dispersão do grupo, mas também na proteção e consequente sucesso da prole.

Isto porque, em anfípodes o desenvolvimento é direto, não havendo, portanto,

um estado larval de vida livre, ao contrário de outros não-peracáridos como Copepoda Milne Edwards, 1840, Ostracoda Latreille, 1802 e Decapoda Latreille, 1802, que apresentam desenvolvimento indireto, ou seja, um estado larval e posterior metamorfose (IVANOVA; VASSILENKO, 1987). As fêmeas de anfípodes carregam no marsúpio os ovos e juvenis até estarem em um estágio relativamente avançado de desenvolvimento. A eclosão dos ovos libera um estado pré-juvenil, similar morfológicamente aos indivíduos adultos, porém caracterizado pela ausência do último par de pereiópodos e de características sexuais secundárias (THORP; COVICH, 1991; CASTIGLIONI; BOND BUCKUP, 2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014).

Figura 1 - Esquema básico do corpo de um Amphipoda e seus apêndices.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Ao longo dos anos, a classificação taxonômica de Amphipoda passou por diversas mudanças através do rearranjo ou surgimento de diversos táxons. Lowry & Myers (2013), propuseram a criação da subordem Senticaudata Lowry & Myers, 2013, na qual a infraordem já estabelecida Talitrida Rafinesque, 1815 foi incluída. Senticaudata foi considerado um clado monofilético agrupando seus integrantes com base em uma sinapomorfia: cerdas apicais robustas nos ramos dos urópodos 1 e 2 (LOWRY; MYERS, 2013).

No mesmo trabalho, Lowry e Myers (2013) realizaram um levantamento acerca dos grupos de anfípodes pertencentes a Senticaudata dos quais é possível destacar os táxons, a nível de família exclusivos de água doce e que também pertencem a ambientes marinhos e salobros. É notável que, neste trabalho, Senticaudata é formado majoritariamente por famílias dulcícolas. Segundo os autores, haviam 39 famílias exclusivamente dulcícolas e cinco famílias com representantes em ambientes tanto de água doce, quanto de salgada e salobra. Atualmente, porém, Senticaudata é formado majoritariamente por famílias marinhas, tendo em vista que das 116 famílias presentes neste clado, 77 são exclusivamente marinhas (HORTON *et al.*, 2024). É válido ressaltar que Hyalellidae Bulycheva, 1957 é uma das famílias dulcícolas conhecidas para o continente americano (PEREIRA, 1985; CARDOSO *et al.*, 2014).

Historicamente, os Senticaudata evoluíram dos conhecidos como “agarradores”, termo originalmente cunhado como “clingers”, que possuíam a mesma característica da subordem (LOWRY; MYERS, 2013). Tais cerdas apicais parecem ter relevância para os indivíduos bentônicos ou escavadores, auxiliando no contato com o substrato e por isso, representa uma das principais adaptações evolutivas dos anfípodes (LOWRY; MYERS, 2013). A maioria de suas espécies é bentônica, epibentônica e subterrânea (VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; LOWRY; MYERS, 2013).

Em 2017, Lowry e Myers (2017) reclassificaram os Amphipoda, estabelecendo seis subordens: Hyperiidea Milne Edwards, 1830, Amphilochidea Boeck, 1871, Hyperiopsidea Bovallius, 1886, Colomastigidea Stebbing, 1899, Pseudogolfiellidea Lowry e Myers, 2012 e Senticaudata Lowry e Myers, 2013 (LOWRY; MYERS, 2017).

O gênero *Hyaella* Smith, 1874

O gênero *Hyaella* Smith, 1874 pertence à subordem Senticaudata, infraordem Talitrida, sendo o único pertencente à família Hyaellidae Bulycheva, 1957 (HANKEL; MIRANDA; NIETO, 2023; HORTON *et al.*, 2024). Apesar da sua atual classificação, o gênero também possui um histórico de reclassificações taxonômicas. Ao ser estabelecido fazia parte de Orchestidae até ser transferido para Talitridae por Stebbing (1900). Devido à sua grande diversidade, a família Talitrida foi elevada ao status de superfamília, Talitroidea, por Bulycheva (1957), que também criou duas novas famílias: Hyalidae e Hyaellidae. À última pertencia o gênero *Hyaella*, onde foi mantido até que Serejo (2004) a reclassificou como subfamília Hyaellinae, pertencente a Dogielinotidae. Porém, com o trabalho de Lowry e Myers (2013), Hyaellidae volta a ter seu status de família, ao qual ocupa até hoje.

Bousfield, em 1996, durante um amplo estudo acerca da família Hyaellidae dividiu o gênero *Hyaella* em três subgêneros: *Austrohyaella*, *Mesohyaella* e *Hyaella*. Tal divisão baseia-se tanto na distribuição geográfica quanto em características morfológicas. Desta forma, *H. (Austrohyaella)* é designada para as espécies encontradas no sul da América do Sul e nos Andes, com seus indivíduos apresentando: gnatópodo 1 (macho) com própodo em formato de machadinha, alargado distalmente, placas coxais 2 e 3 com margem posterior cuspidada, urópodo 3 pequeno e com o ramo menor que o pedúnculo, sem exceder o tamanho do télson. *Hyaella (Mesohyaella)* compreende as espécies encontradas no restante América do Sul e, portanto, no Brasil e são caracterizadas por: maxila 2 com uma única cerda plumosa marginal, gnatópodo 1 (macho) com própodo em formato de martelo, mais comprido que largo, brânquias externas presentes dos somitos torácicos 2 a 7, placas coxais 2 e 3 sem cúspide na margem posterior, urópodo 1 (macho) com ramo interno com cerda curva. Já o subgênero nominal *H. (Hyaella)* é integrado por representantes da América Central e do Norte e apresentam: maxila 2 com margem interna da placa interna com duas cerdas plumosas robustas proximais, gnatópodo 1 (macho) com própodo em formato de martelo, mais comprido que largo, brânquias externas presentes dos somitos torácicos 3–7, margem posterior das placas coxais 2 e 3 sem cúspide e o urópodo 1 (macho) com ramo interno com cerdas marginais regulares (sem a cerda curva) (BOUSFIELD,

1996; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014).

Tais subgêneros permanecem aceitos até a atualidade (HORTON *et al.*, 2024). Rodrigues (2016), em sua tese, porém, realizou uma ampla análise da filogenia molecular do gênero, com base nos genes: 16S, 12S e H3, na qual chegou a importantes conclusões, apesar de ainda não oficialmente publicadas. Uma delas é a contestação e sugestão de invalidação do subgênero *H. (Austrohyalella)*, por esse não se tratar de um grupo monofilético. A autora também observou a proximidade genética entre *H. (Hyalella) azteca* Saussure, 1858, norte americana, com espécies de *H. (Mesohyalella)* presentes no estado de Minas Gerais (MG), Brasil, formando assim um clado monofilético, o que justifica a origem do gênero.

Tal origem não é muito discutida na literatura, no entanto, acredita-se que se deu através de um ancestral marinho originário do Mar de Tétis que ao alcançar correntes temperadas chegou à costa da América do Sul e teve sua entrada no continente garantida pelas grandes marés epicontinentais. Uma vez no continente, teriam se dispersado antes da sua total formação geológica. Isso justificaria a formação de grupos similares e os processos de especiação (WITT; HEBERT, 2000; GONZÁLEZ, 2001). De acordo com Bousfield (1996), o subgênero basal seria *H. (Austrohyalella)*, ideia refutada por Rodrigues (2016) que afirmou ser *H. (Mesohyalella)*. A proximidade morfológica deste subgênero com famílias presentes na África, Austrália e Nova Zelândia associada com a abundância de famílias dulcícolas que não a Hyalellidae no nordeste da América do Sul respalda tal teoria.

Endêmica do continente americano, a família Hyalellidae possui ampla distribuição abrangendo do sul da Patagônia à região central do Canadá, nas regiões Neártica e Neotropical (GONZÁLEZ; WATLING, 2003a, 2003b; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). Atualmente são conhecidas 108 espécies para o continente americano (LIMBERGER; CASTIGLIONI; SANTOS, 2024), apesar de muitas serem crípticas ou apresentarem *nomen dubium*, o que será melhor discutido mais à frente (LIMBERGER; SANTOS; CASTIGLIONI, 2022; MARRÓN-BECERRA; HERMOSO-SALAZAR, 2022; HANKEL; MIRANDA; NIETO, 2023; REIS; BUENO; ARAUJO, 2023). Apesar do aumento significativo de suas espécies nos últimos 10 anos, o conhecimento acerca da família continua subestimado (PENONI; LARES; BUENO, 2021; TALHAFFERRO *et al.*, 2021a, 2021b).

Hyalellidae foi redescrita em 1996 por Bousfield com base em características morfológicas que englobam as subfamílias Hyalellinae e Chiltoninae. Podem ser

caracterizados por: antena 1 média e maior que o pedúnculo da antena 2, maxila 1 com palpo reduzido ou ausente, um par de maxilípodo, gnatópodo 1 de ambos os sexos com lobo carpal espinhoso e raso, variável ou ausente no gnatópodo 2 masculino; gnatópodo 2 sexualmente dimórfico, placas coxais pouco profundas ou com projeção posterior, brânquias esternais na base dos pereiópodos, fêmeas com oostegitos (com grandes e numerosas cerdas marginais), urópodo 3 com ramo interno ausente e télson curto, em forma de placa com ou sem incisão apical (BOUSFIELD, 1996).

Os taxonomistas de *Hyaella* encontram muitas vezes empecilhos durante o processo de descrição e/ou busca de dados que podem gerar erros que extrapolem a taxonomia (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). A breve ou antiga diagnose de determinadas espécies, a má preservação do material tipo ou dificuldade na identificação da localidade tipo, a descrição de juvenis ou ainda a descrição feita por não especialistas leva, muitas vezes, à imprecisão das espécies, gerando por exemplo espécies com “*nomem dubium*” ou como sinônimos juniors. Tais erros podem gerar uma superestimação ou subestimação da diversidade de hyalellídeos local (PENONI; LARES; BUENO, 2021; TALHAFERRO *et al.*, 2021a). Os complexos de espécies, por sua vez, podem representar problemas em estudos ecológicos e de dinâmica populacional, ao considerar que são formados por espécies morfologicamente semelhantes, porém geneticamente distintas, como por exemplo os complexos *H. azteca* e *H. curvispina* Shoemaker, 1942 (WITT; BLINN; HEBERT, 2003; WALLER *et al.*, 2022).

Uma peculiaridade do grupo é que seus representantes tendem a apresentar grande similaridade morfológica, o que exige certa familiaridade por parte do taxonomista com a família estudada e a realização de um diagnóstico cauteloso de suas características (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014), como: maxilas 1 e 2, gnatópodos 1 e 2 (do macho e da fêmea), urópodos 1 do macho (presença ou não de cerda curva no ramo interno) e 3, além do télson. São observadas também a superfície do corpo, presença ou não de flanges dorsais, placas epimerais e proporção das antenas e apêndices, além de estruturas cuticulares como escama e padrão poligonal (ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP, 2009; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014; REIS; PENONI; BUENO, 2020; LIMBERGER; SANTOS; CASTIGLIONI, 2022; VERÓNICA; ALEJANDRA, 2022). Desta forma, as espécies distinguem-se por um conjunto de características únicas que, quando

olhadas separadamente assemelham-se com inúmeras e distanciam-se de outras.

O dimorfismo sexual é uma característica importante para determinar não somente o sexo do espécime como também para estimar a idade do mesmo. Isto porque os caracteres dimórficos são expressos de formas diferentes entre machos e fêmeas em seus diferentes estágios de vida, sendo totalmente evidentes em adultos, enquanto a identificação do sexo em juvenis é duvidosa (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). De maneira geral, os machos tendem a apresentar características dimórficas mais eminentes do que as fêmeas, como olhos maiores, antenas mais desenvolvidas, além de gnatópodos 2 maiores que os das fêmeas. Possuem um par de estruturas ventrais denominadas “papilas copulatórias” no sétimo pereonito, adjacente à coxa do pereiópodo 7, enquanto as fêmeas possuem os oostegitos anexados às placas coxais 2–5, próximos às brânquias coxais (LECROY, 2000).

Por apresentarem desenvolvimento direto, sem um estado larval de vida livre, a sua dispersão por longas distâncias torna-se limitada, o que possibilita a existência de populações geograficamente isoladas. Por tal motivo, a maioria das espécies é endêmica de sua localidade tipo. (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). Todavia, quando aderidos a pelos de mamíferos aquáticos e penas de aves migratórias, estes indivíduos podem ser dispersos a distâncias maiores que as naturalmente alcançariam, o que viabiliza a possibilidade de estabelecimento de novas populações. Porém, por serem pequenos e sensíveis, muitas vezes podem não suportar a distância de traslado (SWANSON, 1984).

As características reprodutivas das populações são essenciais para o estabelecimento dos organismos ao longo dos anos. Para *Hyalella*, a época reprodutiva pode ser facilmente identificada através da existência de fêmeas ovígeras ou pela presença de pares em pré-cópula (TORRES; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2015; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2016). Durante o comportamento pré-copulatório os machos carregam as fêmeas em uma espécie de amplexo (Figura 2) no qual elas ficam presas pelos gnatópodos masculinos através de sua região torácica até que ocorra a ovulação e fertilização dos ovos (TORRES; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2015; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2016).

Em muitos crustáceos o tamanho corporal pode ser um indicador de fecundidade comumente correlacionado ao número de ovos em seu marsúpio. Fêmeas com tamanho intermediário tendem a ter mais sucesso reprodutivo que as menores (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2007; BASTOS-PEREIRA; BUENO,

2012, 2013, 2016). É válido ressaltar que, apesar de diferentes espécies terem seus picos reprodutivos em épocas distintas, como outono e inverno (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2008) ou na estação úmida, é possível encontrar fêmeas ovíferas ao longo do ano, o que indica que uma reprodução contínua (TORRES; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2015).

Figura 2 - Casal de *Hyalella azteca* em amplexo.



Fonte: <https://bugguide.net/node/view/1871227>

É fortemente registrado na literatura casos de simpatria de espécies de *Hyalella*, o que somente é possível graças à diferentes estratégias reprodutivas, como época de reprodução, tamanho e quantidade de embriões de cada espécie o que faz com que estas não compitam diretamente pelos mesmos recursos (CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2007, 2008). O lago Titicaca é o maior exemplo conhecido de simpatria em *Hyalella* (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014).

Localizado na América do Sul, na Cordilheiras dos Andes, o Lago Titicaca é o segundo maior lago de água doce sul americano, com 8.500 km² de superfície, localizado a mais de 3.800 metros acima do nível do mar (BOURGES; CORTES;

SALAS, 1992). Atualmente possui ao menos 533 espécies, sendo 12% delas endêmicas do lago (JURADO-RIVERA *et al.*, 2020). Já para o gênero *Hyaella*, porém, há registro de 18 espécies, das quais 15 são endêmicas. Algumas destas ainda não foram descritas, mas foram diferenciadas através de marcadores genéticos, como as sequências nucleares ribossômicas 28S e mitocondriais *cox1*. Tais marcadores permitiram ainda a divisão destas em cinco grupos polifiléticos, ou seja, linhagens distintas (JURADO-RIVERA *et al.*, 2020; HANKEL; MIRANDA; NIETO, 2023).

Ecologia do gênero *Hyaella*

Como único gênero epígeo dulcícola sul-americano, possui a maioria de suas espécies encontradas em tais ambientes, porém há uma grande porção de espécies hipógeas (SKET, 1999) que são encontradas dentro de cavernas e habitats hipotelmiorreicos, por exemplo, e que apresentam troglomorfas características, como anoftalmia, alongamento do corpo e/ou apêndices (VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). É válido ressaltar que são considerados ambientes hipógeos não somente cavernas inundadas como também outros tipos de ambientes cársticos e águas subterrâneas. (CARDOSO; BUENO; FERREIRA, 2011; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2012; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2013; BUENO *et al.*, 2013, BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014).

É interessante salientar que tais ambientes são lênticos ou com pequena correnteza como lagos, lagoas, rios de primeira e segunda ordem, córregos, nascentes e solos alagados, além de cavernas e águas subterrâneas como já mencionado (GROSSO; PERALTA, 1999). Geralmente associados à vegetação aquática marginal e macrófitas, também encontrados em depósitos de detritos no leito dos corpos hídricos, os hyalellídeos representam um importante componente do perifíton e suas comunidades bentônicas (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). Bueno, Rodrigues e Araujo (2014) apontaram para a presença de espécies brasileiras associadas aos gêneros de algas e plantas aquáticas: *Salvinia* Ség., 1754, *Typha* L., 1753, *Nymphaea* L., 1753, *Spirodela* Schleid., 1839, *Eichhornia* Kunth, 1843, *Egeria* Planch., 1849, *Ricciocarpos* Corda, 1829 e *Chara* L. 1753,

enquanto Barraza e Melara (2022) encontraram associação com a macroalga da espécie *C. zeylanica* J. Schust., 2002, em El Salvador.

Os hyalellídeos se alimentam de bactérias e algas presentes no ambiente, além de matéria orgânica em decomposição (animal ou vegetal), podendo ser, portanto, herbívoros, carnívoros, onívoros e até saprófagos (WALLER; RAMOS; VERDI, 2020), enquanto espécies subterrâneas tendem a ser carnívoras e dependem indiretamente dos resíduos superficiais (VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). Desta forma, os hyalellídeos são fundamentais para o fluxo de energia da teia trófica através da condução da energia aos níveis superiores e por servirem de alimento para peixes, aves e outros invertebrados (MOORE, 1975; MUSCKÓ, 1993; CASTIGLIONI; BOND-BUCKUP, 2007; VÄINÖLÄ *et al.*, 2007; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2013).

Encontradas de maneira abundante em quase todas as estações do ano, as suas comunidades são adaptadas a ambientes bem oxigenados e com alta condutividade, sofrendo forte influência da velocidade da água, turbidez, temperatura mínima e regime de chuvas anuais (SILVA; MORENO, 2023). A altitude é outro fator influente, onde estudos demonstram a redução significativa de sua diversidade acima de 4200 metros (HANKEL; MIRANDA; NIETO, 2023). Fatores bióticos como abundância de plantas aquáticas e de predadores também influenciam diretamente em suas comunidades. É válido ressaltar que tais padrões variam de acordo com a espécie analisadas e com o clima ao qual ela se encontra, apresentando diferenças entre América do Norte e do Sul, por exemplo. Ou tal como a *H. curvispina* que por apresentar grande plasticidade térmica não sofre tanto com o aumento da temperatura, além de ter uma correlação positiva com a turbidez (diferentemente das demais), sendo esta considerada um animal biopertubador (BOUVIER; PÉREZ; MUNIZ, 2013).

Apesar de sua fundamental importância e evidente aumento no número de trabalhos acerca do tema, ainda há uma grande lacuna no conhecimento da ecologia do gênero, sendo a maior parte de trabalhos com cunho taxonômico e os trabalhos ecológicos muitas vezes as abordam como *Hyaella* sp. (CASTIGLIONI *et al.*, 2018).

O gênero *Hyaella* e ação antrópica

A sensibilidade da família Hyalellidae à poluição ambiental é um tema fortemente pontuado na literatura. Ao passo que muitos autores apontam para a alta sensibilidade do grupo, outros evidenciam sua resistência tornando-os potenciais bioindicadores da qualidade da água e uma ótima ferramenta para teste ecotoxicológicos (BUENO; BOND-BUCKUP; FERREIRA, 2003; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2012 BUENO *et al.*, 2013, 2014; CARDOSO *et al.*, 2014; TALHAFFERRO *et al.*, 2021a, 2021b) havendo, portanto, registro de hyalellídeos tanto em ambientes altamente preservados (geralmente áreas de preservação ambiental e áreas de difícil acesso, como interiores de cavernas) quanto para severamente impactados (BUENO; BOND-BUCKUP; FERREIRA, 2003; DING *et al.*, 2010; MORRIS *et al.*, 2003; BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2012; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2012; BUENO *et al.*, 2013, 2014; CARDOSO *et al.*, 2014; RODRIGUES; ARAUJO, 2014; RODRIGUES *et al.*, 2017; STRECK-MARX; CASTIGLIONI, 2020; TALHAFFERRO *et al.*, 2021a, 2021b).

Algumas das espécies de *Hyalella* utilizadas como modelo para testes ecotoxicológicos são: *H. azteca*, *H. curvispina*, *H. pleocuta* Gonzalez, Bond-Buckup & Araujo, 2006 e *H. castroi* (DUTRA *et al.*, 2008, 2009), sendo as duas primeiras fortemente exploradas. *Hyalella azteca* é muito utilizada para teste com sedimentos, como a recente publicação de Yoshii *et al.* (2023) que através da análise de componentes do sedimento conseguiram identificar a exposição da espécie à surfactantes catiónicos (presentes em amaciantes de roupas, detergentes e outros produtos de uso doméstico), ou para a análise de Krupa *et al.* (2022) que evidenciou alta tolerância da espécie ao composto PFOS (sulfonato de perfluorooctano) muito utilizado na indústria têxtil, além de muitos outros.

Anguiano *et al.* (2012) identificaram duas populações de *H. curvispina* com diferentes graus de sensibilidade ao Azinfometil (inseticida), usado nas proximidades do Vale do Rio Negro, norte da Patagonia, local de coleta desses animais, enquanto Giusto, Salibian & Ferrari (2014) realizaram um amplo estudo acerca dos fatores que influenciam os biomarcadores de toxicidade (biológicos e ambientais) para a espécie e a sua importância.

Isto somente é possível porque, de uma maneira geral, os organismos possuem condições evolutivas diferentes para diversas circunstâncias ambientais, o

que permite que tolerem ou não dada condição adversa. O que possibilita a ocorrência de espécies em áreas reconhecidamente impactadas, como por exemplo a *H. catarinensis* Reis & Bueno em Reis, Penoni & Bueno, 2020, espécie do município de Palmeiras, Santa Catarina encontrada em uma área utilizada para pesca (REIS; PENONI; BUENO, 2020), ou a *Hyaella carsone* em Reis, Bueno & Araújo, 2023, também para o estado de Santa Catarina, município Bocaina do Sul encontrada em uma região de represa que sofre influência direta das ocupações humanas e receptora de dejetos (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014; REIS; BUENO; ARAUJO, 2023).

Um problema emergente e muito discutido é a presença de microplásticos em diferentes ambientes aquáticos, principalmente os lacustres (NANTEGE *et al.*, 2023). Este material, além de ser capaz de causar inúmeros problemas fisiológicos aos macroinvertebrados que prejudicam sua alimentação, crescimento, muda e reprodução (AU *et al.*, 2015), é capaz de bioacumular ao longo das teias tróficas (CUTHBERT *et al.*, 2019;). Os anfípodes são uma ótima ferramenta de análise dos mesmos, tendo em vista sua grande distribuição, fácil coleta e manipulação, além de serem papel chave na ciclagem de nutrientes. A espécie *H. azteca* tem sido muito usada para tal fim e estudos revelaram a ingestão de partículas de polietileno (PE) e politropileno (PP) (CIOTTI *et al.*, 2023) e que a espécie acumula mais os microplásticos presentes na água do que no sedimento (SCHELL *et al.*, 2022). Au *et al.* (2015) mostraram que a taxa de crescimento e reprodução dessa espécie diminui após a ingestão crônica de PE. Em contrapartida não foi afetada por polietersulfona (PES) e polietileno tereftalato (PET) (QUEIROZ *et al.*, 2022; SCHELL *et al.*, 2022).

Tais entendimentos são de fundamental importância ao considerar que a presença humana em uma área gera, inevitavelmente, um impacto ambiental, direta ou indiretamente que afeta também seus arredores (RUBIRA, 2016). Isso significa dizer que o isolamento geográfico de uma determinada região não retrata, necessariamente a sua integridade ambiental, pois esta ainda pode estar sob influência do seu entorno, como agricultura, pecuária, poluição e construção de rodovias, como por exemplo a *H. xakriaba* Bueno & Araujo, 2013 encontrada no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, especificamente na divisa entre a Área de Proteção Ambiental Cavernas do Peruaçu e a Reserva Indígena Xakriabá e ainda assim sofreram com tais impactos (BUENO *et al.*, 2013; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014). No Brasil, o estudo com *Hyaella* é padronizado pela Associação

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 15470, 2013).

Diversidade de Hyalellídeos no Brasil

O Brasil, é considerado um Hotspot da biodiversidade, pois em 2015, de 17 espécies de *Hyalella* descritas no país, 15 eram endêmicas (RODRIGUES *et al.*, 2014; COLLA; CÉSAR, 2015). Hotspots nada mais são do que regiões que apresentam grande diversidade e endemidade. Portanto, possuem grande importância no que tange o processo de especiação (os chamados hotspots de especiação) e preservação ambiental (VÄINÖLÄ *et al.*, 2007). Algumas espécies de *Hyalella* possuem sua endemidade associada a cavernas ou outros hábitos restritos, o que aumenta a sua vulnerabilidade à degradação ambiental e perda de habitat, como a poluição ou depleção de águas subterrâneas. Nesse caso, uma extinção local de espécie pode significar extinção mundial (SKET, 1999).

Os hyalellídeos possuem registro na Caatinga, Mata Atlântica, Cerrado e Pampa, porém, apesar disso, a biodiversidade de espécies aqui presente é pouco explorada considerando a literatura praticamente restrita às regiões sul e sudeste (BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014; PENONI; LARES; BUENO, 2021; TALHAFFERRO *et al.*, 2021a, 2021b). Atualmente são descritas para o Brasil 42 espécies, sendo 22 para a região Sul (14 para o Rio Grande do Sul, sete para Santa Catarina e uma no Paraná) e 17 para a região Sudeste (seis em Minas Gerais e sete em São Paulo, além da *H. warmingi* Stebbing, 1899, descrita para ambos os estados e três espécies no Rio de Janeiro) (REIS; BUENO; ARAUJO, 2023; LIMBERGER; CASTIGLIONI; SANTOS, 2024) além de cinco espécies, não oficialmente válidas, descritas para o estado de São Paulo (PENONI, 2023).

Estudos sugerem que a diversidade de *Hyalella* da América do Sul está distante de ser completamente conhecida, quase não havendo coleta nos países andinos bem como nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste brasileiras, inclusive para locais em que já há evidências de sua presença, o que é justificado pela baixa amostragem (BASTOS-PEREIRA; BUENO, 2012, 2013; BUENO *et al.*, 2013; RODRIGUES; BUENO; FERREIRA, 2012, 2014; BUENO; RODRIGUES; ARAUJO, 2014; CARDOSO *et al.*, 2014; STRECK-MARX; CASTIGLIONI, 2020).

Em vista dos diferentes graus de sensibilidade à poluição ambiental, o comum endemismo de cada espécie e o avanço da ação antrópica ao longo dos anos, é de fundamental importância a expansão do conhecimento acerca desta fauna, a qual pode ter espécies extintas sem ao menos serem descobertas, para que desta forma sejam criadas novas áreas de proteção ambiental que incluam ambientes dulcícolas e novas estratégias de conservação para as já existentes (CASTIGLIONI *et al.*, 2018).

Parque Nacional do Itatiaia

O Parque Nacional do Itatiaia (PNI) foi a primeira unidade de conservação a ser criada no país. Localizado na divisa dos maiores estados da região sudeste brasileira, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais (entre os paralelos 22°19' - 22°45' Sul e os meridianos 44°15' - 44°50' Oeste) (RIBEIRO; MEDINA, 2002; TOMZHINSKI *et al.*, 2011; RODRIGUES *et al.*, 2017), compreende os municípios de Itatiaia e Resende (RJ), Bocaina de Minas e Itamonte (MG) e uma área total de 28.156 hectares. Por fazer parte do mosaico da Serra da Mantiqueira e possuir um corredor ecológico da mesma, o PNI é considerado uma área de prioridade de conservação, devido ao grande número de fauna e flora endêmicas (RIBEIRO; MEDINA, 2002; AXIMOFF; RODRIGUES, 2011; HERRMANN, 2011).

Nele se encontra o Pico das Agulhas Negras, o quinto mais alto do país, com 2.792 metros de altitude. Constituído por diferentes altitudes, com parte baixa e alta (600 a 2792 m), o PNI possui um gradiente altitudinal que permite a existência de três distintos biomas: floresta montana, floresta alto montana e campos de altitude (SEGADAS-VIANA, 1965). Atualmente o maior problema enfrentado pelo PNI são as recorrentes queimadas, que necessitam plano de manejo e ações de prevenção para diminuição da perda biológica (AXIMOFF; RODRIGUES, 2011; TOMZHINSKI *et al.*, 2011).

Duas espécies de *Hyaella* Smith, 1874 são descritas para o PNI atualmente: *H. pernix* Moreira, 1903 e *H. montana* Rodrigues, Senna, Quadra & Bueno, 2017. *Hyaella pernix* foi encontrada na localidade então denominada como Lagoa

Esgotada, a 2.240m de altitude (MOREIRA, 1903) e *H. montana* foi encontrada em um pequeno córrego próximo ao antigo Hotel Alsene a 2.217m de altitude ambos na parte alta do que hoje é conhecido como Parque Nacional do Itatiaia (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Em 1985, Pereira descreveu espécimes de *Hyaella* provenientes de uma lagoa do PNI que julgou como localidade tipo de *H. pernix*, a Lagoa Esgotada (apesar do trabalho original não apresentar as coordenadas geográficas do local) e considerou se tratar de exemplares de *H. pernix*. Nesse mesmo trabalho, Pereira examinou espécimes de diversas localidades ao longo do Brasil, afirmando que todos tratavam-se desta mesma e que, portanto, isto indicaria sua ampla distribuição ao longo do país, o que está em desacordo com o que se conhece da biologia do grupo taxonômico, em que todas as espécies apresentam distribuições localmente restritas. Por fim, com base em um único caráter, a cerda curva no ramo interno do urópodo 1 do macho, Pereira (1985) ainda afirmou que *H. pernix* seria um sinônimo sênior para *H. curvispina*, espécie conhecida para Montevideo (Uruguai) e Rio Grande do Sul (Brasil), ampliando ainda mais sua distribuição. No entanto, González e Watling (2003a) afirmaram que a espécie descrita por Pereira (1985) não corresponde nem a *H. pernix* nem a *H. cursvistipina*, se tratando então de um outro táxon que necessita ser redescrito e identificado corretamente.

No artigo original da descrição de *Hyaella pernix*, Moreira (1903) pontuou que esta foi coletada a 2.240m acima do nível do mar, em um vale a su-sudeste do Maciço das Agulhas Negras, na Lagoa Esgotada. Segundo o autor, os exemplares de *H. pernix* não foram encontradas em outras lagoas da região enquanto nadavam livremente na Lagoa Esgotada. De acordo ainda com Moreira (1903), no passado esta lagoa teria tido grandes proporções, porém o antigo proprietário da fazenda do Itatiaia mandou esvaziá-la, reduzindo-a a pequenas dimensões. Infelizmente, segundo a equipe do ICMBio que administra e fiscaliza o PNI, atualmente não é conhecida nenhuma lagoa com esse nome dentro do parque (A.R. Senna, comunicação pessoal).

Com base no que foi pontuado, a presente dissertação busca expandir o conhecimento das espécies de *Hyaella* Smith, 1874 do Parque Nacional do Itatiaia.

1. OBJETIVOS

1.1)OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar um estudo taxonômico das espécies de *Hyaella* Smith, 1874 presentes no Parque Nacional do Itatiaia (PNI), descrevendo possíveis espécies novas dos Campos de Altitude localizados na parte alta do PNI.

1.2) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Desenvolver um estudo taxonômico acerca das espécies de *Hyaella* do PNI;
- 2) Descrever possíveis espécies novas do gênero *Hyaella*, presentes no PNI;
- 3) Ampliar o conhecimento sobre a diversidade de espécies de *Hyaella* para a região sudeste do Brasil, em especial para o PNI;
- 4) Elaborar uma chave dicotômica de identificação para as espécies epígeas de *Hyaella* da região sudeste do Brasil;
- 5) Fortalecer a coleção de Crustacea da UERJ ampliando o número de holótipos, alótipos, parátipos e material complementar de *Hyaella* do PNI.

2. METODOLOGIA

O material utilizado para a descrição está depositado na Coleção de Crustacea da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Faculdade de Formação de Professores (UERJ – FFP). Os espécimes foram coletados nos anos de 2012 e 2013 no Parque Nacional do Itatiaia, nas regiões do Brejo da Lapa (município de Itamonte, MG, 22°21'22"S 44°44'07"O) e na nascente do Rio Campo Belo (município de Itatiaia, RJ, 22°24'S – 44°41'O) (Figuras 3 e 4). Também foi analisado o material proveniente de um pequeno riacho próximo ao antigo Hotel Alsene (22°22'13,3"S – 44°42'32,6"O), município de Itamonte. Os espécimes foram coletados com rede de mão e mantidos em Etanol 93%.

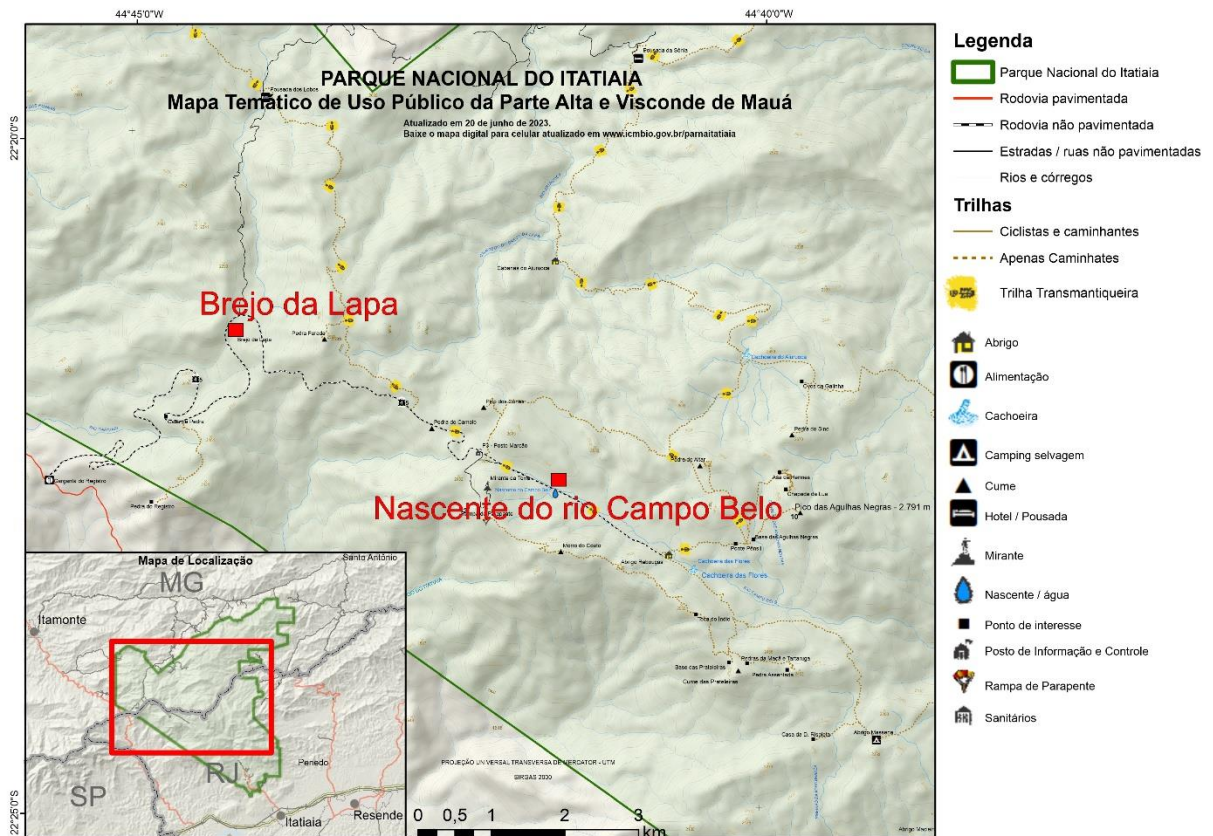
Em um microscópio com câmara clara, Motic BA-310, foi feita a triagem do material e a detecção de duas novas espécies, uma para a região do Brejo da Lapa e outra para a nascente do rio Campo Belo, ao passo que os exemplares presente na região próxima ao antigo Hotel Alsene eram apenas representantes da espécie descrita em 2017, *H. montana*. Os espécimes de cada espécie foram dissecados e fixados em gelatina glicerizada seladas com esmalte incolor. Para cada espécie nova foram selecionados os holótipos, alótipos e parátipos para descrição e análise das variações intraespecíficas.

Como principais caracteres distintivos foram analisados: os gnatópodos 1 e 2 (formato carpo, própodo e dácilo), os urópodos 1–3 (proporção ramo e pedúnculo e quantidade e disposição de suas cerdas, principalmente as marginais e apicais, além da observação de cerda curva no ramo interno do urópodo 1 do macho) formato e proporção do télson, seu número e tipo de cerdas (GONZÁLEZ *et al.*, 2006; BUENO *et al.*, 2013; RODRIGUES *et al.*, 2014). Com o intuito de fornecer os valores médios, do comprimento da cabeça e do corpo de ambas as espécies, alguns exemplares tiveram seus valores medidos. A nomenclatura das cerdas foi baseada em Zimmer; Araujo; Bond-Buckup (2009) e Reis; Bueno; Araujo (2023). Os desenhos foram feitos com CorelDraw 2021.

Ao final do trabalho foi elaborada uma chave dicotômica de identificação para machos das espécies epígeas de *Hyalella* encontradas no sudeste brasileiro, na qual a espécie *H. montana* é encontrada duas vezes, devido ao fato de seus exemplares apresentarem ou não olhos. Ainda, junto a ela, um guia de referência de

alguns caracteres por ela abordados (Figura 5), assim como a ilustração dos tipos de cerdas mencionados ao longo do trabalho (Figura 6) e uma tabela com a definição das mesmas (Tabela 1).

Figura 3 - Pontos de coleta no PNI. Localidades tipo de *Hyaella* sp. nov. 1 (Nascente do rio Campo Belo) e de *Hyaella* sp. nov. 2 (Brejo da Lapa).



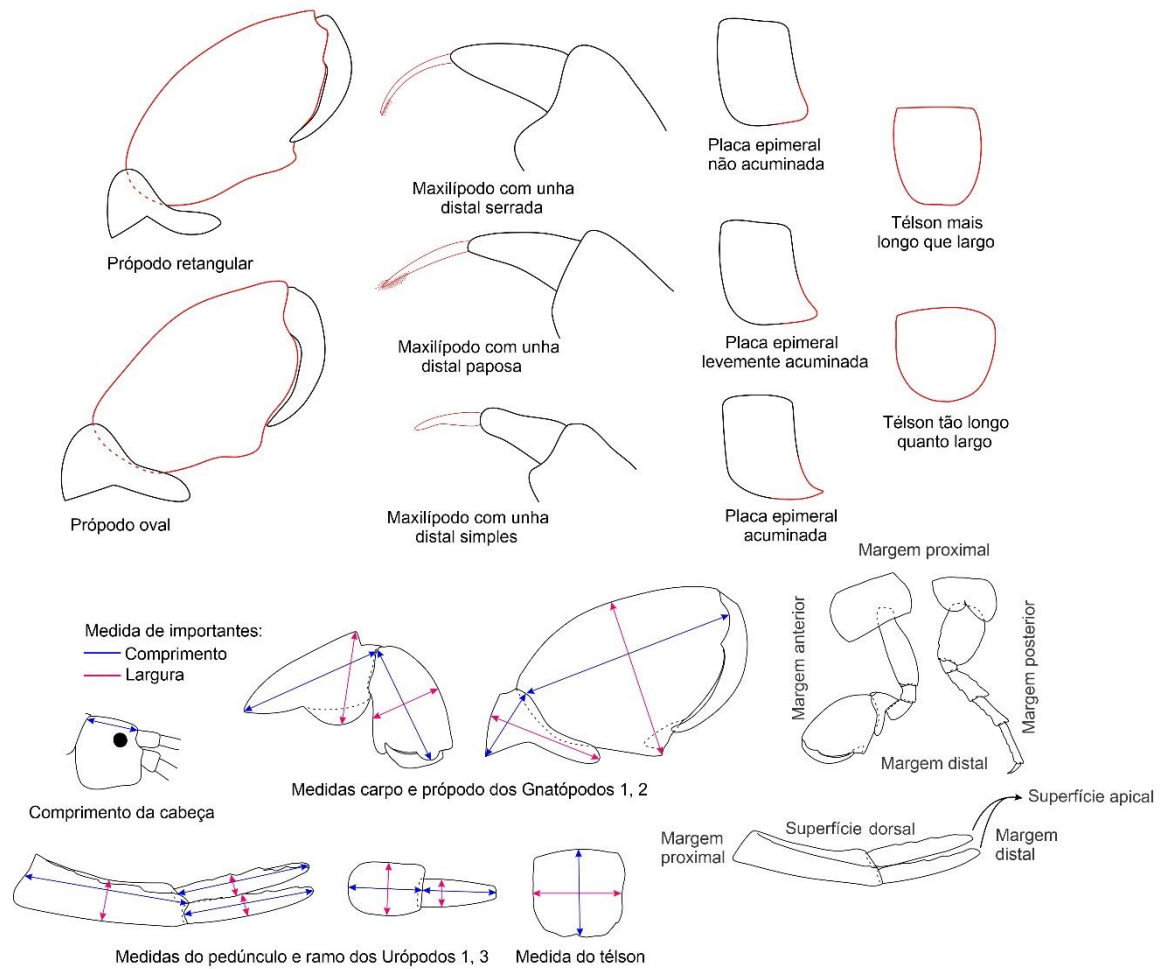
Fonte: Adaptado de https://www.icmbio.gov.br/parnaitatiaia/images/stories/85_Anos/Mapas/20230620_Mapa_A4_PNI_Parte_Alta_Digital.pdf

Figura 4 – A. Nascente do rio Campo Belo, localidade tipo de *Hyaella* sp. nov. 1; B. Brejo da Lapa, localidade tipo de *Hyaella* sp. nov. 2.



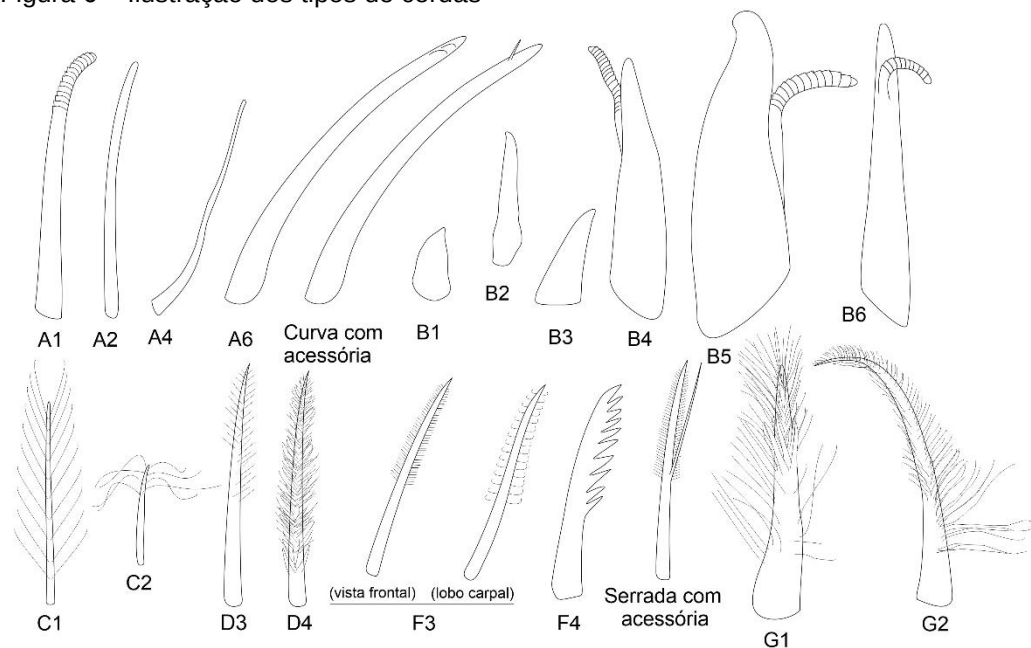
Fonte: André Resende de Senna.

Figura 5 - Guia de referência de alguns caracteres e nomenclaturas



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 6 – Ilustração dos tipos de cerdas



Fonte: Autoria própria, 2024.

Tabela 1- Definição dos tipos de cerdas

Categoria das cerdas	Tipo	Descrição	Referência
Simples	A1	Cerda lamelada: Haste lisa, comprimento variado com ponta lamelada ocupando de 1/2 a 1/5 da haste, presença de poro terminal.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	A2	Haste longa e lisa, com diâmetro semelhante em toda ela, com presença de poro terminal e anulação	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	A4	Haste longa e delicada, afinando gradativamente até o ápice, presença de poro terminal	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	A6	Cerda curva: Haste longa e lisa, poro terminal com ponta lamelada. Extermidade distal curvada e com pequenos detalhes. Articulação com angulação de 45°.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	Curva com acessória	Cerda curva: Haste longa e lisa. Extermidade distal curvada, com presença de cerda acessória. Articulação com angulação de 45°.	-
Cuspidada	B1	Haste curta, robusta e lisa	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	B2	Haste longa, robusta e lisa.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	B3	Haste curta, com base larga afinando gradativamente ao topo.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	B4	Cerda cuspidada com acessória: Haste com tamanho variável, base larga afinando gradativamente ao topo. Cerda acessória inserida no 1/3 terminal. Articulação em forma de vírgula.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	B5	Cerda cuspidada com acessória: Haste curta com base larga afinando gradativamente ao topo. Poro terminal levemente concavo com cerda acessória inserida no 1/3 terminal, oposta à concavidade.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	B6	Cerda cuspidada com acessória: Similar ao B4, porém com comprimento variável e articulação simples, redonda.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)

Fonte: Adaptado de Zimmer; Araujo; Bond-Buckup (2009) e Reis; Bueno; Araujo (2023)

Tabela 2 (continuação)- Definição dos tipos de cerdas

Categoria das cerdas	Tipo	Descrição	Referência
Plumosa	C1	Haste muito longa com sétulas densamente dispostas em duas fileiras ao longo de todo seu comprimento.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	C2	Haste longa com sétulas começando após a anulação. Sétulas longas	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	D3	Haste curta com sétulas na metade distal dispostas em diversas fileiras agrupadas em um dos lados da haste. No 1/3 distal as sétulas estão dispostas ao redor da haste.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	D4	Haste longa com sétulas dispostas aleatoriamente a partir da base .	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
Serrada	F3	Haste de comprimento variável, robusta. Dentículos dispostos em duas fileiras quase opostas na 1/2 distal.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	F4	Haste longa, muito robusta, ligeiramente curvada, 1/2 proximal da haste lisa, 1/2 distal com dentes agudos	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
	Serrada com acessória	Cerda serrada com cerda acessória saindo da base dos dentículos.	Adaptado de REIS; BUENO; ARAUJO (2023).
	G1	Eixo longo e robusto, com poucas cerdas, longas e delicadas dispostas ao redor da 1/2 basal da haste. 1/2 distal com sétulas robustas dispostas densamente ao redor da haste.	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)
Paposserrada	G2	Sétulas dispostas na metade basal da haste em apenas um lado. 1/3 terminal com sétulas dispostas aleatoriamente	ZIMMER; ARAUJO; BOND-BUCKUP (2009)

Fonte: Adaptado de Zimmer; Araujo; Bond-Buckup (2009) e Reis; Bueno; Araujo (2023)

3. RESULTADOS

Taxonomia

Ordem Amphipoda Latreille, 1816

Subordem Senticaudata Lowry & Myers, 2013

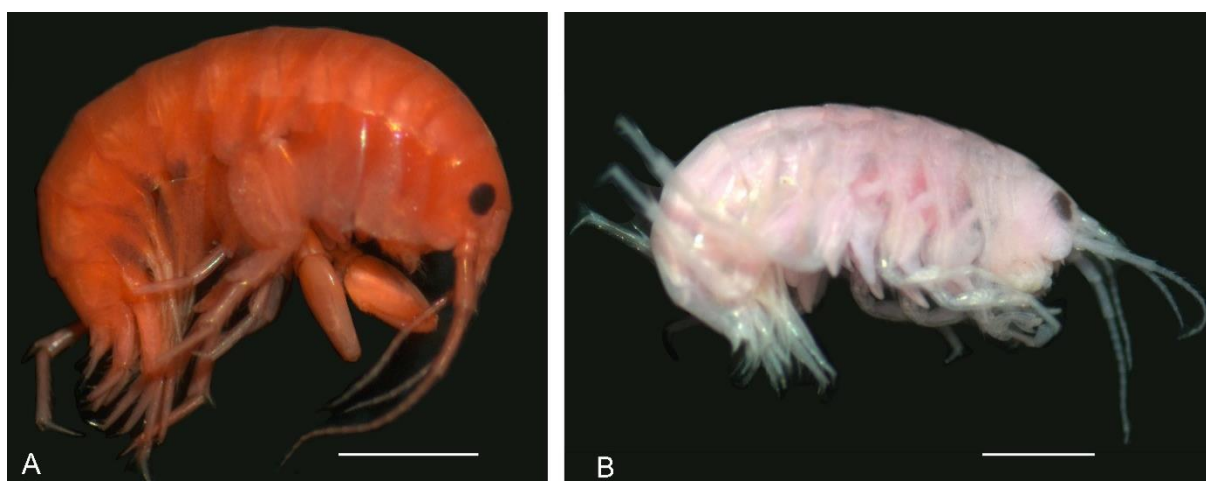
Família Hyalellidae Bulychева, 1957

Gênero *Hyalella* S.I. Smith, 1874

Hyalella sp. nov. 1 (Figuras 7–12)

Material examinado. Holótipo (macho), comprimento do corpo = 5,60 mm, comprimento da cabeça = 0,70 mm (UERJ 3745); Alótipo (fêmea), comprimento do corpo = 4,82 mm, comprimento da cabeça = 0,54 mm (UERJ 3746) (Figura 7); Parátipos (UERJ 2344-2347, 2366, 2367, 3462, 3747, CCUFLA 473); Material adicional (UERJ 2387 -2394, 2387, 3747, 5168 e 5169). Localidade tipo: Brasil, Rio de Janeiro, município de Resende, Parque Nacional do Itatiaia, Nascente do Rio Campo Belo (22°24'S, 44°41'O).

Figura 7 – Holótipo e alótipo de *Hyalella* sp. nov. 1.



Legenda: A. Holótipo (UERJ 3745), corante vermelho congo; B. Alótipo (UERJ 3746), corante rosa bengala. Barras de escala: 1,0 mm. Fonte: Autoria própria, 2024.

Diagnose. Superfície do corpo lisa. Placa coxal 4 escavada posteriormente; placa coxal 6 com lobo anterior reduzido. Olhos grandes, redondos e pigmentados. Antena 1 menor que antena 2. Antena 2 com metade do comprimento do corpo. Maxila 1 com palpo curto, uniarticulado menor que a metade da distância entre a base do palpo e a base das cerdas serradas na placa externa; placa interna delgada com duas cerdas paposserradas apicais. Maxila 2 com placa interna com duas cerdas paposserradas, onze serradas e dezoito cerdas simples. Gnatópodo 1 com cerdas serradas na base, ísquio, mero, carpo e própodo, face interna do carpo e do própodo com cerdas serradas com acessória, margem póstero-distal do própodo com escamas e padrão poligonal. Gnatópodo 2 cerdas serradas na base, ísquio, mero e carpo, mero e carpo também com cerdas serradas com acessória, própodo oval, palma mais longa que a margem posterior do própodo, inclinação oblíqua. Urópodo 1 do macho com cerda curva no ramo interno. Urópodo 3 com pedúnculo mais longo que largo, sub-igual em tamanho ao ramo, com cinco cerdas cuspidadas com acessória e uma cerda simples distais. Télson tão longo quanto largo, ápice linear, com seis cerdas cuspidadas com acessória e duas cerdas simples na margem apical, uma cerda plumosa lateral e cerdas cuspidadas com acessória e plumosas superficiais. Brânquias coxais saculiformes presentes nos segmentos 2 a 6. Brânquias esternais presentes nos segmentos 1 a 7.

Descrição do macho. Comprimento médio total: $4,88 \pm 0,51$ mm (N = 10, de 3,74 a 5,60 mm); comprimento médio da cabeça: $0,54$ mm $\pm 0,12$ mm (N = 10, de 0,24 a 0,70 mm). Superfície do corpo lisa (Figura 8A). Cabeça 0,8x menor que os dois primeiros pereonitos. Olhos grandes, arredondados e pigmentados. Placas coxais levemente sobrepostas. Placas coxais 1, 2 e 3 subiguais em tamanho, sendo a placa coxal 3 levemente maior que 2, 2 levemente maior que 1; placa coxal 4 escavada posteriormente; placa coxal 5 com lobo posterior maior que o lobo anterior; placa coxal 6 com lobo anterior reduzido. Placa epimeral 1 não acuminada, 2 e 3 levemente acuminadas, sendo a 2 maior que as demais (Figura 11A).

Antena 1 (Figura 8B) cerca de 0,3x o comprimento do corpo, 0,7x o comprimento da antena 2, aproximadamente o dobro do comprimento do pedúnculo da antena 2; pedúnculo sub-igual em tamanho a cabeça, com presença de cerdas cuspidadas com acessória no artículo 1, cerdas simples A1 e plumosas C2 ao longo do pedúnculo; flagelo com 11 artículos, variando de 8 a 13, 1,6x maior que o

pedúnculo, cerdas simples A1 ocorrendo distalmente ao longo do flagelo e cerda plumosa C2 no artícuo terminal. Um a dois estetascos ocorrendo distalmente dos artícuos sexto ao décimo.

Antena 2 (Figura 8C) com metade do comprimento do corpo; pedúnculo delgado, 1,6x mais longo que a cabeça, artícuo 4 0,8x menor que o 5, com cerdas serradas F3 ventrais, plumosas C2 e simples A1 distais e artícuo 5 com cerdas plumosas C2 e simples A1 distais; flagelo com 12 artícuos, variando de 11 a 15, 1,2x mais longo que o pedúnculo, cerdas simples A1 ocorrendo distalmente ao longo do flagelo. Microtríqueas presentes no pedúnculo e flagelo.

Labro (Figura 8D) com margem arredondada; margem distal coberta por sétulas na face ventral e dorsal.

Lábio (Figura 8E) com margem distal escavada e projeções mandibulares arredondadas, com sétulas na face dorsal e ventral.

Mandíbula básica de Amphipoda, sem palpo; incisivo com dentes; *lacinia mobilis* da mandíbula esquerda (Figura 8F) com quatro dentes e fileira de cerdas com seis cerdas paposas, sendo três D3; mandíbula direita (Figura 8G) com quatro cerdas paposas, sendo duas D3; molar grande e cilíndrico com presença de cerda acessória.

Maxila 1 (Figura 8H) com placa interna delgada, com metade do comprimento da placa externa, com sétulas laterais e duas cerdas paposserradas G2 longas apicais. Placa externa com nove cerdas serradas F4 e sétulas na lateral interna. Palpo curto, uniarticulado, tão longo quanto largo, menor que a metade da distância entre a base do palpo e a base das cerdas serradas na placa externa, presença de sétulas no palpo e na base do palpo.

Maxila 2 (Figura 8I) com placa interna levemente maior que a placa externa; placa interna com duas cerdas paposserradas G1, sendo uma bem maior, onze serradas F3 e dezoito cerdas simples, sendo oito cerdas simples A2, presença de sétulas na face interna, externa e apical; placa externa com duas cerdas paposas, quatorze cerdas serradas F3, onze cerdas simples A2, sétulas na face interna, externa e apical.

Maxilípodo (Figura 8J) com placa interna com comprimento o dobro da largura, com três cerdas cuspidadas B1 distais, vinte cerdas paposas D4 e várias sétulas; placa externa 1,3x mais longa que a interna, com várias cerdas simples A1 nas margens interna e apical; palpo 2,5x mais longo que a placa interna e 1,9x mais

longo que a placa externa, com quatro artículos; artículo 1 tão largo quanto longo, margem interna com cerdas simples A1; artículo 2 levemente mais largo do que longo, margens interna e externa com cerdas simples longas A1; artículo 3 1,3x mais largo do que longo, margem interna com cerdas simples A1, margens externa e ventral com sete cerdas serradas F3 e cerdas simples A1 longas; dactilo unguiforme, levemente menor que o terceiro artículo, 2,7x mais longo que largo com cerdas distais serradas F3 menores que a unha, presença de unha distal e de escamas.

Gnatópodo 1 (Figura 9A) sub-quelado; placa coxal 1,8x mais larga do que longa, com cerdas simples marginais e superficiais; base, ísquio e mero com cerdas serradas F3; ísquio e mero com escamas posteriores; carpo 1,8x mais longo do que largo e 1,4x mais longo que o própodo, lóbulo posterior distal produzido formando uma estrutura em forma de concha, margem pectinada e presença de escamas, com dezenove cerdas serradas F3, face interna com seis cerdas serradas F3 e cinco serradas com acessória, margem anterior com cerdas serradas F3; própodo 1,4x mais longo do que largo, em formato de martelo, margem anterior com três cerdas serradas F3, margem antero-distal com quatorze cerdas simples A1, superfície interna com quatorze cerdas serradas F3, quatro serradas com acessória e nove cerdas simples A1, ângulo distal posterior, escavação em formato de "v", com duas cerdas cuspidadas com acessória B5, presença de escamas e padrão poligonal, palma com inclinação transversa, com fileira de cerdas simples A1 dactilo em forma de garra, unha apical presente, presença de escamas nas margens anterior e posterior e uma cerda plumosa C2 na margem anterior. Microtríqueas presentes na placa coxal e dactilo.

Gnatópodo 2 (Figura 9B) sub-quelado; placa coxal 1.8x mais larga que longa com cerdas simples na margem e uma cerda serrada F3 na superfície; base e ísquio com cerdas serradas F3 e presença de escamas disto-posteriores; mero com cerdas serradas F3, serradas com acessória e presença de escamas; carpo 1.6x mais largo do que longo, lóbulo posterior alongado entre o mero e o própodo, margem pectinada, cerdas serradas com acessória no lobo carpal e na margem anterior cerdas serradas F3; própodo oval, 1,4x mais longo do que largo, com duas cerdas simples A1 anteriores; palma 1,2x mais longa que a margem posterior do própodo, inclinação oblíqua, com duas fileiras de várias cerdas cuspidadas com acessória B4 e cerdas simples A1, ângulo distal posterior com três cerdas simples, duas cuspidadas com acessória B5, presença de padrão poligonal e com encaixe

para o dáctilo; dáctilo em forma de garra, congruente com a palma, uma cerda plumosa C2 na margem anterior, ausência de escamas. Microtríqueas presentes na placa coxal e no dáctilo.

Pereiópodos 3 a 7 (Figura 10A, B, C, D, E) simples. Base dos pereiópodos 3 e 4 com cerdas serradas F3 na margem posterior e margem disto-posterior com cerdas simples A1; margem disto-posterior do ísquio com cerdas simples A1; margem posterior do mero, carpo e própodo com aglomerados de cerdas cuspidadas com acessória B6 e cerdas simples e simples A1; dáctilo 0,4x mais curto que o própodo, com uma cerda cuspidada distal e presença de unha apical no pereiópodo 3; dáctilo 0,4x mais curto que própodo, com uma cerda plumosa C2 na margem anterior, uma cerda cuspidada pequena e uma simples A4 distais, presença de unha apical no pereiópodo 4 . Base,  squio, mero, carpo e própodo nos pereiópodos 5 a 7 com cerdas cuspidadas com acessória B6; base dos pereiópodos 6 e 7 com um grupo de cerdas serradas F3 na margem anterior; dáctilo dos pereiópodos 5 a 7 com uma cerda plumosa C2 na margem posterior, uma cerda cuspidada pequena e uma simples A4 distais, presença de unha apical, sendo o dáctilo 0,4x mais curto que o própodo no pereiópodo 5, metade do comprimento do própodo no pereiópodo 6 e 0,4x mais curto que o própodo no pereiópodo 7. Pereiópodos 3, 4 e 5 subiguais em tamanho; pereiópodo 6 levemente menor que o pereiópodo 7, pereiópodo 7 maior que os demais.

Pleópodos (Figura 11B) com pedúnculo 2,3x mais longo que largo, 0,6x mais curto que o tamanho médio dos ramos, com dois ganchos de acoplamento; ambos os ramos com numerosas cerdas plumosas C1.

Urópodo 1 (Figura 11C) 1,2x mais longo que o urópodo 2; pedúnculo sub-igual em tamanho aos ramos externo e interno, com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6; ramos subiguais em tamanho; ramo interno com três cerdas cuspidadas com acessória B6 e uma cerda cuspidada B2 dorsais, quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais após a cerda curva e três cerdas cuspidadas apicais, sendo duas B2 e uma B3, macho com cerda curva A6; ramo externo com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais, duas cuspidadas com acessória B6 e duas cuspidadas, B2 e B3 distais.

Urópodo 2 (Figura 11D) mais curto que o urópodo 1, pedúnculo sub-igual em tamanho aos ramos externo e interno, com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6; ramo interno com três cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais, uma

cuspidada com acessória B6 e três cuspidadas, sendo uma B2 e outra B3, apicais; ramo externo com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais, quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 e duas cuspidadas, B2 e B3, apicais.

Urópodo 3 (Figura 11E) 0,8x menor que o pedúnculo do urópodo 1 e sub-igual em tamanho ao pedúnculo do urópodo 2; pedúnculo 1,2x mais longo que largo, com cinco cerdas cuspidadas com acessória B6 e uma cerda simples mais curta; ramo interno ausente; ramo externo uniarticulado, sub-igual em tamanho ao pedúnculo, 2,9x mais longo que largo; largura basal o dobro da largura apical, com seis cerdas simples A1 e uma cuspidada B3 apicais.

Télson (Figura 11F) inteiro, sub-quadrado apicalmente linear, com seis cerdas cuspidadas com acessória B6 e duas cerdas simples na margem apical, uma cerda plumosa C2 lateral e cerdas cuspidadas com acessória B6 e plumosas C2 superficiais.

Brânquias coxais saculiformes presentes nos segmentos 2 a 6. Brânquias esternais presentes nos segmentos 1 a 7.

Descrição da fêmea. Comprimento médio do corpo: $4,78 \pm 0,70\text{mm}$, comprimento médio da cabeça: $0,51 \pm 0,09\text{mm}$ (n=10) (Figura 12A).

Gnatópodo 1 (Figura 12B) similar ao gnatópodo 1 do macho; carpo 1,7x mais longo que largo, ausência de escamas, lóbulo posterior formando uma estrutura em forma de concha, margem pectinada com numerosas cerdas serradas F3, superfície interna com cerdas serradas F3, canto disto-anterior com serradas F3; própodo 1,4x mais longo que largo, em formato de martelo, presença de escamas e uma cerda cuspidada com acessória B5 no canto disto-posterior, face interna com seis cerdas serradas com acessória, palma com metade do tamanho da margem posterior do própodo, inclinação transversa; dátilo em forma de garra, presença de unha apical, presença escamas e cerda plumosa C2 na margem anterior.

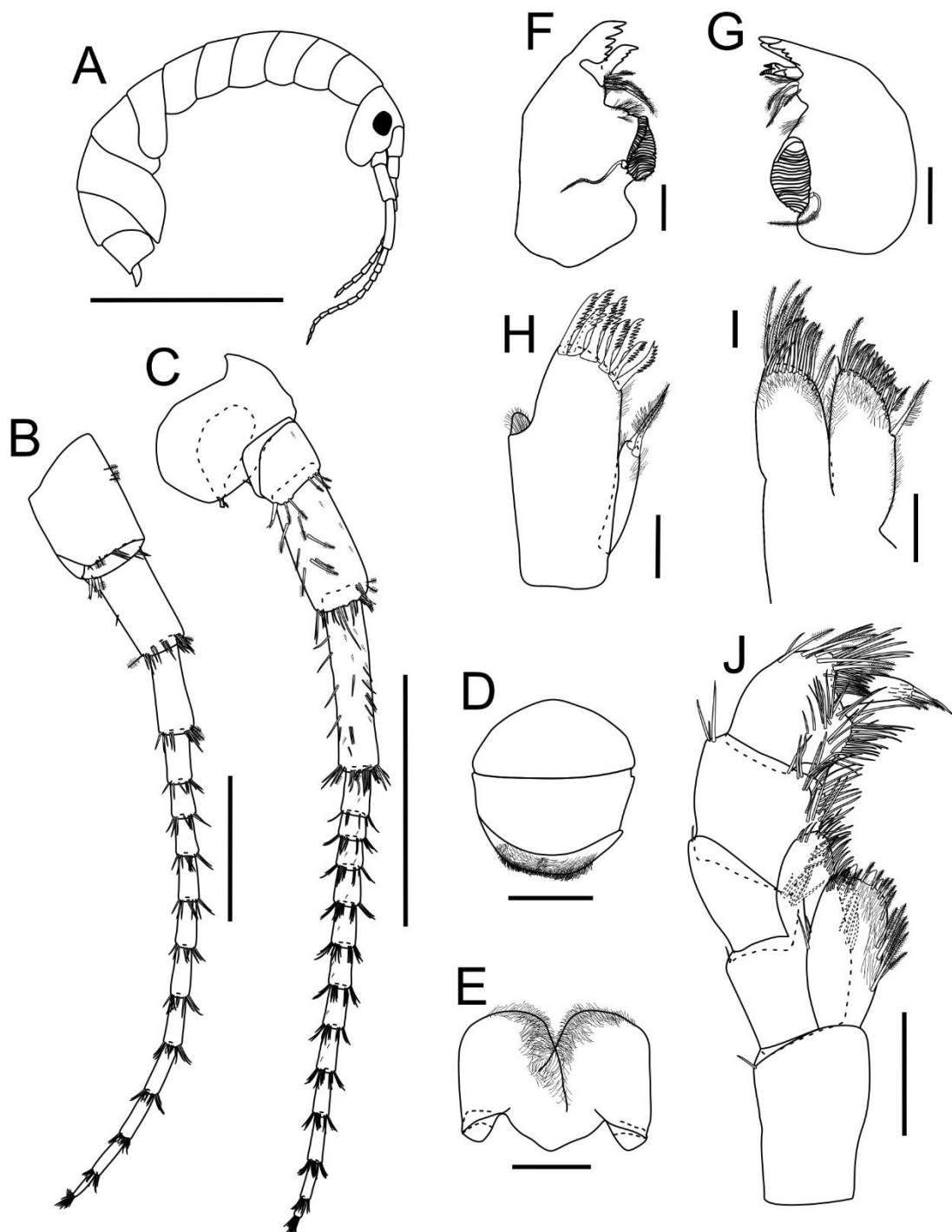
Gnatópodo 2 (Figura 12C) similar em tamanho e forma ao gnatópodo 1; base, ísquio, mero e carpo com cerdas serradas F3; carpo com lóbulo posterior formando uma estrutura em forma de concha, margem pectinada com cerdas serradas F3, ausência de escamas; própodo 1,5x mais longo que largo, presença de escamas no canto disto-posterior e uma cerda cuspidada com acessória B5, sub-quelado, superfície interna com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6, palma transversa, 0,4x mais curta que margem posterior do própodo, doze cerdas simples;

dáctilo com escamas e uma cerda plumosa C2 na margem anterior.

Télson (Figura 12D) inteiro, sub-quadrado com ápice levemente mais estreito, com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6, sendo duas maiores.

Habitat: Água doce, epígea.

Figura 8 - *Hyaella* sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Holótipo (UERJ 3745): (A) *Habitus*. Parátipo macho (UERJ 2345): (B) Antena 1; (C) Antena 2; (D) Labro; (E) Lábio; (F) Mandíbula esquerda; (H) Maxila 1; (I) Maxila 2; (J) Maxilípodo. Parátipo macho (UERJ 2344): (G) Mandíbula direita; Barras de escala: 2,0 mm para A; 1,0 mm para C; 0,5 mm para B; 0,2 mm para D, E, J; 0,1 mm para as demais.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 9 - *Hyaella* sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Parátipo macho (UERJ 2345): (A) Gnatópodo 1; (B) Gnatópodo 2. Barras de escala: 0,3 mm para A; 0,4 mm para B.

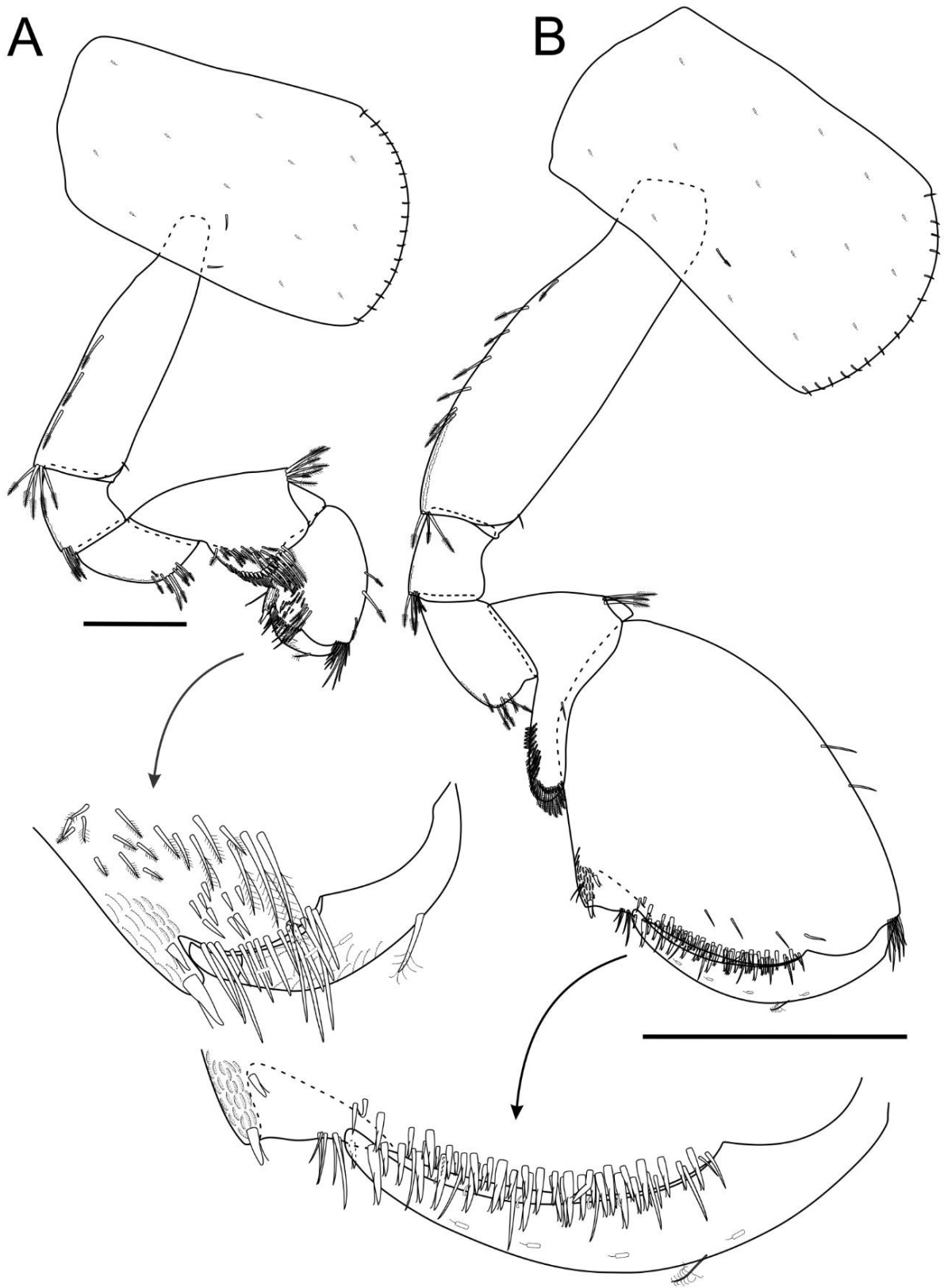
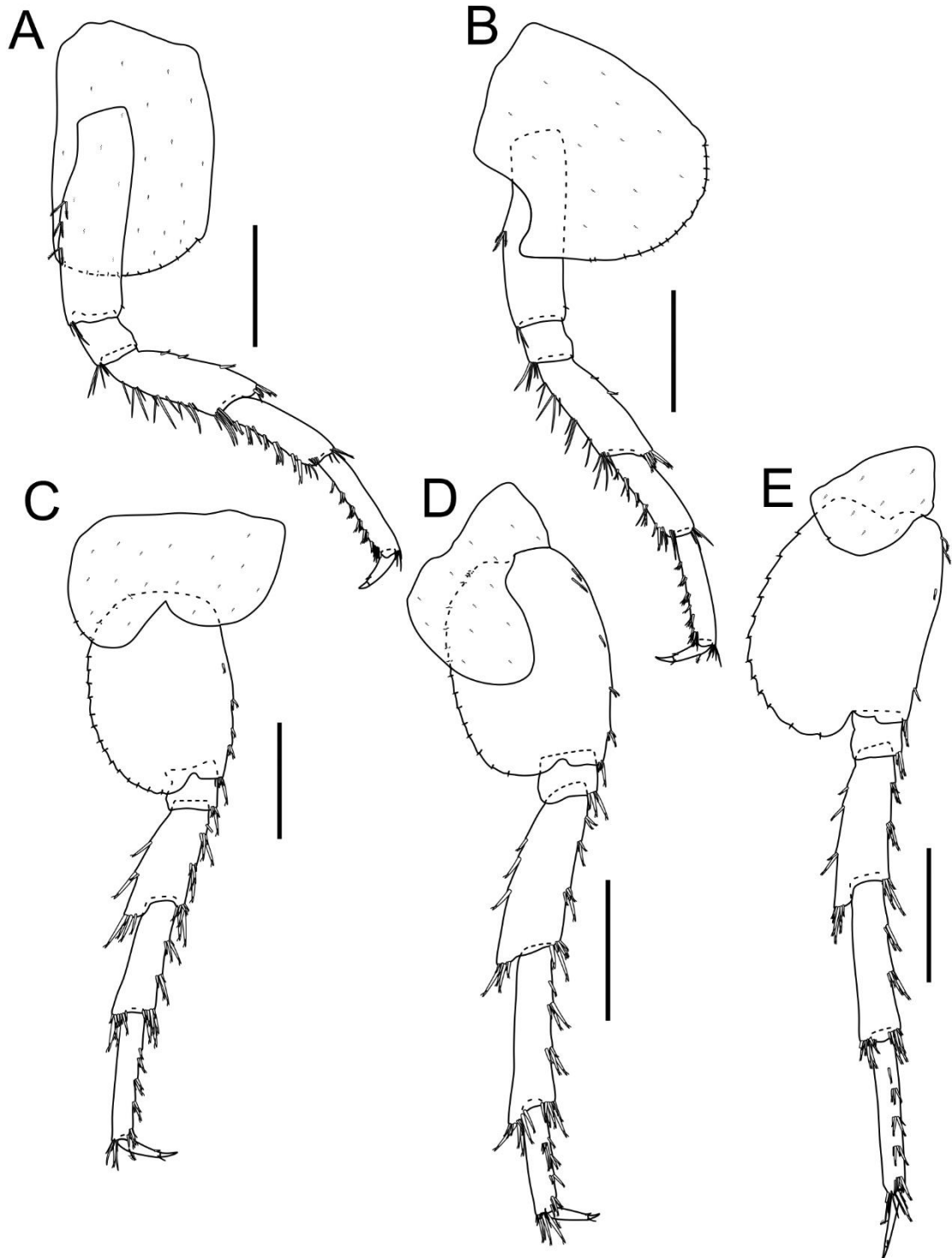


Figura 10 - *Hyaella* sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Parátipo macho (UERJ 2345): (A) Pereiópodo 3; (B) Pereiópodo 4; (C) Pereiópodo 5; (D) Pereiópodo 6; (E) Pereiópodo 7. Barras de escala: 0,7 mm para D, E; 0,6 mm para as demais.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 11 - *Hyaletta* sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Parátipo macho (UERJ 2345): (A) Epímeros 1-3; (B) Pleópodo; (C) Urópodo 1; (D) Urópodo 2; (E) Urópodo 3; (F) Télson. Barras de escala: 1,0 mm para A; 0,2 mm para D; 0,4 mm para B, C; 0,1 mm para as demais.

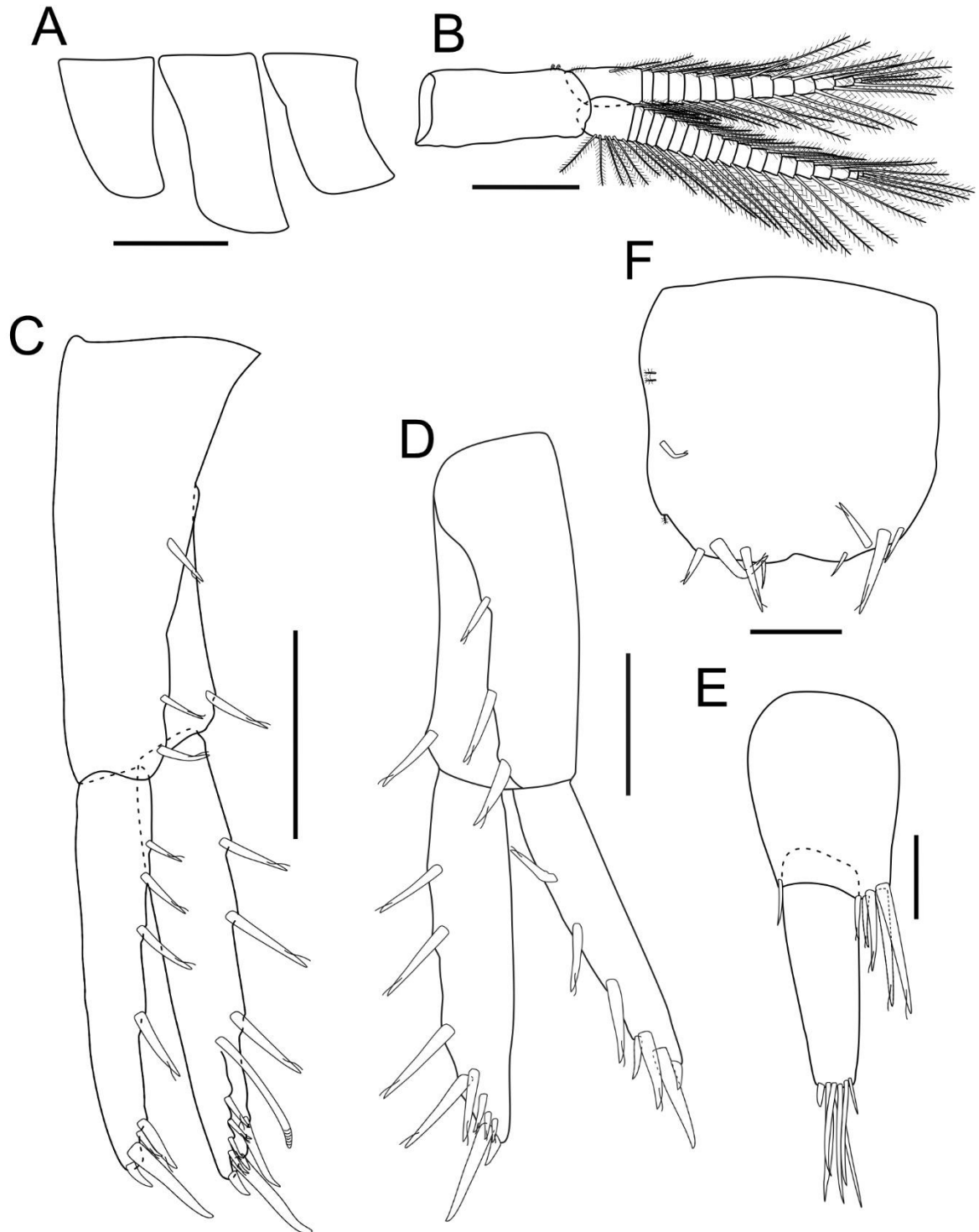
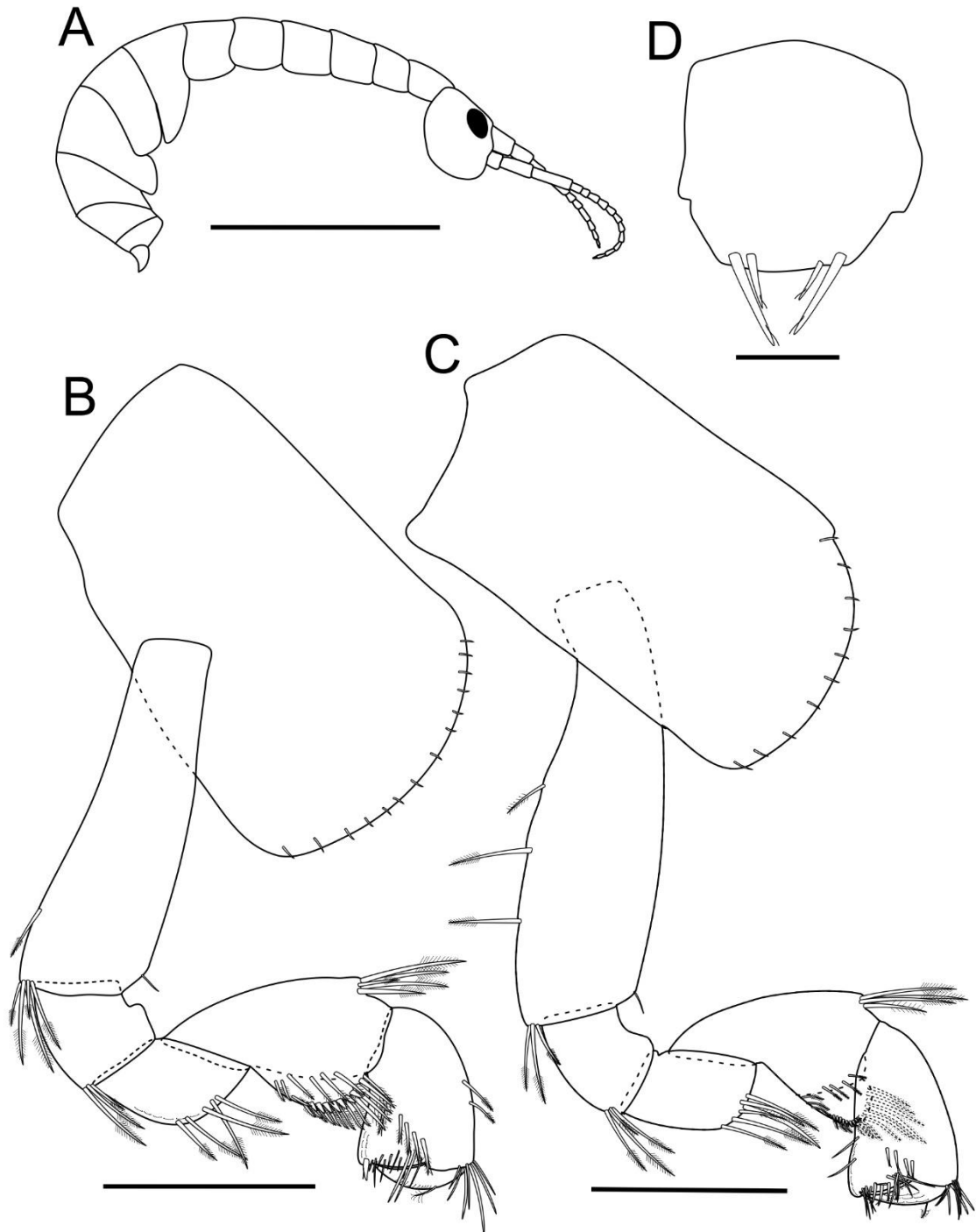


Figura 12 - *Hyaella* sp. nov. 1, PNI – Campo Belo (22°24'S, 44°41'O). Alótipo (UERJ 3746): (A) Habitus. Parátipo fêmea (UERJ 3462): (B) Gnatópodo 1; (C) Gnatópodo 2; (D) télson. Barras de escala: 2,0 mm para A; 0,1mm para D; 0,3 mm para as demais.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Discussão taxonômica

Quando comparada às espécies presentes dentro do PNI, *Hyaella* sp nov 1, por apresentar maxila 1 com palpo curto e sem cerda apical, nove cerdas serradas na placa externa e placa interna com cerdas paposserradas, diferencia-se de *H. montana* que apresenta palpo com cerda apical simples, atingindo metade da distância entre base do palpo e base de cerdas serradas na placa externa e placa externa com oito cerdas serradas e de *H. pernix* sensu Pereira (1985) por esta apresentar palpo com cerda simples apical e placa interna com cerda plumosa; maxila 2 com placa interna duas cerdas paposserradas maiores, a diferencia de *H. montana* por ter, na placa interna nove cerdas paposserradas e de *H. pernix* sensu Pereira (1985) por apresentar duas cerdas plumosas na placa interna; maxilípodo com palpo com cerdas serradas nos terceiro e quarto artículos, quarto artículo com presença de escamas a diferencia de *H. montana* por ter cerdas simples nos terceiro e quarto artículos e ausência de escamas, assim como de *H. pernix* sensu Pereira (1985) por esta apresentar cerdas simples no quarto artículo do palpo, ausência de escamas e unha distal serrada; gnatópodo 1 com face interna do própodo com cerdas serradas e serradas com acessória, margem anterior com cerda serrada, margem disto-posterior com presença de escamas e padrão poligonal e dáctilo com presença de escamas a diferencia de *H. montana* por ter própodo com ausência de cerda serrada com acessória na face interna, ausência de cerdas na margem anterior, ausência de escamas ou padrão poligonal no canto disto-posterior e dáctilo e de *H. pernix* sensu Pereira (1985) pelo própodo possuir cerdas plumosas bífidas na face interna, margem anterior e póstero-distal com escamas; urópodo 1 com cerda curva no ramo interno do macho a diferencia *H. montana* .

Quando comparada às espécies fora do PNI, *Hyaella* sp. nov. 1, por ser uma espécie epígea e não apresentar características troglomórficas, diferencia-se daquelas que habitam os ambientes cársticos e/ou hipotelminorreicos: *H. caeca* Pereira, 1989, *H. epikarstica* Rodrigues, Bueno & Ferreira, 2014, *H. spelaea* Bueno & Cardoso, em Cardoso, Bueno & Ferreira, 2011, *H. veredae*, *Hyaella* sp. 1, *Hyaella* sp. 2 e *Hyaella* sp. 5 em PENONI (2023). A presença de cerda paposserrada na placa interna da maxila 2 a diferencia de *H. carstica*, *H. dielaii* Pereira, 2004, *H. gracilicornis* Faxon, 1876, *H. longistila* Faxon, 1876, 1985, *H. meinerti* Stebbing,

1899, *H. minensis* Bastos-Pereira & Bueno, 2013 e *H. warmingi* Stebbing, 1899. Gnatópodo 1 com cerdas serradas na base, ísquio e mero e padrão poligonal no própodo, assim como o própodo oval do gnatópodo 2 a diferencia de *H. xakriaba*. Presença de cerdas serradas na base, ísquio, mero e carpo do gnatópodo 2 a diferencia de *H. gracilicornis*, *H. longistila*, *meinerti*, *H. minensis*, *H. virgineae* Lares, Penoni & Bueno em Penoni, Lares & Bueno, 2021, *H. warmingi* e de *H. xakriaba*, por não apresentarem cerda serrada. A presença de cerda curva no ramo interno do urópodo 1 do macho a diferencia de *H. bala* Penoni & Bueno em Penoni, Lares & Bueno, 2021, *H. dielaii* Pereira, 2004, *H. gracilicornis* Faxon, 1876, *H. longistila* Faxon, 1876, *H. meinerti* Stebbing, 1899, *H. minensis* Bastos-Pereira & Bueno, 2013, *H. troglófugia* Bastos-Pereira, De Oliveira & Ferreira, 2018, *H. virginieae* Lares, Penoni & Bueno em Penoni, Lares & Bueno, 2021, *H. warmingi* Stebbing, 1899, *Hyaella* sp. 3 e *Hyaella* sp. 4 em PENONI (2023). Placa epimeral 1 não acuminada, 2 e 3 levemente acuminadas, sendo a segunda maior que as demais, diferenciando-se de *H. dielaii*, *H. gracilicornis*, *H. longistila*, *H. meinerti*, *H. warmingi* e *Hyaella* sp. 3 em PENONI (2023) por possuírem as 3 placas epimerais acuminadas e de *H. minensis*, *H. troglófugia* e *H. xakriaba* por não apresentarem acuminação nas placas epimerais.

A Tabela 1 apresenta algumas diferenças morfológicas entre as espécies epígeas da região sudeste brasileira.

***Hyaella* sp. nov. 2 (Figuras 13–18)**

Material examinado. Holótipo (macho), comprimento do corpo = 7,48 mm, comprimento da cabeça = 0,70 mm (UERJ 3743); Alótipo (fêmea), comprimento do corpo = 4,66 mm, comprimento da cabeça = 0,54 mm (UERJ 3744) (Figura 13); Parátipos (UERJ 2383 – 2385, 3274 – 3276, 3278, 3691, 3694, 3695, CCUFLA 474); Material adicional (UERJ 2352 – 2359, 2371, 2374, 2380 – 2382, 3464 3515, 3733 – 3742, 5161 – 5167, 5171). Localidade tipo: Brasil, Minas Gerais, município de Itamonte, Parque Nacional do Itatiaia, Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O).

Figura 13 - Holótipo e alótipo de *Hyaella* sp. nov. 2.



Legenda: A. Holótipo (UERJ 3743); B. Alótipo (UERJ 3744). Corante rosa bengala. Barra de escala: 2,0 mm. Fonte: Autoria própria, 2024.

Diagnose. Superfície do corpo lisa. Placa coxal 4 escavada posteriormente; placa coxal 6 com lobo anterior reduzido. Olhos ovalados e pigmentados. Antena 1 menor que antena 2. Antena 2 com metade do comprimento do corpo. Maxila 1 com palpo curto, uniarticulado menor que a metade da distância entre a base do palpo e a base das cerdas serradas na placa externa, com uma cerda simples apical e presença de sétulas. Maxila 2 com placa interna com duas cerdas paposserradas, nove cerdas serradas e dezoito cerdas simples. Maxilípodo com unha distal serrada. Gnatópodo 1 com cerdas serradas na base, ísquio, mero, carpo e própodo, serradas com acessória no carpo e própodo; padrão poligonal no ísquio, mero, própodo e dácilo. Gnatópodo 2 com cerda serrada com acessória na base, mero e carpo; ísquio, mero e carpo, lobo carpal também com cerdas serradas; base, ísquio, carpo e canto disto-posterior do própodo com presença de padrão poligonal, própodo mais longo que largo. Urópodo 1 do macho sem cerda curva no ramo interno (variação: cerda curva com cerda acessória). Urópodo 3 com pedúnculo sub-igual em tamanho e mais largo que o ramo, com cinco cerdas cuspidadas com acessória distais e quatro simples proximais. Télson tão longo quanto largo, com seis cerdas cuspidadas com acessória na margem apical e três cerdas plumosas em cada lateral, cerdas cuspidadas com acessória e simples superficiais. Brânquias coxais saculiformes presentes nos segmentos 2 a 6. Brânquias esternais presentes nos segmentos 2 a 7.

Descrição do macho. Comprimento médio do corpo: $7,33 \pm 1,14$ mm (N = 10 de 5,60 a 9,24 mm); comprimento médio da cabeça: $0,69$ mm $\pm$ $0,10$ mm (N = 10, de 0,56 a 0,84 mm). Superfície do corpo lisa (Figura 14A). Cabeça 0,7x menor que os dois primeiros pereonitos. Olhos ovalados e pigmentados. Placas coxais levemente sobrepostas. Placas coxais 1, 2 e 3 subiguais em tamanho, sendo a placa coxal 3 levemente maior que 2, 2 levemente maior que 1; placa coxal 4 escavada posteriormente; placa coxal 5 com lobo posterior maior que o lobo anterior; placa coxal 6 com lobo anterior reduzido. Placa epimeral 1 não acuminada, 2 acuminada e 3 levemente acuminada.

Antena 1 (Figura 14B) cerca de 0,4x o comprimento do corpo, 0,7x o tamanho da antena 2, aproximadamente 2,1x mais longa que o pedúnculo da antena 2; pedúnculo 1,4x mais longo que a cabeça, artículos 1 e 2 com cerdas serradas F3, presença de cerdas simples A1 e plumosas C2 ao longo do pedúnculo; flagelo com 12 artículos, variando de 11 a 14, 1,7x maior que o pedúnculo; presença de cerdas simples A1 ao longo do flagelo, estetascos ocorrendo distalmente dos artículos quarto ao décimo primeiro, décimo segundo artículo com cerdas simples A1 e plumosas C2.

Antena 2 (Figura 14C) com metade do comprimento do corpo; pedúnculo delgado, 1,8x mais longo que a cabeça, artículo 4 0,6x menor que o 5 artículo, com cerdas serradas F3 e cerdas plumosas C2 e artículo 5 com cerdas plumosas C2 distais e simples A1; flagelo com 13 artículos, variando de 13 a 17, 1,5x mais longo que o pedúnculo, cerdas simples A1 ocorrendo distalmente ao longo do flagelo.

Labro (Figura 12D) com margem arredondada; margem distal coberta por sétulas na face ventral e dorsal.

Lábio (Figura 14E) com margem distal escavada e projeções mandibulares arredondadas, com sétulas na face dorsal e ventral.

Mandíbula básica de Amphipoda, sem palpo; incisivo com dentes; *lacinia mobilis* da mandíbula esquerda (Figura 12F) com cinco dentes e fileira de cerdas com seis cerdas paposas, sendo três D3, molar cilíndrico com cerda acessória; mandíbula direita (Figura 14G) com quatro cerdas paposas, sendo duas D3; molar grande e cilíndrico com presença de cerda acessória bífida.

Maxila 1 (Figura 14H) placa interna delgada, 0,6x mais curta que a placa externa, com sétulas laterais e duas cerdas paposserradas G2 longas apicais. Placa

externa com nove cerdas serradas F4 e sétulas na lateral interna. Palpo curto, uniarticulado, 1,3x mais longo do que largo, sendo menor que a metade da distância entre a base do palpo e a base das cerdas serradas na placa externa, presença de sétulas na base do palpo e no palpo, uma cerda simples apical.

Maxila 2 (Figura 14I) com placa interna e externa subiguais em tamanho; placa interna com duas cerdas paposserradas G1, sendo uma bem maior, nove cerdas serradas tipo F3 e dezoito cerdas simples e simples A2, coberta por sétulas; placa externa com sete cerdas serradas F3 e quinze cerdas simples A2, sétulas nas laterais interna, externa e dorsal.

Maxilípodo (Figura 14J) com placa interna 2,9x mais longa do que larga, com três cerdas cuspidadas B1 distais, dezessete cerdas paposas D4 e várias sétulas nas margens apical e interna; placa externa 2,9x mais longa que a interna, com várias cerdas simples A1 na margem; palpo 3,8x mais longo que a placa interna e 3,2 x mais longo que a placa externa, com quatro artículos; artículo 1 2,1 x mais longo que largo, margem interna com cerdas simples A1; artículo 2 tão longo quanto largo, margem interna com cerdas simples longas A1 e margem externa com simples A1 e serrada F3; artículo 3 1,2x mais longo do que largo, margem interna com cerdas simples A1, margem externa e ventral com sete cerdas serradas F3 e cerdas simples A1 longas; dácilo unguiforme, com metade do comprimento do terceiro artículo, 2,2x mais longo que largo com cerdas distais serradas F3 menores que a unha, presença de unha distal serrada.

Gnatópodo 1 (Figura 15A) sub-quelado; placa coxal 1,7x mais larga do que longa, com cerdas simples marginais e serradas F3 superficiais; base, ísquio e mero com cerdas serradas F3; ísquio e mero com padrão poligonal; carpo 1,6x mais longo do que largo e sub-igual em tamanho ao própodo, lóbulo posterior distal produzido formando uma estrutura em forma de concha, com margem pectinada e diversas cerdas serradas F3, face interna com quatro cerdas serradas com acessória e duas serradas F3; própodo 1,6x mais longo do que largo, em formato de martelo, margem anterior com duas cerdas simples A1 e três cerdas serradas F3, ângulo antero-distal com 14 cerdas simples A1, superfície interna com seis cerdas serradas F3, seis cerdas serradas com acessória e seis cerdas cuspidadas, palma com inclinação transversa, com cerdas simples A1, ângulo distal posterior com duas cerdas cuspidadas com acessória B5 e presença de padrão poligonal; dácilo em forma de garra, cerdas simples saindo da margem posterior do dácilo e uma cerda plumosa

C2 na margem anterior, presença de padrão poligonal.

Gnatópodo 2 (Figura 15B) sub-quelado; placa coxal 1,5x mais larga que longa com cerdas simples marginais; base com sete cerdas serradas com acessória na margem posterior, serrada F3 e padrão poligonal na disto-posterior; ísquio com cerda serrada F3 e padrão poligonal; mero com cerda serrada com acessória; carpo 1,6x mais largo do que longo, lóbulo posterior alongado entre o mero e o própodo, com diversas cerdas serradas F3, margem pectinada e com presença de padrão poligonal, superfície interna com cerda serrada com acessória; própodo oval, 1,3x mais longo do que largo, com duas cerdas serradas F3 anteriores e dez cerdas simples A1 antero-distais; palma sub-igual em tamanho à margem posterior do própodo, inclinação oblíqua, com duas fileiras de várias cerdas cuspidadas com acessória B4 e cerdas simples A1, ângulo disto-posterior com cinco cerdas simples, duas cuspidadas com acessória B5, presença de padrão poligonal e com encaixe para o dátilo; dátilo em forma de garra, congruente com a palma, oito cerdas simples saindo do dátilo, uma cerda plumosa C2 na margem anterior, ausência de escamas.

Pereiópodos 3 a 7 (Figura 16A, B, C, D, E) simples. Pereiópodos 3 e 4 com aglomerados de cerdas serradas F3 na margem posterior da base e presença de cerdas simples A1 nas margens pósterio-distais da base e ísquio e posterior do mero; carpo e própodo com aglomerados de cerdas simples A1 e cuspidadas com acessória B6; dáctilos com presença de uma cerda plumosa C2 na margem anterior, uma cerda cuspidada pequena e uma simples A4 distais sendo o dátilo 0,4x mais curto que o própodo nos pereiópodos 3 e 4. Pereiópodos 5, 6 e 7 com cerda serrada F3 na margem anterior proximal da base e cerdas cuspidadas com acessória B6 na margem posterior da base, ísquio, mero, carpo e própodo; dátilo do pereiópodo 5 com uma cerda plumosa C2 na margem posterior, uma cerda cuspidada pequena e uma simples A4 distais e 0,4x mais curto que o própodo, dátilo dos pereiópodos 6 e 7 com duas cerdas plumosas C2 nas margens posteriores, uma cerda cuspidada pequena e uma simples A4 distais, 0,3x mais curtos que os própodos. Pereiópodos 3, 4 e 5 subiguais em tamanho; 6 e 7 também subiguais em tamanho.

Pleópodos (Figura 17B) pedúnculo 2,9x mais longo que largo, com metade do comprimento do tamanho médio dos ramos, com dois ganchos de acoplamento; ambos os ramos com numerosas cerdas plumosas C1.

Urópodo 1 (Figura 17C) 1,6x mais longo que o urópodo 2; pedúnculo 1,3x

mais longo que os ramos interno e externo, com sete cerdas cuspidadas com acessória B6; ramos subiguais em tamanho; ramo interno com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais, quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 e duas cuspidada distais, B2 e B3, apicais, macho sem cerda curva; ramo externo com três cerdas cuspidadas com acessória dorsais B6, três cerdas cuspidadas com acessória B6, sendo uma bem maior, e uma cuspidada B3 apicais. Variação: Macho com cerda curva com cerda acessória; pedúnculo com sete cerdas cuspidadas com acessória, ramo interno 5,8x mais longo que largo, com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais, quatro cuspidadas com acessória B6 após a cerda curva e uma cuspidada B2 e outra B3, apicais; ramo externo também 5,8x mais longo que largo, com quatro cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais, uma cuspidada com acessória B6 e três cuspidadas, sendo uma B2 e outra B3, apicais (Figura 17G).

Urópodo 2 (Figura 17D) mais curto que o urópodo 1, pedúnculo sub-igual em tamanho ao aos ramos externo e interno com cinco cerdas cuspidadas com acessória B6; ramo interno com uma cerda cuspidada com acessória B6 dorsal, uma cerda cuspidada com acessória B6 e seis cuspidadas, sendo uma B2 e outra B3 apicais; ramo externo com três cerdas cuspidadas com acessória B6 dorsais, uma cerda cuspidada com acessória B6 e três cerdas cuspidadas, sendo uma B2 e outra B3, apicais.

Urópodo 3 (Figura 17E) 0,6x o tamanho do pedúnculo do urópodo 1 e 0,8x o tamanho do pedúnculo do urópodo 2; pedúnculo 1,4x mais longo que largo, com seis cerdas cuspidadas com acessória B6 distais e quatro simples A1 proximais; ramo interno ausente; ramo externo uniarticulado, sub-igual em tamanho ao pedúnculo, 2,8x mais longo que largo; largura basal 2,2x maior que a largura apical, com dez simples A1 e uma cuspidada B3 apicais.

Télson (Figura 17F) inteiro, tão longo quanto largo, ápice linear, com seis cerdas cuspidadas com acessória B6 na margem apical e três cerdas plumosas C2 em cada lateral, cerdas cuspidadas com acessória B6 e simples superficiais.

Brânquias coxais saculiformes presentes nos segmentos 2 a 6. Brânquias esternais presentes nos segmentos 2 a 7.

Descrição da fêmea. Comprimento médio do corpo: $5,15 \pm 0,87\text{mm}$, comprimento médio da cabeça: $0,52 \pm 0,05\text{mm}$ ($n=10$) (Figura 18A).

Gnatópodo 1 (Figura 18B) similar ao gnatópodo 1 do macho; placa coxal,

base, ísquio, com cerdas serradas F3; mero com cerda serrada com acessória; carpo 1,6x mais longo que largo, ausência de escamas, canto antero-distal com cerdas serradas F3, lóbulo posterior formando uma estrutura em forma de concha, margem pectinada com treze cerdas serradas F3; própodo 1,7x mais longo que largo, em formato de martelo, presença de padrão poligonal e uma cerda cuspidada com acessória B5 na margem póstero-distal, superfície interna com seis cerdas serradas com acessória, cerdas simples A1 e serradas F3, margem anterior com três cerdas simples A1; palma com metade do comprimento da margem posterior do própodo, inclinação transversa, dáctilo em forma de garra, com três cerdas simples, presença de padrão poligonal e cerda plumosa C2 na margem anterior.

Gnatópodo 2 (Figura 18C) similar em tamanho e forma ao gnatópodo 1; base, ísquio, mero, carpo e própodo com cerdas serradas F3; base, mero, própodo e dáctilo com padrão poligonal; lóbulo posterior formando uma estrutura em forma de concha, margem pectinada; própodo sub-quelado, 2,1x mais longo que largo, uma cerda cuspidada com acessória B5 e padrão poligonal no canto disto-posterior, superfície interna com quatro cerdas serradas e cinco cerdas simples A1; palma transversa, 0,4x mais curta que margem posterior do própodo, quatro cerdas simples A1 e quatro cuspidadas; dáctilo com padrão poligonal, cinco cerdas saindo da sua margem interna e uma cerda plumosa C2 na margem anterior.

Télson (Figura 18D) inteiro, sub-quadrado com ápice levemente mais estreito, com cinco cerdas cuspidadas com acessória B6 distais.

Habitat: Água doce, epígea.

Figura 14 - *Hyaella* sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Holótipo (UERJ 3743): (A) Habitus. Parátipo macho (UERJ 2385): (B) Antena 1; (C) Antena 2; (D) Labro; (E) Lábio; (G) Mandíbula direita 1; (H) Maxila 1; (I) Maxila 2; (J) Maxilípodo. Parátipo macho (UERJ 3275): (F) Mandíbula esquerda. Barras de escala: 2,0 mm para A; 1,0 mm para C; 0,5 mm para B; 0,3mm para J; 0,2 mm para D, E; 0,1 mm para as demais.

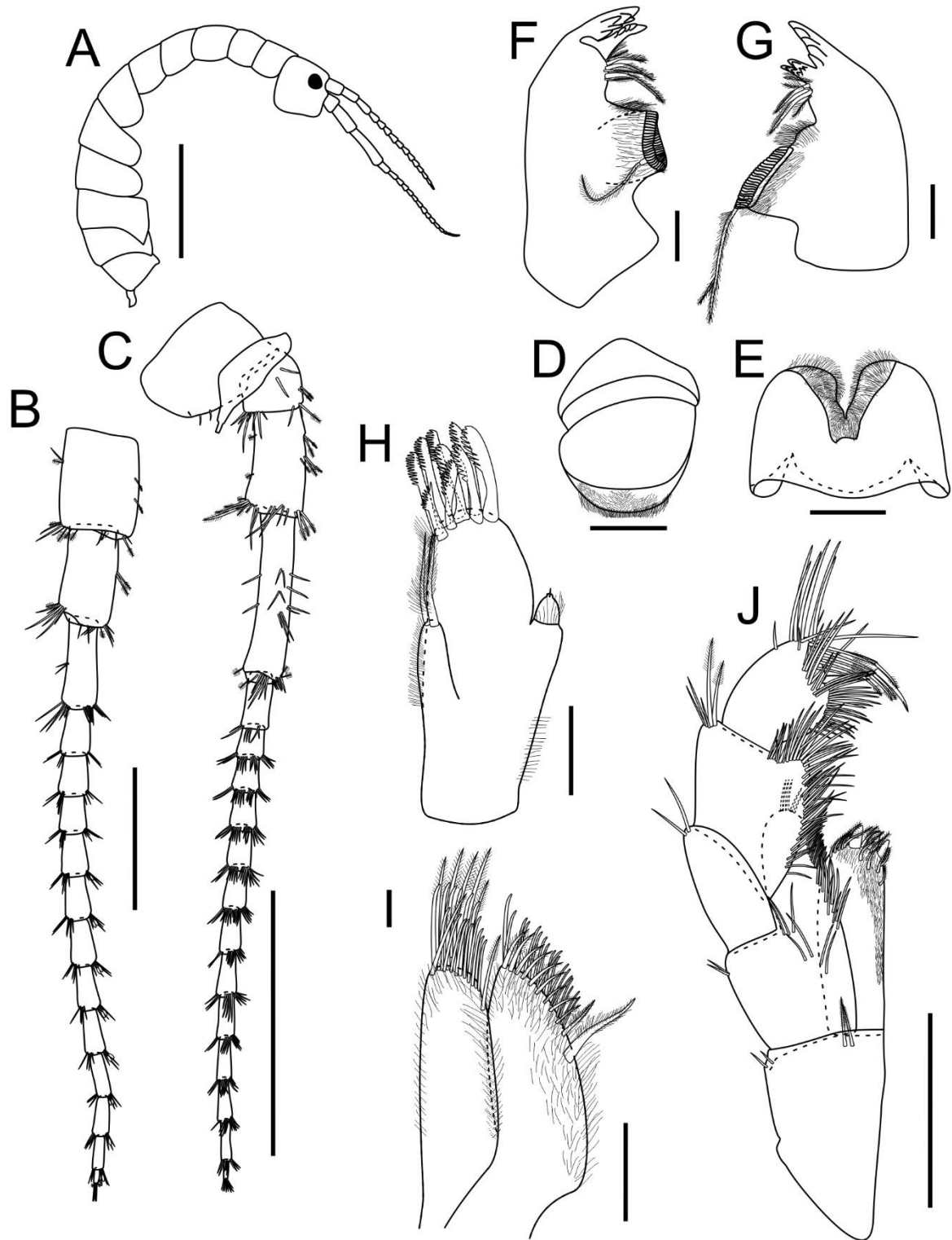
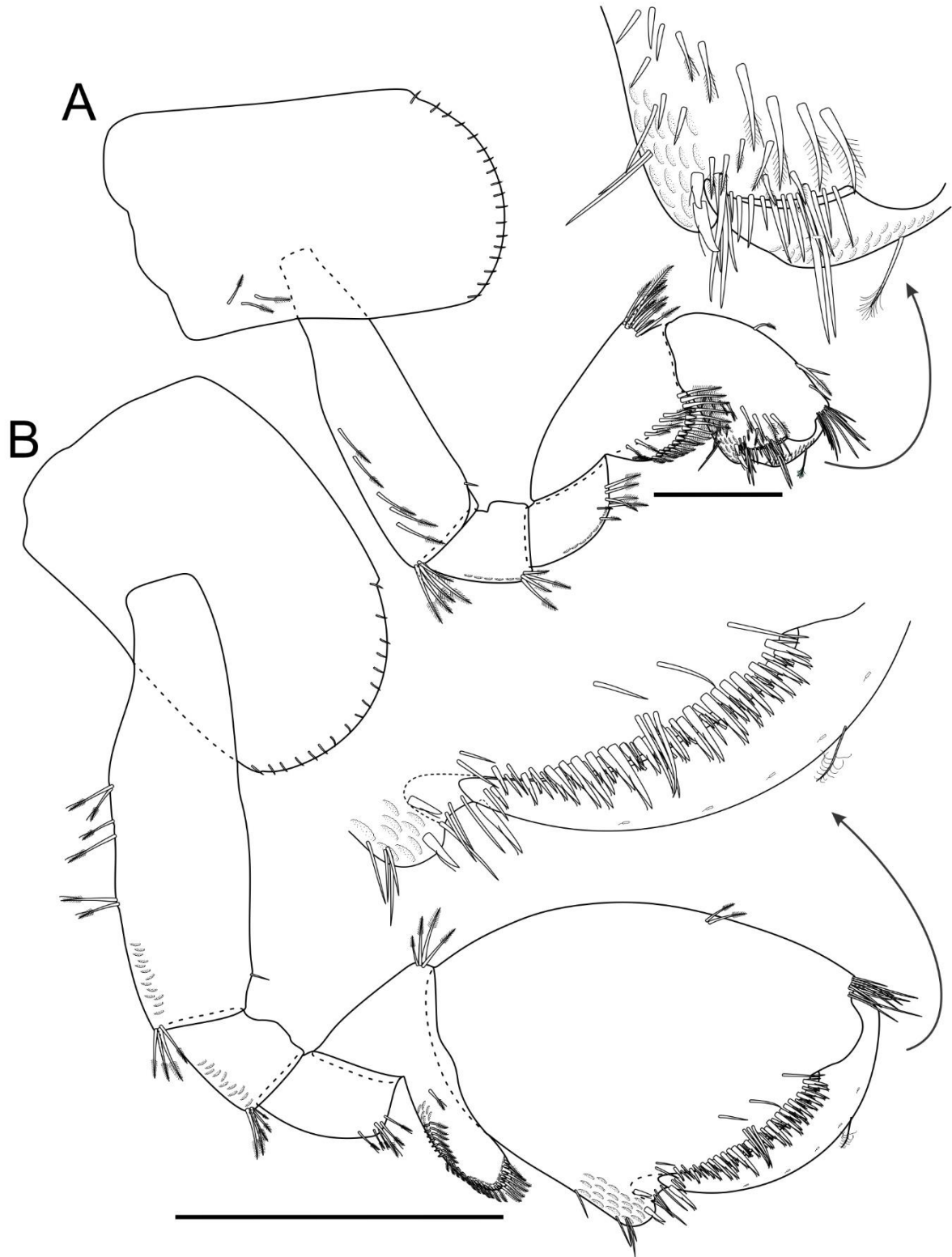
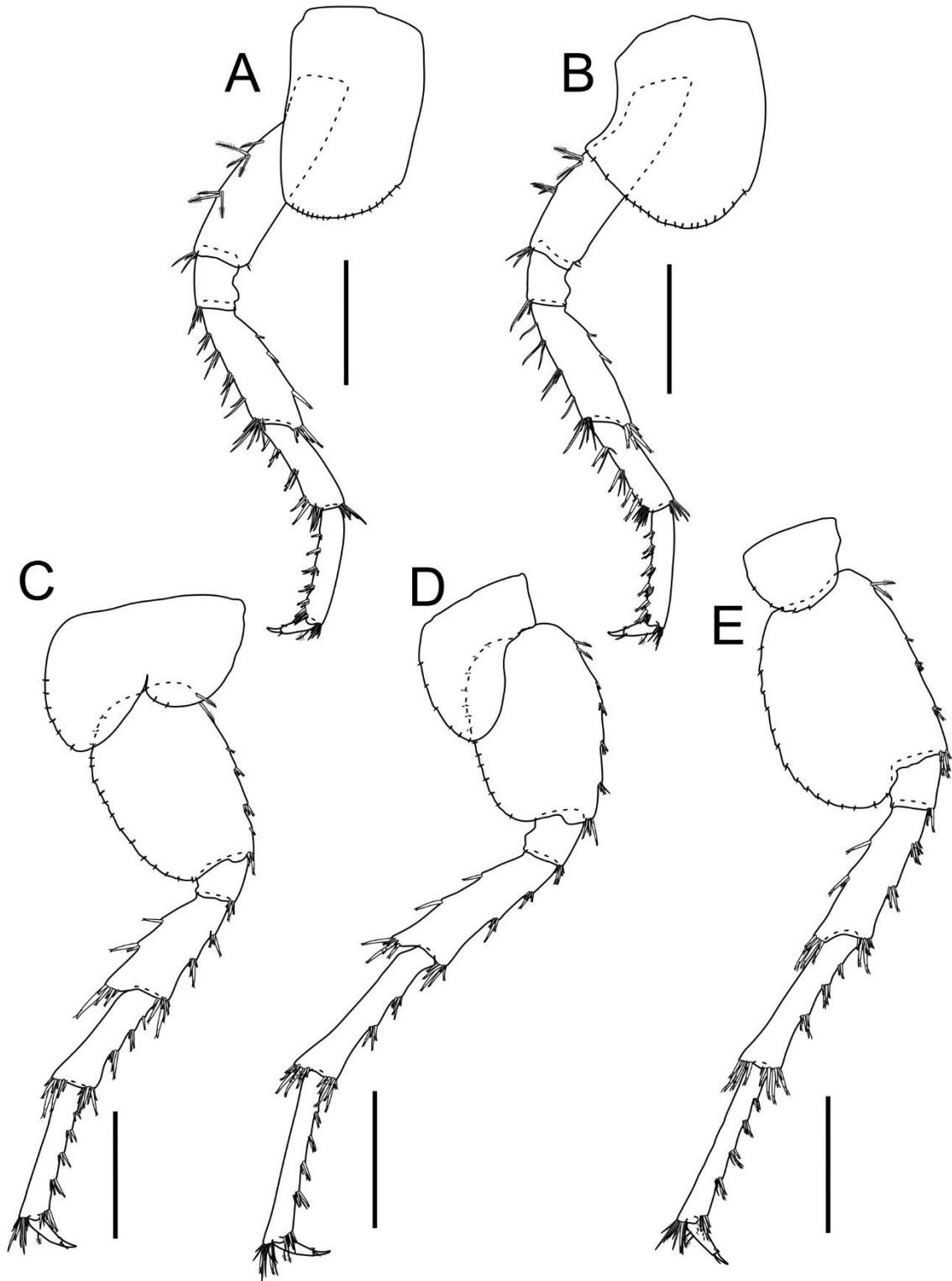


Figura 15 - *Hyaella* sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Parátipo macho (UERJ 2385): (A) Gnatópodo; (B) Gnatópodo 2. Barras de escala: 0,3 mm para A; 0,5 mm para B.



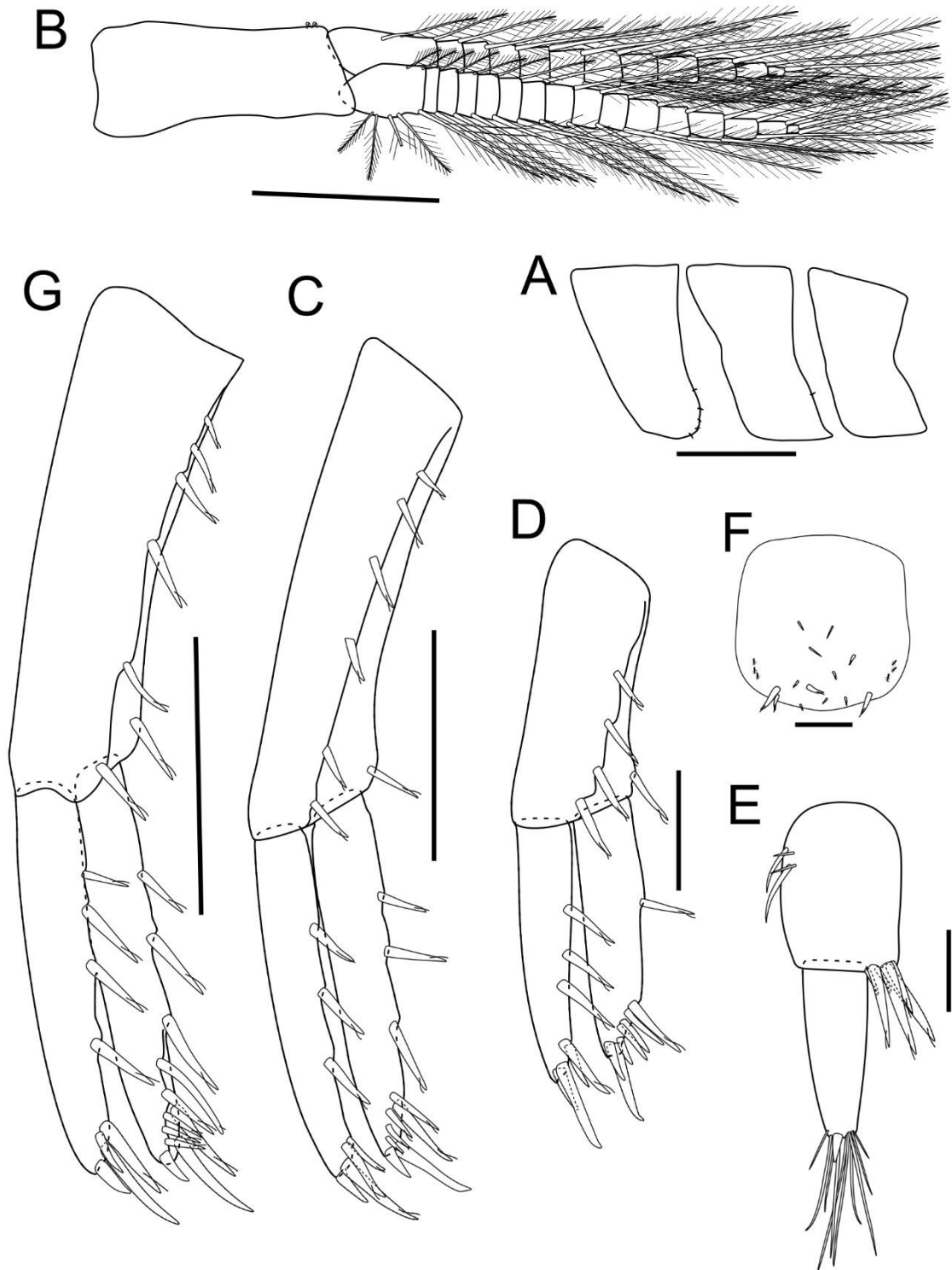
Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 16 - *Hyaella* sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Parátipo macho (UERJ 2385): (A) Pereiópodo 3; (B) Pereiópodo 4; (C) Pereiópodo 5; (D) Pereiópodo 6; (E) Pereiópodo 7. Barras de escala: 0,7 mm para D, E; 0,6 mm para as demais.



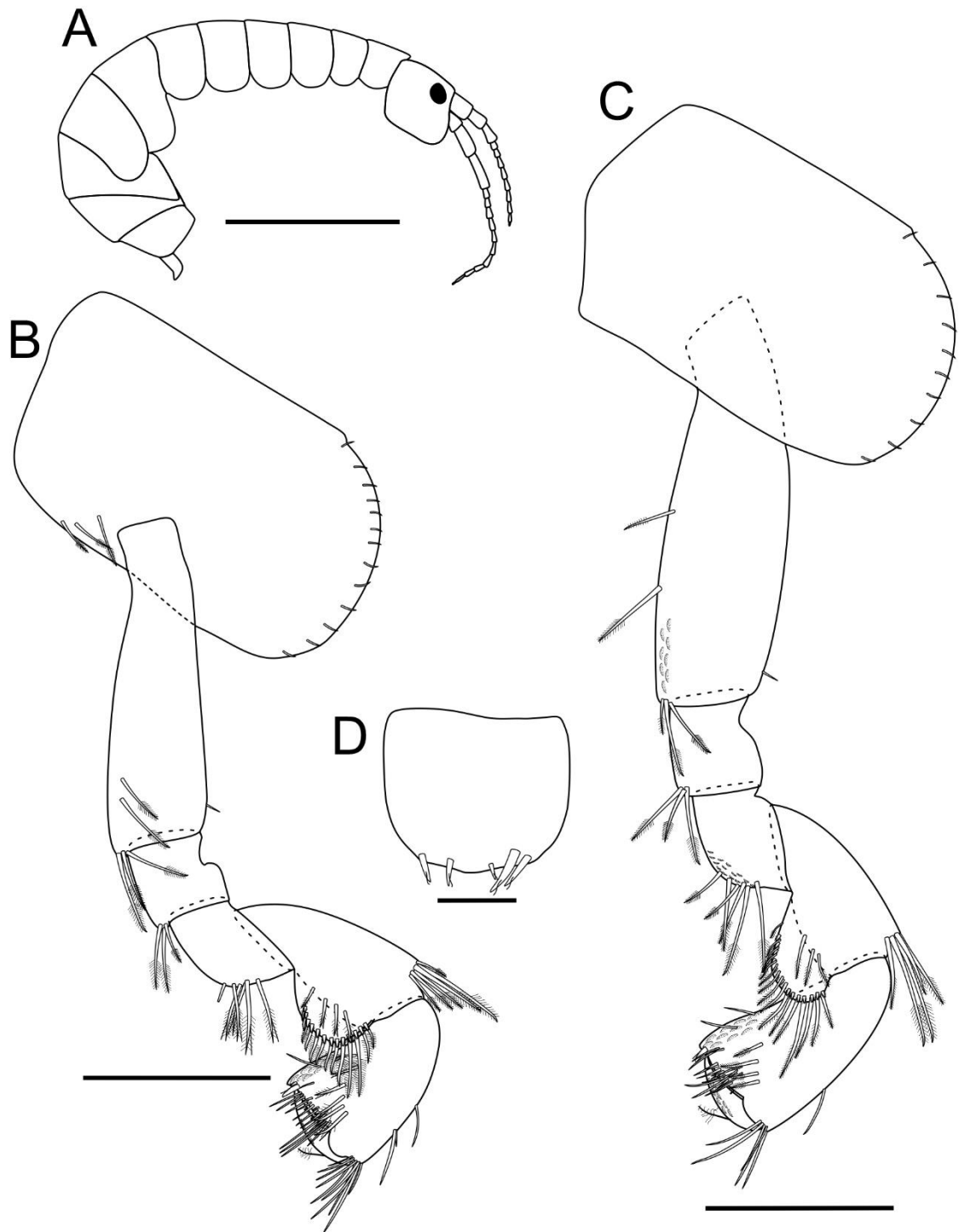
Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 17 - *Hyaletta* sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Parátipo macho (UERJ 2385): (A) Epímeros 1-3; (B) Pleópodo; (C) Urópodo 1; (D) Urópodo 2; (E) Urópodo 3; (F) Télson. Parátipo macho (UERJ 3691): (G) Urópodo 1 com cerda curva. Barras de escala: 1,0 mm para A; 0,2 mm para D; 0,1 mm para E, F; 0,4 mm para as demais.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Figura 18 - *Hyaella* sp. nov. 2, PNI – Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O). Alótipo (UERJ 3744): (A) Habitus. Parátipo fêmea (UERJ 3695): (B) Gnatópodo 1; (C) Gnatópodo; (D) Télson. Barras de escala: 2,0 mm para A; 0,1 mm para D; 0,3 mm para as demais.



Fonte: Autoria própria, 2024.

Discussão taxonômica:

Ao comparar com as espécies de *Hyaella* presentes no PNI, *Hyaella* sp. nov. 2 por apresentar maxila 1 com palpo curto, com cerda simples apical, placa externa com nove cerdas serradas e placa interna com duas cerdas paposserradas, diferencia-se de *H. montana* por apresentar palpo atingindo metade da distância entre a base do palpo e a base de cerdas serradas na placa externa, além de oito cerdas serradas na placa externa, diferencia-se de *H. pernix* sensu Pereira (1985) por apresentar na placa interna duas cerdas plumosas e de *Hyaella* sp. nov. 1 por não apresentar cerda simples apical no palpo; maxila 2 com duas cerdas paposserradas maiores na placa interna a diferencia de *H. montana* por ter, na placa interna nove cerdas paposserradas, de *H. pernix* sensu Pereira (1985) por apresentar duas cerdas plumosas, ao passo que diferencia-se de *Hyaella* sp. nov. 1 devido ao fato desta possuir a placa interna levemente maior do que a externa, enquanto na *Hyaella* sp. nov. 2 as placas internas e externas são sub-iguais em tamanho; maxilípodo com cerdas serradas nos artículos três e quatro do palpo e unha distal serrada a diferencia de *H. montana* por ter cerdas simples nos terceiro e quarto artículos e unha distal simples, de *H. pernix* sensu Pereira (1985) por esta apresentar cerdas simples no quarto artículo do palpo e *Hyaella* sp. nov. 1 por apresentar escamas no quarto artículo do palpo e unha distal simples; gnatópodo 1 com própodo com cerdas serradas e serradas com acessória na face interna, margem anterior com cerdas serradas e simples, margem póstero-distal e dáctilo com presença de padrão poligonal a diferencia de *H. montana* por ter própodo com ausência de cerda serrada com acessória na face interna, ausência de cerdas na margem anterior, ausência de padrão poligonal no canto disto-posterior e dáctilo, diferencia-se de *H. pernix* sensu Pereira (1985) pelo própodo possuir na face interna cerdas plumosas bífidas e ter presença de escamas nas margens anterior e póstero-distal e de *Hyaella* sp. nov. 1 por apresentar na margem anterior somente cerdas serradas e por ter no canto disto-posterior do própodo tanto escamas, quanto padrão poligonal, além de escamas no dáctilo; urópodo 1 do macho, quando sem cerda curva, diferencia-se de *H. pernix* sensu Pereira (1985) e *Hyaella* sp. nov. 1 pela presença da mesma e, quando presente, por possuir cerda acessória, diferencia-se de *H. montana*, pela ausência de cerda curva e de *H. pernix* sensu Pereira (1985) e

Hyaella sp. nov. 1 por não possuírem cerda acessória.

Quando comparada às espécies fora do PNI *Hyaella* sp. nov. 2 é epígea e não apresenta características troglomórficas, o que permite diferenciá-la daquelas que habitam os ambientes cársticos e/ou hipotelminorreicos: *H. caeca*, *H. epikarstica*, *H. spelaea*, *H. veredae*, *Hyaella* sp. 1, *Hyaella* sp. 2 e *Hyaella* sp. 5 em PENONI (2023). Maxila 1 com palpo com presença de cerda simples apical a diferencia de *H. meinerti*, *H. warmingi* e *H. xakriaba*, que não apresentam tal cerda. Maxilípodo com unha distal serrada a difere de *H. carstica*, *H. dielaii*, *H. gracilicornis*, *H. longistila*, *H. meinerti*, *H. minensis*, *H. troglófugia*, *H. virgineae*, *H. warmingi*, *H. xakriaba* e *Hyaella* sp 3 em PENONI (2023), que apresentam unha distal simples, ao passo que se diferencia de *H. bala* que apresenta unha distal paposa. Gnatópodos 1 com cerdas serradas a diferencia de *H. gracilicornis*, *H. longistila*, *H. meinerti*, *H. minensis* e *H. warmingi*, por não apresentarem esse tipo de cerda. Gnatópodo 2 com cerda serrada com acessória na base, mero e face interna do carpo a diferencia de *H. bala*, *H. carstica*, *H. dielaii*, *H. troglófugia*, *Hyaella* sp. 3 e *Hyaella* sp. 4 em ROCHA PENONI (2023), por não apresentarem acessória. Apesar de aparecer como uma variação, a cerda curva no ramo interno do urópodo 1 do macho também é um fator de diferenciação das demais espécies. Quando ausente, diferencia-se de *H. carstica* e *H. xakriaba* e, quando presente, por possuir cerda acessória, diferencia-se das mesmas e de *H. bala*, *H. dielaii*, *H. gracilicornis*, *H. longistila*, *H. meinerti*, *H. minensis*, *H. troglófugia*, *H. virgineae*, *H. warmingi*, *Hyaella* sp. 3 e *Hyaella* sp. 4 em PENONI (2023), que não possuem cerda curva. O urópodo 3 com cerda simples proximal no pedúnculo a diferencia de *H. bala*, *H. carstica*, *H. dielaii*, *H. gracilicornis*, *H. longistila*, *H. minensis*, *H. troglófugia*, *H. virgineae* e *Hyaella* sp. 3 em PENONI (2023).

A Tabela 1 apresenta algumas diferenças morfológicas entre as espécies epígeas da região sudeste brasileira.

Tabela 3- Caracteres das espécies epígeas de *Hyalella* do sudeste brasileiro.

Espécie	Estado	Olhos presentes	Proporção palpo e distância entre a base do palpo e base de cerdas na placa externa da Maxila 1	Maxila 2 com cerda paposerrada na placa interna	Maxilípodo com unha serrada ou paposa	Gnatópodo 1 com escamas	Gnatópodo 1 com padrão poligonal	Urópodo 1 com cerda curva no ramo interno do macho	Urópodo proporcional ao pedúnculo do ramo
<i>H. bala</i>	SP	Presente	1/2	Presente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	1
<i>H. carstica</i>	MG	Presente	< 1/2	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	> 1
<i>H. dielaii</i>	SP	Presente	< 1/2	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	> 1
<i>H. gracilicornis</i>	RJ	Presente	< 1/2	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	> 1
<i>H. longistila</i>	RJ	Presente	1/2	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	> 1
<i>H. meinerti</i>	SP	Presente	< 1/2	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	> 1
<i>H. minensis</i>	MG	Presente	< 1/2	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	1
<i>H. montana</i>	MG	Presente e ausente	1/2	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	< 1
<i>H. pernix sensu Pereira, 1985</i>	RJ	Presente	< 1/2	Ausente	Presente	Presente	Ausente	Presente	1
<i>H. troglófugia</i>	MG	Ausente	< 1/2	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	> 1
<i>H. virginiae</i>	SP	Presente	1/4	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	> 1
<i>H. warmingi</i>	SP e MG	Presente	1/4	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	> 1
<i>H. xakriaba</i>	MG	Presente	< 1/2	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Presente	1
<i>Hyalella</i> sp3 em PENONI (2023)	SP	Presente	1/2	Presente	Ausente	Ausente	Presente	Ausente	< 1
<i>Hyalella</i> sp4 em PENONI (2023)	SP	Presente	> 1/4	Presente	Presente	Presente	Presente	Ausente	< 1
<i>Hyalella</i> sp. nov 1	RJ	Presente	< 1/4	Presente	Ausente	Presente	Presente	Presente	1
<i>Hyalella</i> sp. nov 2	MG	Presente	> 1/4	Presente	Presente	Ausente	Presente	Presente e ausente	1

Fonte: Autoria própria, 2024.

4. Chave dicotômica de identificação para machos de espécies epígeas do

sudeste do Brasil

- 1 Olhos presentes
- 2
- Olhos ausentes
- 17
- 2 Urópodo 1 do macho com cerda curva
- 3
- Urópodo 1 do macho sem cerda curva
- 7
- 3 Maxilípodo com unha distal serrada
- 4
- Maxilípodo com unha distal simples
- 5
- 4 Placa epimeral 3 levemente acuminada e maxila 1 com duas cerdas paposserradas na placa interna *Hyaella* sp. nov.
- 2
- Placa epimeral 3 acuminada e maxila 1 com duas cerdas plumosas na placa interna *H. pernix* sensu Pereira, 1985
- 5 Placa epimeral 2 não acuminada, ausência de cerda plumosa na antena 1 e mandíbula esquerda com cinco dentes na *lacinia mobilis*
- 6
- Placa epimeral 2 levemente acuminada e maior que as demais, antena 1 com cerda plumosa e mandíbula esquerda com quatro dentes na *lacinia mobilis**Hyaella* sp. nov.
- 1
- 6 Placa interna das maxilas 1 e 2 com cerdas paposas, gnatópodo 1 com cerda paposa na face interna do própodo e télson mais longo que largo.....*H. carstica* Bastos-Pereira & Bueno, 2012
- Placa interna das maxilas 1 e 2 com cerdas paposserradas, gnatópodo 1 sem cerda paposa na face interna do própodo e télson quase tão longo quanto

largo.....*H. xakriaba* Bueno & Araujo, em Bueno, Araujo, Cardoso, Gomes & Bond-Buckup, 2013

7 Macho com gnatópodo 2 com própodo retangular

8

- Macho com gnatópodo 2 com própodo oval

9

8 Antena 1 sem estetasco, gnatópodo 2 do macho com escamas no canto disto-posterior do própodo e palma sub-igual em tamanho à margem posterior do própodo, urópodo 2 com ramo interno menor *H. longistila* Faxon, 1876

- Antena 1 com estetascos no flagelo, gnatópodo 2 do macho sem escamas e palma menor do que a margem posterior do própodo, urópodo 2 com ramos subiguais em tamanho *H. warmingi* Stebbing, 1899

9 Urópodo 3 com cerdas dorsais no ramo

10

- Urópodo 3 com somente cerdas apicais no ramo11

10 Ramo do urópodo 3 com dois grupos de cerdas cuspidada com acessória e simples, télson tão longo quanto largo com o ápice arredondado e gnatópodo 2 com ausência de padrão poligonal no lobo carpal *H. dielaii* Pereira, 2004

- Ramo do urópodo 3 com um grupo de cerda cuspidada dorsal, com ou sem acessória, télson mais longo que largo, arredondado apicalmente e gnatópodo 2 com padrão poligonal no lobo carpal *Hyaella* sp. 3 em PENONI (2023).

11 Télson tão longo quanto largo

12

- Télson mais longo que largo

14

12 Placa epimeral não acuminada, urópodo 3 com pedúnculo e ramo sub-iguais em tamanho *H. minensis* Bastos-Pereira & Bueno, 2013

- Placa epimeral acuminada, urópodo 3 com pedúnculo e ramo com tamanhos diferentes 13

- 13 Placa epimeral acuminada e urópodo 3 pedúnculo menor que o ramo.....*H. gracilicornis* Faxon, 1876
- Placa epimeral levemente acuminada e urópodo 3 com pedúnculo maior que o ramo..... *H. montana* Rodrigues, Senna, Quadra & Bueno, 2017
- 14 Placa epimeral 2 maior que a 3, télson arredondado distalmente 15
- Placas epimerais 2 e 3 com tamanhos similares, télson com ponta distal *H. meinerti* Stebbing, 1899
- 15 Mandíbula esquerda com cerda paposa e maxilípodo com unha distal não simples 16
- Mandíbula esquerda com cerda paposserrada e maxilípodo com unha distal simples *H. virgineae* Lares, Penoni & Bueno em Penoni, Lares & Bueno, 2021
- 16 Mandíbula esquerda com *lacinia mobilis* com três dentes, maxilípodo com unha distal paposa e gnatópodo 2 com palma transversa *H. bala* Penoni & Bueno em Penoni, Lares & Bueno, 2021
- Mandíbula esquerda com *lacinia mobilis* com cinco dentes, maxilípodo com unha distal serrada e gnatópodo 2 com palma oblíqua.....*Hyaella* sp. 4 em PENONI (2023)
- 17 Placa epimeral levemente acuminada, Gnatópodo 2 com própodo oval e télson tão longo quanto largo.. *H. montana* Rodrigues, Senna, Quadra & Bueno, 2017
- Placa epimeral não acuminada, Gnatópodo 2 com própodo retangular e télson mais longo que largo *H. troglófugia* Bastos-Pereira, De Oliveira & Ferreira, 2018

5. DISCUSSÃO GERAL

O gênero *Hyaella* é exclusivamente dulcícola, endêmico do continente americano. Ao passo que algumas espécies são sensíveis à diferentes impactos ambientais, estando presente somente em ambientes preservados, servindo como bioindicadoras da qualidade da água, outras são resistentes a ponto de serem usadas como ferramentas de testes ecotoxicológicos. Esta característica do gênero ganha uma maior significância ao considerar que, mesmo em regiões de preservação ambiental, uma espécie pode estar sujeita a situações adversas.

Apesar do aumento significativo dos conhecimentos acerca da taxonomia e ecologia do grupo, muito ainda tem a ser explorado. Esta dissertação objetivou ampliar o conhecimento do grupo no sudeste brasileiro através da descrição de duas novas espécies e da elaboração de uma chave dicotômica para os machos das espécies epígeas da região. É válido ressaltar que, mesmo epígea, *H. montana* pode apresentar olhos presentes, reduzidos e até ausentes, o que justifica suas duas saídas na chave dicotômica de identificação, enquanto *H. troglófuga*, por ser tanto epígea quanto hipógea, apresenta olhos ausentes, destoando assim das demais espécies com o mesmo hábito, como representado na tabela 1. Este trabalho não buscou elucidar questões a respeito do estado de conservação e nem ecologia destas novas espécies, sendo esta uma lacuna para estudos futuros.

O Parque Nacional do Itatiaia até o momento conta com duas espécies válidas de *Hyaella* (*H. pernix* e *H. montana*), além de uma terceira espécie identificada erroneamente como *H. pernix* sensu Pereira, 1985. Com esta dissertação sobe para quatro o número de espécies válidas descritas no PNI: *H. pernix*, *H. montana*, *Hyaella* sp. nov. 1 e *Hyaella* sp. nov. 2 e para cinco o número de táxons conhecidos, ao considerar *H. pernix* sensu Pereira, 1985. Lamentavelmente, a discrepância levantada por González e Watling (2003a) a respeito de *H. pernix*, dificilmente será sanada, uma vez que esta espécie nunca mais foi encontrada e os membros da equipe do ICMBio que administram e fiscalizam o parque não conhecem nenhuma localidade atualmente denominada Lagoa Esgotada. Sobe para 44 o número de espécies brasileiras, sete, contando com *H. warmingi*, pertencem ao estado de Minas Gerais e quatro ao estado do Rio de Janeiro.

CONCLUSÕES

1) Foi desenvolvido um estudo taxonômico para a parte alta do PNI baseado em material da coleção de Crustacea da UERJ, coletado nos anos de 2012 e 2013, com um total de 1.573 espécimes distribuídos em três localidades de modo que 687 pertenciam a região do Brejo da Lapa, 201 à nascente do Rio Campo Belo e 684 a um pequeno córrego próximo ao antigo Hotel Alsene. Os espécimes encontrados na última localidade eram de *H. montana*. Esta espécie não foi redescrita nesse estudo por ter sido descrita recentemente de maneira detalhada e bem ilustrada. Para a identificação das espécies contou-se com a colaboração da professora Alessandra Angélica de Pádua Bueno por meio de dois estágios realizados no laboratório de carcinologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Nesta visita foram doados seis exemplares de *Hyaella* sp. nov. 1 e *Hyaella* sp. nov. 2, além de quatro da identificada como *H. montana* para o fortalecimento da coleção de Crustacea da UFLA, distribuídos em: CCUFLA 473 (*Hyaella* sp. nov. 1), CCUFLA 474 (*Hyaella* sp. nov. 2) e CCUFLA 475 (representantes de *H. montana*).

2) Foram descritas duas espécies novas do gênero *Hyaella* para o Parque Nacional do Itatiaia. *Hyaella* sp. nov. 1 foi encontrada na nascente do rio Campo Belo (22°24'S, 44°41'O), no município de Resende, Rio de Janeiro e, dos 201 espécimes coletados, foram estudados: um holótipo, um alótipo, 14 parátipos e 185 espécimes adicionais. *Hyaella* sp. nov. 2 foi encontrada na região do Brejo da Lapa (22°21'22"S 44°44'07"O), município de Itamonte, Minas Gerais e, dos 687 espécimes coletados, foram analisados: um holótipo, um alótipo, 16 parátipos e 669 espécimes adicionais. Para cada uma das duas espécies foi elaborada uma diagnose e descrição detalhada e confeccionadas cinco figuras, compostas por ilustrações do corpo e todos os seus apêndices. Ao final da descrição de cada espécie, foi realizada uma discussão taxonômica comparando-a a todas as demais espécies de *Hyaella* da região sudeste do Brasil.

3) Antes da realização desse estudo, eram conhecidas 17 espécies para a região sudeste e, especificamente, duas para o Parque Nacional do Itatiaia (RJ e MG).

Após esse estudo ampliou para 19 o número de espécies conhecidas para a região sudeste e para quatro o número de espécies presentes no PNI.

4) Foi elaborada uma chave dicotômica de identificação para machos de espécies epígeas do gênero *Hyaella* do sudeste do Brasil. Esta chave englobou 15 espécies epígeas pertencentes aos estados de Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, sendo duas delas ainda não oficialmente válidas, além das duas aqui descritas e contou com um guia ilustrado de alguns caracteres importantes para a compreensão da mesma. Nesta chave *H. montana* aparece duas vezes devido ao fato de seus exemplares possuírem olhos presentes ou ausentes.

5) A coleção de Crustacea da UERJ-FFP foi fortalecida com o acréscimo de 22 lotes de *Hyaella* sp. nov. 1, sendo um lote destinado ao holótipo, um ao alótipo, oito aos parátipos e 12 ao material complementar, enquanto *Hyaella* sp. nov. 2 acrescentou 55 lotes, dos quais são destinados um ao holótipo, um ao alótipo, dez aos parátipos e 43 ao material complementar. Já os espécimes coletados próximos ao antigo Hotel Alsene fortaleceram a coleção com 33 lotes de material complementar de *H. montana*.

REFERÊNCIAS

- ANGUIANO, O. L. et al. Acute toxicity and biochemical effects of azinphos methyl in the amphipod *Hyalella curvispina*. *Environ. Toxicol.*, v. 29, n. 9, p. 1043–1053, 2012.
- AU, S. Y. et al. Responses of *Hyalella azteca* to acute and chronic microplastic exposures. *Environ. Toxicol. Chem.*, v. 34, n. 11, p. 2564–2572, 2015.
- AXIMOFF, I., RODRIGUES, R. de C. Histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia. *Ciên. Florest.*, v. 21, n. 1, p. 83–92, 2011.
- BARRAZA, J.E., MELARA, V.E. Análisis preliminar del bentos del noreste del lago de Coatepeque, El Salvador. *Acta Biol. Colomb.*, v. 28, n.2, p. 329-332, 2023.
- BASTOS-PEREIRA, R., BUENO, A. A. de P. New species and new report of *Hyalella* S. I. Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Dogielinotidae) from Minas Gerais state, Southeastern Brazil. *Zootaxa*, v. 3350, n. 1, p. 58, 2012.
- BASTOS-PEREIRA, R., BUENO, A. A. de P. A new species of freshwater amphipod (Dogielinotidae, *Hyalella*) from Southeastern Brazil. *Nauplius*, v. 21, n. 1, p. 79–87, 2013.
- BASTOS-PEREIRA, R.; BUENO, A. A. de P. Reproductive biology and egg production of *Hyalella longistila* (Faxon, 1876) (Amphipoda: Hyalellidae), a freshwater amphipod in southeastern Brazil. *J. Crustac. Biol.*, v. 36, n. 5, p. 724–730, 2016.
- BASTOS-PEREIRA, R.; OLIVEIRA, M. P. A. D.; FERREIRA, R. L. Anophtalmic and epigeal? Description of an intriguing new species of *Hyalella* (Amphipoda, Hyalellidae) from Brazil. *Zootaxa*, v. 4407, n. 2, p. 254, 2018.
- BOROWSKY, B. Patterns of reproduction of some amphipod crustaceans and insights into the nature of their stimuli. In Crustacean Sexual Biology (R.T. Bauer & W. Martin, eds). *Columbia University Press*, New York, p. 33-49, 1991.
- BOURGÉS, J.; CORTES, J.; SALAS, E. Hydrological potential. In: Lake Titicaca: A Synthesis of Limnological Knowledge. *Dordrecht: Springer Netherlands*. p. 523-538. 1992
- BOUSFIELD, E. L. A. Contribution to the Reclassification of Neotropical Freshwater Hyalellid Amphipods (Crustacea: Gammaridea, Talitroidea). *Boll. Mus. Civ. St. Nat. Verona*, v. 20, n. 1, p. 175–224, 1996.
- BOUVIER, M. E.; PÉREZ, A.; MUNIZ, P. A simple Home-Made Turbidimeter (HMT) for turbidity measurements using *Hyalella curvispina* Shoemaker 1942 (Crustacea: Amphipoda) for the assessment of environmental quality of coastal waters. *Braz. J. Oceanogr.*, v. 61, n. 3, p. 201–206, 2013.
- BUENO, A. A. de P.; BOND-BUCKUP, G.; FERREIRA, B. D. P. Estrutura da

comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, v. 20, n. 1, p. 115–125, 2003.

BUENO, A. A. de P. et al., Two new species of *Hyaella* (Amphipoda, Dogielinotidae) from Brazil. *Crustaceana*, v. 86, n. 7-8, p. 802–819, 2013.

BUENO, A. A. de P., RODRIGUES, S., ARAUJO, P. *O estado da arte do gênero Hyaella Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Senticaudata, Hyaellidae) no Brasil*. Minas Gerais. Tópicos de atualização em ciências aquáticas, 1 ed. v. 1, p. 57-88 (48-70), 2014.

BULYCHEVA, A. The sea fleas of the USSR and adjacent waters (Amphipoda: Talitroidea). Keys to the Fauna of the USSR. *Akademiia Nauk SSSR, Opredeliteli po Faune SSSR*, v. 65, p. 1–185, 1957 (em Russo).

CARDOSO, G. M., BUENO, A. A. de P., FERREIRA, R. L. A new troglolithic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil. *Nauplius*, v. 19, p. 17–26, 2011.

CARDOSO, G. M. et al. Two new subterranean species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Brazil. *Zootaxa*, v. 3814, n. 3, p. 353, 2014.

CASTIGLIONI, D. D. S., BOND-BUCKUP, G. Reproductive strategies of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda, Dogielinotidae) in laboratory conditions. *J. Nat. Hist.*, v. 41, n. 25-28, p. 1571–1584, 2007.

CASTIGLIONI, D. D. S., BOND-BUCKUP, G. B. Ecological traits of two sympatric species of *Hyaella* Smith, 1874 (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from southern Brazil. *Acta Oecol.*, v. 33, n. 1, p. 36–48, 2008.

CASTIGLIONI, D. D. S. et al. Reproductive strategies of a population of a freshwater amphipod (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) from southern Brazil. *Biota Neotrop.*, v. 18, n. 2, 2018.

CHAPMAN, J. W. Gammaridea. In: CARLTON, James T (Ed). *The Light and Smith Manual: intertidal invertebrates from Central California to Oregon*. Berkeley, California, U.S.A.: University of California Press. P. 1001 (545-618), 2007.

CIOTTI, C. et al. Uncovering the Hidden Dangers of Microplastic Pollution in Lake Ecosystems: Effects of Ingestion on Talitrid Amphipods. *Environments*, v. 10, n. 7, p. 115, 2023.

COLLA, M. F., CÉSAR, I. I. A new species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *ZooKeys*, v. 481, p. 25–38, 2015.

CUTHBERT, R. N. et al. The influence of microplastics on trophic interaction strengths and oviposition preferences of dipterans. *Sci. Total Environ.*, n. 30, p. 2420–2423, 2019.

DING, Y. et al. Toxicity of sediment-associated pesticides to *Chironomus dilutus* and *Hyalella azteca*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, v. 61, n. 1, p. 83–92, 2010.

DUTRA, B.K. et al. Seasonal variations in the biochemical composition and lipoperoxidation of *Hyalella curvispina* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae). *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.*, v. 3, n. 151, p. 322–328, 2008.

DUTRA, B.K. et al. Carbofuran-induced alterations in the energy metabolism and reproductive behaviors of *Hyalella castroi* (Crustacea, Amphipoda). *Comp. Biochem. Physiol. C. Toxicol. Pharmacol.*, v. 4, n. 149, p. 640–646, 2009.

FRYER, G. Cambrian animals: evolutionary curiosities or the crucible of creation? *Hydrobiologia*, v. 403, p. 1–11, 1999.

GIUSTO, A., SALIBIÁN, A., FERRARI, L. Biomonitoring toxicity of natural sediments using juvenile *Hyalella curvispina* (Amphipoda) as test species: evaluation of early effect endpoints. *Ecotoxicology*, v. 2, n. 23, p. 293–303, 2014.

GONZÁLEZ, E. R. *Neartic and neotropical Hyalella* (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae). 2001. 470p. Tese (Ph.D. em Biologia Animal) - Universidade do Maine, Maine.

GONZÁLEZ, E. R., WATLING, L. A new species of *Hyalella* from Brazil (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae), with redescrptions of three other species in the genus. *J. Nat. Hist.*, v. 37, n. 17, p. 2045–2076, 2003a.

GONZÁLEZ, E. R.; WATLING, L. A new species of *Hyalella* from Colombia, and the redescription of *H. meinerti* Stebbing, 1899 from Venezuela (Crustacea: Amphipoda). *J. Nat. Hist.*, v. 37, n. 17, p. 2095–2111. 2003b.

GROSSO, L., PERALTA, M. Anfípodos de agua dulce sudamericanos. Revisión del género *Hyalella* Smith. *Acta Zool. Lilloana*, v. 45, n. 1, p. 79–98, 1999.

HANKEL, G. E., MIRANDA, I., NIETO, C. Diversity, distribution, and ecology of the genus *Hyalella* Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyalellidae) in the Puna and the Altos Andes ecoregions of Argentina. *Ecol. Austral*, v. 33, n. 2, p. 632–640, 2023.

HERRMANN, G. Incorporando a Teoria ao Planejamento Regional da Conservação: a Experiência do Corredor Ecológico da Mantiqueira. *Belo Horizonte: Valor Natural*. 228p, 2011.

HORTON, T. et al. World Amphipoda Database. Amphipoda. Accessed through: World Register of Marine Species at: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1135> on 2023-09-24

IVANOVA, M.B., VASSILENKO, S.V. Relationship between number of eggs, brood weight, and female body weight in Crustacea. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, v. 72, n. 2, p. 147–169, 1987.

JURADO-RIVERA, J. A. et al. Morphological and molecular species boundaries in the *Hyaella* species flock of Lake Titicaca (Crustacea: Amphipoda). *Contrib. Zool.*, v. 89, n. 4, p. 353–372, 2020.

KLEIN, J. V. V., CHARMANTIER-DAURES, M., SCHRAM, F. R. The Crustacea. *Treatise on zoology – anatomy, taxonomy, biology*. v. 5. 2015.

KRUPA, P. M. et al. Chronic aquatic toxicity of perfluorooctane sulfonic acid (PFOS) to *Ceriodaphnia dubia*, *Chironomus dilutus*, *Danio rerio*, and *Hyaella azteca*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, v. 241, p. 113838, 2022.

LECROY, S.E. *An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida*. Volume 1: Families Gammaridae, Hadziidae, Isaeidae, Melitidae and Oedicerotidae. 1 ed. EUA: USM Institute of Marine Sciences. 2000.

LIMBERGER, M., SANTOS, S., CASTIGLIONI, D. D. S. *Hyaella luciae* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) — a new species of freshwater amphipod from Southern Brazil. *Zootaxa*, v. 5174, n. 5, p. 568–582, 2022.

LIMBERGER, M.; CASTIGLIONI, D. D. S.; SANTOS, S. Description of one species of freshwater amphipod *Hyaella* (Crustacea, Peracarida, Hyaellidae) from the northwest region of the state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Zootaxa*, v. 5403, n. 3, p. 331–345, 2024.

LOWRY, J. K., MYERS, A. A. A. Phylogeny and classification of the Senticaudata subord. nov. Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa*, v. 3610, n. 1, p. 1–80, 2013

LOWRY, J. K. MYERS, A. A. A. Phylogeny and Classification of the Amphipoda with the establishment of the new order Ingolfiellida (Crustacea: Peracarida). *Zootaxa*, v. 4265, n. 1, p. 1–89, 2017.

MARRÓN-BECERRA, A., HERMOSO-SALAZAR, M. Morphological comparison and description of five new species of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda) from Veracruz and Mexico City. *J. Nat. Hist.*, v. 56, n. 25-28, p. 1215–1263, 2022.

MOORE, J.W. The role of algae in the diet of *Asellus aquaticus* and *Gammarus pulex*. *J. Ani. Ecol.*, v. 44, n. 3, p. 719–730, 1975.

MORRIS, J. M., COLLYARD, S. A., MEYER, J. S. Effects of chronic copper exposure on the nutritional composition of *Hyaella azteca*. *Aquat. Toxicol.*, v. 63, n. 2, p. 197–206, 2003.

MOREIRA, C. Uma espécie nova de amphipode orchestídeo que vive a 2.240 metros sobre o nível do mar. *Archos. Mus. Nac, Rio de J*, v. 12, p. 187–192, 1903.

MUSKÓ, I. B. Life history of *Corophium curvispinum* G. O. Sars (Crustacea, Amphipoda) living on macrophytes in Lake Balaton. *Hydrobiologia*, v. 243, p. 197–202, 1993.

NANTEGE, D. et al. Microplastic pollution in riverine ecosystems: threats posed on macroinvertebrates. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, v. 30, n. 31, p. 76308–76350, 2023.

PENONI, L. R.; LARES, M. M. A.; BUENO, A. A. de P. Description of two new species of the freshwater amphipod *Hyaella* Smith, 1874 (Amphipoda: Hyaellidae) from southeastern Brazil, with remarks on their population biology and reproduction. *J. Crust. Biol.*, v. 41, n. 3, 2021.

PENONI, L. R. *Morphological aspects of the genus Hyaella Smith, 1874 (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae)*. 2023. 146 p. Tese: Programa de pós-graduação em Ecologia Aplicada. Universidade Federal de Lavras, 1 de março de 2023.

PEREIRA, V. F. G. C. Redescritção de *Hyaella pernix* (Moreira) (Amphipoda - Hyaellidae) com discussão de seu sinônimo *H. curvispina* Shoemaker. *Rev. Bras. Zool.*, v. 3, n. 4., p. 209–217, 1985.

PEREIRA, V. F. G. C. *Hyaella dielaii* sp. nov. from São Paulo, Brazil (Amphipoda, Hyaellidae). *Rev. Bras. Zool.*, v. 21, n. 2, p. 179–184, 2004.

POORE, G. Peracarida: Monophyly, relationships and evolutionary success. *Nauplius*, v. 13, n. 1, p 1–27, 2005.

QUEIROZ, L. G. et al. Realistic environmental exposure to secondary PET microplastics induces biochemical responses in freshwater amphipod *Hyaella azteca*. *Chem. Ecol.*, v. 39, n. 3, p. 1–14, 2022.

REIS, G.O., PENONI, L. R., BUENO, A. A. de P. First record of the genus *Hyaella* (Amphipoda: Hyaellidae) from Santa Catarina State, Brazil, with description of two new species. *Biota Neotrop.*, v. 20, n. 2, p. e20190879, 2020.

REIS, G. de O., BUENO, A. A. de P., ARAUJO, P. B. Two new species of *Hyaella* Smith, 1874 (Malacostraca: Amphipoda: Hyaellidae) from the state of Santa Catarina, Brazil. *Zootaxa*, v. 5319, n. 3, p. 351–372, 2023.

RIBEIRO, K. T. & MEDINA, B. M. O. Estrutura, dinâmica e biogeografia das ilhas de vegetação sobre rocha do Planalto do Itatiaia. *B. Parq. Nac. Itatiaia*, n. 10, 84p, 2002.

RODRIGUES, S., BUENO, A., FERREIRA, R. The first hypohelminth Crustacea (Amphipoda, Dogielinotidae, *Hyaella*) from South America. *ZooKeys*, v. 236, p. 65–80, 2012.

RODRIGUES, S. G., BUENO, A. A. de P. FERREIRA, R. L. A new troglomorphic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) with a taxonomic key for the Brazilian species. *Zootaxa*, v. 3815, n. 2, p. 200, 2014.

RODRIGUES, S. G. *Filogenia Molecular, Biogeografia e Estrutura Populacional de Anfípodos de Água Doce (Crustacea, Hyaellidae) da América do Sul*. Tese—Universidade Federal de Lavras, 125p., 2016.

RODRIGUES, S. G. et al. A new species of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from Itatiaia National Park, Brazil: an epigean freshwater amphipod with troglomorphic traits at 2,200 meters of altitude. *Zootaxa*, v. 4344, n. 1, p. 147, 2017.

RUBIRA, F. G. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. *Cader. Geo.*, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte, Brasil. v. 26, n. 45, p. 134–150, 2016.

SCHELL, T. et al. Effects of Polyester Fibers and Car Tire Particles on Freshwater Invertebrates. *Environ. Toxicol. Chem.*, v. 41, p. 1555–1567, 2022.

SEGADAS-VIANNA, F. Ecology of the Itatiaia Range, Southeastern Brazil - Altitudinal Zonation of the Vegetation. *Archos. Mus. Nac.*, v. 53, p. 7–30, 1965.

SEREJO, C. S. Revision of Talitroidean Amphipods (Crustacea, Gammaridea), with a proposal of a new classification. *Zool. Scr.*, v. 33, n. 6, p. 551–586, 2004.

SILVA, J. D. R., MORENO, Y. M. Caracterización del río Tota (parte alta), por medio de variables fisicoquímicas y los macroinvertebrados acuáticos. *Rev. politec.*, v. 19, n. 38, p. 115–128, 2023.

SKET, B. The nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. *Biodivers. Conserv.*, v. 8, n. 10, p. 1319–1338, 1999.

STEBBING, T. R. R. Arctic Crustacea: Bruce collection. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, v. 5, n. 25, 1900.

STRECK-MARX, M. T., CASTIGLIONI, D. da S. A new species of freshwater amphipod (Crustacea, Amphipoda, Hyaellidae) from state of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Biota Neotrop.*, v. 20, n. 1, p. e20190802, 2020.

SWANSON, G. A. Dissemination of Amphipods by Waterfowl. *J. Wildl. Manag.* v. 48, n. 3, p. 988–991, 1984.

TALHAFERRO, J. T. et al. Three new species of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from the Southern Brazilian Coastal Plain. *Zootaxa*, v. 4970, n. 2, p. 257–292, 2021a.

TALHAFERRO, J. T. et al. Diversity and distribution of the genus *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) in temporary wetlands from the southern Brazilian Coastal Plain, with a taxonomic key to the species in the region. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.*, v. 58, n.2, p. 356–372, 2021b.

THORP, J. H., COVICH, A. P. *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. [s.l.] Academic Press, 1991.

TOMIKAWA, K. et al. Description of a new thermal species of the genus *Hyaella* from Peru with molecular phylogeny of the family Hyaellidae (Crustacea,

Amphipoda). *Invertebr. Syst.*, v. 37, n. 4, p. 254–270, 2023.

TOMZHINSKI, G.; COURA, P. H. F.; FERNANDES, M. D. C. Avaliação da Detecção de Focos de Calor por Sensoriamento Remoto para o Parque Nacional do Itatiaia. *Biodiver. Bras.*, v. 1, n. 2, p. 201–211, 2011.

TORRES, S. H. S., BASTOS-PEREIRA, R., BUENO, A. A. de P. Reproductive aspects of *Hyaella carstica* (Amphipoda: Hyaellidae) in a natural environment in southeastern Brazil. *Nauplius*, v. 23, n. 2, p. 159–165, 2015.

TREVISAN, M. et al. Moulting-related changes in the integument, midgut, and digestive gland in the freshwater amphipod *Gammarus pulex*. *J. Crust. Biol.*, v. 34, n. 5, p. 539–551, 2014.

VÄINÖLÄ, R. et al. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. *Hydrobiologia*, v. 595, n. 1, p. 241–255, 2007.

VERHEYE, M. L. et al. DNA analyses reveal abundant homoplasy in taxonomically important morphological characters of Eusiroidea (Crustacea, Amphipoda). *Zool. Scr.*, v. 45, n. 3, p. 300–321, 2015.

VERÓNICA, I. M. Á., ALEJANDRA, P. M. A. New *Hyaella* species (Crustacea: Amphipoda: Hyaellidae) from South American Highlands (Argentina) with comments on its cuticular ultrastructure. *Zootaxa*, v. 5105, n. 2, p. 202–218, 2022.

WALLER, A., RAMOS, T., VERDI, A. Estructura poblacional y aspectos reproductivos de una población de *Hyaella curvispina* (Shoemaker, 1942) de Uruguay. *Bol. Soc. Zool. Uru.*, v. 29, n. 2, p. 106–115, 2020.

WALLER, A. et al. Genus *Hyaella* (Amphipoda: Hyaellidae) in Humid Pampas: molecular diversity and a provisional new species. *Arthropod Syst. Phylogeny*, v. 80, p. 261–278, 2022.

WITT, J. D., HEBERT, P. D. Cryptic species diversity and evolution in the amphipod genus *Hyaella* within central glaciated North America: a molecular phylogenetic approach. *Can. J. Fish. Aquat.*, v. 57, n. 4, p. 687–698, 2000.

WITT, J. D. S., BLINN, D. W., HEBERT, P. D. N. The recent evolutionary origin of the phenotypically novel amphipod *Hyaella montezuma* offers an ecological explanation for morphological stasis in a closely allied species complex. *Mol. Ecol.*, v. 12, n. 2, p. 405–413, 2003.

YOSHII, S. et al. Freely dissolved concentration profile and *Hyaella azteca* toxicity of cationic surfactant C12-benzalkonium in spiked-sediment toxicity test. *Sci. Total Environ.*, v. 866, p. 161226, 2023.

ZIMMER, A., ARAUJO, P. B., BOND-BUCKUP, G. Diversity and arrangement of the cuticular structures of *Hyaella* (Crustacea: Amphipoda: Dogielinotidae) and their use in taxonomy. *Zoologia*, v. 26, n. 1, p. 127–142, 2009.