



**UFRPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**AGELSON SANTANA DA SILVA**

**BIODIVERSIDADE DE TARDÍGRADOS LIMNOTERRESTRES DA UFRPE -  
CAMPUS DOIS IRMÃOS (SEDE)**

**RECIFE**

**2023**

AGELSON SANTANA DA SILVA

**BIODIVERSIDADE DE TARDÍGRADOS LIMNOTERRESTRES DA UFRPE -  
CAMPUS DOIS IRMÃOS (SEDE)**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob orientação da professora Dra. Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha e co-orientação da Dra. Érika Cavalcante Leite dos Santos, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, de acordo com as exigências.

RECIFE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na  
Publicação Universidade Federal Rural de  
Pernambuco Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586b Silva, Agelson Santana da  
Biodiversidade de tardígrados limnoterrestres da UFRPE - Campus Dois Irmãos (Sede) / Agelson  
Santana da Silva. - 2023.  
47 f. : il.

Orientadora: Clelia Marcia Cavalcanti da Rocha.  
Coorientadora: Erika Cavalcante Leite dos  
Santos. Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2023.

1. Briofauna. 2. Pernambuco. 3. Bryodelphax. 4. Murrayon. 5. Xerobiotus. I. Rocha, Clelia Marcia  
Cavalcanti da, orient. II. Santos, Erika Cavalcante Leite dos, coorient. III. Título

AGELSON SANTANA DA SILVA

**BIODIVERSIDADE DE TARDÍGRADOS LIMNOTERRESTRES DA UFRPE -  
CAMPUS DOIS IRMÃOS (SEDE)**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob orientação da professora Dra. Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha e co-orientação da Dra. Érika Cavalcante Leite dos Santos, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, de acordo com as exigências.

Data de aprovação: 25/04/2023

**BANCA EXAMINADORA**

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dra. Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha – UFRPE

Titular : Prof<sup>a</sup>. Esp. Arlene Bezerra Rodrigues dos Santos - UFRPE

Titular: Esp. Keitz Moura Albertim - Prefeitura de Jaboatão dos Guararapes

Suplente: Profa Dra. Francinete Torres Barreiros da Fonsêca - UFRPE

RECIFE

2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço às minhas mães, Clenilsa (tia) e Izabel, por todo o apoio e amor que me deram desde que sonhei em cursar um ensino superior em outra cidade. Ao meu irmão e cunhada, Ageldo e Nathalia, por me ajudar nos perrengues. Às minhas tias, Luzia e Luciene, por todas as palavras sábias.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo acolhimento, conhecimento e experiências que vivenciei.

À professora Dra. Clélia Márcia Cavalcanti da Rocha por ter me mostrado um universo tão lindo (o dos tardígrados) e me recebido tão bem em seu laboratório, no qual eu obtive uma bagagem gigante de conhecimento. Obrigado pela paciência, orientação e pela confiança na minha capacidade.

À minha companheira de graduação e grande amiga da vida, Cátia, que apesar de todos os momentos difíceis que passei, sempre esteve do meu lado. Obrigada pela amizade, um ombro para chorar, proteção, conselhos e momentos de risos que nunca vou esquecer.

À minha prima, Erida, por todo o carinho e preocupação, apesar da distância.

Aos amigos que conheci na república, em especial à Bruna e Stefany (por estarem desde o início dessa jornada) e a Felipe e Fernanda, agradeço por todo o apoio e amizade.

À Dra Érika Cavalcante Leite dos Santos por todo conhecimento passado e pela paciência.

## RESUMO

Os tardígrados, conhecidos como ursos d'água, são invertebrados cosmopolitas, descobertos em todos os biomas da Terra, desde lugares bem gelados (Ártico e Antártida) até as fontes termais. São animais que apenas ficam ativos rodeados por água, e quando são privados disso entram em criptobiose, sua extraordinária técnica de sobrevivência. Apesar dessa capacidade de sobreviver a ambientes extremos através da criptobiose deixar a todos boquiabertos e ter impulsionado há poucas décadas as pesquisas a seu respeito, os tardígrados ainda são pouco estudados, o que se atribui à sua ainda desconhecida importância econômica, médica ou mesmo ecológica. No presente estudo buscamos conhecer a biodiversidade de tardígrados limnoterrestres do campus SEDE da UFRPE, no bairro de Dois Irmãos no Recife (PE), além de enriquecer a escassa literatura a respeito desses seres encantadores. Com isso, coletas em 5 pontos no campus da universidade foram feitas, a fim de registrar a biodiversidade de tardígrados encontrados nos diferentes substratos amostrados. As amostras de musgos, hepáticas e líquens foram armazenadas em envelopes de papel e posteriormente triadas seguindo metodologias encontradas na literatura. Após a preparação definitiva dos exemplares encontrados, procedeu-se à identificação com o auxílio de microscópio binocular (aumento de 100X por imersão) e com chaves taxonômicas. Nossos resultados foram bastante gratificantes, uma vez que encontramos dois gêneros que tiveram seus primeiros registros de ocorrência para o estado de Pernambuco (*Bryodelphax* sp. Thulin, 1928 e *Murrayon* sp. Bertolani & Pilato, 1988) e um gênero com primeiro registro para o país (*Xerobiotus* sp. Bertolani & Biserov, 1996), assim atingindo nosso objetivo de contribuir para o conhecimento da biodiversidade de tardígrados limnoterrestres de Pernambuco e do Brasil, além de abrir novas perspectivas acerca do seu estudo na localidade abordada.

**Palavras-chave:** Briofauna, Pernambuco, *Bryodelphax*, *Murrayon*, *Xerobiotus*.

## ABSTRACT

Tardigrades, known as water bears, are cosmopolitan invertebrates, found in all biomes on Earth, from very cold places (Arctic and Antarctica) to hot springs. They are animals that are only active surrounded by water, and when they are deprived of it they enter cryptobiosis, their extraordinary survival technique. Despite this ability to survive in extreme environments through cryptobiosis leaving everyone awestruck and having boosted research on them a few decades ago, tardigrades are still little studied, which is attributed to their still unknown economic, medical or even ecological importance. In the present study, we seek to know the biodiversity of limnoterrestrial tardigrades on the main campus of UFRPE, in the neighborhood of Dois Irmãos in Recife (PE), in addition to enriching the scarce literature about these charming beings. With this, collections were made at 5 points on the university campus, in order to record the biodiversity of tardigrades found in the different substrates sampled. Samples of mosses, liverworts and lichens were stored in paper envelopes and subsequently sorted following methodologies found in the literature. After definitive preparation of the specimens found, identification was carried out using a binocular microscope (100X magnification by immersion) and taxonomic keys. Our results were quite rewarding, since we found two genera that had their first occurrence records for the state of Pernambuco (*Bryodelphax* sp. Thulin, 1928 and *Murrayon* sp. Bertolani & Pilato, 1988) and a genus with the first record for the country (*Xerobiotus* sp. Bertolani & Biserov, 1996), thus achieving our objective of contributing to the knowledge of the biodiversity of limnoterrestrial tardigrades from Pernambuco and Brazil, in addition to opening new perspectives regarding their study in the approached locality.

**Keywords:** Bryofauna, Pernambuco, *Bryodelphax*, *Murrayon*, *Xerobiotus*.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** As diversas adaptações morfológicas para cada habitat. **(a)** corpo vermiforme pra viver enterrado na lama. **(b)** flutuadores. **(c,d)** extensões cuticulares ou “alae”. **(e)** túbulos de malpighi aumentados (linhas pontilhadas). (Fonte: Kinchin, 1994).....13
- Figura 2** Classes do filo Tardigrada, ressaltando que a ordem Apochela representada no desenho como parte da classe Eutardigrada, atualmente se configura como a classe Apotardigrada (Fonte: Kinchin, 1994).....15
- Figura 3** Fóssil de *Aysheaia* (Fonte: PATES *et al.*, 2017).....15
- Figura 4** Pontos de coleta na área da Universidade Federal Rural de Pernambuco. (Fonte: Google Earth).....19
- Figura 5** Pontos de coleta. **(A)** Ponto 1 (Agronomia). **(B)** Ponto 2 (Prefeitura). **(C)** Ponto 4 (Botânica). Os materiais coletados nesses locais foram musgos e líquens. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....20
- Figura 5.1** Ponto 1: **(A)** Musgo. **(B)** Líquen. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....20
- Figura 5.2** Ponto 2: Musgos e Líquens (branco). (Fonte: Agelson Santana, 2023)..21
- Figura 5.3** Ponto 4: Musgo. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....21
- Figura 6** **(A)** Ponto 3 (Educação Física). **(B)** Ponto 5 (Engenharia Florestal). (Fonte: Agelson Santana, 2023).....22
- Figura 6.1** Ponto 3: Hepática folhosa e líquen (em preto fosco). (Fonte: Agelson Santana, 2023).....22
- Figura 6.2** Ponto 5: Hepáticas folhosas. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....23
- Figura 7** Exemplares de Milnesiidae ainda vivos, fotografados durante a triagem. (foto do autor). (Fonte: Agelson Santana, 2023).....24
- Figura 8** **(A)** Estereomicroscópio binocular (lupa) usado na triagem das amostras. **(B)** Estufa de esterilização.(Fonte: Agelson Santana, 2023).....25
- Figura 9** Microscópios utilizados na identificação do material. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....25
- Fig. 10** Lâminas etiquetadas com o local e a identificação. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....26



<b>Figura. 11 A</b> Frequência de ocorrência dos gêneros identificados.....	<b>28</b>
<b>Figura 11 B</b> Abundância dos gêneros identificados.....	<b>28</b>
<b>Figura 12</b> Abundância total das famílias.....	<b>29</b>
<b>Figura 12.1</b> Densidade populacional total para cada família.....	<b>30</b>
<b>Figura 13</b> Exemplar de Echiniscidae, detalhe das 4 unhas que caracteriza a família. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>31</b>
<b>Figura 14</b> Garras típicas de representantes da família Milnesiidae. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>32</b>
<b>Figura 15</b> Garras do tipo <i>hufelandi</i> características de Macrobiotidae. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>32</b>
<b>Figura 16</b> Garras assimétricas, garras do tipo Isopsibius. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>33</b>
<b>Figura 17</b> Garras do tipo <i>Murrayon</i> . (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>33</b>
<b>Figura 18</b> Exemplar de <i>Bryodelphax</i> sp. (observa-se a armadura de cutícula formada por placas). (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>34</b>
<b>Figura 19</b> Exemplar de <i>Pseudechiniscus</i> sp. mostrando as duas divisões bem sutis (local onde as setas estão apontando) e a placa adicional.....	<b>35</b>
<b>Figura 20</b> Detalhe das papilas peribucais de um exemplar de <i>Milnesium</i> sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>36</b>
<b>Figura 20.1</b> Exemplar de <i>Milnesium</i> sp. (garras características do gênero). (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>36</b>
<b>Figura 21</b> Garras do tipo <i>hufelandi</i> em exemplar do gênero <i>Minibiotus</i> sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>37</b>
<b>Figura 21.1</b> Aparelho buco-faríngeo de um exemplar de <i>Minibiotus</i> . (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>37</b>
<b>Figura 22</b> Garras do tipo <i>Xerobiotus</i> em exemplar de <i>Xerobiotus</i> sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>38</b>
<b>Figura 22.1</b> Aparelho buco-faríngeo de <i>Xerobiotus</i> sp. (tipo <i>Macrobiotus</i> , variante <i>Minibiotus</i> ). (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>38</b>
<b>Figura 23</b> Garras do tipo <i>Murrayon</i> em exemplar de <i>Murrayon</i> sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023).....	<b>39</b>

**Figura 24** Garras do tipo *Isopsibius* em exemplar de *Doryphoribius* sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023)..... **39**

**Figura 24.1** Aparato buco-faríngeo tipo *Doryphoribius*. (Fonte: Agelson Santana, 2023)..... **40**

**Figura 25** Aparelho buco-faríngeo do tipo *Macrobotus* em exemplar do gênero *Macrobotus* sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023)..... **40**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Frequência e Abundância dos gêneros encontrados.....	<b>29</b>
---	-----------

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1.</b> Coleta, triagem das amostras e preparação das lâminas.....	<b>19</b>
<b>3.2.</b> Metodologia de campo.....	<b>20</b>
<b>3.3.</b> Metodologia laboratorial.....	<b>23</b>
<b>3.4.</b> Identificação do material.....	<b>25</b>
<b>3.5.</b> Análise de dados.....	<b>26</b>
<b>4.</b> .....	<b>RE</b>
<b>SULTADOS</b> .....	<b>27</b>
<b>4.1.</b> Análises estatísticas.....	<b>28</b>
<b>4.2.</b> Identificação taxonômica.....	<b>31</b>
<b>5.</b> .....	<b>DI</b>
<b>SCUSSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>43</b>
<b>7.</b> .....	<b>RE</b>
<b>FERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os tardígrados, também conhecidos como ursos d'água, foram descritos pela primeira vez pelo pastor alemão J.A.E. Goeze em 1773 (Schill *et al.*, 2009) São invertebrados encontrados em todo o mundo numa grande variedade de habitats (Bertolani *et al.*, 2004), organismos ecdisozoários (Aguinaldo *et al.*, 1997), que geralmente apresentam de 0,1 mm até 1,2 mm (Pulschen & Meneghin, 2010), embora já tenha sido encontrada uma espécie que atingiu 2 mm de tamanho (Guil, 2008). Apresentam um plano de corpo segmentado composto por uma cabeça seguida de um tronco, que no estado plesiomórfico suporta quatro pares de pernas. Exibem grande número de apêndices sensoriais cefálicos bem desenvolvidos, conhecidos como cirros e clavas (Møbjerg *et al.*, 2018). Seu corpo é coberto por um tegumento composto por uma cutícula contendo quitina e uma epiderme de camada única subjacente (Baccetti & Rosati, 1971; Greven & greven, 1987). Os tardígrados podem ter várias cores. As espécies marinhas são normalmente transparentes ou brancas, enquanto as limno-terrestres podem ser brancas, amarelas, verdes, vermelhas, alaranjadas, marrons ou quase pretas (Møbjerg *et al.*, 2018).

Apresentam reprodução sexuada, contudo muitos são hermafroditas ou se reproduzem partenogeneticamente, até os que se reproduzem sexuadamente (Bertolani, 2001; Møbjerg *et al.*, 2011). Sendo assim, as populações de tardígrados são geralmente dominadas por fêmeas, enquanto os machos atingem maiores abundâncias no inverno ou no início da primavera, no Hemisfério Norte (Nelson *et al.*, 2018).

Atualmente já foram descritas 1.464 espécies de tardígrados, distribuídas em 159 gêneros e 33 famílias (Degma & Guidetti, 2023). Foram descobertos em todos os biomas da Terra, do Ártico à Antártida, estando presentes em habitats marinhos, de água doce e terrestres (limnoterrestre) (Nelson *et al.*, 2007), até mesmo em fontes quentes e radioativas e “catedrais de gelo” dentro da calota polar da Groenlândia (KRISTENSEN & SØRENSEN, 2004).

A distribuição do grupo ocorre graças à criptobiose, que aumenta a sua sobrevivência e dispersão (Nelson & Bartels, 2007). São considerados membros permanentes e muito importantes da meiofauna marinha bentônica, epibentônica e epífita (Ramazzotti & Maucci 1983; Nelson *et al.* 2010, 2015).

Os indivíduos marinhos são intersticiais ou vivem em superfícies de diferentes substratos, detritos ou outros organismos. Geralmente, não são planctônicos, mas alguns podem flutuar com a corrente ou nadar fracamente apenas acima da superfície para se instalar em um novo local (Nelson *et al.*, 2018).

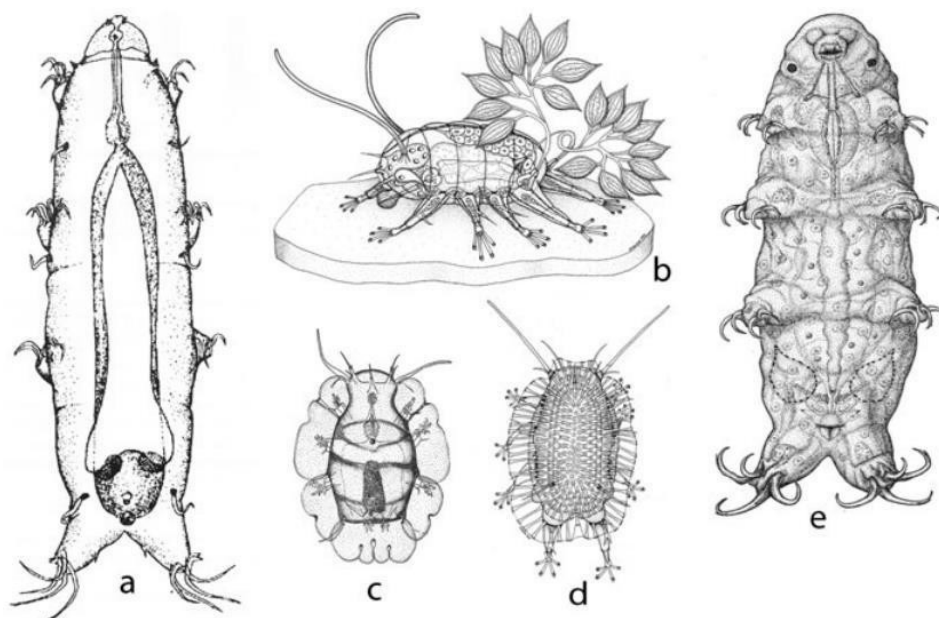
Nos habitats de água doce, os sistemas são geralmente classificados como lênticos ou lóticos. Os sistemas lóticos (águas correntes) incluem rios, riachos, fontes termais e frias e outras massas de água permanentes ou intermitentes. Já os sistemas lênticos são águas paradas, como lagos, lagoas, pântanos e lagoas temporárias. Nestes ecossistemas os tardígrados podem ser encontrados em plantas aquáticas, bem como os sedimentos superficiais (Nelson *et al.*, 2018).

Os habitats terrestres incluem uma vasta diversidade de locais considerados adequados para tardígrados, incluindo substratos como musgos, líquens e plantas

hepáticas em rochas, solo, troncos de árvores e madeira morta, bem como em paredes, calçadas, telhados e outras construções antrópicas, algumas samambaias e plantas com flores, serrapilheira de uma grande variedade, entre outros substratos. (NELSON *et al.*, 2018). As espécies que vivem em habitats terrestres só são ativas quando rodeadas por pelo menos uma película de água. Quando privadas dessa condição, sobrevivem usando a sua conhecida capacidade de entrar em criptobiose (Bertolani *et al.*, 2004).

Por serem animais cosmopolitas, desenvolveram adaptações para cada habitat. Os organismos marinhos têm pernas telescópicas, com até 13 garras, ou 4 dedos com ou sem garras complexas, ou ainda discos adesivos nos dedos. As espécies intersticiais têm estruturas adesivas, permitindo a fixação aos grãos de areia. Aqueles que vivem em lamas de alto mar têm corpos cilíndricos e vermiformes, com pernas reduzidas. As espécies semibênticas têm uma variedade de estruturas que facilitam a natação e a deriva, incluindo flutuadores bizarros. As espécies de água doce apresentam pernas e garras longas; já as espécies terrestres não apresentam adaptações morfológicas evidentes, entretanto em poucos indivíduos tem-se observado a redução de garras e/ou pernas (NELSON *et al.*, 2018) - Figura 1.

**Figura 1** As diversas adaptações morfológicas para cada habitat. **(a)** corpo vermiforme para viver enterrado na lama; **(b)** flutuadores; **(c,d)** extensões cuticulares ou “alas”; **(e)** túbulos de malpighi aumentados (linhas pontilhadas). (Fonte: Kinchin, 1994).



Os tardígrados são micro-invertebrados tão limitados pelo seu tamanho ao movimento, muitas vezes dentro de pequenos nichos, que dependem da dispersão passiva para uma distribuição mais ampla (MCINNES & PUGH, 2018). Por não apresentarem tantos estados criptobióticos, o processo de dispersão dos tardígrados marinhos e de água doce é pouco conhecido até o momento. Já nos limno-terrestres, a dispersão ocorre de forma passiva por vetores como o vento, chuva, animais e entre outros. Nestes, a dispersão ativa é limitada (NELSON *et al.*, 2018).

A taxa de desenvolvimento no conhecimento desse filo é lenta. Supostamente isso é devido ao fato de que os tardígrados, até o momento, não têm importância econômica, veterinária ou médica bem definidas. Apesar disso, essa afirmação não os torna menos significativos, visto que esses animais foram capazes de colonizar habitats geograficamente diversos, além de poder apontar o caminho para a ancestralidade do grande clado de artrópodes traqueados, conferindo-os uma enorme importância evolutiva (KINCHIN, 1994).

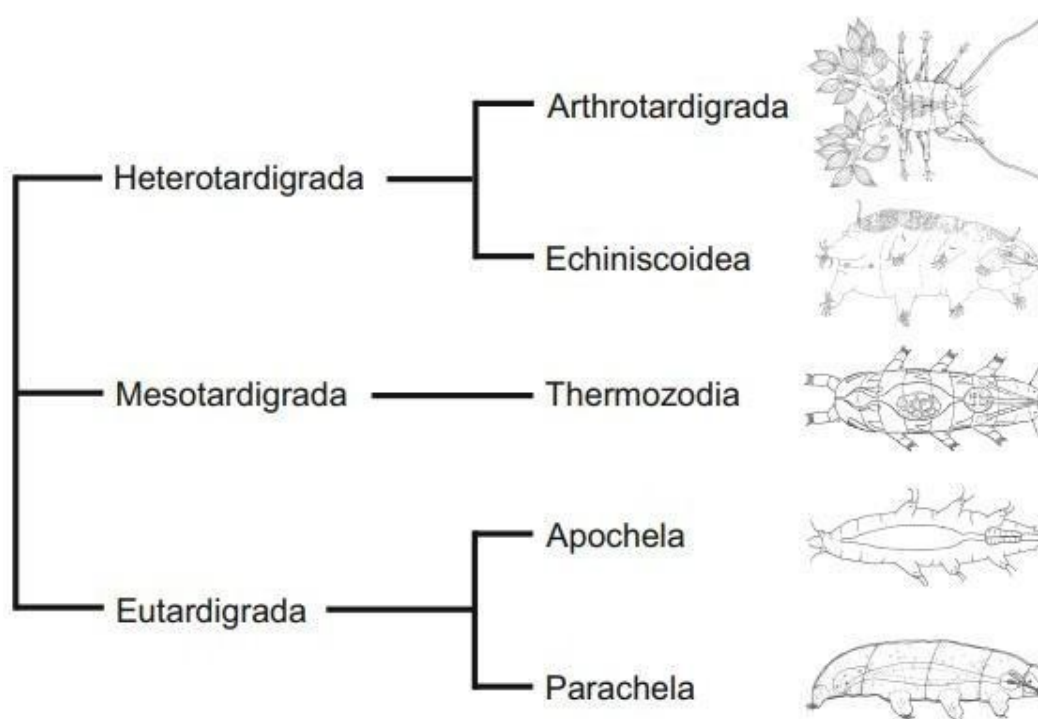
O Filo Tardigrada é composto por quatro classes: Eutardigrada, Mesotardigrada, Heterotardigrada (RAMAZZOTTI & MAUCCI, 1983) e Apotardigrada (GUIL *et al.*, 2019). A Mesotardigrada é monotípica e estabelecida com base na descrição de *Thermozodium esakii* Rahm, 1937 a partir de uma fonte termal japonesa (JØRGENSEN *et al.*, 2018). A espécie é amplamente considerada como sendo duvidosa, uma vez que o material do tipo provavelmente não existe (JØRGENSEN *et al.*, 2018). Sendo assim, Grothman *et al.* (2017) sugerem que *T. esakii* e Mesotardigrada sejam considerados *nomen dubium* até que sejam encontradas provas físicas.

A classe Eutardigrada é composta predominantemente por organismos que vivem em habitats limno-terrestres, além de abrigar a maioria das espécies atualmente descritas (DEGMA & GUIDETTI, 2023). Os eutardígrados são caracterizados morfologicamente pela ausência geral dos numerosos órgãos sensoriais cefálicos, corpo e perna conhecidos dos heterotardígrados. Têm uma cloaca, um intestino médio reto, presença de órgãos excretores (túbulos de Malpighi) e tipicamente duas garras duplas em cada perna, sem dedos (JØRGENSEN *et al.*, 2018).

A classe Heterotardigrada é dividida em Arthotardigrada, que é predominantemente marinha, e Echiniscoidea, com espécies semiterrestres e límnicas. Os heterotardígrados são caracterizados morfologicamente por cutícula dividida em placas, numerosos órgãos sensoriais cefálicos, pernas telescópicas com dígito, pelo intestino médio com divertículos laterais, presença de ânus e gonópore distintos (JØRGENSEN *et al.*, 2018).

A classe Apotardigrada, recentemente desmembrada da Eutardigrada (onde era classificada como Aporhela - JØRGENSEN *et al.*, 2018), é morfologicamente caracterizada pela presença de papilas cefálicas laterais, ramos primários e secundários das garras duplas que se ligam diretamente à perna, e bulbo faríngeo alongado sem placóides (Jørgensen *et al.*, 2018; Degma & Guidetti, 2018) - Figura 2.

**Figura 2** Classes do filo Tardigrada. (Fonte: Kinchin, 1994). Ressalva: a ordem Apochela representada no desenho como parte da classe Eutardigrada, atualmente se configura como a classe Apotardigrada (Guil *et al.*, 2019).



Muitas vezes é valioso estudar a história fóssil dos organismos para se traçar uma ancestralidade dos grupos animais atuais. Infelizmente, quando se trata dos tardígrados, devido à textura membranácea dos seus tecidos, o registro fóssil consiste em pouquíssimos exemplares mal preservados em âmbar do Cretáceo. A partir dos mesmos é observado que pouco mudou desde 60 milhões de anos até os dias atuais (Cooper, 1994). No entanto, existem outros fósseis de organismos que apresentam semelhanças paralelamente com três grupos: anelídeos, onicóforos e tardígrados (Kinchin, 1994): os *Aysheaia* (Figura 3).

**Figura 3** Registro fóssil de *Aysheaia* sp. (Fonte: PATES *et al.*, 2017)





Muitos organismos estão expostos a condições ambientais desfavoráveis e estressantes, seja permanentemente ou apenas durante certos períodos de suas vidas. Para sobreviverem a estas extremas situações, os tardígrados desenvolveram mecanismos específicos. Um desses mecanismos é a anidrobiose (uma forma de criptobiose), que tem intrigado os cientistas há mais de 300 anos: em 1702 foi descrita formalmente pelo microscopista holandês Antoni van Leeuwenhoek, que relatou o ressurgimento de “animalcules” de uma amostra de musgo reidratado (Schokraie *et al.*, 2010).

Atualmente, esses mecanismos celulares e moleculares que permitem aos animais sobreviver às adversidades das mudanças no ambiente têm despertado muito a atenção do ponto de vista biotecnológico (Pulschen & Meneghin, 2010), permitindo a solução para diversos problemas com a estabilização e preservação de material biológico (SCHILL *et al.*, 2009).

Diversos organismos são tolerantes ao estresse das mais diferentes fontes, como alguns nematódeos e algumas plantas (Coelho, 2015; Santos, 2019). Um desses organismos anidrobióticos mais conhecidos é o tardígrado (Schokraie *et al.*, 2010). Assim como os nematódeos e rotíferos bdelóides, sabe-se que os tardígrados entram em criptobiose em qualquer fase do seu ciclo de vida, do ovo ao adulto (BERTOLANI *et al.*, 2004).

A criptobiose pode ser induzida por uma série de condições extremas que levam a diferentes sub-estados criptobióticos, nomeadamente anidrobiose (desencadeada por desidratação), osmobiiose (provocada por estresse osmótico), criobiiose (por temperaturas muito baixas), possivelmente anoxibiiose (falta de oxigênio) e quimiobiiose - estresse químico (MØBJERG & NEVES, 2021). Principalmente a anidrobiose e a criobiiose permitiram a diversos organismos, não apenas os tardígrados, colonizar uma diversidade de microhabitats através de uma combinação de dispersão passiva de criptobiontes, ovos criptobióticos e adultos ativos com outras características biológicas (NELSON, 2018). Entre os diversos estados de criptobiose, a anidrobiose é a mais estudada. Ao entrar nesse estado, esses organismos contraem o seu corpo numa forma chamada tonel, perdendo a maior parte da sua água livre e ligada (>95%), sintetizando protetores celulares (por exemplo, trealose, glicerol, proteínas de choque térmico - WESTH & RAMLØV 1991; RAMLØV & WESTH, 2001) e reduzindo fortemente ou suspendendo o seu metabolismo (CLEGG, 2001; WRIGHT, 2001).

Até o momento, poucos estudos comparativos foram realizados para obter informações sobre quanto tempo os anidrobióticos podem permanecer na anidrobiose sem perder sua vitalidade após reidratação. Entre os estudos existentes, têm-se mais informações sobre nematódeos do que tardígrados e rotíferos (SCHILL & HENGHERR, 2018).

Apesar do recente ressurgimento no interesse dos pesquisadores pelos tardígrados, é notável a escassez de conhecimento quando se trata desse filo, o que acaba impossibilitando conhecer mais sobre esses seres e seus mecanismos de sobrevivência fantásticos. Quanto mais se tem entendimento desse grupo “injustiçado” cientificamente, mais é possível que os estudos possam agregar

bastante, na Biotecnologia, tendo em foco o mecanismo de criptobiose, na Ecologia, por fazerem parte da comunidade da briofauna, tão rica e pouco conhecida e também ao entendimento evolutivo dos Panarthropoda.

Tentando ampliar o conhecimento taxonômico do grupo para o estado de Pernambuco e o Brasil, majoritariamente ainda não prospectados a respeito, este estudo abordou substratos mais propícios ao encontro de tardígrados limnoterrestres dentro do campus Sede da UFRPE, no bairro de Dois Irmãos, Recife (PE), culminando em novos registros de gêneros e famílias para o estado e para o país que serão brevemente publicados em congressos e revista científica, contribuindo assim para a divulgação de novos dados científicos a respeito deste grupo tão negligenciado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Conhecer a biodiversidade de tardígrados limno-terrestres existentes no campus Dois Irmãos da UFRPE.

### **2.2 Específicos**

(i) Registrar a presença de famílias e gêneros de tardígrados no campus Sede da UFRPE;

(ii) Detectar a possível existência de táxons de tardígrados ainda não registrados no estado de Pernambuco e/ou no Brasil;

(iii) Acrescentar dados à escassa literatura do país em relação a esses organismos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Coleta, triagem das amostras e preparação das lâminas

As coletas foram realizadas no campus de Dois Irmãos na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), (latitude 8°00'51.8" S e longitude 34°57'01.9" W) localizada no bairro de Dois Irmãos em Recife - PE, entre os meses de julho e dezembro de 2022 (Figura 4). Essa região apresenta clima, segundo Köeppen, do tipo As' conhecido como tropical costeiro, com temperaturas médias anuais superiores a 25°C e índices pluviométricos anuais acima de 2.000 mm (SANTANA *et. al*, 2019). As triagens foram realizadas no Departamento de Biologia da UFRPE, Área de Zoologia, no Laboratório de Meiofauna (Lat. 8.013616 S; Long. 34.950691 W).

**Figura 4** Pontos de coleta na área da Universidade Federal Rural de Pernambuco. (Fonte: Google Earth)





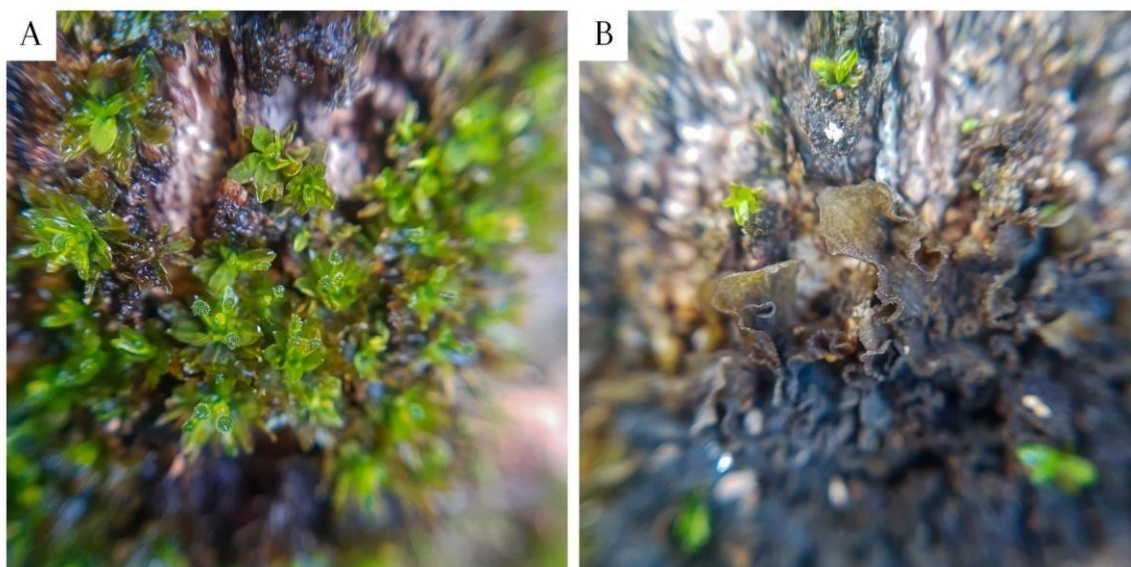
### 3.2 Metodologia de campo

As amostras foram obtidas em cinco pontos escolhidos no campus da universidade, levando-se em consideração a diferença ambiental e de superfície (tipo de musgo, hepática, líquen, etc.) entre os locais. Os sítios de coleta foram nomeados da seguinte maneira: Ponto 1 - Agronomia ( Lat. 8.016826 S, Long. 34.945263 W); Ponto 2 - Prefeitura (Lat. 8.01974 S, Long. 34.94863 W); Ponto 3 - Educação Física (Lat. 8.01785 S, Long. 34.94993 W); Ponto 4 - Botânica (Lat. 8.012659 S, Long. 34.951321 W) e Ponto 5 - Engenharia Florestal (Lat. 8.01869 S, Long. 34.94628 W) - (Figuras 5 e 6). Em cada ponto de coleta foi traçada uma área quadrada de 10 cm de lado e foi feita uma raspagem do material vegetal da superfície do substrato (troncos de árvores). O material coletado foi armazenado em envelopes de papel, identificados e guardados até o momento da triagem.

**Figura 5** Pontos de coleta. **(A)** Ponto 1 (Agronomia). **(B)** Ponto 2 (Prefeitura). **(C)** Ponto 4 (Botânica). (Fonte: Agelson Santana, 2023)



**Figura 5.1** Ponto 1: **(A)** Musgo. **(B)** Líquen. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



**Fig. 5.2** Ponto 2: Musgos e Líquens (branco). (Fonte: Agelson Santana, 2023)



**Figura 5.3** Ponto 4: Musgo (Fonte: Agelson Santana, 2023)





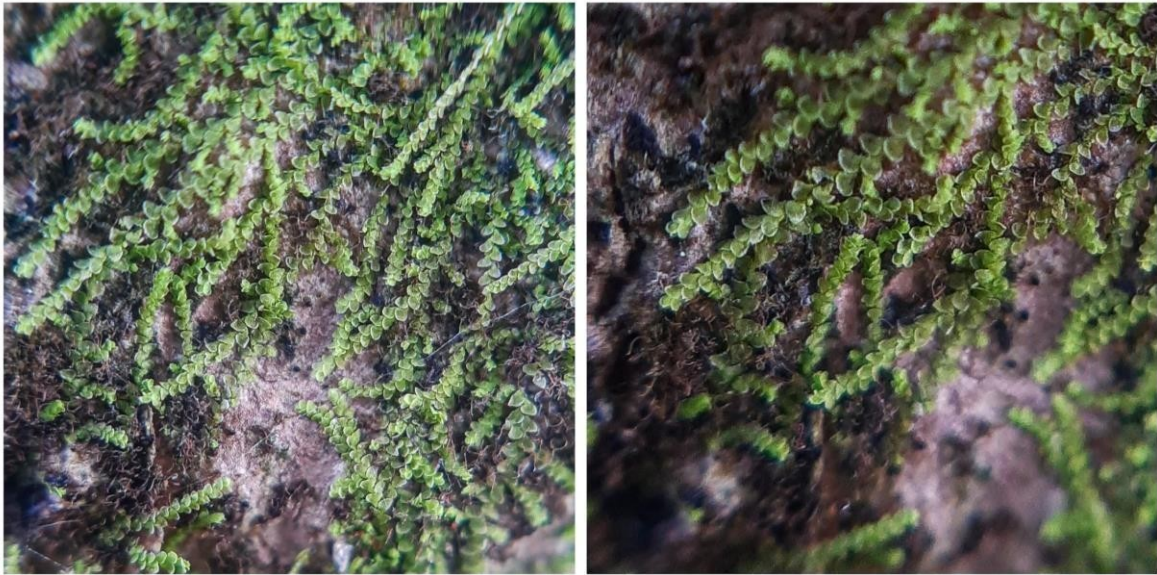
**Figura 6** (A) Ponto 3 (Educação Física). (B) Ponto 5 (Engenharia Florestal). Material da amostra consistia em hepáticas folhosas e uma pequena parcela de líquen, porém durante a triagem os tardígrados foram extraídos das hepáticas. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



**Figura 6.1** Ponto 3: Hepática folhosa e líquen (em preto fosco). (fFonte: Agelson Santana, 2023)



**Figura 6.2** Ponto 5: Hepáticas folhosas. (Fonte: Agelson Santana, 2023)

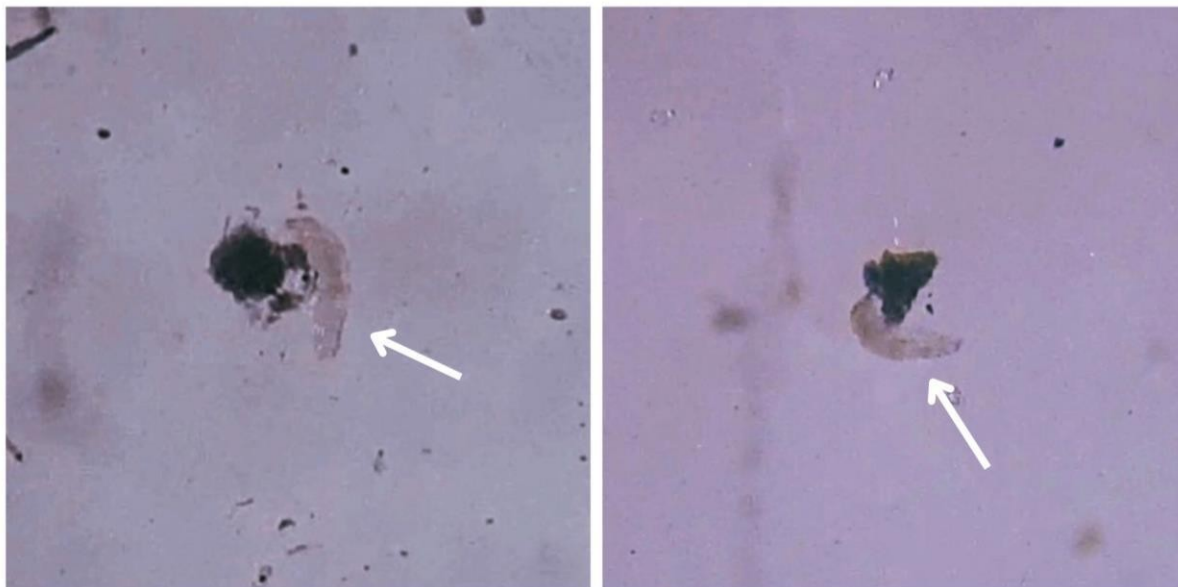


### **3.3 Metodologia laboratorial**

No laboratório, cada amostra foi dividida em três subamostras, totalizando 15 subamostras. A extração dos indivíduos seguiu a metodologia de Ramazzotti & Maucci (1983) e Degma (2010). Antes do início da triagem, cada subamostra foi colocada em uma placa de Petri com água e deixada para hidratar durante 24 horas, fazendo com que os tardígrados saíssem do seu estado criptobiótico. Após esse período, foram realizadas as triagens manuais com auxílio de um estilete e um estereomicroscópio binocular (Figuras 7 e 8A). A extração dos indivíduos foi realizada com auxílio de uma pipeta de Pasteur graduada e em seguida feita a transferência para lâminas de vidro.



**Figura 7** Exemplos de Milnesiidae ainda vivos, fotografados durante a triagem. (Fonte: Agelson Santana, 2023)

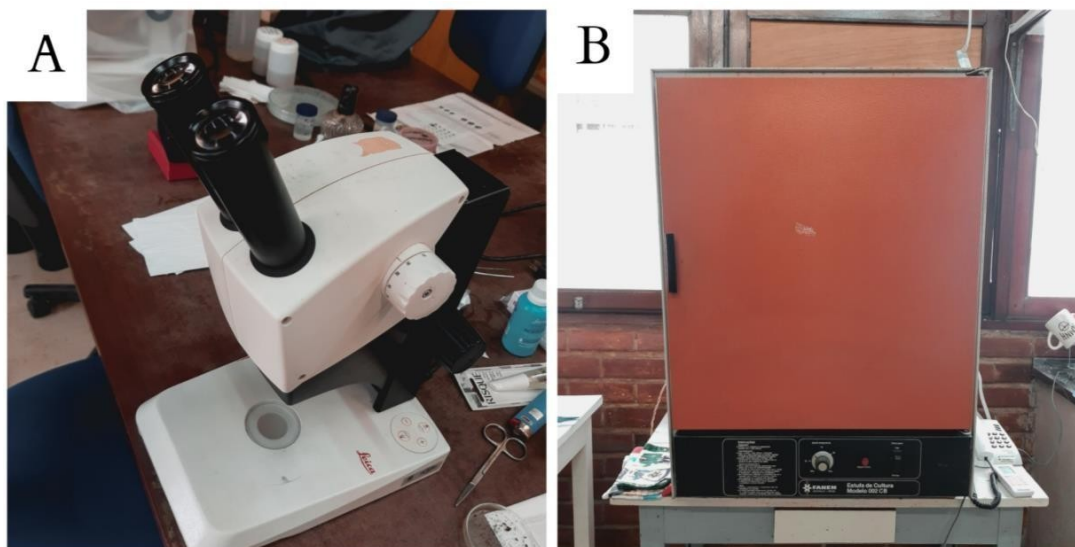


A montagem das lâminas foi baseada no método (RAMAZZOTTI & MAUCCI, 1983; KINCHIN, 1994): antes do procedimento foi necessária a higienização dos materiais que seriam utilizados (lâminas e lamínulas), com álcool 70% e secos em seguida com papel absorvente.

Com o animal já na lâmina em uma gotícula de água, utilizou-se um pedaço de papel absorvente para retirar uma parte do líquido, em seguida foi necessário provocar a hipóxia para forçar o animal a se distender; tendo o cuidado de centralizá-lo, sempre que possível, no meio da lâmina para melhor observação. Na próxima etapa, adicionou-se uma gota de meio de Hoyer e depois uma gota de Iodeto de Potássio para evitar a formação de cristais e melhor contraste (HORNING *et al.*, 1978), deixando o indivíduo por 30 segundos para uma maior fixação do corante. Também em algumas lâminas foi utilizado o corante Rosa de bengala, baseando-se nas metodologias para meiofauna (SANDULLI *et al.*, 2002; DA SILVA CENTENA, 2013; KIHARA & DA ROCHA, 2009 e SILVA, 2005).

A proporção das substâncias utilizadas foi de 1/1, uma gota do corante Rosa de Bengala (diluído em água) para uma do meio de Hoyer. Já para o iodeto de potássio, a proporção foi de 2/1, duas gotas do corante para uma de meio de Hoyer. Após esse processo colocou-se a lamínula e foi levada para secagem na estufa de esterilização em 40° C por 24h (Figura 8B) Ao término desse período, as lâminas foram seladas com esmalte incolor e etiquetadas com o nome do local em que foram coletadas.

**Figura 8 (A)** Estereomicroscópio binocular (lupa) usado na triagem das amostras. **(B)** Estufa de esterilização. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



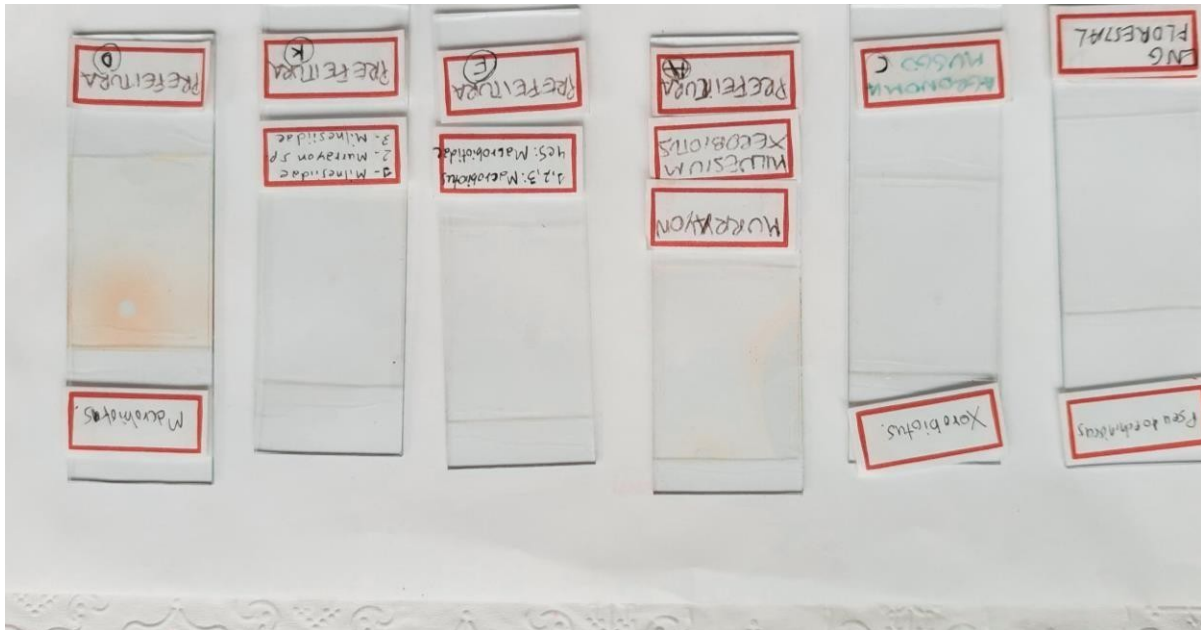
### 3.4 Identificação do material

A identificação dos tardígrados foi realizada em microscópio óptico binocular (100x por imersão - Figura 9), com auxílio de chaves de identificação presentes nas literaturas, até o menor nível taxonômico possível. As chaves e artigos utilizados foram PILATO & BINDA, 2010 e RAMAZZOTTI, 1983. Após isso, as lâminas foram etiquetadas com a identificação dos organismos (Figura 10).

**Figura 9** Microscópios utilizados na identificação do material. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



**Figura 10** Lâminas etiquetadas. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



### 3.5 Análise de dados

Os dados coletados referente a biodiversidade encontrada foram analisadas a partir dos seguintes índices: Frequência (F) e Abundância (A).

**Frequência:** o número de vezes que o indivíduo estava presente, multiplicado por 100, em seguida dividido pela quantidade de locais.

**Abundância:** o número total dos indivíduos de determinado nível taxonômico, multiplicado por 100, em seguida dividido pelo número total de amostras.

Para a construção dos gráficos e tabelas, utilizou-se os softwares Microsoft Office Excel e Planilhas Google.

## 4 RESULTADOS

No total foram encontrados 74 exemplares de tardígrados durante este estudo. Destes 74, apenas 62 estavam em condições para identificação taxonômica.

Além dos tardígrados encontrados nas amostras, também houve a ocorrência de rotíferos, colêmbolas, ácaros, nematóides e larvas de artrópodes, organismos típicos da chamada briofauna (Gonçalves, 2013).

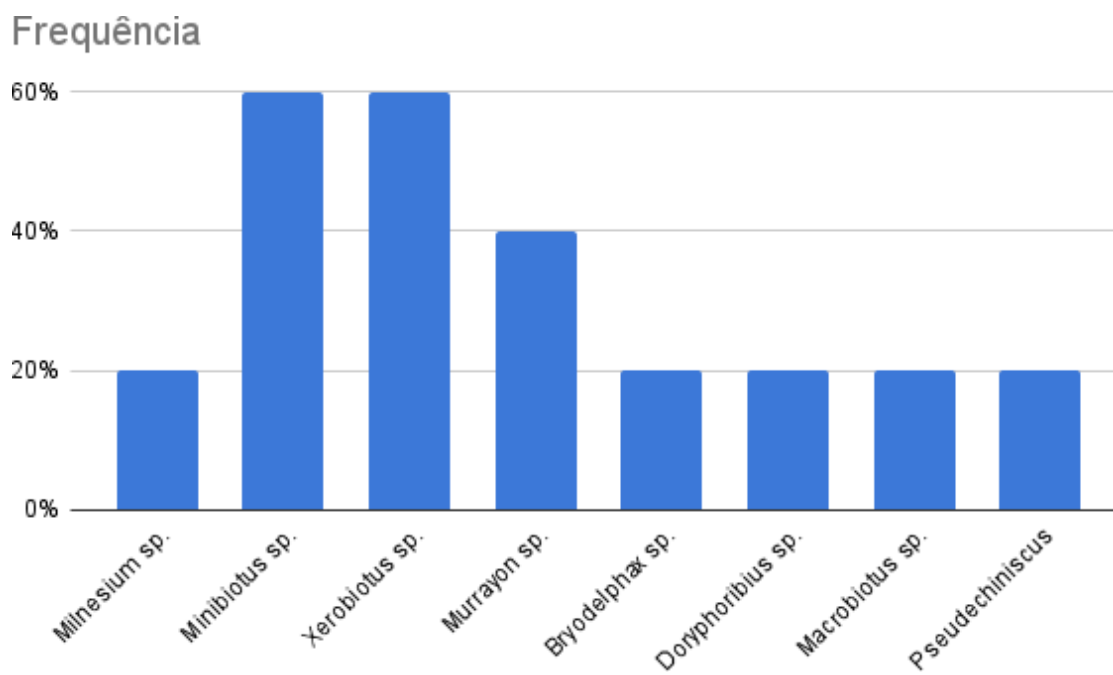
Desses 62 indivíduos, foi possível identificar 40 em nível de gênero e 22 em nível de família. Os espécimes encontrados pertencem a cinco famílias: Milnesiidae Ramazzotti, 1962; Macrobiotidae Thulin, 1928; Murrayidae Guidetti, Rebecchi & Bertolani, 2000; Doryphoribiidae Gąsiorek, Stec, Morek & Michalczyk, 2019 e Echiniscidae Thulin, 1928, agrupadas em três ordens: Apochela Schuster, Nelson, Grigarick & Christenberry, 1980; Parachela Schuster, Nelson, Grigarick & Christenberry, 1980 e Echiniscoidea Richters, 1926. Foram identificados 8 gêneros: *Milnesium* Doyère, 1840; *Doryphoribius* Pilato, 1969; *Minibiotus* R.O. Schuster, 1980; *Xerobiotus* Bertolani & Biserov, 1996; *Macrobiotus* C.A.S. Schultze, 1834; *Murrayon* Bertolani & Pilato, 1988; *Bryodelphax* Thulin, 1928 e *Pseudechiniscus* Thulin, 1911.

Os indivíduos identificados dos gêneros *Minibiotus* sp. e *Xerobiotus* sp. apresentaram uma frequência de 60% de presença nas amostras, ocorrendo em três dos pontos de coleta (Figura 9).

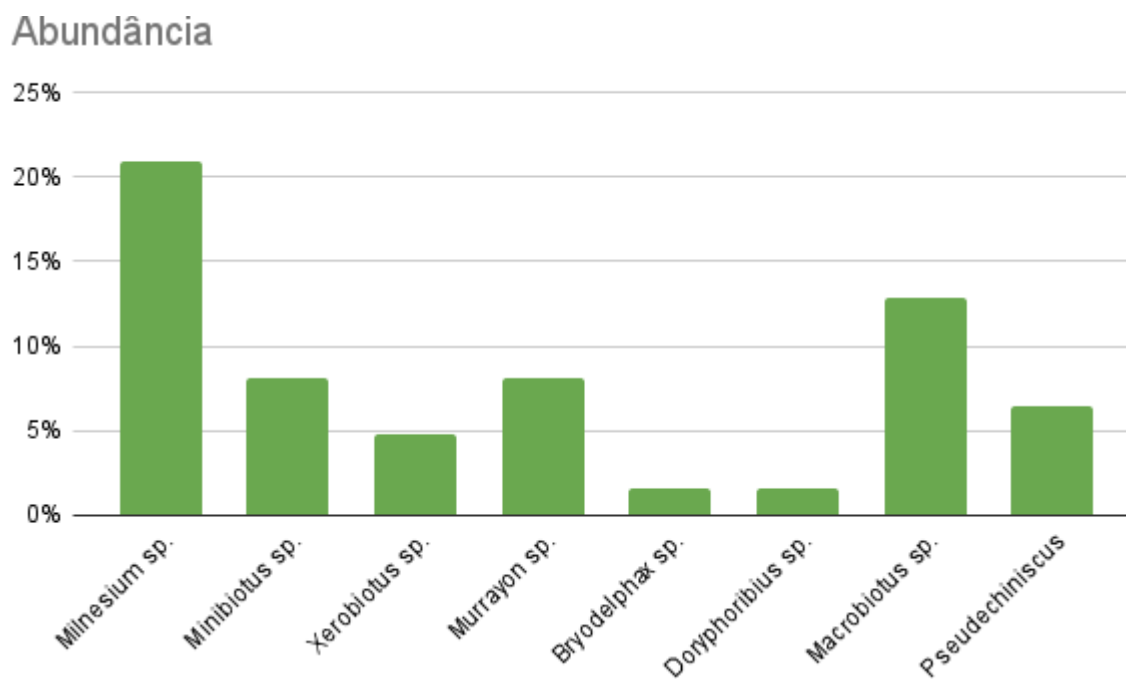
Os exemplares do gênero *Milnesium* sp., apesar de apresentarem baixa frequência, foram os mais abundantes das cinco amostras, totalizando uma abundância de 20,96% (Figura 11).

#### 4.1 Análises estatísticas

**Figura 11 A** Frequência de ocorrência dos gêneros identificados de tardígrados.



**Figura 11 B** Abundância dos gêneros identificados.



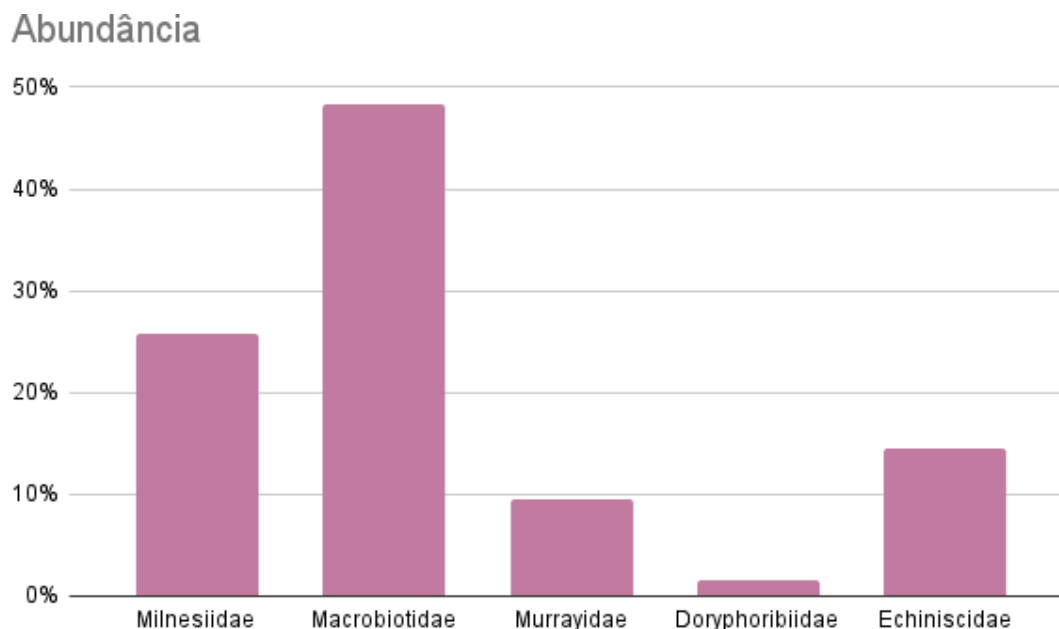
Na tabela 1 é possível observar de maneira resumida a identificação dos indivíduos encontrados por pontos de coleta e também a frequência e ocorrência e ainda a abundância dos exemplares:

**Tabela 1:** Frequência e Abundância dos gêneros identificados.

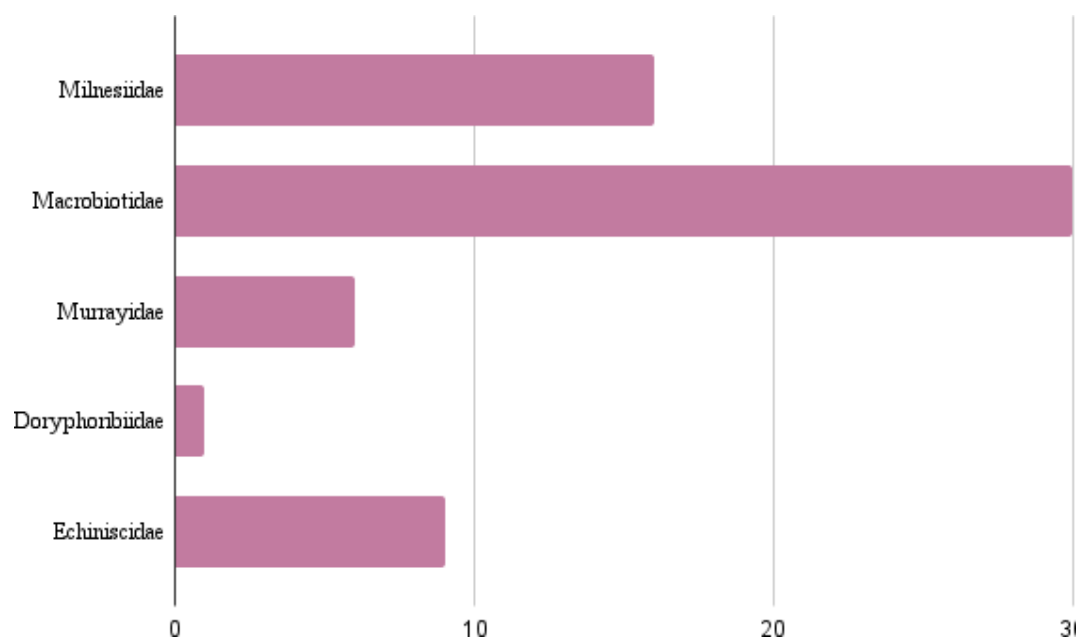
Identificação	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Frequência	Abundância
<i>Milnesium</i> sp.	0	13	0	0	0	20%	21%
<i>Minibiotus</i> sp.	3	1	0	0	1	60%	8%
<i>Xerobiotus</i> sp.	1	1	0	1	0	60%	5%
<i>Murrayon</i> sp.	0	4	0	1	0	40%	8%
<i>Bryodelphax</i> sp.	0	0	0	1	0	20%	2%
<i>Doryphoribius</i> sp.	0	0	0	1	0	20%	2%
<i>Macrobiotus</i> sp.	0	8	0	0	0	20%	13%
<i>Pseudechiniscus</i> sp.	0	0	0	0	4	20%	6%

A família Macrobiotidae foi a mais abundante, totalizando 48,3% dos indivíduos identificados neste nível (Figura 12). Macrobiotidae contribuiu com 30 indivíduos, seguida de Milnesiidae com 16, Murrayidae com 5, Echiniscidae com 9 e apenas 1 para Doryphoribiidae (Figura 12.1).

**Figura 12** Abundância total das famílias.



**Figura 12.1** Densidade populacional total para cada família identificada.



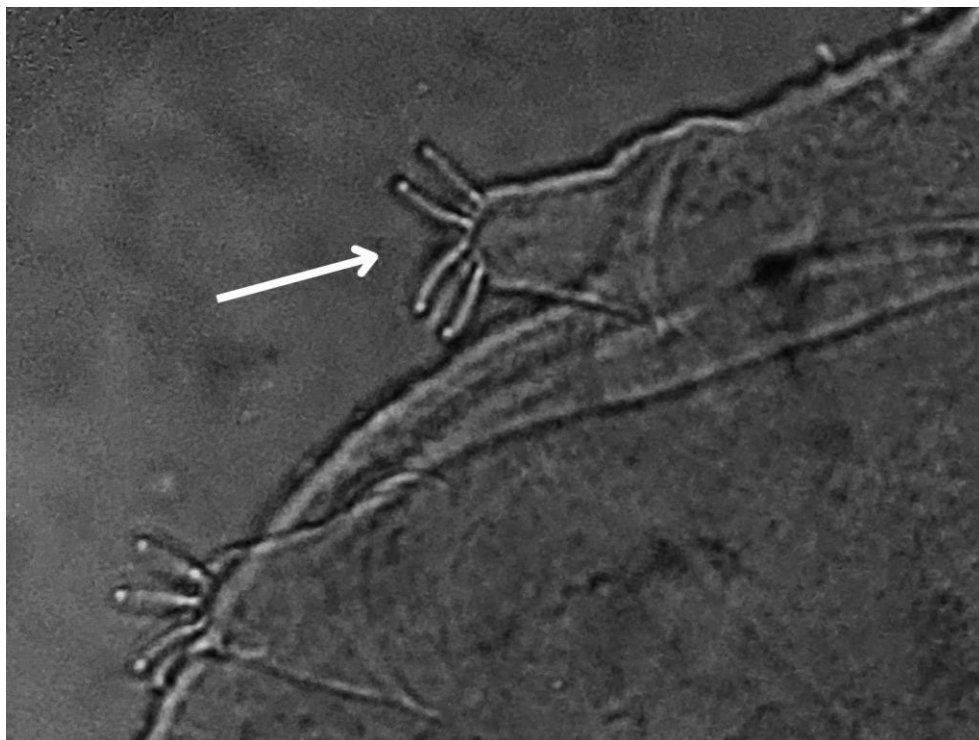
## 4.2 Identificação taxonômica

Não foram encontrados ovos de tardígrados, o que de imediato impossibilitou a identificação em nível de espécie, uma vez que, ao menos para os eutardígrados, este é um caráter taxonômico requerido para a identificação em nível específico.

No ponto 1 (Agronomia) foram encontrados oito exemplares, sendo estes um *Xerobiotus* sp., três *Minibiotus* sp., dois espécimes foram identificados em nível de família (Macrobotidae) e dois cuja identificação não foi possível. No ponto 2 (Prefeitura) o total foi de 47 exemplares, sendo estes 13 *Milnesium* sp., um *Minibiotus* sp., oito *Macrobotus* sp., um *Xerobiotus* sp., quatro *Murrayon* sp., sete da família Macrobotidae, três da família Milnesiidae e um da Murrayidae. Neste ponto, nove exemplares não tiveram condições para identificação. No ponto 3 (Educação Física) foram encontrados cinco exemplares, dois pertencentes à família Macrobotidae e três à família Echiniscidae. No ponto 4 (Botânica) o total encontrado foi de sete indivíduos, sendo um *Bryodelphax* sp., um *Xerobiotus* sp., um *Murrayon* sp., um *Doryphoribius* sp., dois pertencentes à família Macrobotidae e um que não foi possível sua identificação. Por fim, no ponto 5 (Engenharia Florestal) foram encontrados sete exemplares, sendo um *Minibiotus* sp., quatro *Pseudechiniscus* sp., um da família Echiniscidae e um da família Macrobotidae.

A família Echiniscidae, pertencente à classe Heterotardigrada, se caracteriza pela presença de armadura formada por placas e a presença de 4 unhas (Figura 13).

**Figura 13** Exemplar de Echiniscidae (detalhe das 4 unhas que caracterizam a família). (Fonte: Agelson Santana, 2023)





A família Milnesiidae é caracterizada pelas papilas peribucais e cefálicas e suas garras típicas (PILATO & BINDA, 2010) (Figura 14).

**Figura 14** Garras típicas de representantes da família Milnesiidae. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



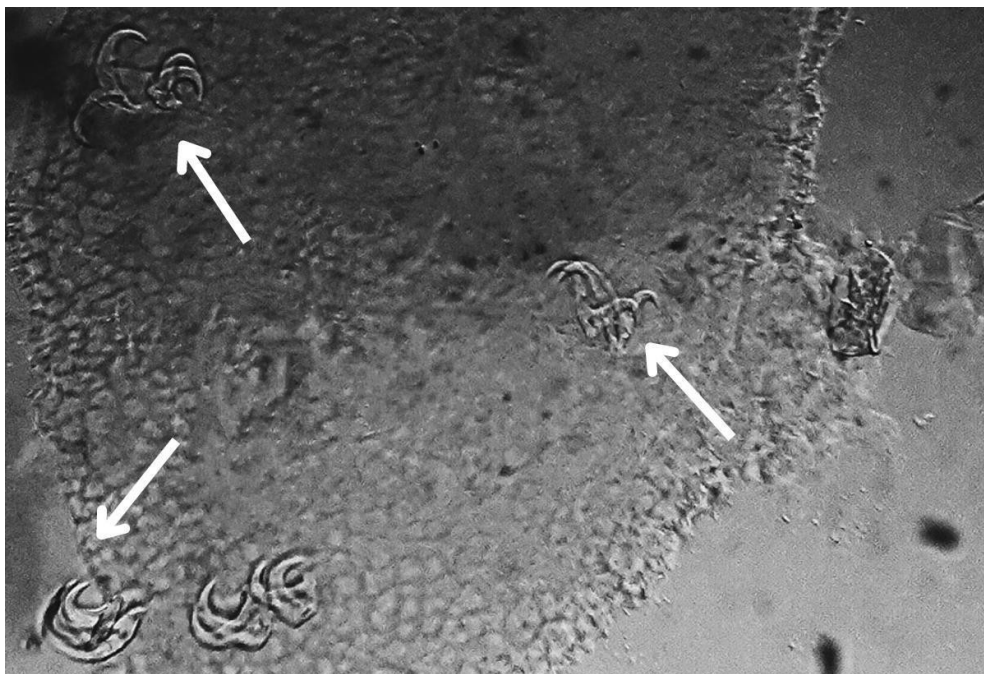
A família Macrobiotidae se caracteriza pela ausência de papilas cefálicas e peribucais, presença de placóides e garras do tipo Y, incluindo o tipo *hufelandi* (PILATO & BINDA, 2010) (Figura 15).

**Figura 15** Garras do tipo *hufelandi* características de Macrobiotidae. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



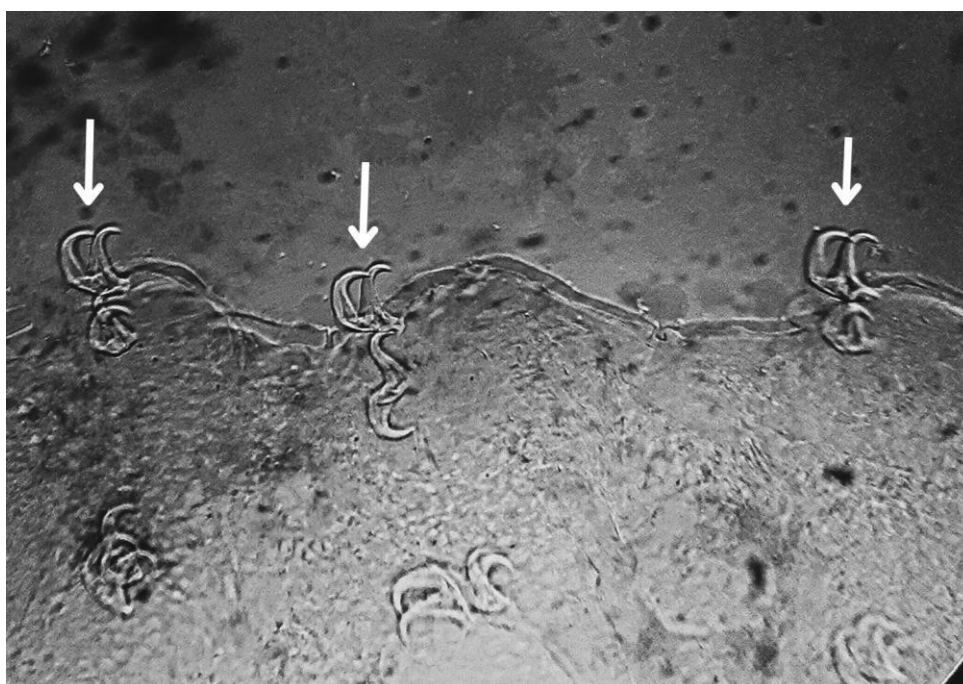
A família Doryphoribiidae apresenta garras assimétricas, ausência de papilas cefálicas e peribucais e apresenta placóides (Figura 16).

**Figura 16** Garras assimétricas, garras do tipo Isopsibius. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



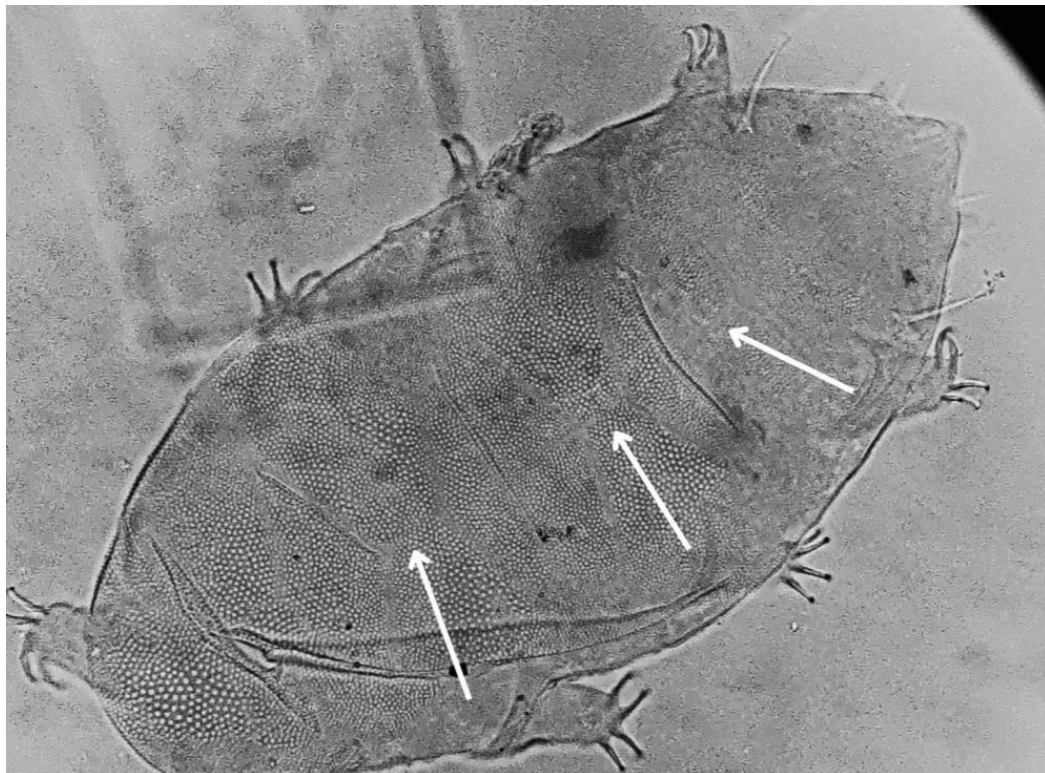
A família Murrayidae também não apresenta papilas cefálicas e peribucais e apresenta garras do tipo V ou L, incluindo o tipo *Murrayon* (PILATO & BINDA, 2010) (Figura 17)

**Figura. 17** Garras do tipo *Murrayon*. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



Representante da classe Heterotardigrada, o gênero *Bryodelphax* sp. tem como característica uma armadura dorsal constituída por placas e apresenta patas com 4 unhas. As placas cuticulares dorsais medianas 1 e 2 estão divididas, já a 3 não apresenta divisão. No total são visíveis 5 placas medianas e a placa final não apresenta entalhes (Figura 18).

**Fig. 18** Exemplar de *Bryodelphax* sp. (observa-se a armadura de cutícula formada por placas). (Fonte: Agelson Santana, 2023)



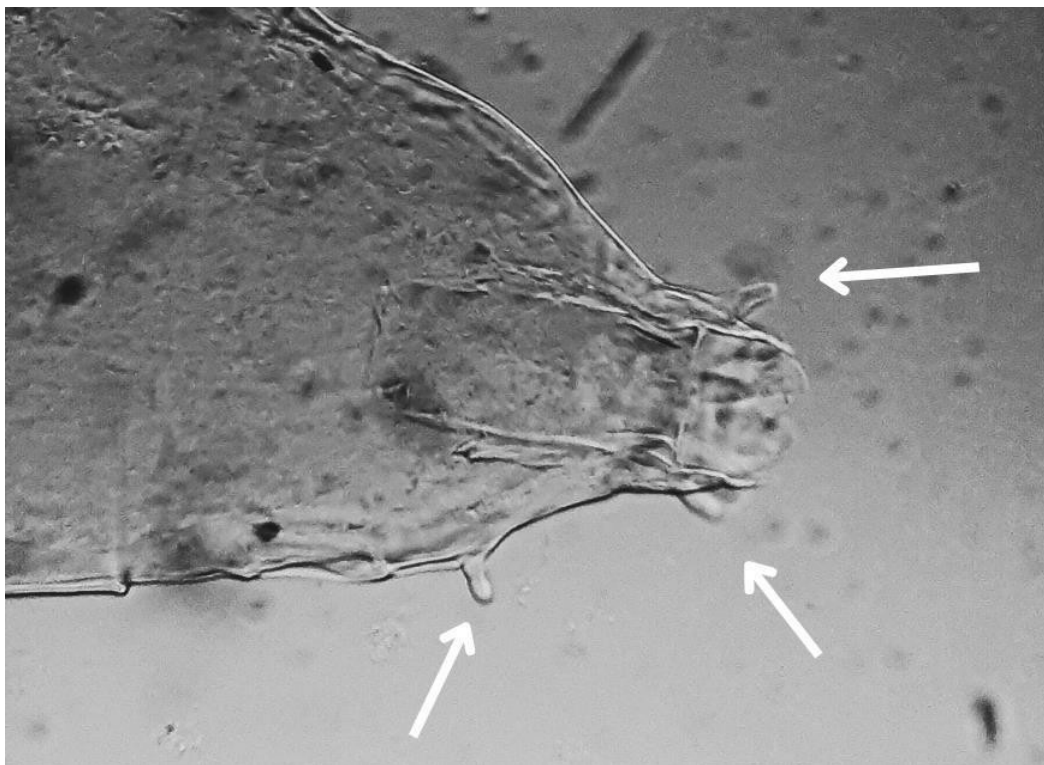
O gênero *Pseudechiniscus*, representante também da família Echiniscidae, apresenta armadura composta por placas, patas com 4 unhas e sua cutícula apresenta duas divisões e uma placa adicional (pseudosegmentar) se comparado com o gênero *Echiniscus* (FASSINA, 2020) - Figura 19.

**Figura 19** Exemplar de *Pseudechiniscus* sp. mostrando as duas divisões bem sutis (setas) e a placa adicional. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



Da classe Apotardigrada, o gênero *Milnesium* sp. é caracterizado pela presença de papilas peribucais e cefálicas (Figura 20). Apresentam aparelho bucofaríngeo de tubo curto, rígido e largo. Não apresentam placóides no bulbo faríngeo e suas garras são do tipo Milnesiidae (Figura 20.1).

**Figura 20** Detalhe das papilas cefálicas e peribucais de um exemplar de *Milnesium* sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



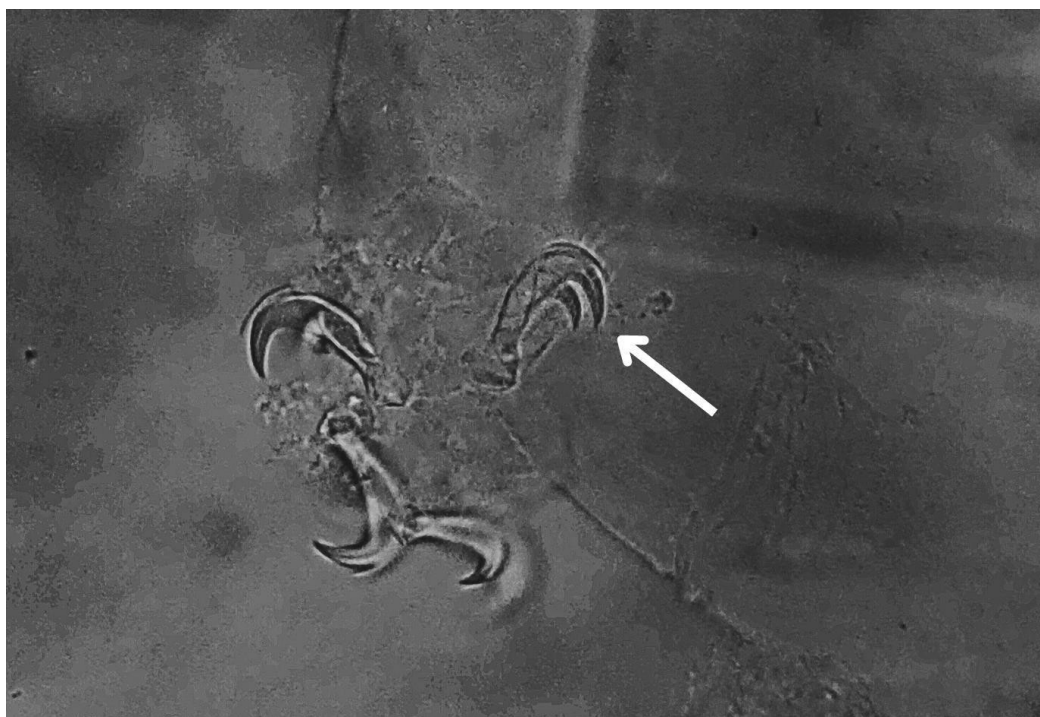
**Figura 20.1** Exemplar de *Milnesium* sp. (garras características do gênero). (Fonte: Agelson Santana, 2023)



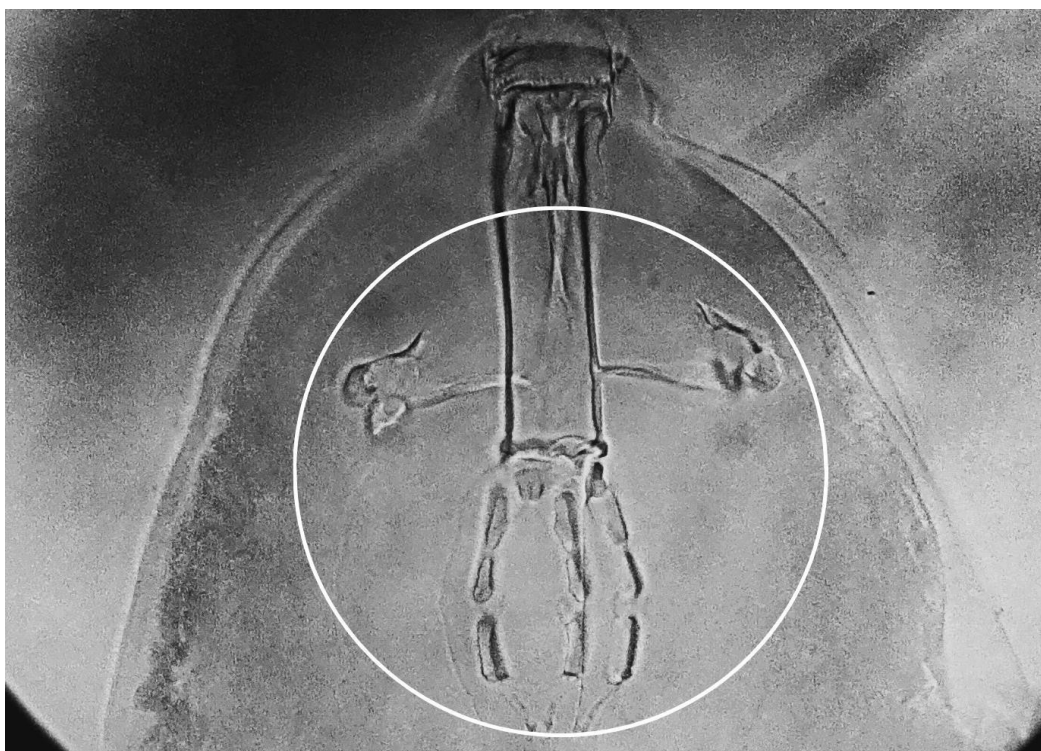


O gênero *Minibiotus* é caracterizado pela ausência de papilas cefálicas. Apresentam garras duplas similares e simétricas que respeitam o plano da pata. Garras do tipo *hufelandi* (Figura 21), aparelho bucofaríngeo do tipo *Macrobiotus* variante *Minibiotus* e presença de placóides no bulbo faríngeo (Figura 21.1).

**Figura 21** Garras do tipo *hufelandi* em exemplar do gênero *Minibiotus* sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023)

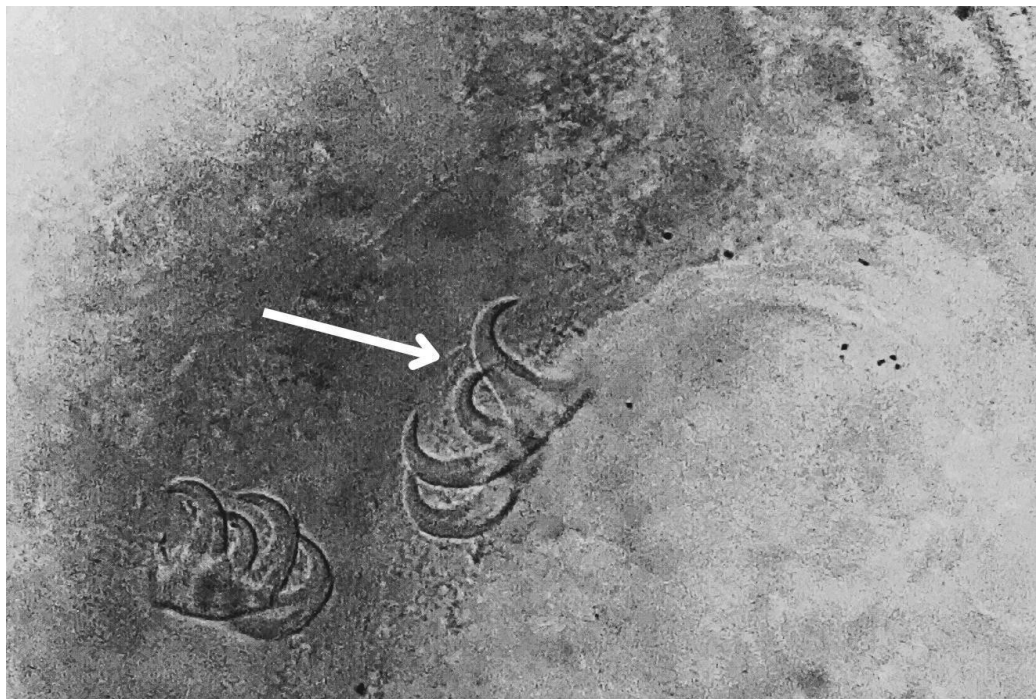


**Figura 21.1** Aparelho buco-faríngeo de um exemplar de *Minibiotus* sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



Os indivíduos do gênero *Xerobiotus* apresentam garras do tipo *Xerobiotus* (Figura 22), aparelho bucofaríngeo (Figura 22.1) do tipo *Macrobiotus* variante *Minibiotus* e presença de placóides.

**Figura 22** Garras do tipo *Xerobiotus* em exemplar de *Xerobiotus* sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023)

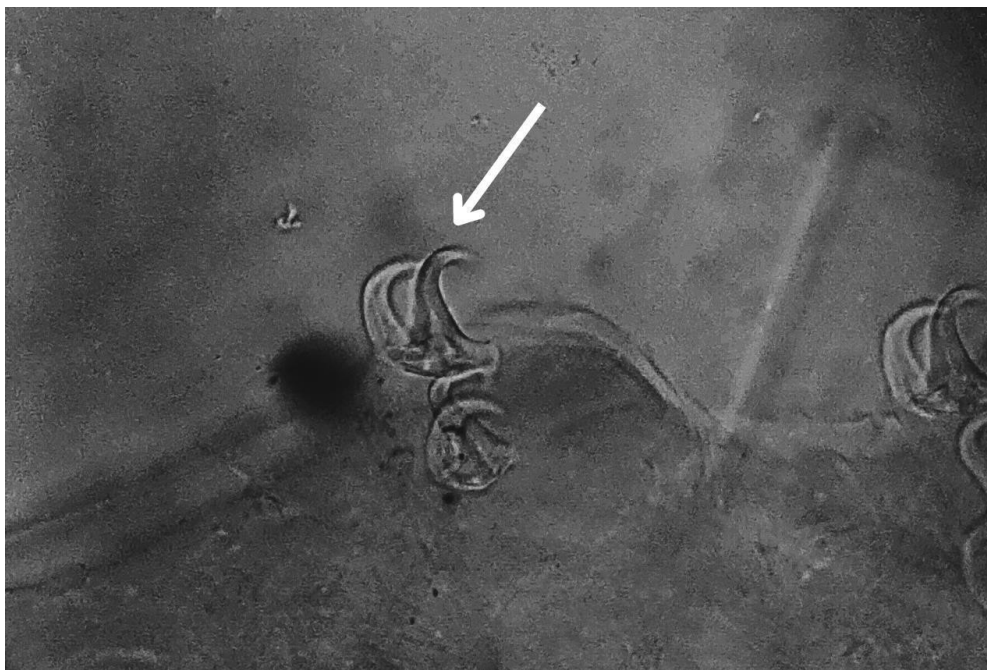


**Figura 22.1** Aparelho buco-faríngeo de *Xerobiotus* sp. (tipo *Macrobiotus*, variante *Minibiotus*). (Fonte: Agelson Santana, 2023)



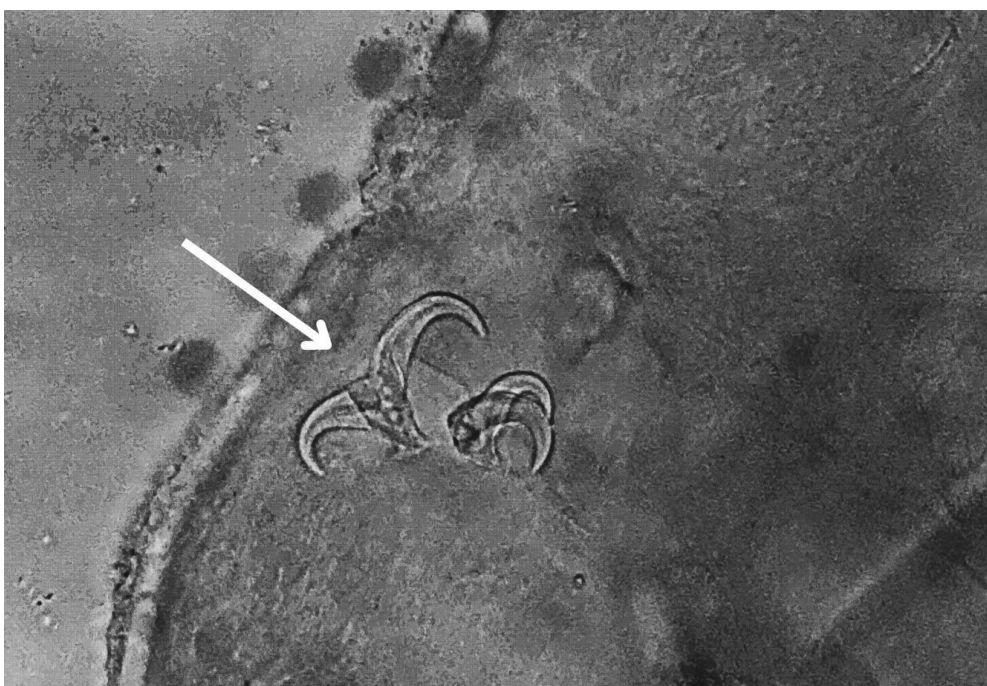
Os exemplares do gênero *Murrayon* apresentam garras do tipo Murrayon (Figura 23), aparelho bucofaríngeo do tipo *Macrobiotus* variante *Minibiotus* e presença de placóides.

**Figura 23** Garras do tipo *Murrayon* em exemplar de *Murrayon* sp. (foto do autor).



O gênero *Doryphoribius* apresenta garras assimétricas, do tipo *Isohypsibius* (Figura 24) e aparato buco-faríngeo do tipo *Doryphoribius* (Figura 24.1).

**Fig. 24** Garras do tipo *Isohypsibius* em exemplar de *Doryphoribius* sp, (Fonte: Agelson Santana, 2023)



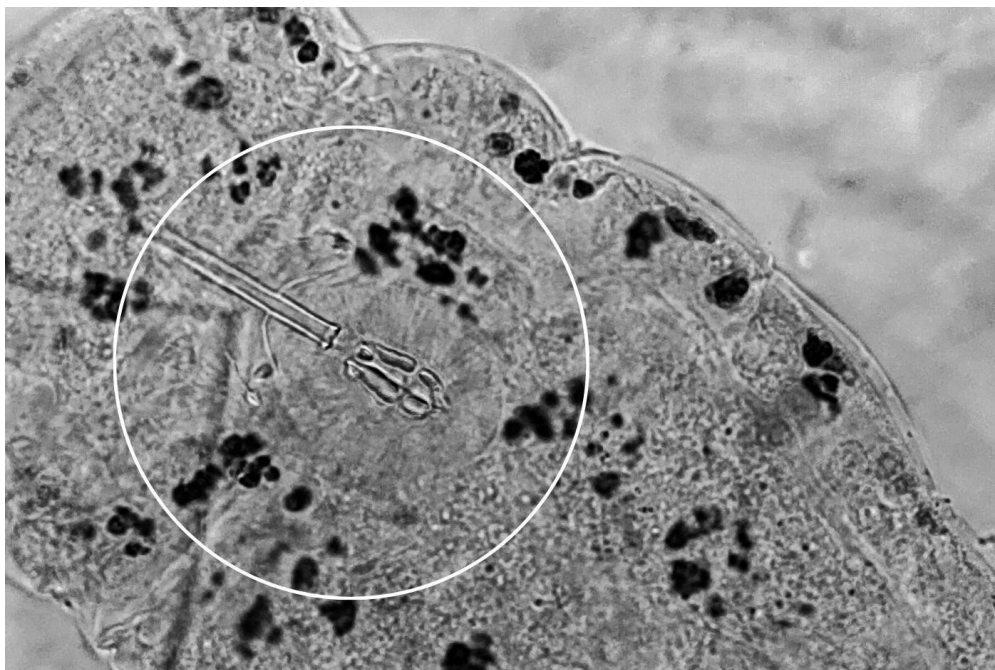


**Figura 24.1** Aparato buco-faríngeo tipo *Doryphoribius*. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



O gênero *Macrobotus* sp. apresenta garras do tipo *hufelandi* e aparato buco-faríngeo do tipo e variante *Macrobotus* (Figura 25).

**Figura 25** Aparelho buco-faríngeo do tipo *Macrobotus* em exemplar do gênero *Macrobotus* sp. (Fonte: Agelson Santana, 2023)



## 5 DISCUSSÃO

As coletas foram realizadas apenas em áreas de exposição urbana. Estudos mostram diferenças na comunidade de tardígrados em áreas conservadas em relação às não conservadas (Cabrera-Guzmán, 2021 e Gaona Castro, 2022), o que não foi comparado no presente estudo. Esta é uma vertente a ser explorada em estudos posteriores na mesma área.

Para a montagem das lâminas tentou-se seguir o modelo da literatura (Ramazzotti & Maucci, 1983; Kinchin, 1994), porém a indução da hipóxia não deu bons resultados, uma vez que ao aquecer os exemplares os mesmos se quebravam ao se colocar a lamínula posteriormente, impossibilitando a futura identificação. Isso acontecia mesmo diminuindo a intensidade do tempo de exposição e da chama. Então foi necessário decidir pela preparação definitiva com os animais vivos, o que dificultou a identificação de alguns indivíduos devido ao fato de entrarem em estado criptobiótico.

A proporção do iodeto de potássio e meio de Hoyer também teve que ser adaptada, uma vez que, com as proporções sugeridas, após o tempo da estufa as lâminas ficaram muito translúcidas. O tempo de secagem na estufa também precisou ser adaptado, assim como a temperatura.

O uso do corante Rosa de bengala foi baseado nas metodologias para meiofauna (Sandulli *et al.*, 2002; Da Silva Centena, 2013; Kihara & Da Rocha, 2009 e Silva, 2005), mas, apesar de corar os exemplares de maneira satisfatória para fácil visualização na lâmina, o corante impossibilitou a visualização dos caracteres taxonômicos internos de algumas amostras. Sua utilização foi descartada rapidamente, e fez-se um ajuste na proporção do iodeto para 2/1 (duas gotas do corante para uma de Hoyer), o que foi adotado para o restante das lâminas, com resultados de visualização satisfatórios.

Dos oito gêneros de tardígrados identificados para a região do campus Dois Irmãos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, dois são registros novos para o estado: *Bryodelphax* Thulin, 1928 e *Murrayon* Bertolani & Pilato, 1988. O registro do gênero *Xerobiotus* Bertolani & Biserov, 1996 é novo não apenas para o estado de Pernambuco, mas se configura no primeiro registro para o país.

Os outros gêneros (*Milnesium* Doyère, 1840, *Doryphoribius* Pilato, 1969, *Macrobotus* C.A.S. Schultze, 1834, *Minibiotus* R.O. Schuster, 1980 e *Pseudechiniscus* Thulin, 1911) já foram registrados no estado de Pernambuco (De Barros, 2020; Gomes Jr. *et al.*, 2011 e Muniz, 2018), porém em regiões climáticas diferentes (De Barros, 2020 e Muniz, 2018) evidenciando a grande distribuição dos mesmos no estado. Provavelmente devem tratar-se de espécies diferentes, o que poderá ser esclarecido em estudos posteriores, mais aprofundados e quando forem encontrados seus respectivos ovos.

Foram encontrados mais indivíduos da classe Heterotardigrada em hepáticas folhosas (Ponto 3 - Educação Física e Ponto 5 - Engenharia Florestal) do que nos outros tipos de substrato. Entretanto, a espécie de musgo, hepática ou líquen não é considerada influenciadora da distribuição e diversidade dos indivíduos, como visto

nos trabalhos de Kathman *et al.* (1991) e Vargas Herrera (2021), tendo sido esta constatação considerada um achado aleatório. Caso se repita, poderá ser alvo de um estudo direcionado à influência da arquitetura do substrato folhoso sobre a biodiversidade da briofauna.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho contribuiu para o conhecimento sobre a biodiversidade de tardígrados limnoterrestres, não apenas para o campus Dois Irmãos da UFRPE como para o estado de Pernambuco e para o Brasil, uma vez que registrou novas ocorrências de gêneros para o estado e para o país.

Sendo assim, vimos que:

- O corante Rosa de Bengala definitivamente não é indicado para a montagem de lâminas por dificultar a observação dos caracteres internos;
- Foram registradas ocorrências de gêneros não vistos antes no estado de Pernambuco, *Murrayon* sp. e *Bryodelphax* sp.;
- Registrada a primeira ocorrência do gênero *Xerobiotus* sp. para o país;
- A classe Heterotardigrada foi mais abundante em hepáticas folhosas;
- O gênero *Milnesium* sp. é o mais abundante do campus Dois Irmãos da UFRPE;

Este estudo trouxe à luz a abertura de várias possibilidades para estudos posteriores mais aprofundados abordando a ecologia, taxonomia (inclusive com a utilização de genética molecular) e avaliação da influência antrópica na comunidade em foco, o que certamente permitirá maiores inferências científicas sobre os tardígrados limnoterrestres do estado de Pernambuco, Brasil.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCETTI, Baccio; ROSATI, Floriana. Electron microscopy on tardigrades. III. The integument. **Journal of ultrastructure research**, v. 34, n. 3-4, p. 214-243, 1971.

BERTOLANI, Roberto, Roberto GUIDETTI, Ingemar K. JÖNSSON, Tiziana ALTIERO, Deborah BOSCHINI, and Lorena REBECCHI. 2004. "Experiences With Dormancy in Tardigrades". **Journal of Limnology** 63 (s1):16-25

BERTOLANI, Roberto. Evolution of the reproductive mechanisms in tardigrades—a review. **Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology**, v. 240, n. 3-4, p. 247-252, 2001.

BARTELS, Paul J. et al. A global biodiversity estimate of a poorly known taxon: phylum Tardigrada. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 178, n. 4, p. 730-736, 2016.

CABRERA GUZMÁN, Juana Valentina. **Diferencias en la composición de las comunidades de tardígrados (Animalia, Tardigrada) presentes en una zona intervenida y una conservada en el Páramo de Ocetá, Boyacá, Colombia.** 2021.

COELHO, Camila Cristina. **Caracterização preliminar dos hábitos extremófilos, vitelinas e proteases de Panagrolaimus sp. CEW2, um nematoide de vida livre isolado da Região Amazônica.** 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CORRÊA, D.C. 1987. Tardigrada. In: Sociedade Brasileira de Zoologia. **Manual de técnicas para preparações zoológicas.** Campinas, Sociedade Brasileira de Zoologia. v. 15, p. 1-6.

CLEGG, James S. Cryptobiosis—a peculiar state of biological organization. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology**, v. 128, n. 4, p. 613-624, 2001.

DA SILVA CENTENA, Pedro José. **Contribuição Para O Conhecimento dos Tardígrados Marinhos do Litoral do Norte de Portugal: Padrões de Distribuição e Meiofauna Associada.** 2013. Tese de Doutorado. Universidade do Porto (Portugal).

DE BARROS, Rodolfo Corrêa. Tardigrades Research in Brazil: an overview and updated checklist. **Arquivos de Zoologia**, v. 51, n. 1, p. 1-11, 2020.

DEGMA, P.; BERTOLANI, R.; GUIDETTI, R. Actual checklist of Tardigrada species. **Online: [www.tardigrada.modena.unimo.it/miscellanea/Actual% 20checklist % 20of% 20Tardigrada. pdf](http://www.tardigrada.modena.unimo.it/miscellanea/Actual%20checklist%20of%20Tardigrada.pdf)**, p. 48, 2009.

DEGMA, Peter; GUIDETTI, Roberto. Tardigrade taxa. **Water Bears: The Biology of Tardigrades**, p. 371-409, 2018.

DOS SANTOS, Daniel Ricardo Almeida. **Tardígrados como Bioindicadores da Qualidade do Ar em Meio Urbano**. 2014

FASSINA, Paola Visnardi. **Redescoberta dos tardígrados limnoterrestres brasileiros: Redescrição de Pseudechiniscus juanita DE BARROS, 1939 e comentários sobre Pseudechiniscus novaezeelandiae marinae BARTOS, 1934 sensu DE BARROS (1942)**. 2020. Tese de Doutorado. UNICAMP (Campinas - SP)

FLEMING, James F.; ARAKAWA, Kazuharu. Systematics of tardigrada: a reanalysis of tardigrade taxonomy with specific reference to Guil et al.(2019). **Zoologica scripta**, v. 50, n. 3, p. 376-382, 2021.

GAONA CASTRO, Laura Nicolle. **Relación entre las comunidades de tardígrados (Animalia, Tardigrada) y las características fisicoquímicas del suelo en el páramo de Ocetá**. 2022.

GREVEN, HARTMUT; GREVEN, WILMA. Observations on the permeability of the tardigrade cuticle using lead as an ionic tracer. In: **Biology of the Tardigrades, Selected Symposia and Monographs**. UZI. Mucchi Modena, Italy, 1987. p. 35-43.

GONÇALVES, Sofia Resende. **Os Tardígrados como Descritores de Impacte de Fogos Florestais: Ensaio Preliminares**. 2013.

GUIDETTI, Roberto; BERTOLANI, Roberto. Tardigrade taxonomy: an updated check list of the taxa and a list of characters for their identification. **Zootaxa**, v. 845, n. 1, p. 1–46-1–46, 2005.

GUIL, Noemi. New records and within-species variability of Iberian tardigrades (Tardigrada), with comments on the species from the Echiniscus blumi-canadensis series. **Zootaxa**, v. 1757, n. 1, p. 1–30-1–30, 2008.

JØRGENSEN, Aslak; KRISTENSEN, Reinhardt M.; MØBJERG, Nadja. Phylogeny and integrative taxonomy of Tardigrada. **Water bears: The biology of tardigrades**, p. 95-114, 2018.

KATHMAN, R. Deedee; CROSS, Stephen F. Ecological distribution of moss-dwelling tardigrades on Vancouver Island, British Columbia, Canada. **Canadian Journal of Zoology**, v. 69, n. 1, p. 122-129, 1991.

KIHARA, Terue Cristina; DA ROCHA, Carlos Eduardo Falavigna. **Técnicas para estudos taxonômico de copépodes harpacticóides da meiofauna marinha**. Porto Alegre: Asterisco, 2009.

KINCHIN, Ian M. **Biology of tardigrades**. Portland, 1994.

KRISTENSEN RM, SØRENSEN MV (2004) Phylum: Tardigrada (Water Bears). In: **Grzimek's animal life encyclopedia, vol 2: protostomes**. Thompson Gale, Detroit, pp 115–123

MARIA CUNHA DA SILVA, Adriana. **Relações entre a dinâmica costeira e a meiofauna dos sedimentos praias do litoral da ilha de Itamaracá-PE**. 2005.

MCINNES, S. J.; PUGH, P. J. A. Tardigrade biogeography. In: **Water bears: the biology of tardigrades**. Springer, Cham, 2018. p. 115-129.

MUNIZ, Emmanuel Felipe Pereira. **Biodiversidade de tardígrados limno-terrestres para diferentes microambientes do agreste de Pernambuco**. 2018

MØBJERG, Nadja; NEVES, Ricardo Cardoso. New insights into survival strategies of tardigrades. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 254, p. 110890, 2021.

MØBJERG, Nadia et al. Survival in extreme environments—on the current knowledge of adaptations in tardigrades. **Acta physiologica**, v. 202, n. 3, p. 409-420, 2011.

MØBJERG, Nadja et al. Morphology and functional anatomy. In: **Water bears: the biology of tardigrades**. Springer, Cham, 2018. p. 57-94.

NELSON, Diane R. et al. “Smoky Bears”—Tardigrades of Great Smoky Mountains National Park. **Southeastern Naturalist**, v. 6, n. sp2, p. 229-238, 2007.

NELSON, Diane R.; BARTELS, Paul J.; GUIL, Noemi. Tardigrade ecology. In: **Water bears: the biology of tardigrades**. Springer, Cham, 2018. p. 163-210.

PILATO, Giovanni; BINDA, Maria Grazia. Definition of families, subfamilies, genera and subgenera of the Eutardigrada, and keys to their identification. **Zootaxa**, v. 2404, n. 1, p. 1–54-1–54, 2010.

PATES, Stephen; DALEY, Allison C.; ORTEGA-HERNÁNDEZ, Javier. *Aysheaia prolata* from the Wheeler Formation (Cambrian, Drumian) is a frontal appendage of the radiodontan *Stanleycaris*. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 62, n. 3, 2017.

PULSCHEN, André Arashiro; MENEGHIN, Silvana Perissato. Estabelecimento de uma cultura de tardígrados limno-terrestres em laboratório e desenvolvimento de metodologias alternativas de desidratação de tardígrados. **Evidência, Joaçaba**, v. 10, n. 1-2, p. 69-85, 2010.

RAMAZZOTTI, G.; MAUCCI, W. The Phylum Tardigrada. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia Dott. Marco de Marchi. **Istituto italiano di idrobiologia, Verbania Pallanza**, p. 1-1012, 1983.

RAMLØV, Hans; WESTH, Peter. Cryptobiosis in the eutardigrade *Adorybiotus* (*Richtersius*) *coronifer*: tolerance to alcohols, temperature and de novo protein synthesis. **Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology**, v. 240, n. 3-4, p. 517-523, 2001.

SANDULLI, R. et al. Aspetti della Biodiversità della Meiofauna lungo il litorale pugliese. **Biol. Mar. Medit**, v. 9, n. 1, p. 484-493, 2002.

SANTOS, Cristianne Santana. **Mecanismos envolvidos na tolerância à dessecação em sementes e plântulas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore (Bignoniaceae)**. 2019.

SCHOKRAIE, Elham et al. Proteomic analysis of tardigrades: towards a better understanding of molecular mechanisms by anhydrobiotic organisms. **PloS one**, v. 5, n. 3, p. e9502, 2010.

SCHILL, Ralph O. et al. Molecular mechanisms of tolerance in tardigrades: new perspectives for preservation and stabilization of biological material. **Biotechnology Advances**, v. 27, n. 4, p. 348-352, 2009.

VARGAS HERRERA, Valentina. **Distribución altitudinal de tardígrados (Animalia, Tardigrada) presentes en *Campylopus* cf. *luteus* y *Grimmia longirostris* en el Páramo de Ocetá, Boyacá, Colombia**. 2021.

WESTH, Peter; RAMLØV, Hans. Trehalose accumulation in the tardigrade *Adorybiotus coronifer* during anhydrobiosis. **Journal of Experimental Zoology**, v. 258, n. 3, p. 303-311, 1991.

WRIGHT, Jonathan C. Cryptobiosis 300 years on from van Leuwenhoek: what have we learned about tardigrades?. **Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology**, v. 240, n. 3-4, p. 563-582, 2001.