



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LAIS MAMEDE AGUIAR FREIRE**

**Caracterização da dieta e microbiota intestinal associada à *Selenidera gouldii*  
(Aves: Ramphastidae), tucaninho-da-serra, presente no Ceará**

**FORTALEZA**

**2025**

LAIS MAMEDE AGUIAR FREIRE

Caracterização da dieta e microbiota intestinal associada à *Selenidera gouldii* (Aves: Ramphastidae), tucaninho-da-serra, presente no Ceará

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Denise Cavalcante Hissa.

Coorientador: Dr. Marco Aurélio Crozariol.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F933c Freire, Lais Mamede Aguiar.

Caracterização da dieta e microbiota intestinal associada à *Selenidera gouldii* (Aves: Ramphastidae), tucaninho-da-serra, presente no Ceará / Lais Mamede Aguiar Freire. – 2025.

100 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2025.

Orientação: Profa. Dra. Denise Cavalcante Hissa.

Coorientação: Prof. Dr. Marco Aurélio Crozariol.

1. Araçari. 2. Frugivoria. 3. Microrganismos. I. Título.

CDD 570

---

LAIS MAMEDE AGUIAR FREIRE

Caracterização da dieta e microbiota intestinal associada à *Selenidera gouldii* (Aves: Ramphastidae), tucaninho-da-serra, presente no Ceará

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovada em 06/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Denise Cavalcante Hissa (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará

---

Dr. Marco Aurélio Crozariol (Coorientador)  
Museu de História Natural do Ceará Prof. Dias Rocha - Universidade Estadual do Ceará

---

Me. Bruno Eduardo de Souza Barboza  
Biogestec Soluções Ambientais

---

Profa. Dra. Selma Freire de Brito  
Universidade Federal do Ceará

Aos meus avós, Yolanda, José, Maria  
e Leodegário.

Aos meus pais, Márcia e Leônidas.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a minha família. Aos meus avós, que não estão mais aqui, mas que sempre estarão presentes em mim. Hoje gostaria apenas do abraço forte de vocês e do sorriso ao ouvirem que meu sonho de ser bióloga vem acontecendo. Aos meus pais, que fizeram a graduação comigo, é o que eles dizem. Obrigada por todo o apoio e conselhos, e enfim, por sonharem junto comigo.

Agradeço ao meu coorientador, **Dr. Marco Aurélio Crozariol**, que na prática, foi um grande orientador. Todo o seu apoio durante o trabalho, e o carinho que tem por ele me fizeram ter confiança dos passos que estava dando. Obrigada por me estimular a crescer, a voar, e todos os momentos que me disse o quanto evoluí em tão pouco tempo. Obrigada também pela paciência em dias que me via ansiosa e com medo, sempre dizendo que tudo daria certo, e que havia tempo. Com certeza conhecer você, escutar sobre ciganas e narinas de aves, foi um marco para mim.

Agradeço à minha orientadora, **Profa. Dra. Denise Cavalcante Hissa**, que pegou na minha mão e me ajudou a caminhar nessa jornada. Obrigada pelos seus ensinamentos, pelo seu acolhimento, a sua calma, toda a disponibilidade em me auxiliar nos momentos de insegurança, me motivando. Obrigada por se preocupar com meu bem-estar, assim como, todo o potencial que enxerga no presente trabalho. Em meu coração, me sinto mais que feliz e honrada de ter sido orientada por você.

Agradeço imensamente ao **Bruno Barboza** e a **Profa. Dra. Selma Freire** por aceitarem o convite em avaliar este trabalho. Obrigada por fazerem parte desse momento comigo.

Agradeço ao **Museu de História Natural do Ceará Professor Dias da Rocha (MHNCE/UECE)**, e seus curadores Sheila, Marco e Rodrigo, por me acolherem e fazerem do museu minha verdadeira casa científica. Aproveito para agradecer as amizades que fiz no MHNCE e que seguirão comigo. E agradeço a todas as viagens até o museu proporcionadas pelas topiques.

Ao **Laboratório de Recursos Genéticos (Largen)** da UFC. Obrigada por me acolher e disponibilizar o espaço, assim como, todos os materiais necessários.

Ao **PET Biologia** UFC, agradeço por me fazer viver a universidade de uma maneira tão leve e divertida, por me levar a lugares e falar com pessoas que nunca

pensei que conseguiria, devido a timidez. Obrigada por ter me permitido ser criativa de todas as formas, por me ensinar a ter mais empatia, e respeitar mais meus sentimentos. Enfim, por ser petiana.

À **Profa. Dra. Erika Mota** agradeço por todas nossas conversas, por me abraçar como uma filha, por ter estado presente em minha vida, por ter me apoiado e me encorajado em escolhas difíceis, e por ter me ensinado o “Calma, Coragem e Confiança”.

Ao **Dr. Rodrigo Gonzalez** agradeço por todos os ensinamentos e conselhos, pela disponibilidade em me ouvir, por todo o carinho, e por acreditar em meu potencial mesmo que eu mesmo, muitas vezes, não acredite.

Ao **Weber Girão**, por todas as nossas conversas, pelo carinho comigo, pelo carinho em falar sobre tudo e por todas as sugestões que me fizeram dar forma e vida a este trabalho. Obrigada também ao Weber e **Karina** por terem me acolhido de um jeito tão maravilhoso, ainda guardo o desenho daquele tucaninho e o gosto do bolo de manga.

À equipe da Aquasis, em especial ao **Jonas Cruz**, pelos ensinamentos que só ele tem, pelos registros incríveis do tucaninho e por todo o amor que dedica a essa espécie.

Ao **Victor Lucas**, agradeço por toda a ajuda no laboratório e durante as análises de microbioma. E ao **Lucas Ciompi** por toda a ajuda e dedicação nas análises bioestatísticas de microbioma, além das nossas conversas. Sem vocês teria sido difícil.

À **Alana Andrade**, agradeço primeiramente por nossa amizade que tanto amo, por nossas noites no museu, nossas longas idas ao shopping, e por todas as risadas. Naquele dia, no museu, você sentou comigo e me mostrou o que eu deveria fazer, ali eu senti que eu conseguia fazer tudo, mas se não conseguisse, você estaria do meu lado também. Além disso, gostaria de agradecer imensamente pela confecção das ilustrações presentes neste trabalho, por toda a dedicação e empenho depositado a elas. Obrigada por ter topado esse desafio.

Agradeço também a **Thaís Camboim** que me apresentou um dos seus bens mais preciosos, o mundo das aves, que agora também tornou-se meu mundo. Obrigada pelo carinho imenso, por todas as nossas conversas, pelas manhãs de passarinha e por tudo que aprendi com você.

Agradeço a **Dra. Cristiane Xerez** por nossas tardes de conversas sérias e não sérias no ZooLab. Por todo o carinho e acolhimento, e também, por todas as horas que passamos dedicadas a organizar a coleção que amamos. Também gostaria de agradecer ao **Prof. Dr. Robson Avila** por ter me orientado durante a monitoria de Cordados, por seus ensinamentos e ótimas aulas.

Agradeço também a uma pessoa muito especial, **Leonardo**, por ter estado comigo em todos os choros e risadas, por todo o carinho, por me lembrar de respirar no meio da loucura, por me acalmar e me fazer lembrar que tudo vai dá certo mesmo que naquele momento não pareça.

Aos meus queridos amigos do curso, **Rayça, Flávinny, Venícius, Lucas, Keven, Hellen, Gabriela e Gabriel**, sem vocês a caminhada não teria sido tão incrível. Passamos por uma pandemia, por greves e por tantas outras dificuldades durante nossa graduação, e passamos juntos. Ver vocês trilhando os caminhos que amam me faz feliz demais.

Gostaria ainda de agradecer à UFC. Uma instituição que sempre esteve comigo me fazendo crescer de tantas formas, e que é como minha segunda casa. Agradeço também aos **docentes do curso de Ciências Biológicas, técnicos e trabalhadores terceirizados** que fazem a UFC ser o que é, e por diretamente e indiretamente, me formarem.

E por fim, gostaria de agradecer à menina que brincava com embuás e calangos no quintal da avó dela. Obrigada por ter crescido e o sonho de criança ter continuado aqui em nosso coração. Obrigada por ter ignorado os medos e por não ter desistido do que você sempre quis.

“Desdobramos o papel duro e amarelado pelo tempo, e um biólogo falecido há muito nos fala: eu estive lá, eu encontrei isso, agora você sabe, vá em frente.”

Edward O. Wilson

## RESUMO

Tucanos e araçaris, pertencentes à família Ramphastidae, são considerados frugívoros legítimos e dispersores de alta qualidade de sementes. A espécie de araçari *Selenidera gouldii* (Natterer, 1837) presente no Ceará, mais especificamente no Maciço de Baturité, constitui uma população classificada como “Criticamente Ameaçada” (CR) de acordo com a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da Fauna do Ceará. A escassez de estudos a respeito da dieta dessa população, e nenhum estudo acerca da microbiota intestinal para a espécie, reflete o pouco que é conhecido sobre *S. gouldii*. Visto isso, o presente trabalho propõe investigar a dieta da população cearense de *S. gouldii*, a partir da caracterização de itens alimentares consumidos, assim como, conhecer a composição e diversidade do microbioma intestinal, ao longo do trato gastrointestinal, de um representante da população. Para a investigação da dieta, foram analisados conteúdos estomacais de exemplares depositados no Museu de História Natural do Ceará Professor Dias da Rocha da Universidade Estadual do Ceará (MHNCE/UECE), como também, registros fotográficos depositados nas plataformas WikiAves e eBird, e uma revisão bibliográfica foi realizada. Já para a investigação do microbioma intestinal, três amostras foram coletadas de um indivíduo, sendo elas, a moela (MOELA), o intestino delgado (ID) e o intestino grosso (IG). O DNA microbiano foi extraído utilizando o kit DNeasy PowerSoil Pro Kit (Qiagen, Germany), a partir disso, a amplificação por Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) foi realizada e o sequenciamento foi feito utilizando a plataforma Illumina MiSeq (Illumina, EUA) com o kit Miseq V2-300 ciclos (Illumina, EUA). A identificação taxonômica foi realizada utilizando o banco de dados SILVA 138 SSU, além disso, análises de diversidade alfa e beta foram realizadas. Em relação à dieta, o consumo das espécies *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire *et al.*, *Myrsine umbellata* Mart., *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Musa* sp. L. foram documentados, no presente trabalho, como sendo o primeiro registro do consumo destas espécies por indivíduos de *S. gouldii* no Ceará. Para o microbioma, o filo Proteobacteria mostrou-se abundante em todas as amostras, enquanto Firmicutes predominou nas amostras IG e ID, e Bacteroidota em MOELA. *Streptococcus* foi o gênero mais abundante para IG, *Bacteroides* e *Blautia* para ID e *Hyphomicrobium* e *Methylobacterium-Methylococcus* para MOELA. Quanto à diversidade alfa, ID apresentou os maiores valores para os índices de Chao1 e Shannon, indicando uma comunidade mais diversa de microrganismos. Em relação a diversidade beta, a análise de UPGMA mostrou um alto grau de dissimilhança, sugerindo que cada amostra possui

uma comunidade microbiana única. Este trabalho apresenta dados inéditos acerca de itens alimentares consumidos por *S. gouldii* no Ceará e do seu microbioma intestinal, caracterizando sua dieta como sendo do tipo frugívora não restritiva com grande atuação na dispersão de alta qualidade de sementes. Dessa forma, os resultados gerados esclarecem aspectos da história natural da espécie no Ceará e podem auxiliar em esforços para sua conservação.

**Palavras-chave:** Araçari; Frugivoria; Microrganismos.

## ABSTRACT

Toucans and aracaris, belonging to the Ramphastidae family, are considered true frugivores and high-quality seed dispersers. The aracari species *Selenidera gouldii* (Natterer, 1837), found in the state of Ceará, particularly in the Baturité Mountain, is classified as "Critically Endangered" (CR) according to the Red List of Threatened Fauna Species of Ceará. The lack of studies on the diet of this population, coupled with the absence of research on the intestinal microbiota of this species, reflects the limited knowledge about *S. gouldii*. Thus, the present study aims to investigate the diet of the Ceará population of *S. gouldii* by characterizing the food items consumed, as well as to analyze the composition and diversity of the gut microbiome along the gastrointestinal tract of an individual representative of this population. For the dietary investigation, stomach contents of specimens deposited at the Museu de História Natural do Ceará of the Universidade Estadual do Ceará (MHNCE/UECE) were analyzed, along with photographic records available on the WikiAves and eBird platforms, and a literature review was conducted. For the microbiome analysis, three samples were collected from a representative individual, including the gizzard (MOELA), small intestine (ID), and large intestine (IG). Microbial DNA was extracted using the DNeasy PowerSoil Pro Kit (Qiagen, Germany), followed by Polymerase Chain Reaction (PCR) amplification and sequencing performed on the Illumina MiSeq platform (Illumina, USA) using the MiSeq V2-300 cycle kit (Illumina, USA). Taxonomic identification was carried out using the SILVA 138 SSU database, and both alpha and beta diversity analyses were performed. Regarding diet, the consumption of *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire et al., *Myrsine umbellata* Mart., *Copaifera langsdorffii* Desf., and *Musa* sp. L. were documented as the first record of these items being consumed by *S. gouldii* individuals in Ceará. As for the microbiome, the phylum Proteobacteria was abundant in all samples, while Firmicutes predominated in IG and ID samples, and Bacteroidota in MOELA. The genus *Streptococcus* was most abundant in IG, *Bacteroides* and *Blautia* in ID, and *Hyphomicrobium* and *Methylobacterium-Methylorubrum* in MOELA. Regarding alpha diversity, ID showed the highest values for the Chao1 and Shannon indices, indicating a more diverse microbial community. In terms of beta diversity, UPGMA analysis revealed a high degree of dissimilarity, suggesting that each sample harbors a unique microbial community. This study provides novel data on the food items consumed by *S. gouldii* in Ceará and its intestinal microbiome, characterizing its diet as non-restrictive frugivory with significant involvement in high-quality seed

dispersal. The results contribute to the understanding of the species natural history in Ceará and may assist in conservation efforts.

**Keywords:** Aracari; Frugivory; Microorganisms.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa de distribuição de <i>S. gouldii</i> no Brasil .....	24
<b>Figura 2</b> - Representantes da população de <i>S. gouldii</i> no Ceará, fêmea (à esquerda) e macho (à direita) .....	26
<b>Figura 3</b> - Área de estudo, Maciço de Baturité/CE .....	33
<b>Figura 4</b> - TGI de <i>S. gouldii</i> e estruturas utilizadas no presente trabalho .....	38
<b>Figura 5</b> - Ilustração esquemática do morfotipo A .....	48
<b>Figura 6</b> - Morfotipo A e seus itens .....	49
<b>Figura 7</b> - Um dos itens (do morfotipo A) sem o endocarpo .....	50
<b>Figura 8</b> - Ilustração esquemática do morfotipo B .....	51
<b>Figura 9</b> - Morfotipo B e seus itens .....	52
<b>Figura 10</b> - Fragmentos associados ao morfotipo B .....	52
<b>Figura 11</b> - Ilustração esquemática do morfotipo C .....	53
<b>Figura 12</b> - Morfotipo C e seus itens .....	54
<b>Figura 13</b> - Vista apical das sementes do morfotipo C .....	54
<b>Figura 14</b> - Ilustração esquemática do morfotipo D .....	55
<b>Figura 15</b> - Item do morfotipo D .....	56
<b>Figura 16</b> - Vista lateral do item do morfotipo D .....	56
<b>Figura 17</b> - Ilustração esquemática do morfotipo E .....	57
<b>Figura 18</b> - Item do morfotipo E .....	58
<b>Figura 19</b> - Vista basal do item do morfotipo E .....	58
<b>Figura 20</b> - Ilustração esquemática do morfotipo F .....	59
<b>Figura 21</b> - Item do morfotipo F .....	60
<b>Figura 22</b> - Vista lateral do item do morfotipo F .....	60
<b>Figura 23</b> - Item do morfotipo G .....	60
<b>Figura 24</b> - Ilustração esquemática do morfotipo G .....	61
<b>Figura 25</b> - Vista frontal do item do morfotipo G .....	62
<b>Figura 26</b> - Ilustração esquemática do morfotipo H .....	63
<b>Figura 27</b> - Item do morfotipo H .....	64

<b>Figura 28</b> - Visão basal do item do morfotipo H .....	64
<b>Figura 29</b> - Ilustração esquemática do morfotipo I .....	65
<b>Figura 30</b> - Item do morfotipo I .....	66
<b>Figura 31</b> - Visão basal do item do morfotipo I .....	66
<b>Figura 32</b> - Ilustração esquemática do morfotipo J .....	67
<b>Figura 33</b> - Morfotipo J e seus itens .....	68
<b>Figura 34</b> - Visão lateral dos itens do morfotipo J .....	68
<b>Figura 35</b> - Distribuição e variação das medidas de comprimento para cada morfotipo .....	69
<b>Figura 36</b> - Distribuição e variação das medidas de largura para cada morfotipo .....	70
<b>Figura 37</b> - Abundância relativa de itens para cada morfotipo .....	71
<b>Figura 38</b> - Diagrama de Sankey para os resultados da análise de conteúdo estomacal .....	76
<b>Figura 39</b> - Diagrama de Sankey para os resultados da análise de registros fotográficos .....	77
<b>Figura 40</b> - Gráfico em barras do número de sequências microbianas geradas .....	78
<b>Figura 41</b> - Curvas de rarefação referente às amostras utilizadas na análise de microbioma .....	79
<b>Figura 42</b> - Dendrograma da análise de agrupamento UPGMA (Hellinger - Bray-Curtis) utilizando as Variantes de Sequências de Amplicon (ASVs) a nível de gênero bacteriano acima de 1 % de abundância relativa .....	82
<b>Figura 43</b> - Diagrama de Venn de ASVs (Sequências Variáveis de Amplicon) referente às amostras utilizadas na análise de microbioma .....	83
<b>Figura 44</b> - Abundância relativa de filos, classes e gêneros referente às amostras utilizadas na análise de microbioma .....	84

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Trabalhos de microbioma encontrados para Ramphastidae.....	31
<b>Tabela 2</b> - Dados de entradas de espécimes de <i>S. gouldii</i> no MHNCE/UECE.....	36
<b>Tabela 3</b> - Itens alimentares encontrados na análise de conteúdo estomacal e suas classificações.....	47
<b>Tabela 4</b> - Medidas aferidas para os itens encontrados.....	68
<b>Tabela 5</b> - Frequência de ocorrência dos morfotipos.....	71
<b>Tabela 6</b> - Abundância absoluta e relativa de itens alimentares por morfotipos.....	72
<b>Tabela 7</b> - Itens alimentares identificados a partir de registros fotográficos.....	74
<b>Tabela 8</b> - Levantamento bibliográfico de itens consumidos por <i>S. goulii</i> .....	75
<b>Tabela 9</b> - Índices de diversidade alfa referente às amostras utilizadas na análise de microbioma.....	81

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	20
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	22
<b>Ordem, família e gênero.....</b>	22
<b><i>Selenidera gouldii</i> (Natterer, 1837).....</b>	23
<b>População de <i>S. gouldii</i> no Ceará.....</b>	24
<b>Dieta.....</b>	26
<b>Microbiota.....</b>	28
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	32
<b>Objetivos gerais.....</b>	32
<b>Objetivos específicos.....</b>	32
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	33
<b>Área de estudo.....</b>	33
<b>Exemplares.....</b>	35
<b>Trato gastrointestinal (TGI).....</b>	37
<b>Dieta.....</b>	39
<b><i>Conteúdo estomacal.....</i></b>	40
<b><i>Acesso às moelas.....</i></b>	40
<b><i>Volume das moelas.....</i></b>	40
<b><i>Dissecação das moelas.....</i></b>	41
<b><i>Volume do conteúdo estomacal e triagem.....</i></b>	41
<b><i>Caracterização do material vegetal.....</i></b>	41
<b><i>Identificação do conteúdo estomacal.....</i></b>	42
<b><i>Frequência, proporção e abundância.....</i></b>	42
<b><i>Registros fotográficos.....</i></b>	43
<b><i>Revisão bibliográfica.....</i></b>	43
<b><i>Sazonalidade e sexo.....</i></b>	44
<b>Microbioma intestinal.....</b>	44
<b><i>Coleta e preparação das amostras.....</i></b>	44
<b><i>Extração de DNA microbiano e sequenciamento.....</i></b>	45

<i>Processamento de dados.....</i>	45
<i>Análises estatísticas, alfa e beta diversidade.....</i>	46
<b>5.RESULTADOS.....</b>	47
<b>Dieta</b>	
<i>Caracterização e classificação morfológica dos itens alimentares presentes no conteúdo estomacal.....</i>	47
<i>Frequência, proporção e abundância dos morfotipos e seus itens.....</i>	71
<i>Identificação de itens alimentares através de registros fotográficos....</i>	73
<i>Informações sobre dieta encontradas em revisão bibliográfica.....</i>	74
<i>Sexo e sazonalidade.....</i>	76
<b>Microbioma intestinal.....</b>	78
<i>Diversidade alfa.....</i>	80
<i>Diversidade beta.....</i>	81
<i>Composição da microbiota.....</i>	83
<b>6.DISCUSSÃO.....</b>	86
<b>Dieta.....</b>	
<i>Conteúdo estomacal.....</i>	86
<i>Registros fotográficos.....</i>	87
<i>Revisão bibliográfica.....</i>	88
<i>Sexo e sazonalidade.....</i>	88
<b>Microbioma intestinal.....</b>	89
<b>7.CONCLUSÃO.....</b>	92
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	93



## 1. INTRODUÇÃO

A espécie de araçari *Selenidera gouldii* (Natterer, 1837), pertencente à ordem Piciformes e à família Ramphastidae, possui distribuição desde o sul do Amazonas, do leste do rio Madeira até o norte do Maranhão, centro e sudoeste do Mato Grosso e leste da Bolívia (Pallinger, 2015; Short; Kirwan, 2020), além de uma população isolada no norte do Ceará, no Maciço de Baturité, descrita por Pinto e Camargo (1961) como a subespécie *Selenidera gouldii baturitensis*. Porém, tal proposta é rejeitada por Novaes e Lima (1991) e Lima (2024), assim, *S. gouldii* é considerada, até o presente, uma espécie monotípica.

A ocorrência de *S. gouldii* no Ceará em uma área de aproximadamente menos de 100 km<sup>2</sup> e a constante perda da qualidade de seu habitat categorizam essa população, alvo deste trabalho, como “Criticamente Ameaçada” (CR) na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da Fauna do Ceará (SEMA, 2022) e “Em Perigo” (EN) na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022).

Conhecida localmente como tucaninho-da-serra, os indivíduos desta população possuem em média tamanho menor quando comparados com os indivíduos pertencentes à população amazônica. Os machos exibem uma plumagem preta na cabeça, mento e garganta, enquanto que na fêmea essas partes são de cor marrom-ferruginosa (Pinto; Camargo, 1961).

Atualmente o conhecimento que se tem a respeito de *S. gouldii* no Ceará está contido no trabalho de Pinto e Camargo (1961), em publicações que tratam da sua taxonomia (Novaes; Lima, 1991; Lima, 2024), e em relação a aspectos de sua história natural os únicos trabalhos existentes são de Otoch (1985) e Barboza (2019). A dieta da população cearense foi classificada por Barboza (2019) como sendo do tipo frugívora não restritiva, já que o principal recurso alimentar consumido são frutos, porém a dieta é complementada com itens de origem animal, o que também foi observado por Otoch (1985).

Estudos sobre a dieta são cruciais para o entendimento das necessidades nutricionais, do comportamento e papel ecológico de uma espécie ou população. Os recursos consumidos na dieta influenciam diretamente a microbiota intestinal associada ao indivíduo (McFall-Ngai *et al.*, 2013), que se caracteriza como o conjunto de microrganismos que habitam o trato gastrointestinal de determinado animal, sendo essencial para sua saúde (Sekirov *et al.*, 2010; Hird *et al.*, 2015). Dessa forma, a construção de um amplo conhecimento sobre a dieta de um animal esclarece aspectos de sua história natural e auxilia em esforços para sua conservação.

A escassez de trabalhos que tratam sobre a dieta de *S. gouldii*, para população amazônica e cearense, e nenhum a respeito da microbiota intestinal para essa espécie reflete o pouco que é conhecido para *S. gouldii* e fortalece a importância da realização de estudos que esclareçam esses temas.

Assim, diante dessas lacunas, o presente trabalho propõe investigar a dieta, a partir da caracterização dos itens alimentares consumidos, e conhecer a composição e diversidade do microbioma intestinal associado à *S. gouldii* no Ceará, ao longo do trato gastrointestinal, de um representante da população.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Ordem, família e gênero

A ordem Piciformes inclui as famílias Bucconidae, Galbulidae, Capitonidae, Indicatoridae, Picidae e Ramphastidae (Sick, 1997). A família Ramphastidae possui distribuição do México até a Argentina, seus representantes são arborícolas e apresentam como característica marcante longos bicos ricos em ornamentos, sensíveis a lesões e que são utilizados como uma habilidosa ferramenta durante a alimentação. O estudo da origem e divergência da família Ramphastidae é importante para o esclarecimento da biogeografia Neotropical segundo Nahum *et al.* (2003) que apontam a separação de Ramphastidae, em relação a outros Piciformes, ocorrendo no final do período Cretáceo, aproximadamente a 82 milhões de anos, muito antes da grande extinção Cretáceo/Terciário (K/T).

O período de separação da família Ramphastidae dos outros Piciformes coincide com a separação continental entre África e América do Sul. Já em relação à divergência dentro dos gêneros de Ramphastidae o período estimado corresponde ao Médio Eoceno (cerca de 47 milhões de ano) até o Mioceno Tardio (9,5 milhões de anos), sendo épocas com atividades geológicas intensas que afetaram o clima e a geografia no planeta (Briggs, 1987; Salgado-Labouriau, 1994 *apud* Nahum *et al.*, 2003), como por exemplo, o soerguimento dos Andes citado por Potts; Behrensmeyer (1992), Marshall; Sempere (1993) *apud* Nahum *et al.* (2003).

Ramphastidae possui cinco gêneros, com os araçaris dividindo-se entre os gêneros *Aulacorhynchus*, *Andigena*, *Pteroglossus* e *Selenidera*, enquanto que os tucanos pertencem ao gênero *Ramphastos* (Sick, 1997; Winkler; Billerman; Lovette, 2020). Quanto às relações de parentesco dentro da família, *Selenidera* é parafilético em relação a *Andigena*, sendo esses dois clados irmãos de *Aulacorhynchus*. O clado *Pteroglossus* é irmão de *Aulacorhynchus*, *Selenidera* e *Andigena*. Enquanto *Ramphastos* é irmão de todos os clados (Ostrow *et al.*, 2023).

O gênero *Selenidera* é composto por seis espécies de araçaris, sendo elas, *S. spectabilis*, *S. piperivora*, *S. reinwardtii*, *S. nattereri*, *S. maculirostris* e *S. gouldii* (Winkler; Billerman; Lovette, 2020). A distribuição espacial das espécies desse gênero está relacionada diretamente aos centros de endemismos neotropicais, sendo elas, Floresta Atlântica, Pará, Rondônia, Inambari, Guiana, Imeri, Napo e América

Central/Chocó (Lutz *et al.*, 2013). Com *S. gouldii* ocorrendo nos centros Rondônia e Pará, sendo provavelmente os locais de origem e dispersão da espécie (Cracraft, 1985; Lutz *et al.*, 2013). Essa dinâmica de formação das populações de *Selenidera* sustenta a hipótese de que houveram momentos de conexão entre as regiões de terras baixas da Amazônia e da Mata Atlântica (De Oliveira; Barreto; Suguio, 1999; Patané *et al.*, 2009; Patel *et al.*, 2011 *apud* Lutz *et al.*, 2013).

As espécies do gênero *Selenidera* vivem escondidas na mata, possuem bicos ornamentados e vocalização semelhante à de um anfíbio, que demonstra ser mais constante do que caracteres morfológicos do bico e da plumagem, assim, a vocalização semelhante em representantes de *Selenidera* sugere o parentesco próximo (Sick, 1997).

### ***Selenidera gouldii* (Natterer, 1837)**

Primeiramente descrita como pertencente ao gênero *Pteroglossus* foi considerada como subespécie de *Selenidera maculirostris* por bastante tempo (Schauensee, 1970; Griscom; Greenway, 1937; Oliveira Pinto, 1935 *apud* Barboza, 2019). A hipótese de que *S. gouldii* era distinta de *S. maculirostris* foi primeiramente proposta por Todd (1943), e mais tarde aceita por Haffer (1974). As duas espécies demonstram ser diferentes, principalmente, pelo padrão de coloração de manchas presentes no bico (Haffer, 1974; Novaes; Lima, 1991).

A distribuição de *S. gouldii* inicia-se no sul do baixo Amazonas, ao leste do rio Madeira até o norte do Maranhão e Ceará, centro e sudoeste do Mato Grosso, atingindo os afluentes do alto rio Paraguai, e leste da Bolívia (Pallinger, 2015; Short; Kirwan, 2020). Ocorrendo nos estados do Amazonas, Pará, Rondônia, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão e Ceará (Figura 1).

**Figura 1** - Mapa de distribuição de *S. gouldii* no Brasil.



Fonte: WikiAves (2025).

Recentemente avaliada pela International Union for Conservation of Nature (IUCN, 2023), *S. gouldii* é classificada globalmente como “Pouco Preocupante” (LC), apesar de sua população apresentar uma tendência de declínio, principalmente, devido a perda de cobertura florestal.

### **População de *S. gouldii* no Ceará**

A população presente no Ceará foi descrita a partir de dois exemplares machos, um adulto e outro imaturo, provenientes do Maciço de Baturité, por Pinto e Camargo (1961) como a subespécie *S. gouldii baturitensis*. A diagnose realizada pelos autores relata a semelhança morfológica com indivíduos amazônicos, porém indica diferença significativa no tamanho do corpo e comprimento do bico, com os indivíduos do Ceará possuindo corpo e bico menor, além de mancha preta na maxila relativamente maior.

Os indivíduos machos possuem plumagem preta presente na parte superior da cabeça que é separada da plumagem esverdeada do dorso por um semi-colar amarelo dourado (Figura 2). O mento, garganta e peito são “pretos retintos com leve lustro

azul-ferrete”, possuem tufos longitudinais de plumagem amarelo-alaranjado de cada lado da cabeça marcando a região dos loros até a região auricular. O baixo abdome é esverdeado com os flancos amarelo-alaranjado, apresentam calções pardo-ferruginosas, as rémiges apresentam-se de cor pardo-escuras com o lado superior verde. E em relação ao bico, a ponta deste possui coloração levemente esverdeada, a maxila apresenta grande mancha preta, enquanto que a mandíbula possui uma faixa preta reduzida comparada a que se encontra na maxila. Já as fêmeas possuem plumagem marrom-ferruginosa na cabeça, mento e peito (Pinto; Camargo, 1961).

Após a descrição de *S. g. baturitensis* por Pinto e Camargo (1961), Haffer (1974) validou o táxon, porém Novaes e Lima (1991) e Alvarenga (2005 *apud* Albano; Girão, 2008) o questionaram. Lima (2024) analisando os caracteres utilizados por Pinto e Camargo (1961) destaca que as medidas encontradas para indivíduos da população cearense se sobrepõem amplamente às medidas de indivíduos amazônicos, porém, as fêmeas cearenses apresentaram comprimento de bico menor. No entanto, o autor reconhece que a amostragem examinada foi pequena, e por fim, concorda com Novaes e Lima (1991) que *S. gouldii* deve ser tratada como espécie monotípica uma vez que *S. g. baturitensis* se comporta apenas como o extremo de uma variação clinal dentro de um padrão que varia. Por isso, para o presente trabalho, não será utilizado o nome “*S. g. baturitensis*” para referir-se à população cearense.

Em relação ao status de conservação de *S. gouldii* no Ceará, a população é classificada como “Em Perigo” (EN) na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022), assim como, pelo Livro Vermelho (ICMBio, 2018), sendo apontado um declínio populacional continuado devido à perda de qualidade de seu habitat e de área de ocupação. Já na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da Fauna do Ceará (SEMA, 2022), a população, é classificada como “Criticamente Ameaçada” (CR) recebendo os critérios “A2abc; B1ab(i,ii,iii,v)” que expõem sobre o declínio em sua área de ocupação, a perda de qualidade de seu habitat e sua extensão de ocorrência sendo estimada em menos de 100 km<sup>2</sup> com declínio contínuo observado no número de indivíduos adultos (IUCN, 2000). Existindo apenas dois trabalhos, até o momento, que tratam sobre aspectos ecológicos dessa população (Otoch, 1985; Barboza, 2019), a realização de esforços para a sua conservação tornam-se mais complicados.

**Figura 2** - Representantes da população de *S. gouldii* no Ceará, fêmea (à esquerda) e macho (à direita).



Fonte: Elaborado por Odnei Dutra.

## Dieta

Sick (1997) cita dez tipos de regimes alimentares adotados pelas aves brasileiras, sendo eles, onívoro, carnívoro, piscívoro, necrófago, insectívoro, malacófago, frugívoro, fitófago, nectarívoro e granívoro. Considerando os “frugívoros legítimos” aquelas aves que comem os frutos e expelem as sementes intactas.

Os frugívoros legítimos, também chamados de dispersores legítimos, ou de frugívoros especializados, são animais que digerem apenas o pericarpo ou outras partes moles de frutos, liberando pelas fezes ou por regurgitação, as sementes intactas o mais rápido possível, assim, estabelecendo um verdadeiro banco de mudas longe da planta-mãe. Os frutos tipicamente consumidos pelos frugívoros especializados possuem polpas com alto conteúdo energético e valor nutritivo, são do tipo drupáceos ou arilados, com uma única semente grande que serve de reserva energética para o

estabelecimento da plântula no solo. O resultado da interação entre estes frutos e os frugívoros especializados é a dispersão eficiente de sementes que proporciona às plantas um grande crescimento demográfico (Snow, 1981; Jordano, 2000).

No outro extremo aos frugívoros especialistas, existem os consumidores de polpa, que são aqueles animais que ingerem apenas a polpa do fruto, mas não causam prejuízo à semente. E os predadores de sementes, estes possuem interesse na semente em si, descartando a polpa do fruto e quebrando a semente para extrair seu conteúdo, ou ainda, podem ingerir o fruto inteiro, sendo a polpa e as sementes digeridas no trato gastrointestinal (Jordano, 2000). Tais animais não contribuem na dispersão das sementes e ainda causam prejuízo à reprodução das plantas consumidas.

Os tucanos e araçaris são considerados frugívoros legítimos de grande porte e dispersores de alta qualidade de sementes, devido possuírem uma dieta composta principalmente por frutos, e por não causarem prejuízos às sementes (Snow, 1981; Remsen; Hyde; Chapman, 1993; Sick, 1997; Galetti; Laps; Pizo, 2000; Galetti *et al.*, 2013). Porém, também podem ser classificados como onívoros devido ao fato de complementarem sua dieta com recursos de origem animal, como aranhas, insetos, pupas, pequenos vertebrados, ovos e filhotes de outras aves (Moojen; Carvalho; Lopes, 1941; Schubart; Aguirre; Sick, 1965; Snow, 1981; Remsen; Hyde; Chapman, 1993). Mesmo havendo poucos dados sobre a alimentação de tucanos e araçaris na natureza (Howe, 1993; Galetti; Laps; Pizo, 2000), as informações disponíveis relatam um grande consumo de frutos a partir da análise de conteúdos estomacais, como em Schubart; Aguirre; Sick, (1965) e Remsen, Hyde e Chapman (1993), devido a presença de sementes inteiras, sendo possível identificá-las até o nível de espécie. Sick (1997) também relata a preferência dos representantes dessa família por frutos de figueiras (*Ficus* sp. L), goiaba (*Psidium* sp. L), gargaúba ou mandioqueira (*Didymopanax* sp. Decne. & Planch) e caruru-bravo (*Phytolacca* sp. L). Também apreciam os frutos da família Lauraceae, sendo frutos grandes, carnosos, ricos em gorduras e proteínas, e que apresentam frequentemente apenas uma semente grande.

Dessa forma, frugívoros legítimos como os membros da família Ramphastidae são essenciais em processos de perpetuação e evolução de espécies vegetais, pois a interação que realizam ocorre no final do estágio de cada episódio reprodutivo da planta, assim, sendo capazes de direcionar a distribuição espacial das sementes no ambiente e tal distribuição afetar a sobrevivência inicial das plântulas e estabelecimento

das mudas (Jordano, 2000). Em relação ao gênero *Selenidera*, Sick (1997) descreve o comportamento de quebrar ramos de plantas frutíferas para facilitar a ingestão de pequenas frutas, descartando o ramo após a alimentação. E para a população de *S. gouldii* no Ceará, Barboza (2019) a classifica como frugívora não restritiva, uma vez que se alimenta principalmente de frutos, porém, complementa sua dieta com itens de origem animal.

## **Microbiota**

O conjunto de microrganismos contido em determinado ambiente é definido como “microbiota” (Waite; Taylor, 2014), portanto, a reunião de microrganismos presentes no trato gastrointestinal de determinado animal é definida como “microbiota intestinal”, podendo também ser chamada de “microflora” ou “flora normal” (Sekirov *et al.*, 2010). A microbiota intestinal é essencial para a saúde dos vertebrados uma vez que atua em processos digestivos, na proteção do hospedeiro e no desenvolvimento de órgãos (Hird *et al.*, 2015). Além disso, a microbiota intestinal possui uma estreita relação com a dieta do hospedeiro, sendo capaz de se adaptar a mudanças, e dessa forma, permitindo ao hospedeiro variar sua alimentação (McFall-Ngai *et al.*, 2013).

As relações simbióticas coevoluídas entre microrganismos e animais podem ser classificadas em alguns tipos, uma delas é a associação do tipo consórcio que se refere às comunidades de microrganismos presentes no trato digestório dos animais, sendo uma associação íntima e complexa de simbiose (Xu; Gordon, 2003; Ley *et al.*, 2008; Kohl, 2012), de forma que, os hospedeiros oferecem um ambiente estável para os microrganismos, e em troca, os microrganismos promovem o amadurecimento do trato gastrointestinal, auxiliam na formação do sistema imunológico no início da vida e participam da obtenção de nutrientes para o hospedeiro (Leser; Mølbak, 2009).

Apesar da microbiota intestinal ser essencial para a saúde do hospedeiro e compor o entendimento da história evolutiva dos vertebrados, muitos destes ainda não tiveram a sua diversidade microbiana intestinal descrita, assim, pouco se é conhecido a respeito da composição e importância dessa interação ecológica hospedeiro/microbiota (Hird *et al.*, 2015). Segundo Kohl (2012) a diversidade de microrganismos, assim como, a função que estes desempenham em mamíferos já vem sendo bem investigada em diversos estudos, em oposição ao pouco que é conhecido a respeito da importância biológica das

comunidades microbianas em aves, mesmo sendo um grupo alvo interessante, uma vez que seus representantes adotam diferentes tipos de dieta, possuem diferentes características fisiológicas e estratégias de desenvolvimento variadas.

No trato intestinal das aves, os microrganismos presentes atuam diretamente na digestão, nutrição e desintoxicação de compostos alimentares ao facilitar a degradação de polímeros, provindos da dieta, em compostos que podem ser mais facilmente utilizados pelo hospedeiro, como também, atuam no desenvolvimento do indivíduo (Kohl, 2012; Grond *et al.*, 2018). No sistema imune das aves, a microbiota intestinal atua no combate a patógenos, seja indiretamente auxiliando na ativação do sistema imunológico do hospedeiro, ou diretamente pela exclusão competitiva (Bodawatta *et al.*, 2021).

Em relação ao estabelecimento desses microrganismos intestinais nas aves, Kohl (2012) afirma que estas podem adquirir seus primeiros microrganismos através do contato com as cascas de seus ovos, uma vez que possuem fungos e bactérias em sua superfície, como também, pelo cuidado parental, a partir da alimentação por regurgitação que os filhotes recebem dos pais ainda no ninho (Cook *et al.*, 2005; Godoy-Vitorino *et al.*, 2010), portanto, esse contato parental no início da vida faz com que os filhotes adquiram microrganismos essenciais para o desenvolvimento, sendo uma interação fundamental para a saúde e sobrevivência da prole (Williams *et al.*, 2018). Já em relação ao perfil da microbiota intestinal nas aves, esta é moldada por fatores genéticos e evolutivos, pela fisiologia intestinal e pelo sexo do hospedeiro, além de fatores ambientais, ecológicos e comportamentais, como a dieta e interações sociais (Bodawatta *et al.*, 2021).

Diferentes trabalhos foram realizados a respeito dos fatores que influenciam o perfil da microbiota intestinal em aves, como por exemplo, Banks, Cary e Hogg (2009) afirmam que a microbiota é fortemente influenciada pela genética, enquanto que Dewar *et al.* (2013) demonstram que a filogenia do hospedeiro também pode influenciar. Roggenbuck *et al.* (2014) estudaram a microbiota de abutres e afirmaram que os hábitos alimentares e o tipo de dieta influenciam diretamente a microbiota do hospedeiro, e Wienemann *et al.* (2011) relatam que a alteração da dieta devido às mudanças de estações também interfere na microbiota das aves. Há ainda trabalhos que comprovam a variação da diversidade microbiana ao longo do trato gastrointestinal (Waite; Deines; Taylor, 2012; Grond; Guilani; Hird, 2020).

Dessa forma, mesmo com o reconhecimento da importância do estudo da microbiota intestinal para a saúde das aves, a maioria dos trabalhos concentram-se em investigar a microbiota de aves domésticas em relação a dieta oferecida e seu efeito associado a antibióticos e probióticos, em contrapartida, para as aves silvestres, as funções digestivas desempenhadas pelos microrganismos intestinais ainda permanecem pouco conhecidas, assim como, a influência do ambiente e da dieta na estruturação da comunidade microbiana intestinal do hospedeiro (Grond *et al.*, 2018; Bodawatta *et al.*, 2021). Além de permanecerem ainda com suas funções e dinâmicas pouco esclarecidas, as comunidades microbianas de aves silvestres são facilmente suscetíveis a perturbações ambientais antropogênicas, sendo a contaminação ambiental, as mudanças climáticas, doenças infecciosas, e a urbanização com seus efeitos estressantes (poluição sonora e luminosa), os principais impactos que podem afetar a saúde das aves a partir da alteração em suas microbiotas associadas, podendo causar o aumento da colonização de microrganismos patogênicos (Trevelline *et al.*, 2019; Bodawatta *et al.*, 2021).

A microbiota intestinal é uma medida básica de biodiversidade (Hird *et al.*, 2015) que possivelmente proporciona uma adaptação ecológica mais rápida ao hospedeiro diante de mudanças ambientais (Alberdi *et al.*, 2016), assim, a conservação da diversidade microbiana associada ao hospedeiro pode ser muito útil, ainda que desafiadora (Trevelline *et al.*, 2019). Dessa maneira, elucidar a composição, a estruturação e as funções da microbiota intestinal de aves silvestres resulta no esclarecimento das interações entre as aves e seu ambiente, interações estas que também moldam a microbiota intestinal (Hird *et al.*, 2015; Grond *et al.*, 2018; Bodawatta *et al.*, 2021). As dinâmicas entre o hospedeiro e sua microbiota intestinal são essenciais para compreender de forma mais completa a história natural, ecologia e adaptações do hospedeiro (McFall-Ngai *et al.*, 2013).

Trabalhos relacionados ao estudo do microbioma ou da microbiota para o gênero *Selenidera* não foram encontrados, assim como, sequências microbianas associadas a *S. gouldii* na plataforma do NCBI (National Center for Biotechnology Information). Os trabalhos relacionados ao microbioma de representantes da família Ramphastidae estão listados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Trabalhos de microbioma encontrados para Ramphastidae.

Espécie	Família	Amostra	Ref.
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Ramphastidae	Int. grosso	Hird <i>et al.</i> , 2015
<i>Ramphastos toco</i> *	Ramphastidae	Fezes	Sun <i>et al.</i> , 2018
<i>Ramphastos dicolorus</i> *	Ramphastidae	Fezes	
<i>Ramphastos toco</i> *	Ramphastidae	Fezes	Ramos <i>et al.</i> , 2024
<i>Ramphastos toco</i>	Ramphastidae	Fezes	

O símbolo (\*) indica indivíduos de cativeiro. Fonte: Elaborado pela autora.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivos gerais**

Investigar a dieta através da caracterização dos itens alimentares consumidos, e a composição e diversidade do microbioma intestinal de *Selenidera gouldii* no Ceará, comparando os microbiomas associados a moela, ao intestino delgado e ao intestino grosso de um representante da população cearense.

#### **Objetivos específicos**

##### **1. Dieta:**

- 1.1. Caracterizar e classificar em morfotipos os itens alimentares encontrados nos conteúdos estomacais de exemplares depositados no Museu de História Natural do Ceará Professor Dias da Rocha (MHNCE/UECE).
- 1.2. Expor a frequência, proporção e abundância dos morfotipos estabelecidos.
- 1.3. Realizar identificação de itens alimentares através de registros fotográficos depositados nas plataformas WikiAves e eBird.
- 1.4. Resgatar informações sobre a dieta através de revisão bibliográfica.
- 1.5. Associar sexo e sazonalidade aos itens encontrados.

##### **2. Microbiota:**

- 2.1. Investigar o perfil da comunidade microbiana intestinal em relação à diversidade e a distribuição dos táxons para cada amostra a partir das análises de diversidade alfa.
- 2.2. Investigar o perfil da comunidade microbiana intestinal em relação à similaridade entre as amostras a partir das análises de diversidade beta.
- 2.3. Expor a composição da comunidade microbiana intestinal para cada amostra analisada.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

A população alvo deste trabalho ocorre apenas no Maciço de Baturité (Figura 3), sendo este o maior e um dos 14 brejos de altitude presentes no Ceará (De Medeiros; Cestaro, 2020). O maciço abrange os municípios de Acarape, Aracoiaba, Aratuba, Barreira, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Itapiúna, Mulungu, Ocara, Pacoti, Palmácia e Redenção (IPECE, 2023).

**Figura 3 - Área de estudo, Maciço de Baturité/CE.**



Fonte: IPECE, 2023.

Os brejos de altitude fazem parte da Floresta Atlântica nordestina, estes são influenciados pela biota Amazônica e, principalmente, pela Floresta Atlântica, sendo considerados verdadeiras “áreas de exceção” de floresta úmida inseridos no domínio semiárido do nordeste do Brasil (Andrade-Lima, 1982; Prance, 1982; Lins, 1989 *apud* Tabarelli; Santos, 2004). São caracterizados como encraves de Floresta Semidecidual Montana e Floresta Ombrófila Montana (Andrade-Lima, 1982; Tabarelli; Siqueira; Santos, 2006 *apud* Barboza, 2019), e existem graças a presença de planaltos e chapadas entre 500 a 1.100 m de altitude proporcionando chuvas orográficas nessa região, e consequentemente, níveis de precipitação acima de 1.200mm por ano (Lins, 1989; Andrade-Lima, 1960 *apud* Tabarelli; Santos, 2004).

A hipótese mais defendida em relação a origem dos brejos de altitude trata sobre as variações climáticas que ocorreram durante o Pleistoceno, fazendo com que a Floresta Atlântica invadisse regiões dominadas pela Caatinga, Chaco e Cerrado, que juntas formam a Diagonal Seca, e atingisse áreas em que a Floresta Amazônica era presente, dessa forma, os dois principais blocos de floresta neotropicais, Floresta Atlântica e Amazônica se conectaram nesse período. Porém, com o efeito de períodos interglaciais, houve o retorno da Floresta Atlântica a sua distribuição atual após os avanços das áreas secas, contudo, em locais em que o microclima era mais ameno, devido a maiores altitudes, a floresta permaneceu (Andrade-Lima, 1982 *apud* Tabarelli; Santos, 2004; Batalha-Filho *et al.*, 2012). Dessa forma, ocorrendo a formação de verdadeiras “ilhas” de florestas úmidas isoladas em meio ao domínio seco, como é o caso do Maciço de Baturité.

O Maciço de Baturité, ou Serra de Baturité, está assentado em uma região de embasamento cristalino Pré-cambriano, no nordeste do Ceará, a 70 km do litoral, se estendendo por uma superfície total da ordem de 800 km<sup>2</sup>. Seu relevo é montanhoso com uma média de 600 a 800 metros de altitude, porém, atingindo até 1.114 metros, no Pico Alto, localizado em Guaramiranga, assim, representando um verdadeiro obstáculo natural para os ventos alísios carregados de umidade provenientes do Atlântico (Souza; Oliveira, 2006; Bétard; Peulvast; Sales, 2007; De Medeiros; Cestaro, 2020). Possuindo uma grande influência da Mata Atlântica, sua vegetação é classificada como do tipo Mata Úmida do Cristalino abrigando espécies de epífitas, samambaias, briófitas e árvores maiores do que aquelas encontradas na caatinga (Moro *et al.*, 2015). Segundo Albano e Girão (2008), o Maciço de Baturité abriga uma biodiversidade particular quando comparada àquela encontrada na depressão sertaneja, devido a ocorrência de

espécies da fauna e flora de distribuição na Mata Atlântica, como *Odontophorus capueira plumbeicollis*, *Hemitriccus mirandae* e *Tangara cyanocephala cearenses* e na Amazônia, como *Xiphorhynchus guttatoide* e *S. gouldii*.

A partir dos 600 m de altitude, o maciço torna-se uma área protegida pela lei estadual nº 27.290, de 15 de dezembro de 2003 que estabelece a Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual da Serra de Baturité. A APA cobre os municípios de Aratuba, Baturité, Capistrano, Guaramiranga, Mulungu, Pacoti, Caridade e Redenção. A presença de 38 espécies de vertebrados que constam na Lista Nacional de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção (MMA, 2022; SEMA, 2024), dentre elas 22 espécies de aves, sendo *S. gouldii* uma das mais ameaçadas na região (Nunes; Lopes, 2015), faz com que a existência da APA seja ainda mais relevante diante das ameaças existentes, como por exemplo, a especulação imobiliária sem regramento, exploração de recursos hídricos, introdução de espécies exóticas, queimadas e incêndios florestais, turismo desordenado, tráfico da biodiversidade e efeito de borda (SEMA, 2024).

A ocorrência confirmada de *S. gouldii* restringe-se aos municípios de Guaramiranga, Pacoti, Baturité e Mulungu (WikiAves, 2025). Sua permanência na região nos esclarece sobre a vegetação, o clima e a qualidade do ambiente, uma vez que os indivíduos do gênero *Selenidera* são altamente dependentes de áreas florestais conservadas (Sick, 1997).

## Exemplares

Os espécimes examinados estão depositados no acervo ornitológico do Museu de História Natural do Ceará Professor Dias da Rocha, da Universidade Estadual do Ceará (MHNCE/UECE), sediado no município de Pacoti. O MHNCE possui em seu acervo 15 entradas da espécie em seu livro tombo (Tabela 2), sendo que 11 foram preparados como taxidermia científica, um como taxidermia artística, um esqueleto, uma amostra de sangue e uma amostra genética de musculatura. Dois espécimes preparados como taxidermia científica foram doados ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), porém suas carcaças estão no MHNCE. Dos 11 exemplares, nove foram vítimas de colisão em vidraça.

**Tabela 2** - Dados de entradas de espécimes de *S. gouldii* no MHNCE/UECE.

Nº de tombo (MHNCE-AVE)	Município	Coleta	Data	Preparação	ML	Sexo
0031	Guaramiranga	Rede	30-jul.-1993	Científica	CE	Macho
0032	Guaramiranga	Caça	9-nov.-1986	Científica	CE	Fêmea
0084	Mulungu	-	25-maio-2019	Científica	-	Macho
0085	Pacoti	Colisão	25-set.-2017	Científica	CE	Macho
0086	Pacoti	Colisão	6-out.-2016	Científica	CE	Macho
0345 *	Pacoti	Colisão	17-jan.-2021	Científica	CA	Fêmea
0346	Pacoti	Colisão	25-fev.-2021	Científica	CA	Fêmea
0347	Pacoti	Colisão	13-set.-2021	Científica	CA	Fêmea
0348 *	Guaramiranga	**	set.-2021	Científica	CA	Macho
0433	Guaramiranga	-	2020	Tecido	Tecido	-
0439	Guaramiranga	-	jul.-2021	Esqueleto	-	Macho
0466	Guaramiranga	Colisão	11-nov.-2021	Científica	CA	Fêmea
0780	Guaramiranga	Rede	21-dez.-2022	Sangue	Sangue	Macho
1100	Pacoti	Colisão	6-ago.-2023	Artística	CA	Macho
1242	Guaramiranga	Colisão	20-nov.-2024	Científica	CA	Fêmea

(\*) Espécimes doados ao MZUSP. (\*\*) Provavelmente por colisão. (ML) Meio líquido. (CE) Conteúdo estomacal. (CA) Carcaça. Fonte: MHNCE/UECE, 2025.

Os exemplares MHNCE-0084, 0433, 0439, 0780 não possuem conteúdo estomacal preservados. Os espécimes MHNCE-0031, 0032, 0085 e 0086 apresentam apenas a moela em álcool etílico 70%. Enquanto os espécimes MHNCE-0345, 0346, 0347, 0348, 0466 e 1242, apresentam a carcaça preservada, após terem passado em formol tamponado 10%, e então armazenadas em álcool etílico 70%.

Para a caracterização da dieta a partir do conteúdo estomacal foram analisadas todos os conteúdos estomacais já separados, bem como retirada a moela (vide adiante) de todas as carcaças. O conteúdo estomacal do exemplar MHNCE-1242 não foi analisado, pois este recebeu cuidados veterinários após sofrer colisão em vidraça, sendo

alimentado artificialmente em cativeiro. Portanto, 10 exemplares foram analisados em relação ao conteúdo estomacal.

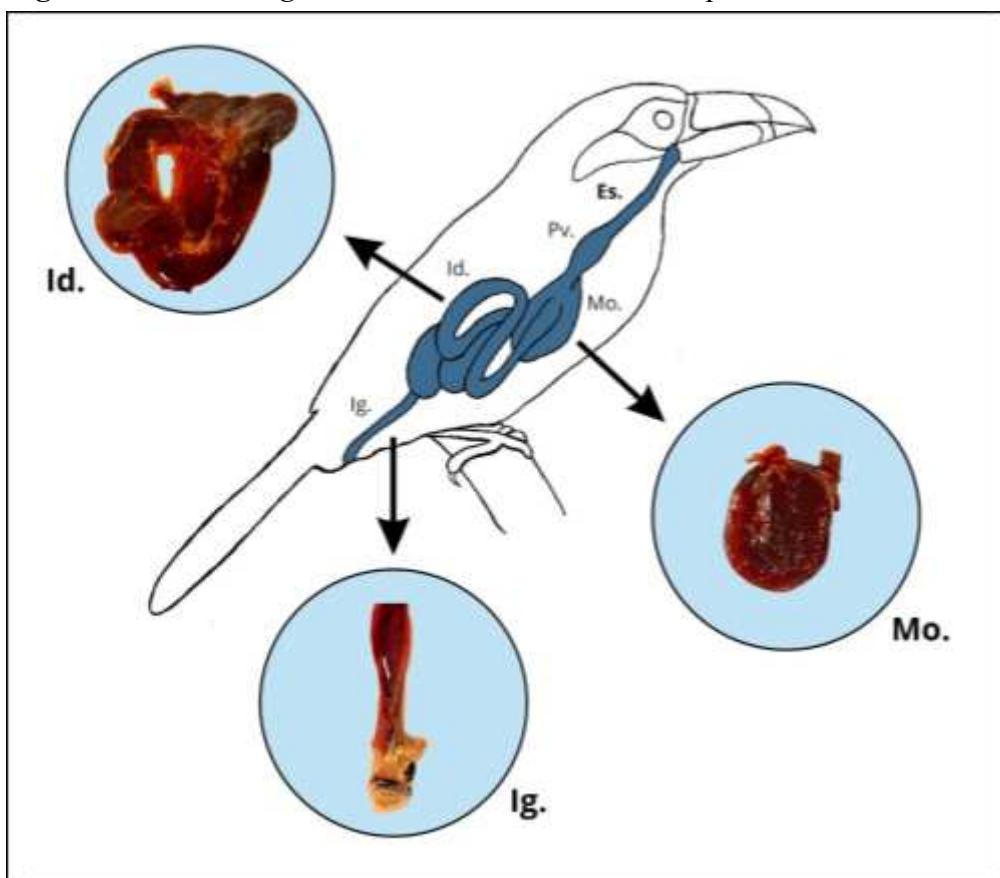
Já o exemplar MHNCE-1100 passou por congelamento em *freezer* de -20 °C imediatamente após sua morte, e antes de ser fixado em formol e colocado em álcool, teve seu trato digestório retirado e congelado para análise da microbiota, sendo este o único exemplar que pôde ser utilizado para essa análise.

### **Trato gastrointestinal (TGI)**

O trato gastrointestinal (TGI) possui estruturas diferentes entre si que atuam em vários processos da digestão, do metabolismo energético, da imunidade e do sistema endócrino (Grond; Guilani; Hird, 2020). Nas aves, em geral, o TGI é constituído por nove seções distintas: a cavidade oral, esôfago, papo, proventrículo, moela, intestino delgado, cecos, intestino grosso e cloaca. Na maioria das espécies, o esôfago e o papo armazenam o alimento consumido. O proventrículo contém um ambiente ácido capaz de digerir quimicamente o alimento, enquanto que a moela caracteriza-se como um estômago muscular, uma vez que degrada mecanicamente o que é consumido (Grond *et al.*, 2018). As aves diferem dos mamíferos, principalmente, por possuírem o papo localizado no esôfago e a moela (Sick, 1997), localizada após o proventrículo.

Para os araçaris do gênero *Selenidera* não foram encontrados trabalhos relacionados a sua anatomia gastrointestinal, porém o que foi encontrado para *Ramphastos toco* (Andrade *et al.*, 2012; Silva; Silveira; Carneiro, 2021) assemelha-se bem as estruturas encontradas no TGI de *S. gouldii*, sendo essas ilustradas na Figura 4. Os representantes de *S. gouldii* não possuem papo e cecos, apresentando apenas cavidade oral, esôfago (Es.), proventrículo (Pv.), moela (Mo.), intestino delgado (Id.), constituído por duodeno, jejuno e íleo, e intestino grosso (Ig.), constituído por cólon e reto.

**Figura 4** - TGI de *S. gouldii* e estruturas utilizadas no presente trabalho.



Fonte: Elaborado pela autora e Alana Andrade.

Como não há presença de um papo na espécie, após o esôfago cervical, ou seja, a porção inicial do tubo digestivo, o esôfago torácico inicia-se. Subsequentemente ao esôfago, o proventrículo surge exibindo uma forma cilíndrica e possuindo maior diâmetro externo. A moela apresenta-se arredondada e em contato próximo com o fígado, sendo coberta por ele. O início do intestino delgado se dá pelo duodeno que começa na porção cranial da face lateral direita da moela realizando um *loop* descendente que em seguida realiza um *loop* ascendente passando para a porção jejuno-íleo. O jejuno-íleo é o maior dos segmentos intestinais estando disposto em poucos *loops*, e após ele, inicia-se o intestino grosso constituído pelo cólon-reto. Por fim, não é observado a presença de cecos, assim como, é indicado para os representantes da família Ramphastidae (Andrade *et al.*, 2012; Silva; Silveira; Carneiro, 2021).

O TGI das aves possui estruturas com características diferentes entre si e que desempenham diferentes funções. Essas estruturas fornecem habitats com condições

variadas de pH, de concentração de oxigênio e de disponibilidade de nutrientes para os microrganismos, assim, influenciando a composição das comunidades microbianas ao longo do trato digestório (Grond; Guilani; Hird, 2020). Dessa forma, em um mesmo indivíduo, a composição da microbiota intestinal pode variar dependendo da região do TGI. Bodawatta *et al.* (2021) explica que devido a isso amostragens não invasivas que contemplam apenas uma região do trato, como *swabs* cloacais ou amostras fecais, podem ser pouco representativas em relação a diversidade microbiana existente, portanto, amostras adquiridas a partir dissecções do trato podem ser mais precisas.

Visto isso, para o presente trabalho, a análise de conteúdo estomacal foi realizada a partir das moelas, e para a análise de microbiota, a moela, intestino delgado e intestino grosso foram utilizados como indicado na Figura 4.

## Dieta

A caracterização da dieta foi realizada a partir da análise do conteúdo estomacal dos exemplares citados acima, juntamente com a análise de registros fotográficos depositados nas plataformas WikiAves (2025) e eBird (2025), e revisão bibliográfica.

Em relação ao conteúdo estomacal, a estrutura do TGI escolhida para análise foi a moela, sendo esta indicada como uma estrutura importante na regulação da ingestão alimentar. A moela é formada por uma grande massa de músculos lisos fortemente mielinizados com uma camada endurecida de glicoproteínas que cobre seu interior e é continuamente renovada devido ao desgaste que sofre (Svihus, 2011). Por ser uma estrutura que realiza uma contenção dos itens alimentares ingeridos, sua análise permite observar aqueles itens que são mais dificilmente digeridos e que permanecem na moela por um maior período de tempo em comparação com itens mais fáceis de serem degradados (Swanson; Bartonek, 1970). Dessa forma, é importante mais de um tipo de análise para investigar os alimentos ingeridos, assim como foi realizado no presente trabalho.

## ***Conteúdo estomacal***

### *Acesso às moelas*

Para o acesso às moelas ainda presentes no interior das carcaças foi realizado um corte na membrana abdominal dos exemplares com a utilização de um bisturi portando lâmina nº 21. Antes de serem realizados os cortes para liberação da moela foi atada uma linha encerada de nº 10 prendendo a porção terminal do proventrículo e outra prendendo a porção inicial do duodeno, após isso, com o auxílio de uma pinça de dissecação e uma tesoura cirúrgica de ponta reta e fina, foram realizados os cortes logo após a marcação das linhas, assim, desassociando a moela da carcaça.

As moelas retiradas antes de serem dissecadas foram fotografadas, suas medidas de comprimento e largura foram aferidas com paquímetro manual com precisão de 0,02mm, sendo a medida de comprimento aferida a partir da porção mais apical onde encontra-se a entrada proventricular até a base da moela, e a medida de largura a partir das porções laterais mais distantes entre si. Além disso, o volume das moelas também foi aferido.

### *Volume das moelas*

Para obtenção do volume de objetos irregulares, como é o caso das moelas, pode-se adotar o método de deslocamento de uma coluna de água em uma proveta de 100 ml (Repenning *et al.*, 2009). Previamente foi observado se existia alguma abertura nas moelas, para que fosse evitada a entrada de água, e consequentemente, erros nas aferições de volume. Em uma proveta de 100 ml preenchida com 50ml de água, foi colocada uma moela por vez, com cautela, de forma que sua superfície fosse completamente coberta pela água. Foi calculado o volume a partir da subtração da nova altura da coluna de água encontrada (devido o deslocamento da água com a presença da moela na proveta) com a altura inicial da coluna de água, ou seja, 50ml.

### *Dissecção das moelas*

Para a dissecção, inicialmente foi cortada a linha presa na porção proventricular com o objetivo de iniciar o corte para a abertura da moela. A direção do corte seguiu da porção superior até a porção inferior, apenas em um dos lados, sendo realizado na direção que esta possuía aspecto menos espesso. A tesoura utilizada foi a mesma acima mencionada.

Todo o conteúdo foi retirado do interior das moelas com auxílio de uma pinça de dissecção, após isso, foi realizada uma lavagem na porção interna da moela com álcool 70%, utilizando uma pipeta Pasteur de 3 ml descartável, com o objetivo de retirar qualquer fragmento e resquício de material digerido. Todos os conteúdos encontrados foram individualizados e acondicionados em tubo Falcon 15 ml, sendo posteriormente colocados em placas de Petri de vidro para análise em estereomicroscópio binocular.

### *Volume do conteúdo estomacal e triagem*

Para a medição do volume do conteúdo estomacal encontrado em cada moela foi realizado o mesmo método de deslocamento de coluna de água usado para medição do volume das moelas antes da dissecção. Assim, o conteúdo estomacal foi mergulhado em uma proveta de 100 ml com 50 ml de água e o deslocamento da coluna de água foi observado. Após essa etapa, o conteúdo de cada moela foi triado visualmente utilizando o estereomicroscópio binocular OPTION TIM-10B com ampliação de 8x-50x. Todo o material encontrado foi identificado com o respectivo número de tombo do exemplar a que pertencia.

### *Caracterização do material vegetal*

Dentre os itens vegetais encontrados, foram separados os fragmentos vegetais das sementes presentes. As sementes foram analisadas seguindo o método de classificação por morfotipos de acordo com a morfologia externa e tamanho de cada item como foi realizado por Duca, da Silva e Alvarenga (2023), e demais trabalhos relacionados a caracterização da dieta em aves (Durães; Marini, 2005; Lopes; Fernandes; Marini,

2005; Manhães; Loures-Ribeiro; Dias, 2010; Siqueira *et al.*, 2015). As sementes foram classificadas em morfotipos, a quantidade de itens por morfotipo foi contada, e além disso, para cada item de cada morfotipo foram aferidas medidas de comprimento e largura com paquímetro com precisão de 0,02mm (Baillarini; Frizzas; Marini, 2013). O comprimento das sementes foi considerado como a medida entre a cicatriz hilar (base da semente) até seu ápice (porção oposta a cicatriz hilar) (Barroso *et al.*, 2004).

Devido à dificuldade de separar, reconhecer e identificar os fragmentos de origem vegetal, principalmente os resquícios de polpa de frutos, estes foram analisados apenas de forma volumétrica, utilizando o método aqui já citado, além de analisados juntamente com as sementes encontradas, sendo a cor e a textura observadas quando preservadas.

Com as medidas de comprimento e largura aferidas para cada item encontrado, foi possível construir gráficos do tipo *boxplot* que apresentam a distribuição e variação das medidas dos itens de cada morfotipo estabelecido. Os gráficos foram feitos através do RStudio (R v4.4.2), utilizando o pacote “*ggplot2*”.

#### *Identificação do material vegetal*

As sementes encontradas tiveram sua morfologia externa comparada com a literatura de apoio Lorenzi (2002, 2009). A identificação foi complementada com auxílio do banco de dados Flora e Funga (2025), assim como, a nomenclatura botânica adotada. Além disso, o trabalho de Silvera *et al.* (2020) foi utilizado para confirmar a presença da espécie vegetal no Maciço de Baturité.

#### *Frequência, proporção e abundância*

A frequência absoluta de ocorrência dos morfotipos ( $f_i$ ) foi calculada a partir da contagem do número de vezes que dado morfotipo ocorreu em relação ao total de moelas que possuíam conteúdo estomacal. Já a frequência relativa de ocorrência dos morfotipos ( $fr(\%)$ ), ou proporção de ocorrência por morfotipos, foi calculada a partir do

número de vezes que dado morfotipo ocorreu dividido apenas pelo total de exemplares que possuíam conteúdo em suas moelas.

A abundância por morfotipo ( $n$ ) foi calculada a partir da contagem de itens para cada morfotipo estabelecido. A abundância relativa por morfotipo ( $p$ ), ou proporção de itens por morfotipo, foi calculada a partir do número de itens atribuídos para cada morfotipo dividido pelo número total de itens encontrados. Para a abundância relativa, um gráfico de barras foi feito utilizando o pacote “ggplot2” no RStudio (R v4.4.2).

### ***Registros fotográficos***

Para identificação de itens alimentares a partir de registros fotográficos as plataformas online de ciência cidadã WikiAves (2025) e eBird (2025) foram utilizadas, essas plataformas possuem imagens depositadas, em sua maioria por observadores de aves e pesquisadores, sendo elas disponíveis para consulta. Para a busca por imagens o nome da espécie “*Selenidera gouldii*” foi utilizado, além disso, uma filtragem por registros realizados apenas no estado do Ceará foi feita. Após a busca, cada registro foi analisado, sendo considerado apenas aqueles em que a ave possuía o item alimentar, ou partes dele, no bico ou na boca.

As informações associadas aos registros foram inseridas em uma planilha para facilitar a organização de dados. As plataformas foram revisitadas periodicamente para busca de novos registros. Os dados associados às imagens foram os seguintes: número de tombo associado ao registro, localidade em que a imagem foi feita, data do registro, autor do registro, sexo e idade do indivíduo fotografado. Além disso, observações em relação aos itens foram adicionadas à planilha, como por exemplo, formato e cor do material. A última análise dos registros foi realizada no dia 19 de fevereiro de 2025.

### ***Revisão bibliográfica***

A revisão bibliográfica realizada levou em consideração trabalhos que citam a dieta da população de *S. gouldii* no Ceará. Assim, foram utilizadas as seguintes palavras-chave para alcançar uma melhor busca; “dieta *Selenidera*”, “dieta *Selenidera*

*gouldii*”, “dieta tucanos”, “dieta araçaris”, “diet *Selenidera gouldii*”, “diet *Selenidera toucan*”. “diet toucan”, “diet Ramphastidae”, “diet neotropical birds”, nas plataformas de literatura acadêmica Google Scholar, Web of Science e Reserch Gate. A leitura dos trabalhos seguiu uma ordem cronológica de publicação, e os trechos de interesse foram marcados para facilitar a consulta.

### ***Sazonalidade e sexo***

A associação entre sazonalidade (o período do ano em que foram ingeridos os itens alimentares), sexo e itens consumidos, foi possível apenas para a análise de conteúdo estomacal e registros fotográficos, pois para essas análises as informações de sazonalidade e sexo estavam disponíveis. Com os resultados obtidos, dois diagramas de Sankey foram construídos através do RStudio (R v4.4.2) utilizando o pacote “highcharter”.

O primeiro diagrama, associado ao que foi encontrado no conteúdo estomacal dos exemplares, apresenta o sexo destes, o mês em que os itens foram consumidos, assim como, os seus morfotipos. A data da morte dos exemplares analisados foi considerada como a mesma data de consumo dos itens encontrados em suas moelas.

Para o segundo diagrama, associado aos registros fotográficos analisados, as mesmas informações de sexo e mês são apresentadas. Sendo a data que a foto foi feita considerada a mesma de consumo do item.

## **Microbioma intestinal**

### ***Coleta e preparação das amostras***

Do exemplar MHNCE-1100 foram coletados, respectivamente, 274g de moela sendo identificada como “MOELA”, 284g de intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) identificado como “ID” e 268g de intestino grosso (cólon, reto e cloaca) sendo identificado como “IG”. A coleta e preparação deste material foram realizadas no Laboratório de Recursos Genéticos (LARGEN) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Para retirada da moela, o mesmo procedimento descrito acima para análise de conteúdo estomacal foi seguido. Após sua retirada, o intestino delgado juntamente com o intestino grosso foram retirados ao mesmo tempo e separados entre a porção íleo-côlon. Com as três amostras MOELA, ID e IG individualizadas, estas foram submetidas ao rápido congelamento com nitrogênio líquido, em seguida maceradas até o ponto de pó, pesadas e acondicionadas em eppendorfs de 1,5 ml.

### ***Extração de DNA microbiano e sequenciamento***

O DNA microbiano foi extraído das amostras MOELA, ID e IG utilizando o kit DNeasy PowerSoil Pro Kit (Qiagen, Germany) de acordo com as instruções do fabricante. Após a extração, a concentração de DNA e sua qualidade foi avaliada em um espectrofotômetro NanoDrop 1000 (ThermoFisher Scientific, EUA), e em seguida as amostras foram armazenadas em freezer -20 °C até o momento do uso, assim como foi realizado por Costa (2024).

A partir do DNA extraído foi realizada sua amplificação por Reação em Cadeia de Polimerase (PCR) da região V4 do gene RNAr 16S com os primers (515 F-Y e 806R) (Caporaso *et al.*, 2011; Parada; Needham; Fuhrman, 2016). O sequenciamento foi realizado na Central de Genômica e Bioinformática (CeGenBio) do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Medicamentos (NPDM) da UFC utilizando a plataforma Illumina MiSeq (Illumina, EUA) com o kit Miseq V2-300 ciclos (Illumina, EUA).

## ***Processamento de dados***

As análises dos 3 datasets obtidos a partir do sequenciamento foram analisados utilizando ferramentas bioinformáticas com o programa RStudio (R v4.3.3) gerando arquivos FASTQ. Os *primers*, adaptadores, sequências de mitocôndrias e sequências do próprio exemplar foram removidos com a utilização do pipeline DADA2 v1.16, assim como, as ASVs (Variante de Sequência de Amplicon) sequências diferenciadas apenas por um nucleotídeo, foram geradas. A identificação taxonômica foi realizada utilizando o banco de dados SILVA 138 SSU. Para as análises do microbioma foi utilizado o pacote Phyloseq (v1.46.0). Já para estimar a representatividade da amostragem em relação a comunidade microbiana foram produzidas curvas de rarefação.

## ***Análises estatísticas, alfa e beta diversidade***

Para realizar as análises de alfa e beta diversidade foram utilizados os pacotes “vegan v2.6.4” e “ggplot v3.5.0” no RStudio (R v4.3.3). Para os índices de diversidade alfa foram adotados os testes Chao1, Shannon e Inverso de Simpson. Já para a diversidade beta uma matriz de dissimilaridade utilizando o índice de Bray-Curtis foi calculado gerando uma UPGMA (Método de Agrupamento Hierárquico Não Ponderado por Média Aritmética) de gêneros com abundância acima de 1%. A análise do diagrama de Venn também foi realizada para calcular as ASVs compartilhadas entre as amostras.

## 5. RESULTADOS

### Dieta

#### *Caracterização e classificação morfológica dos itens alimentares presentes no conteúdo estomacal*

Dos conteúdos estomacais analisados, a partir da dissecação das moelas, foram encontrados 63 itens alimentares juntamente com fragmentos, todos de origem vegetal. A Tabela 3 apresenta o compilado de itens encontrados classificados por morfotipos presentes em seis dos 10 exemplares analisados. Os 63 itens foram classificados em 10 morfotipos, indicados respectivamente por A, B, C, D, E, F, G, H, I e J. Todos os morfotipos foram caracterizados de acordo com suas características morfológicas externas. Dentre os morfotipos estabelecidos, apenas 3 apresentaram itens com polpa ou partes de polpa, sendo caracterizados como “fruto”. E os demais morfotipos apresentaram itens já completamente sem polpa sendo caracterizados como “semente”. Apenas três foram identificados até o nível de espécie, os morfotipos B, C e J, sendo respectivamente *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire *et al.*, *Byrsonima* sp. Rich. ex Kunth e *Myrsine umbellata* Mart.

**Tabela 3** - Itens alimentares encontrados na análise de conteúdo estomacal e suas classificações.

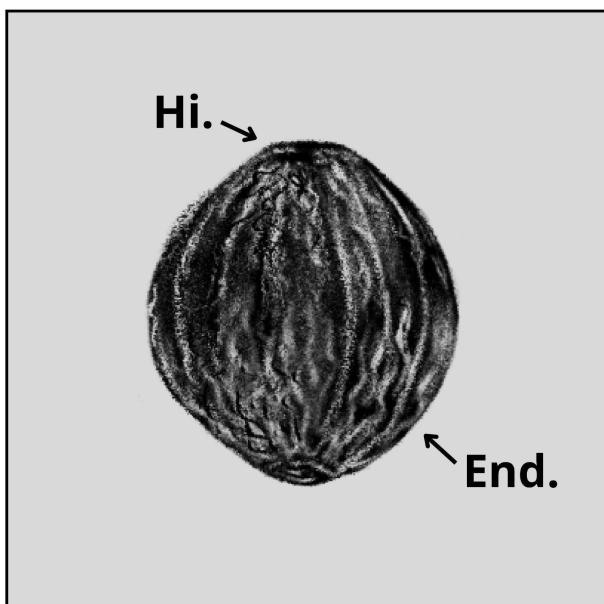
Item	Tipo	Morfotipo	Espécie	Família	Nome pop.
Semente	Oval/ Drupa*	A	-	-	-
Semente	Reniforme/ Drupa*	B	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>et al.</i>	Araliaceae	Gargaúba
Semente	Subglobosa/ Drupa*	C	<i>Byrsonima</i> sp. Rich. ex Kunth	Malpighiaceae	Murici
Semente	Oblonga	D	-	-	-
Semente	Reniforme	E	-	-	-
Semente	Turbinada	F	-	-	-
Fruto	Drupa*	G	-	-	-
Fruto	Drupa*	H	-	-	-
Fruto	Drupa*	I	-	-	-

Semente	Globosa/Drupa*	J	<i>Myrsine umbellata</i>	Primulaceae	Mium-de-sangue
			Mart.		

Os últimos termos acompanhados do símbolo (\*) referem-se ao fruto. Fonte: Elaborado pela autora.

Classificados como sementes, os itens atribuídos ao morfotipo A possuem endocarpo marrom com aspecto lenhoso (Duarte *et al.*, 2024) recobrindo toda a extensão das sementes (Figura 6). A Figura 5 traz a ilustração esquemática do morfotipo.

**Figura 5** - Ilustração esquemática do morfotipo A.



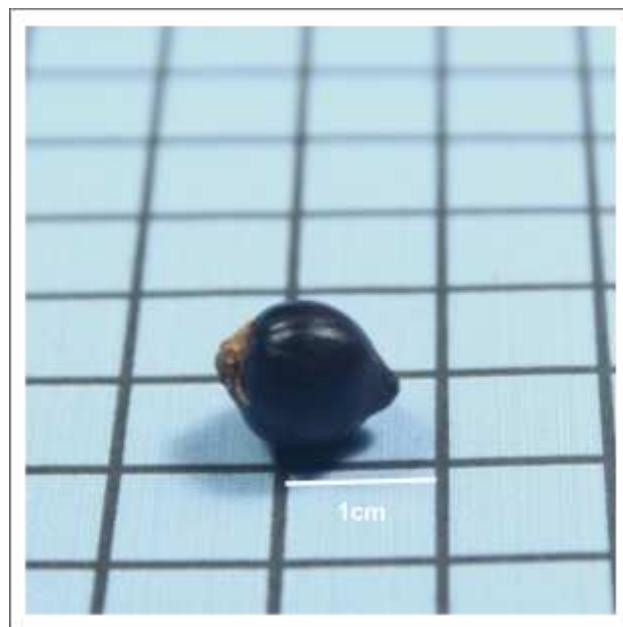
(Hi.) refere-se ao hilo. (End.) refere-se ao endocarpo. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.

O endocarpo é uma estrutura proveniente da proliferação da parede interna do ovário, sendo que em alguns frutos pode se apresentar como sendo a principal parte comestível, já em outros pode se tornar lenhoso, como pode ser observado no morfotipo A, assim, impedindo a digestão da semente. Alguns itens apresentaram parte da polpa (Figura 6) com epicarpo, ou seja, a camada externa do fruto (casca) (Gonçalves; Lorenzi, 2007). Ao retirar essas camadas, partes da polpa e endocarpo, é possível observar a semente (Figura 7). O tegumento externo da semente denominado de “testa” (Gonçalves; Lorenzi, 2007) exibe uma textura lisa, brilhante, de cor negra. A semente possui um formato oval (Pozo *et al.*, 2020; Gonçalves; Lorenzi, 2007) que se projeta em

direção a sua porção apical, enquanto que a porção basal, onde o hilo se encontra, é marcada por uma projeção fibrosa com resquícios do endocarpo.



**Figura 6** - Morfotipo A e seus itens. Fonte: Elaborado pela autora.

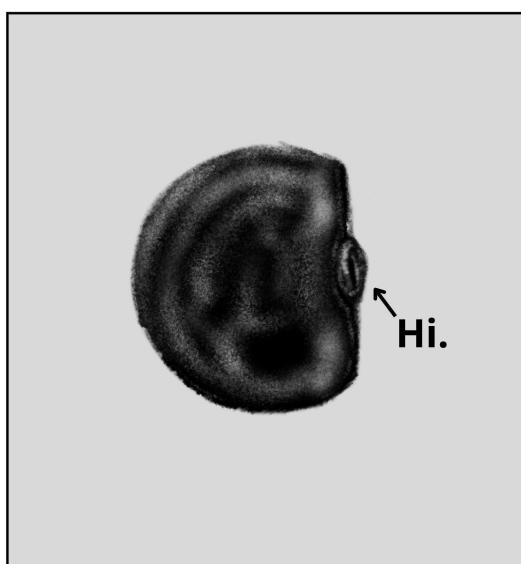


**Figura 7** - Um dos itens (do morfotipo A) sem o endocarpo. Fonte: Elaborado pela autora.

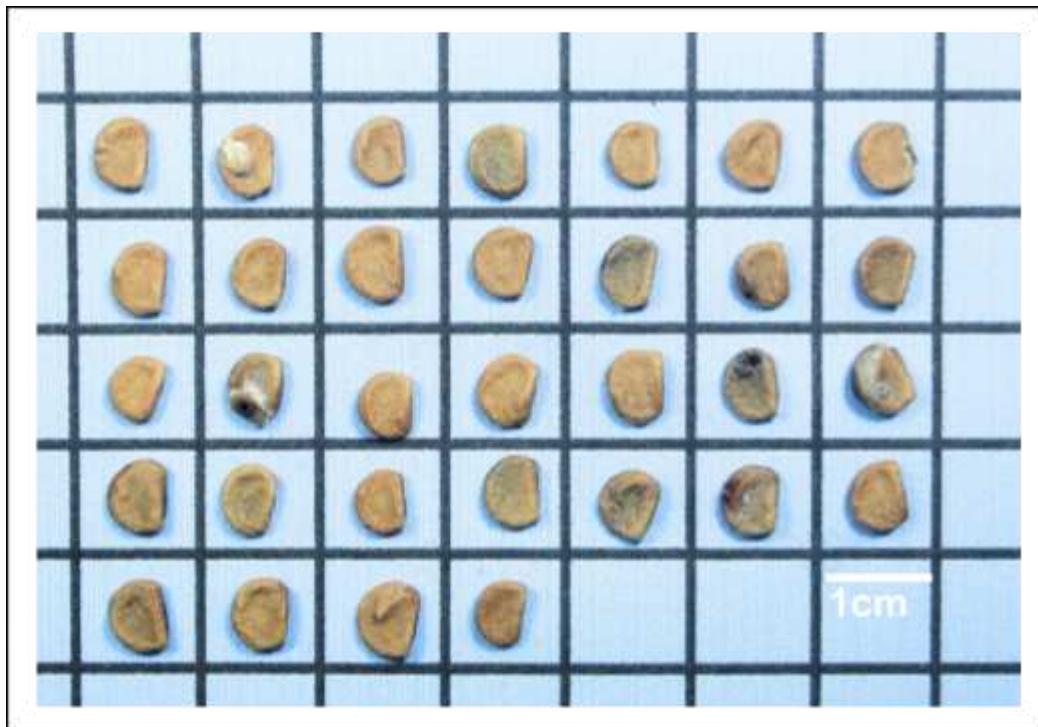
O morfotipo B foi atribuído às sementes que possuem testa bege opaca com textura levemente áspera, sendo pequenas, em formato reniforme e lateralmente achatadas (Figura 9). A Figura 8 traz a ilustração esquemática do morfotipo.

Com a porção apical apresentando-se formato de meia lua, enquanto que a porção basal, onde o hilo está presente, apresenta-se reta e paralela à porção apical. O hilo ocupa uma posição central na porção basal das sementes. Este morfotipo foi identificado até o nível de espécie como *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire *et al.* pertencente à família Araliaceae (Lorenzi, 2002), sendo sua identificação confirmada a partir dos fragmentos encontrados (Figura 10) e de sua ocorrência apresentada por Silvera *et al.* (2020) no Maciço de Baturité.

**Figura 8** - Ilustração esquemática do morfotipo B.



(Hi.) refere-se ao hilo. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 9** - Morfotipo B e seus itens. Fonte: Elaborado pela autora.

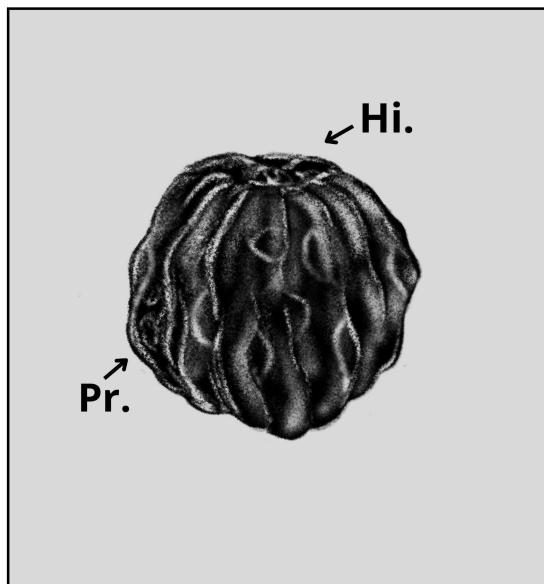


**Figura 10** - Fragmentos associados ao morfotipo B. Fonte: Elaborado pela autora.

O morfotipo C foi atribuído a sementes identificadas do gênero *Byrsonima* sp. Rich. ex Kunth pertencente a família Malpighiaceae, com espécies conhecidas popularmente como murici (Lorenzi, 2009). A Figura 11 traz a ilustração esquemática do morfotipo.

Com endocarpo lignificado recobrindo as sementes (Carvalho, 2008), estas possuem formato subgloboso (Figura 12) apresentando projeções que as tornam levemente costadas, possuem coloração negra opaca com textura tuberculada (Figura 13) (Gonçalves; Lorenzi, 2007). Na porção basal é possível encontrar o hilo rebaixado que apresenta-se como uma depressão formando uma cicatriz circular e opaca.

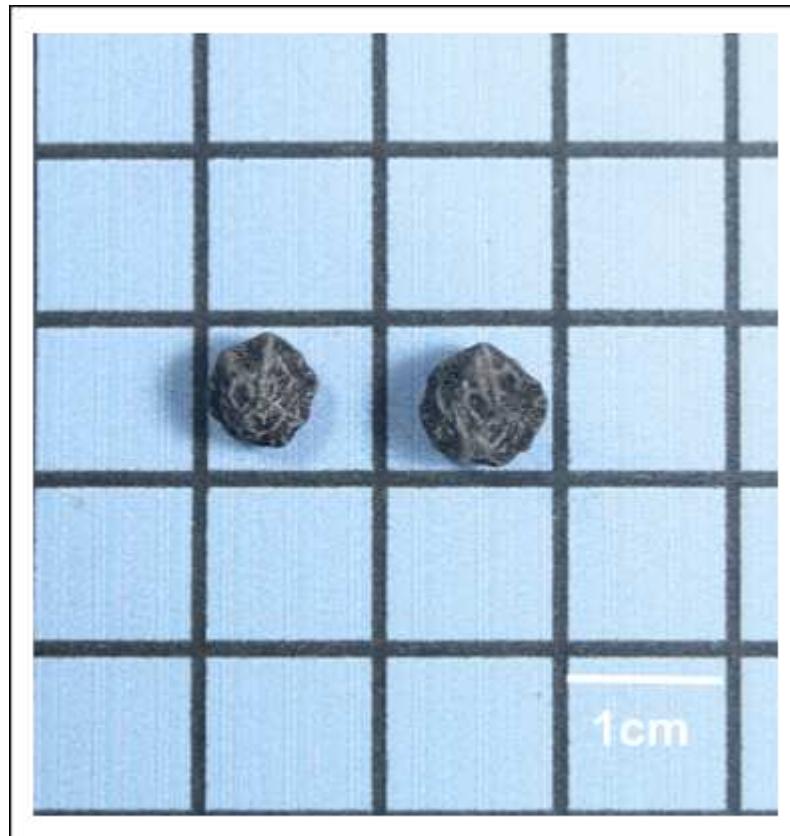
**Figura 11** - Ilustração esquemática do morfotipo C.



(Hi.) refere-se ao hilo. (Pr.) refere-se às protuberâncias. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 12** - Morfotipo C e seus itens. Fonte: Elaborado pela autora.

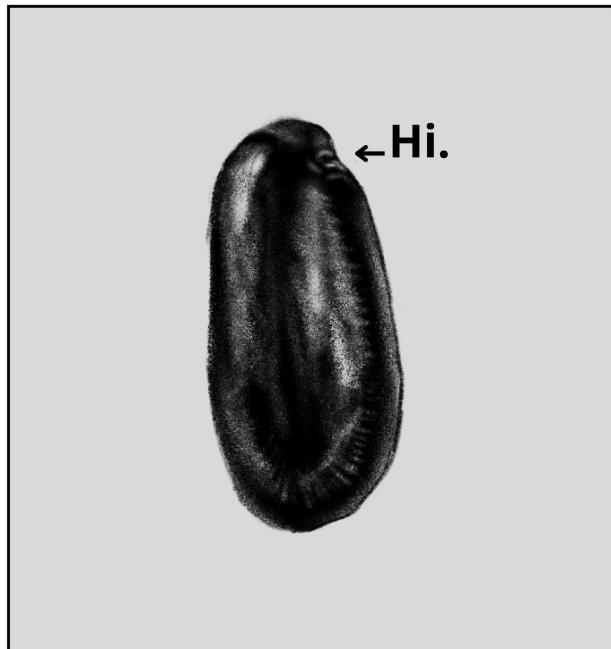


**Figura 13** - Vista apical das sementes do morfotipo C. Fonte: Elaborado pela autora.

O item atribuído ao morfotipo D apresenta formato oblongo com as extremidades arredondadas (Duarte *et al.*, 2024). A Figura 14 traz a ilustração esquemática do morfotipo.

A testa brilhante (Figura 15) possui cor predominantemente castanha com suas laterais mescladas com marrom escuro exibindo um aspecto coriáceo, ou seja, semelhante a couro animal (Duarte *et al.*, 2024) (Figura 16). Na porção basal é possível observar uma pequena cicatriz hilar e a porção apical apresenta-se arredondada de cor marrom escuro.

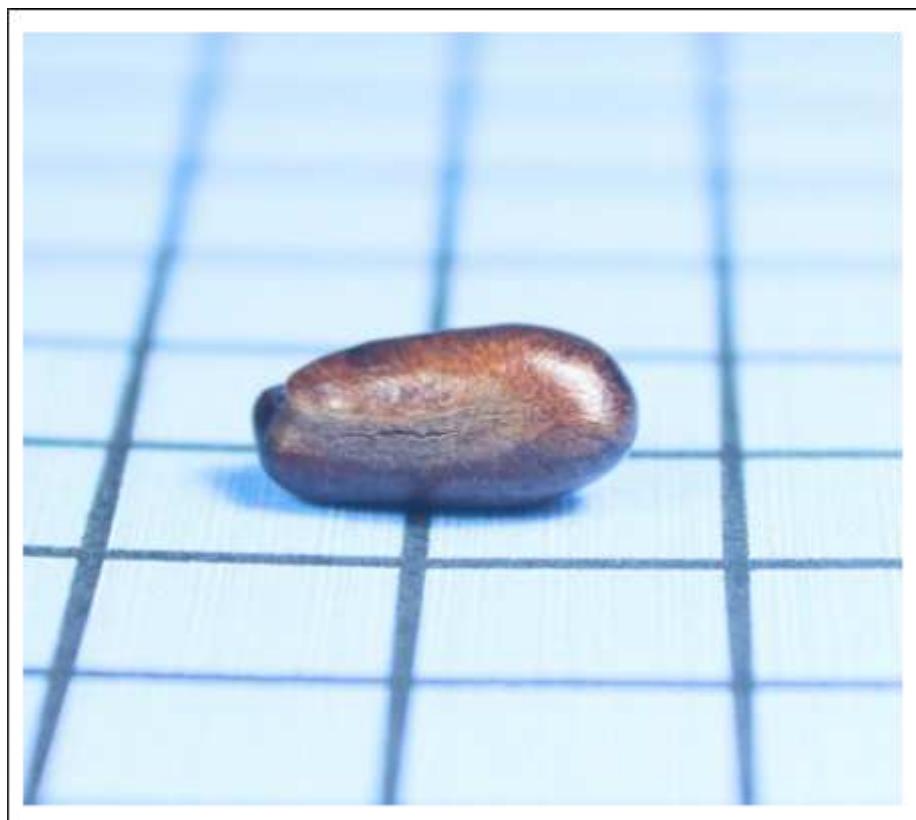
**Figura 14** - Ilustração esquemática do morfotipo D.



(Hi.) refere-se ao hilo. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 15** - Item do morfotipo D. Fonte: Elaborado pela autora.

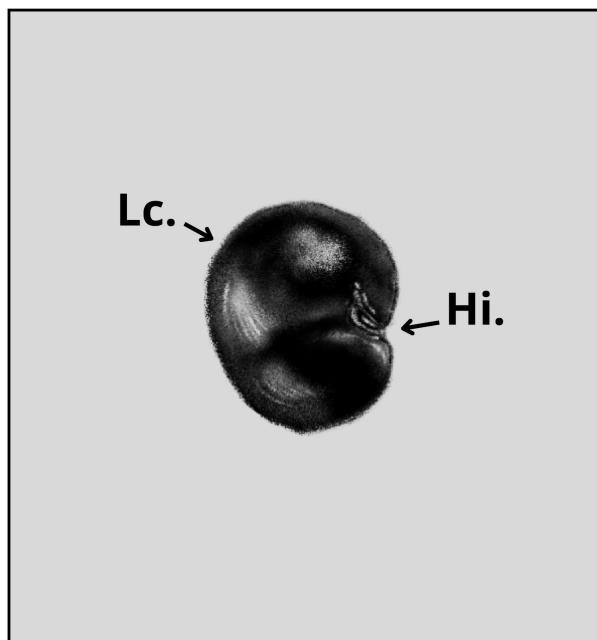


**Figura 16** - Vista lateral do item do morfotipo D. Fonte: Elaborado pela autora.

O único item atribuído ao morfotipo E foi classificado como semente. E a Figura 17 traz a ilustração esquemática do morfotipo.

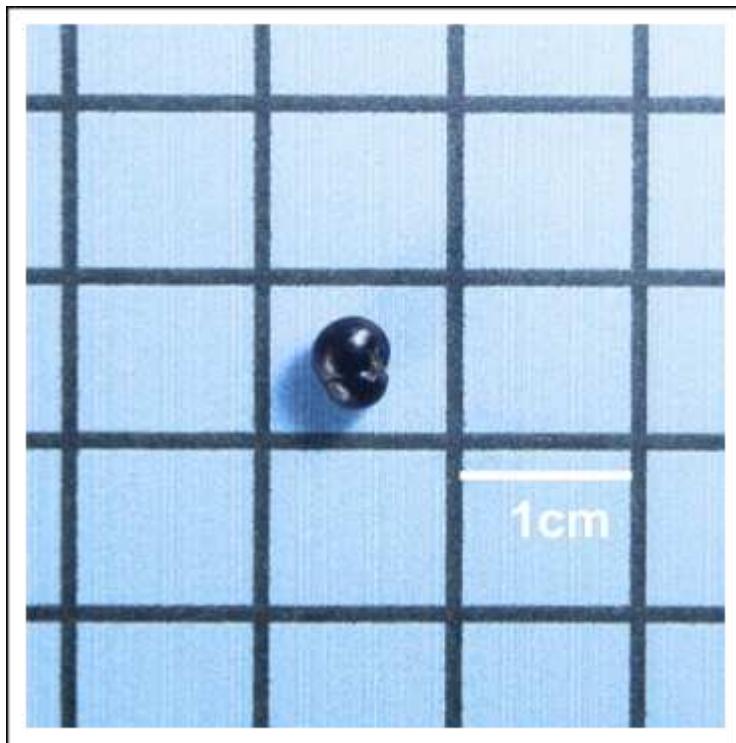
Com testa brilhante e lisa (Figura 18), a semente possui cor marrom intensa e escura, sendo pequena e de formato reniforme, ou seja, em forma de rim (Gonçalves; Lorenzi, 2007). A cicatriz hilar forma uma depressão na porção basal da semente (Figura 19) em posição central e os lóbulos dos cotilédones, região da semente onde contém os cotilédones (Duarte *et al.*, 2024), estão bem visíveis nas duas faces, devido à saliência que formam.

**Figura 17** - Ilustração esquemática do morfotipo E.

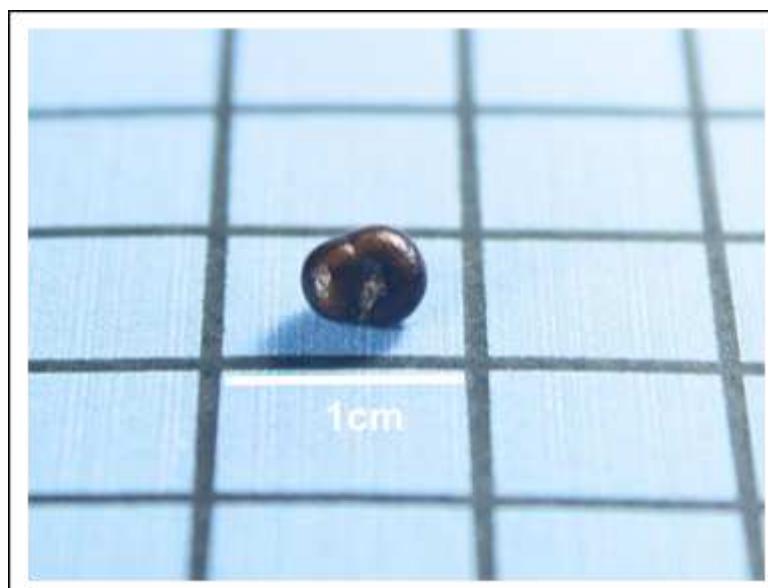


(Lc.) refere-se aos lóbulos dos cotilédones. (Hi.) refere ao hilo. Fonte: Elaborado por

Alana Andrade.



**Figura 18** - Item do morfotipo E. Fonte: Elaborado pela autora.

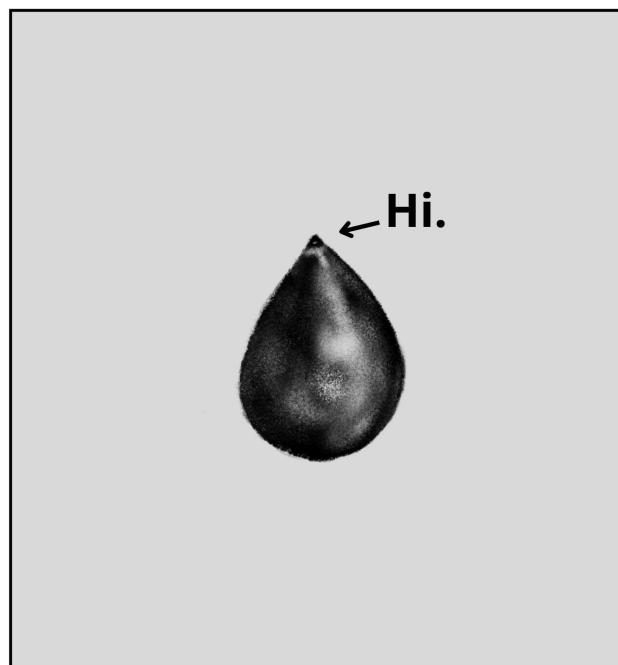


**Figura 19** - Vista basal do item do morfotipo E. Fonte: Elaborado pela autora.

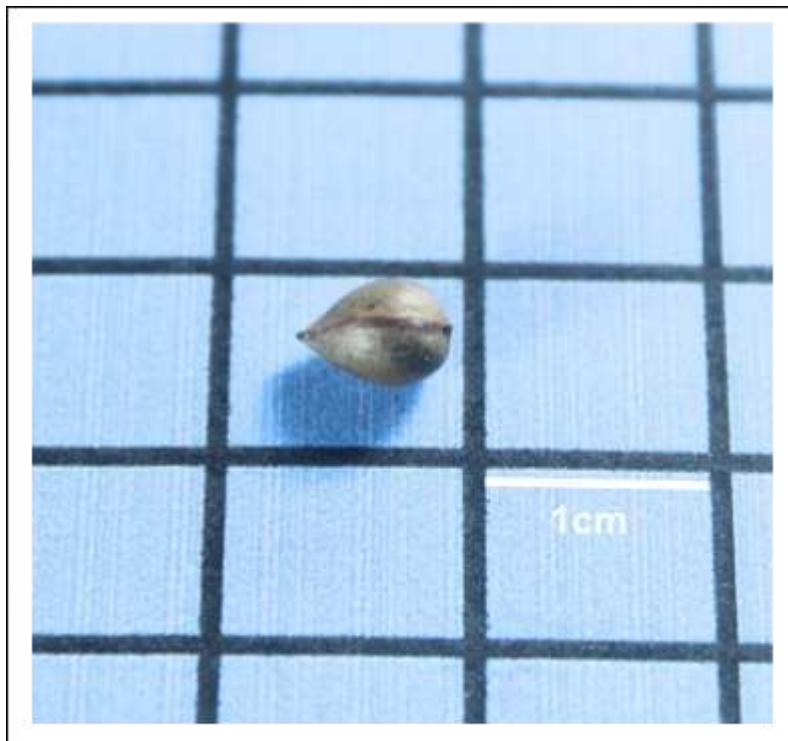
O morfotipo F também foi atribuído a um único item. A Figura 20 traz a ilustração esquemática do morfotipo.

Classificado como semente, o item possui formato turbinado, ou seja, em forma de peão (Figura 21 e 22) (Gonçalves; Lorenzi, 2007), com testa lisa de cor bege opaca, possuindo uma carena, espécie de quilha elevada (Duarte *et al.*, 2024), que encontra-se em apenas uma face da semente e se contrasta por possuir uma cor marrom mais escura que o resto da testa. Seu hilo é observado na porção mais pontiaguda marcando a base da semente.

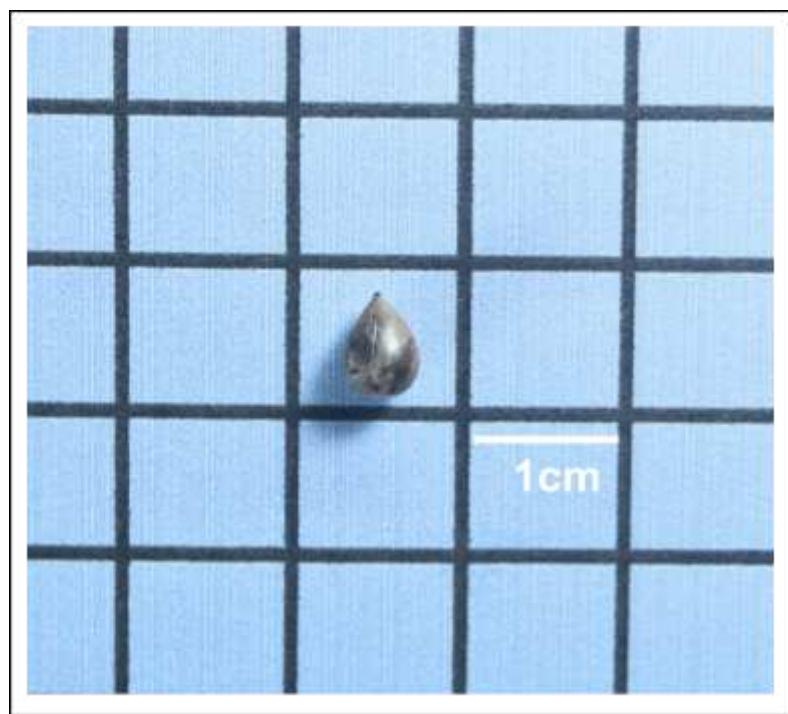
**Figura 20** - Ilustração esquemática do morfotipo F.



(Hi.) refere-se ao hilo. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 21** - Item do morfotipo F. Fonte: Elaborado pela autora.

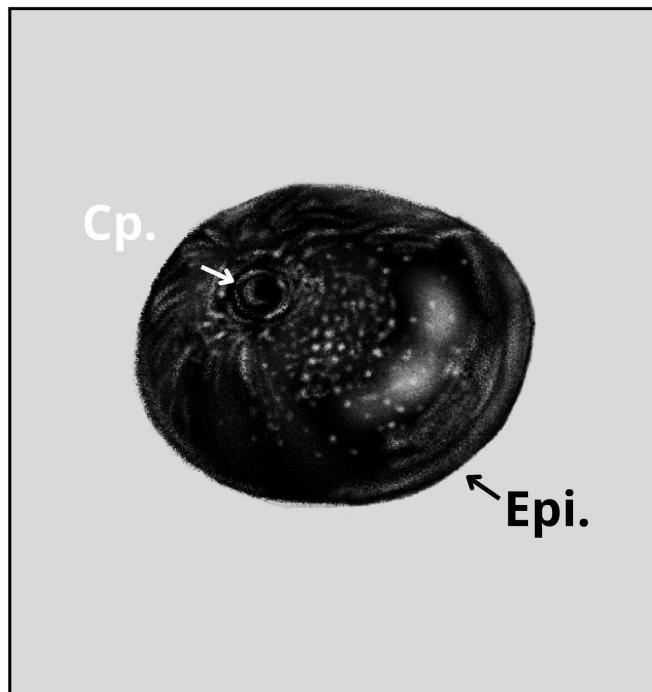


**Figura 22** - Vista lateral do item do morfotipo F. Fonte: Elaborado pela autora.

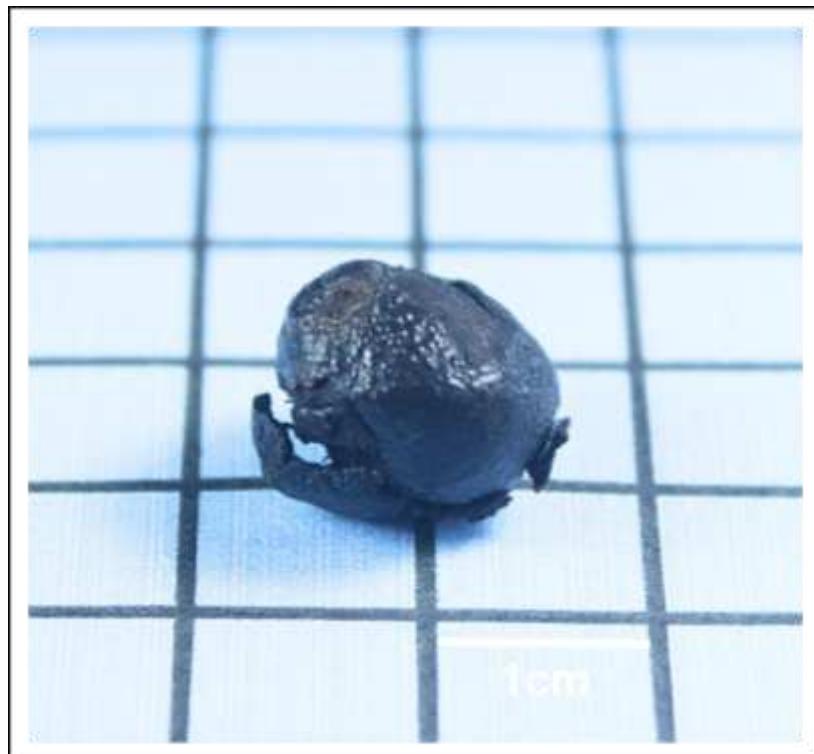
Com apenas um item atribuído ao morfotipo G este foi classificado como fruto por possuir seu pericarpo quase que completamente intacto (Figura 23). A Figura 24 apresenta a ilustração esquemática do morfotipo.

O fruto é do tipo drupa (Gonçalves; Lorenzi, 2007) e apresenta epicarpo negro coriáceo brilhante com textura puncteada (Duarte *et al.*, 2024), formato subgloboso (Gonçalves; Lorenzi, 2007) e a cicatriz peduncular formando uma depressão circular opaca (Figura 25). O mesocarpo aparente, devido ao desgaste do epicarpo em algumas regiões, apresenta-se pouco volumoso e escuro, podendo apresentar essa aparência devido a atividades digestivas do TGI do exemplar.

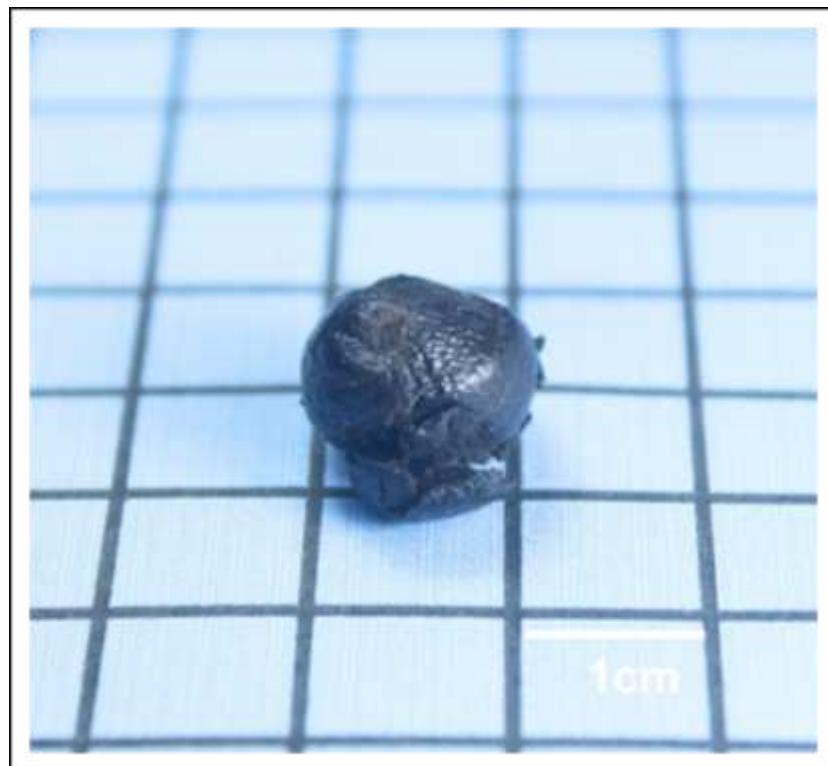
**Figura 24** - Ilustração esquemática do morfotipo G.



(Cp.) refere-se a cicatriz peduncular. (Epi.) refere-se ao epicarpo. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 23** - Item do morfotipo G. Fonte: Elaborado pela autora.

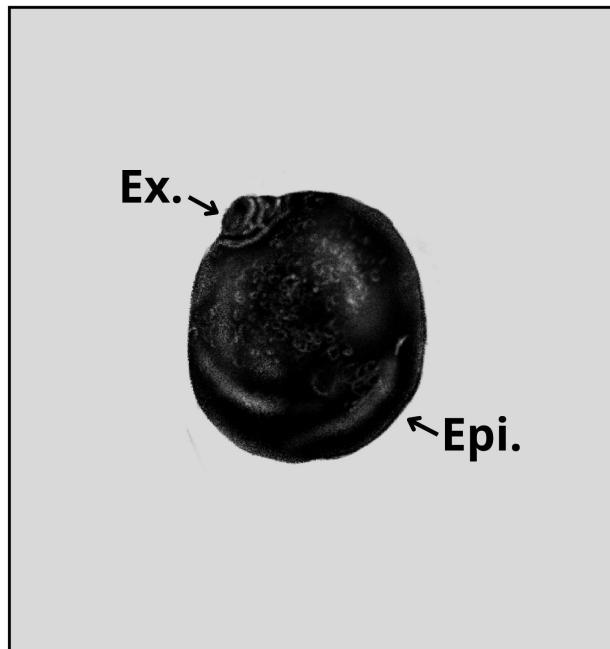


**Figura 25** - Vista frontal do item do morfotipo G. Fonte: Elaborado pela autora.

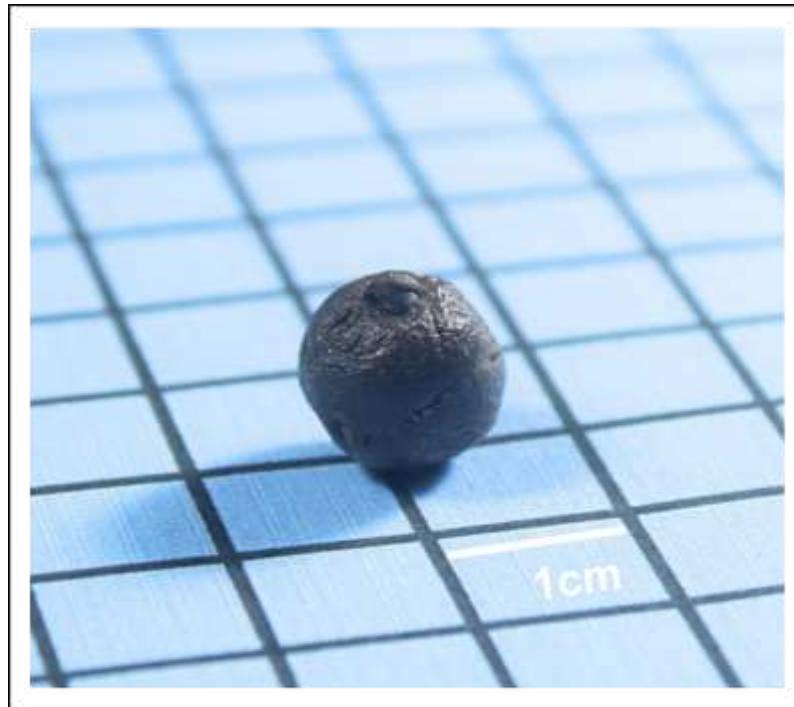
O morfotipo H também foi atribuído a apenas um item classificado como fruto. A ilustração esquemática do morfotipo está apresentada na Figura 26.

O fruto é do tipo drupa com formato globoso (Gonçalves; Lorenzi, 2007) e exibe seu pericarpo intacto (Figura 27), com epicarpo de cor castanho escuro com aspecto coriáceo brilhante e textura puncteada. A cicatriz peduncular está inserida em uma depressão rodeada por um resto de exúvio (Figura 28). Exúvio é a denominação dada às partes florais que permanecem totalmente ou parcialmente no fruto, sendo comuns em espécies vegetais que possuem ovário ínfero (Gonçalves; Lorenzi, 2007). O resto de exúvio observado no fruto possui cor semelhante àquela observada no pericarpo.

**Figura 26** - Ilustração esquemática do morfotipo H.



(Ex.) refere-se ao exúvio. (Epi.) refere-se ao epicarpo. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 27** - Item do morfotipo H. Fonte: Elaborado pela autora.

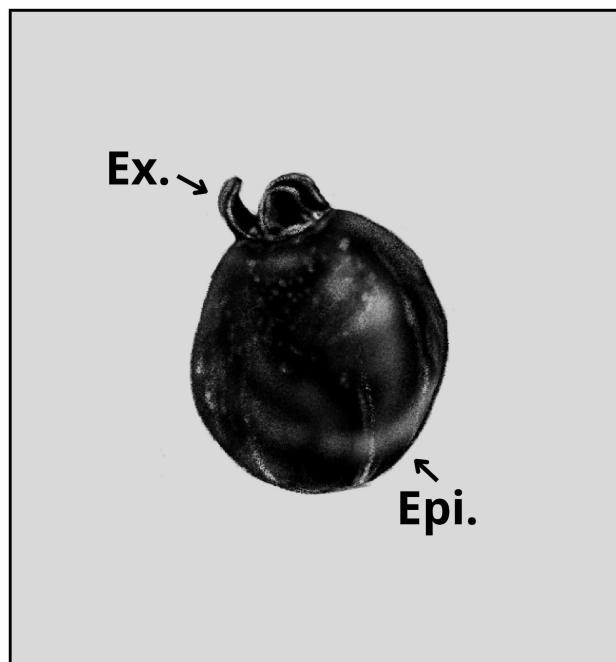


**Figura 28** - Visão basal do item do morfotipo H. Fonte: Elaborado pela autora.

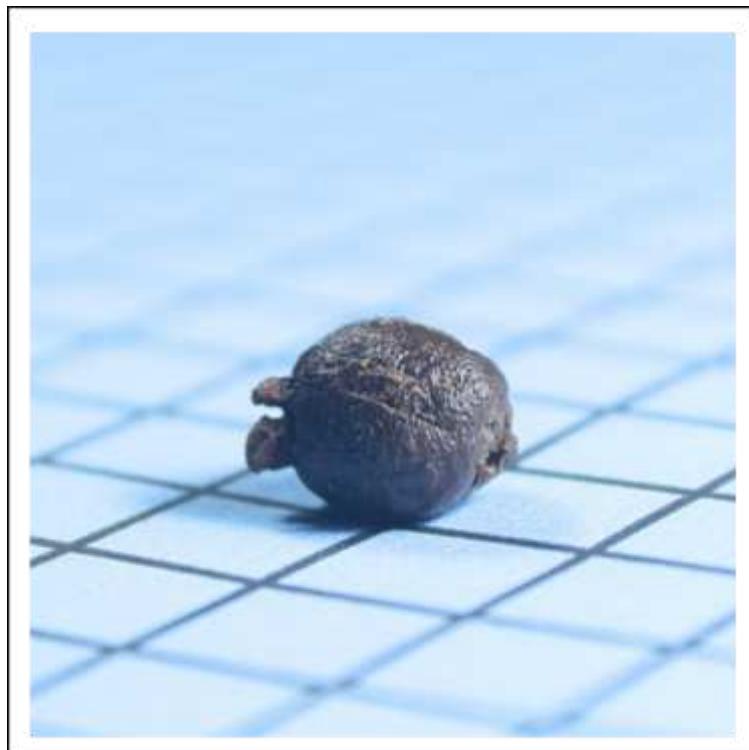
O morfotipo I foi atribuído a apenas um item classificado também como fruto. A ilustração esquemática do morfotipo está apresentada na Figura 29.

O fruto ovoide exibe seu pericarpo intacto (Figura 30), com epicarpo coriáceo opaco de cor marrom escuro e textura puncteada rugosa. Também apresenta restos de exúvio sendo estes com cor semelhante aquela observada no epicarpo do fruto (Figura 31).

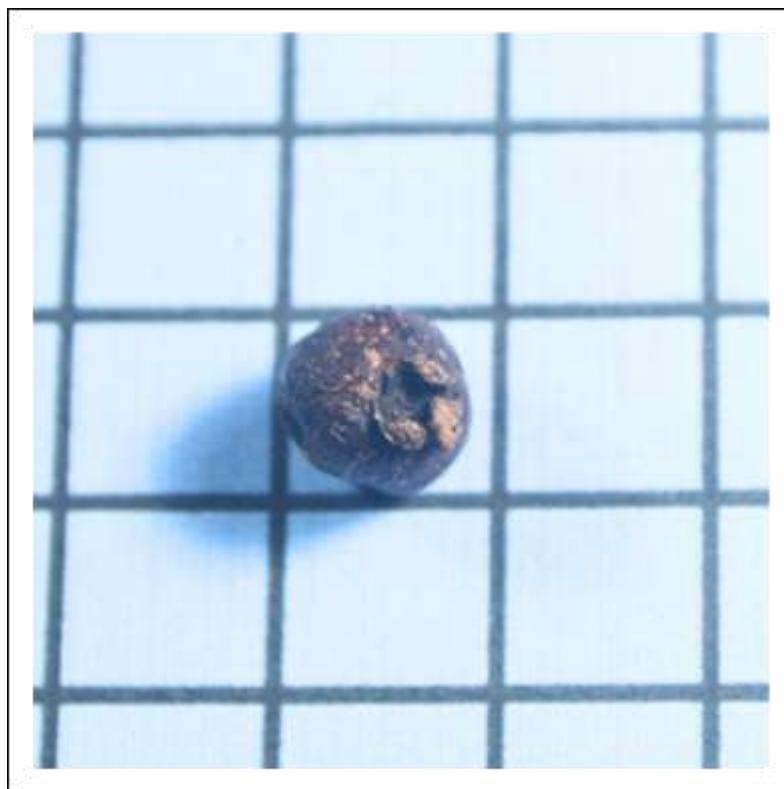
**Figura 29** - Ilustração esquemática do morfotipo I.



(Ex.) refere-se ao exúvio. (Epi.) refere-se ao epicarpo. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 30** - Item do morfotipo I. Fonte: Elaborado pela autora.

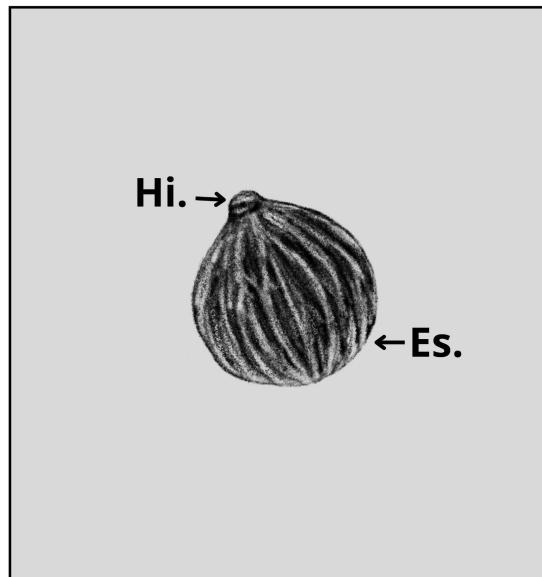


**Figura 31** - Visão basal do item do morfotipo I. Fonte: Elaborado pela autora.

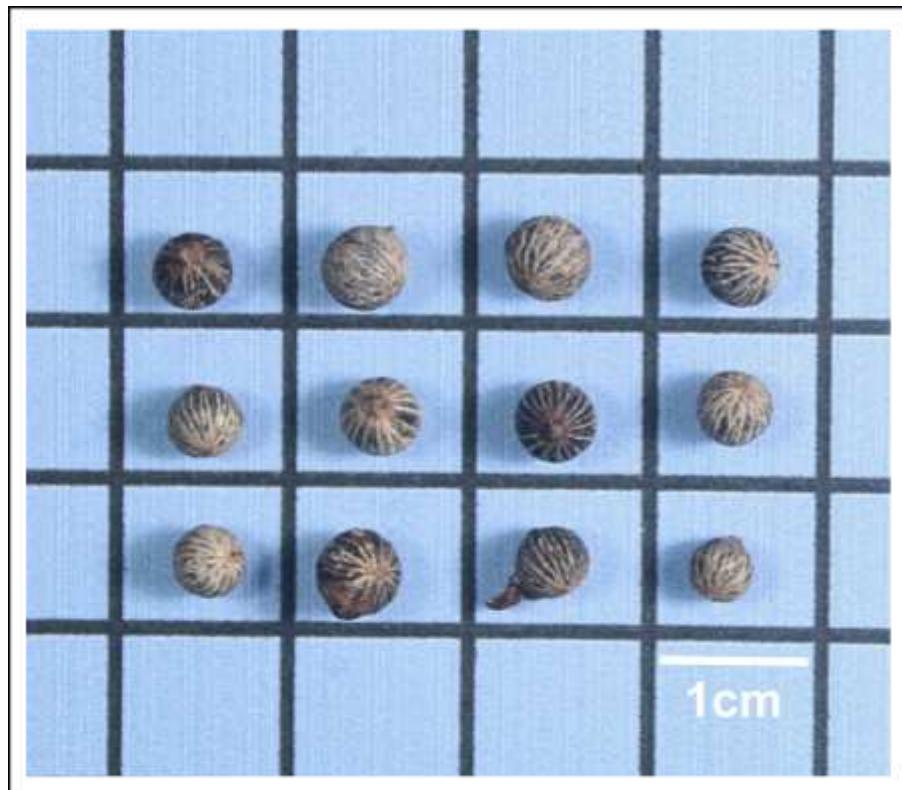
Já para o morfotipo J, 12 itens foram encontrados. A ilustração esquemática do morfotipo está apresentada na Figura 32.

O morfotipo J foi atribuído a sementes identificadas como *Myrsine umbellata* Mart. pertencente da família Primulaceae e conhecida popularmente como mium-de-sangue ou capororoca (Lorenzi, 2009; Silvera *et al.*, 2020). As sementes são esféricas e pequenas com o hilo apresentando-se em uma projeção pontiaguda na porção basal (Figura 33). A testa possui estrias longitudinais mais claras em primeiro plano contrastando com um tegumento escuro ao fundo (Figura 34).

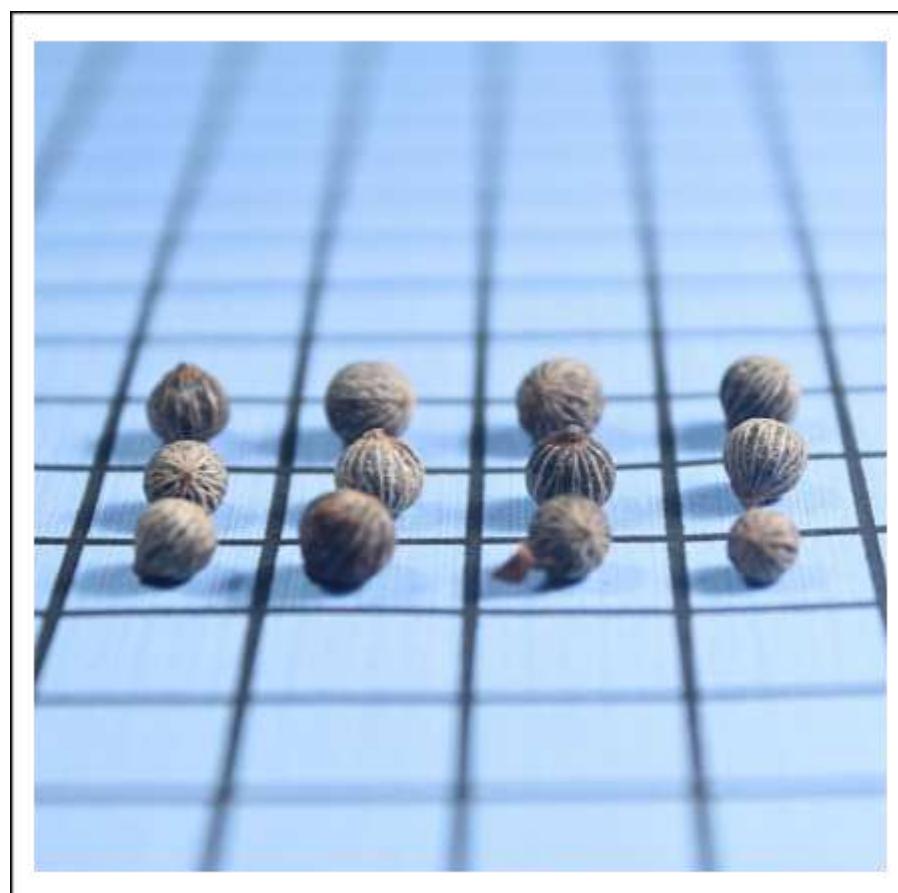
**Figura 32** - Ilustração esquemática do morfotipo J.



(Hi.) refere-se ao hilo. (Es.) refere-se às estrias. Fonte: Elaborado por Alana Andrade.



**Figura 33** - Morfotipo J e seus itens. Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 34** - Visão lateral dos itens do morfotipo J. Fonte: Elaborado pela autora.

Todos os itens encontrados, para cada morfotipo, tiveram suas medidas de comprimento e largura aferidas, bem como, os valores de desvio padrão para essas medidas foram calculados. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Medidas aferidas para os itens encontrados.

Morfotipo	Nº de itens	Média Comp. (mm)	Média Larg. (mm)	DP Comp. (mm)	DP Larg. (mm)
<b>A</b>	11	10,05	9,19	0,37	0,31
<b>B</b>	32	4,33	5,34	0,31	0,39
<b>C</b>	2	7,46	9,81	4,16	4,09
<b>D</b>	1	11,7	5,4	-	-
<b>E</b>	1	2,96	4,54	-	-
<b>F</b>	1	5,6	3,4	-	-
<b>G</b>	1	8,14	10,6	-	-
<b>H</b>	1	10,0	8,8	-	-
<b>I</b>	1	8,56	7,8	-	-
<b>J</b>	12	4,16	4,08	0,48	0,37

(DP) refere-se a desvio padrão. Fonte: Elaborado pela autora.

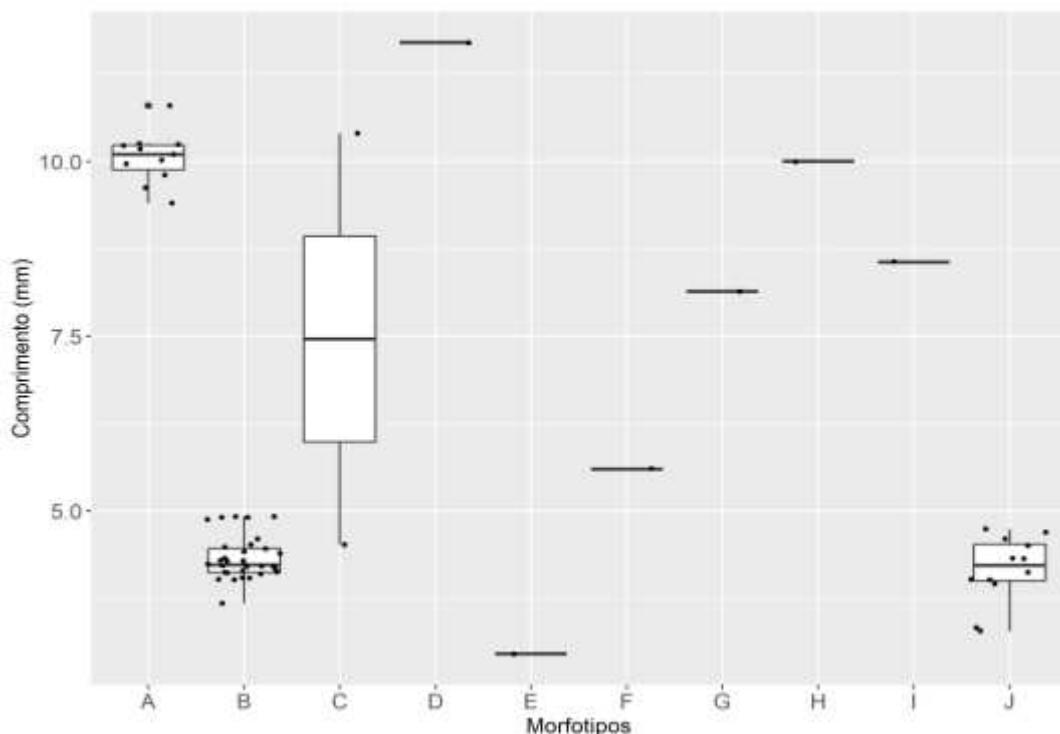
Os 11 itens atribuídos ao morfotipo A apresentaram uma média de comprimento de 10,05 mm, média de largura de 9,19 mm e o desvio padrão (DP) para o comprimento foi de 0,37 mm, enquanto que para a largura foi de 0,31 mm. Com 32 itens encontrados, o morfotipo B apresentou uma média de comprimento de 4,33 mm, média de largura de 5,34 mm, o DP para o comprimento foi de 0,31 mm, enquanto que para a largura dos itens foi de 0,39 mm.

Para o morfotipo C foram encontrados 2 itens que apresentaram média do comprimento de 7,46 mm, média de largura de 9,81 mm, o DP do comprimento foi de 4,1 mm, enquanto que para a largura foi de 4,09 mm. Já para o morfotipo J, 12 itens foram encontrados, a média do comprimento dos itens foi de 4,16 mm, para a largura foi de 4,08 mm, enquanto que o DP do comprimento foi de 0,48 mm e da largura foi de 0,37 mm. Para os morfotipos com apenas um item não foi possível calcular o DP, sendo

as medidas de comprimento e largura referentes a apenas o item que foi atribuído a dado morfotípico.

As medidas de comprimento aferidas para o morfotípico A apresentaram uma variação de 0,44 mm entre os itens, tal variação é indicada pela amplitude da caixa na Figura 35. Além disso, não há ocorrência de valores discrepantes “*outliers*” para esse morfotípico, sendo o menor valor 9,4 mm, e maior 10,8 mm. Para o morfotípico B a variação encontrada foi de 0,35 mm para as medidas de comprimento, também não havendo ocorrência de “*outliers*”, sendo o menor valor aferido 3,68 mm, e o maior 4,92 mm. Já para o morfotípico C, sendo atribuído a apenas dois itens, a variação de comprimento foi maior, 5,88 mm, com o menor valor sendo de 4,52 mm, e o maior 10,4 mm. Por último, o morfotípico J apresentou uma variação de comprimento igual a 0,64 mm, também não apresentando “*outliers*”, e apresentando menor valor 3,28 mm, e maior valor 4,74 mm. As linhas que dividem as caixas indicam a mediana dos valores aferidos para cada morfotípico e para aqueles morfotípicos que apresentam apenas um item (D, E, F, G, H e I) não foi possível calcular os valores de variação, porém suas medidas estão representadas pelas linhas contínuas na Figura 35.

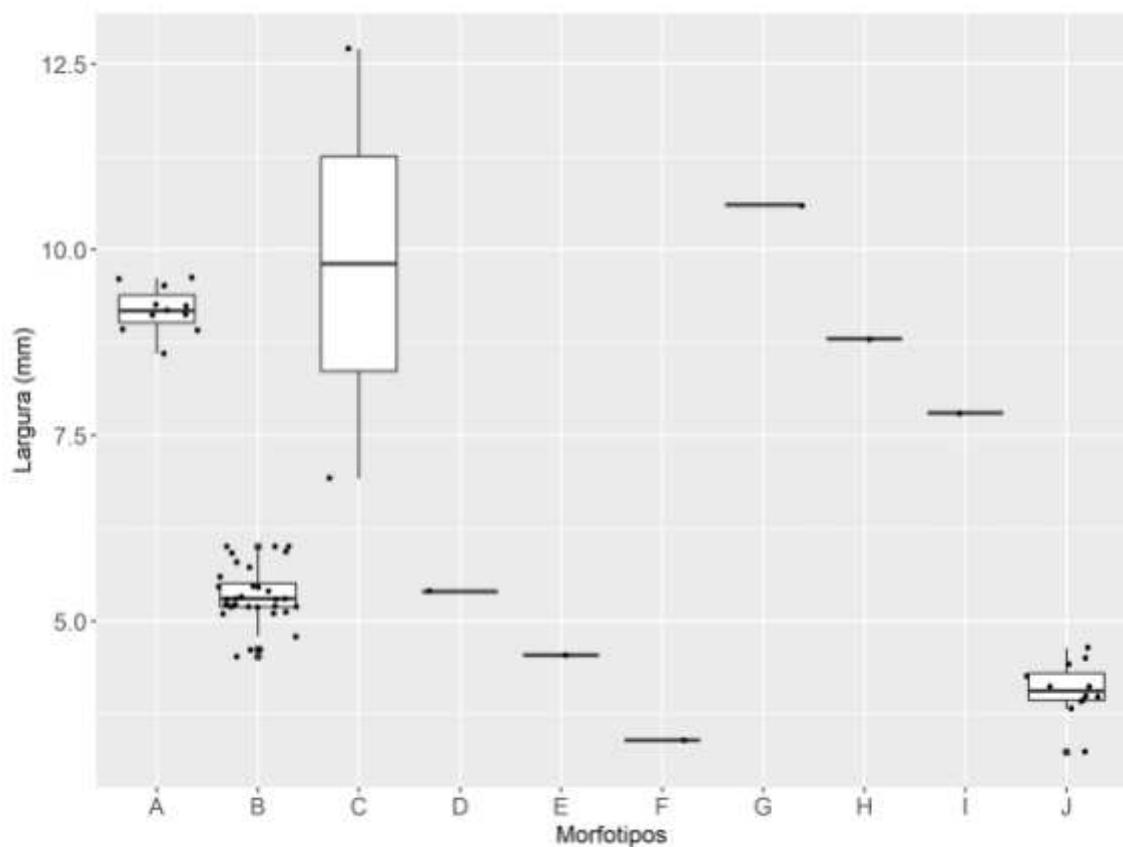
**Figura 35** - Distribuição e variação das medidas de comprimento para cada morfotípico.



Fonte: Elaborado pela autora.

Já as medidas de largura aferidas para o morfotipo A apresentaram uma variação de 0,60 mm entre os itens, não ocorrendo “*outliers*”, sendo o menor valor 8,6 mm, e o maior 9,62 mm. O morfotipo B apresentou variação de 0,35 mm entre as medidas de largura, com a presença de três medidas “*outliers*” (4,52 mm, 4,62 mm e 4,62 mm), o menor valor foi de 4,52 mm, e o maior foi de 6,0 mm. O morfotipo C apresentou também para as medidas de largura uma variação maior em comparação com os demais morfotipos, sendo de 5,78 mm, com a menor medida sendo 6,92 mm, e a maior sendo 12,7 mm. Por último, para o morfotipo J a variação obtida foi de 0,50 mm, sem a presença de “*outliers*”, sendo o menor valor 3,24 mm, e o maior 4,64 mm. Assim como para as medidas de comprimento, os morfotipos com apenas um item não puderam ter suas variações calculadas, mas suas medidas estão representadas pelas linhas contínuas (Figura 36).

**Figura 36** - Distribuição e variação das medidas de largura para cada morfotipo.



Fonte: Elaborado pela autora.

***Frequência, proporção e abundância dos morfotipos e seus itens***

Dos 10 exemplares analisados apenas 6 possuíam conteúdo em suas moelas. A Tabela 14 apresenta os exemplares em que foram encontrados conteúdo em suas moelas, bem como, quais morfotipos foram encontrados em cada exemplar.

**Tabela 5** - Frequência de ocorrência dos morfotipos.

<b>Exemplar</b>	<b>Morfotipo</b>	<b>Ocorrência</b>	<b><i>fi</i></b>	<b><i>fr (%)</i></b>
MHNCE-0032	A	I	1	16,67
MHNCE-0085	B	I	1	16,67
MHNCE-0086	C	I	1	16,67
	D	I	1	16,67
MHNCE-0345	E	I	1	16,67
	F	I	1	16,67
	G	I	1	16,67
MHNCE-0466	H	I	1	16,67
	I	I	1	16,67
MHNCE-0348	J	I	1	16,67
<b>Total</b>		10	10	-

Fonte: Elaborada pela autora.

Como apresentado na Tabela 14, todos os 10 morfotipos encontrados ocorreram apenas uma única vez no universo amostral de 6 exemplares, assim, todos possuem (*fi*) igual a 1 e (*fr(%)*) igual a 16,67%. Na mesma tabela é possível observar que dois exemplares apresentaram mais de um morfotipo em suas moelas.

Na Tabela 15 a abundância absoluta (*n*) e relativa (*p (%)*) de itens por morfotipos é apresentada e na Figura 37 é possível visualizar com mais clareza a abundância relativa entre os morfotipos.

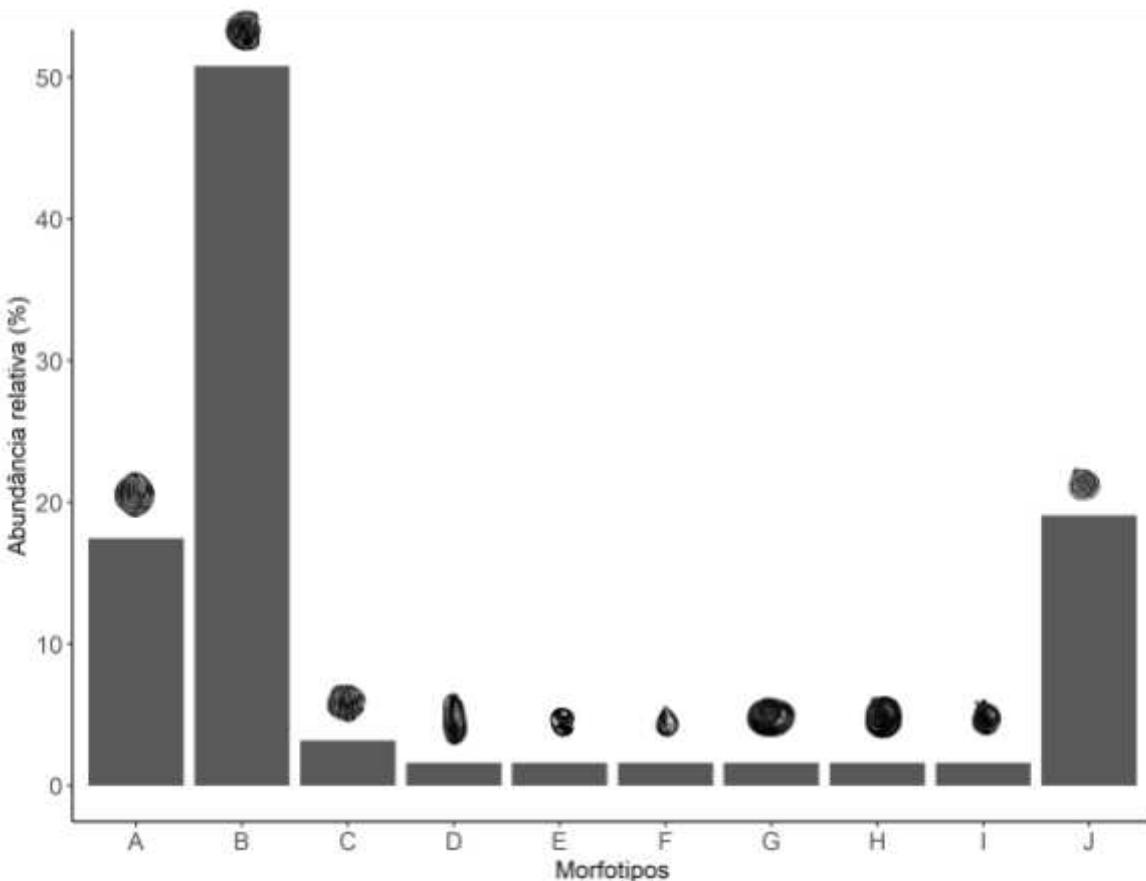
**Tabela 6** - Abundância absoluta e relativa de itens alimentares por morfotipos.

Morfotipo	<i>n</i>	<i>p (%)</i>
A	11	17,46
B	32	50,79
C	2	3,17
D	1	1,59
E	1	1,59
F	1	1,59
G	1	1,59
H	1	1,59
I	1	1,59
J	12	19,05
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

O morfotipo que apresentou mais itens consumidos foi o morfotipo B, com 32 itens, identificado como *Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire *et al.* representando 50,79% dos itens encontrados. Em seguida, o morfotipo J, com 12 itens, identificado como *Myrsine umbellata* Mart. representando 19,05% dos itens. Com 11 itens consumidos, o morfotipo A representou 17,46% dos itens encontrados. Entre os morfotipos com menor frequência relativa estão o morfotipo C identificado como pertencente ao gênero *Byrsonima* sp. Rich. ex Kunth, com 2 itens, representando 3,17% dos itens e os morfotipos D, E, F, G, H e I que apresentaram todos a mesma frequência relativa de 1,59%, devido a ocorrência de apenas um item.

**Figura 37** - Abundância relativa de itens para cada morfotipo.



Fonte: Elaborado pela autora.

#### *Identificação de itens alimentares através de registros fotográficos*

O total de 387 registros fotográficos de *S. gouldii* para o Ceará foram encontrados nas plataformas WikiAves (2025) e eBird (2025). Sendo 18 registros considerados de alimentação, 14 depositados no WikiAves, e 4 no eBird. Destes registros apenas 5 itens alimentares puderam ser identificados (Tabela 16). Dentre eles, um foi de origem animal e quatro foram identificados como frutos das seguintes espécies; *Copaifera langsdorffii* Desf., *Euterpe oleracea* Mart., *Ficus benjamina* L. e *Musa* sp. L., sendo as duas últimas espécies exóticas.

**Tabela 7** - Itens alimentares identificados a partir de registros fotográficos.

Item	Local	Espécie	Família	Nome pop.	Código
Fruto	Guaramiranga	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Fabaceae	Pau-d'óleo	WA6598447
Fruto	Guaramiranga	<i>Ficus benjamina</i> L.*	Moraceae	Figueira	ML525950231
Fruto	Mulungu	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Arecaceae	Açaí	WA925961
Ovo de ave	Guaramiranga	-	-	-	WA548350
Fruto	Guaramiranga	<i>Musa</i> sp. L.*	Musaceae	Banana	WA379985

O símbolo (\*) indica espécies exóticas. Os códigos iniciados por (W) indicam registros depositados na plataforma WikiAves. Os códigos indicados por (M) indicam registros depositados no eBird. Fonte: Elaborado pela autora.

#### *Informações sobre dieta encontradas em revisão bibliográfica*

Apenas 2 trabalhos que tratam sobre a dieta de *S. gouldii* no Ceará foram encontrados. Os recursos alimentares consumidos que foram documentados estão listados na Tabela 17, sendo 20 recursos ao todo. Barboza (2019) apresenta 12 espécies de plantas que tiveram seus frutos consumidos, sendo duas exóticas, 1 filhote de ave (ninhego) e 1 ovo de ave. Enquanto que Otoch (1985) apresenta 4 itens de origem animal consumidos e 2 espécies de plantas.

**Tabela 8** - Levantamento bibliográfico de itens consumidos por *S. goulii*.

Item	Local	Espécie	Família	Nome pop.	Referência
Larva de inseto	Ceará	-	-	-	Otoch, 1985
Ninhego	Ceará	-	-	-	Otoch, 1985
Filhote de roedor	Ceará	-	-	-	Otoch, 1985
Filhote de lagarto	Ceará	-	-	-	Otoch, 1985
Fruto	Ceará	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Pitanga	Otoch, 1985
Fruto	Ceará	<i>Lantana camara</i> L.	Verbenaceae	Camará	Otoch, 1985
Fruto	Ceará	<i>Xylopia sericea</i> A.St.-Hil	Annonaceae	Imbiriba	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Euterpe oleracea</i> Engel	Arecaceae	Açaí	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Geonoma pohliana</i> Mart.	Arecaceae	Palmeirinha	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Buchenavia tetraphylla</i> (Aubl.) R.A.Howard	Combretaceae	Amarelão	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	Malpighiaceae	Murici	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	Malvaceae	Jangada	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Ficus benjamina</i> L.*	Moraceae	Figueira	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	Myrtaceae	Folha-miúda	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels*	Myrtaceae	Jambolão	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	João-mole	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Palicourea marcgravii</i> A.St.-Hil.	Rubiaceae	Erva-de-rato	Barboza, 2019
Fruto	Ceará	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	Embaúba	Barboza, 2019
Ninhego	Ceará	<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	Tyrannidae	Piolhinho	Barboza, 2019
Ovo de ave	Ceará	-	-		Barboza, 2019

O símbolo (\*) indica espécies exóticas. Fonte: Elaborado pela autora.

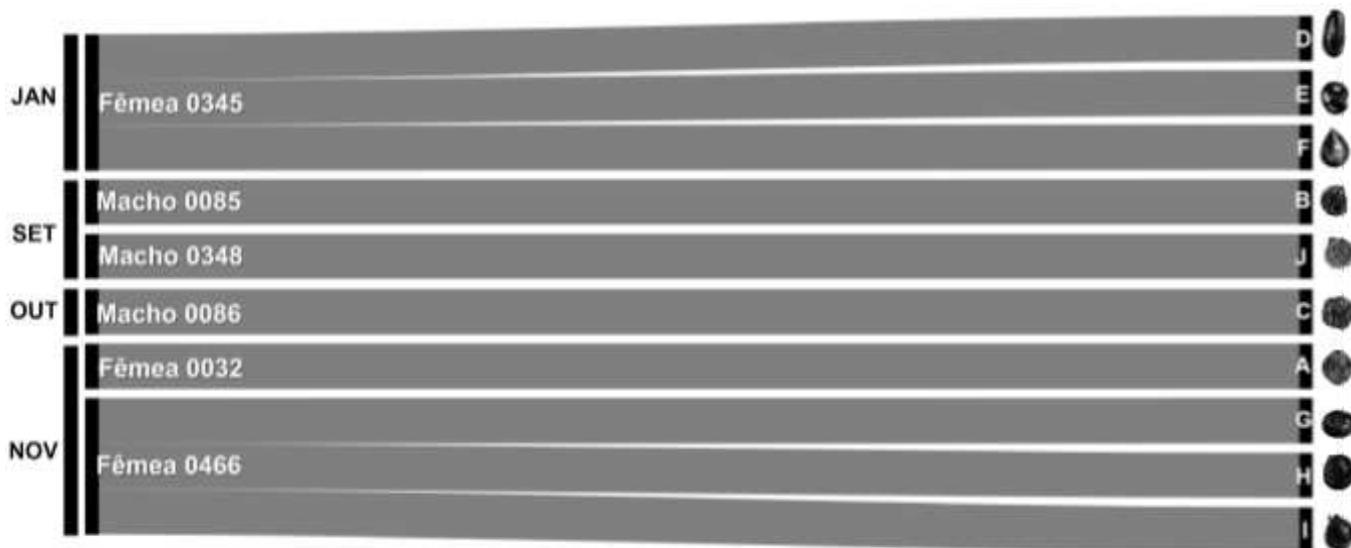
### **Sexo e sazonalidade**

Dos seis exemplares analisados que possuíam conteúdo estomacal, três deles eram machos e três eram fêmeas. Os meses na Figura 38 indicam o período em que a ave veio a óbito, portanto, cinco dos seis exemplares analisados morreram no segundo semestre, nos meses de setembro, outubro e novembro, mesmo que não sejam no mesmo ano, esse período é caracterizado como o mais quente no Ceará (Funceme, 2020).

Os itens identificados como *S. morototoni* (morfotipo B) e *M. umbellata* (morfotipo J) foram encontrados nos conteúdos estomacais de exemplares machos que vieram a óbito no mês de setembro. Já os itens identificados como pertencentes ao gênero *Byrsonima* sp. (morfotipo C) foram encontrados no conteúdo estomacal de um exemplar macho que veio a óbito em outubro.

Apenas um exemplar veio a óbito em um mês que não está incluído no período seco, o mês de janeiro, caracterizado como sendo do período pré-estação chuvosa (Funceme, 2019). No conteúdo estomacal, desse exemplar do sexo feminino, foram encontrados os morfotipos D, E e F.

**Figura 38** - Diagrama de Sankey para os resultados da análise de conteúdo estomacal.



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao sexo, as fêmeas apresentaram maior quantidade de morfotipos consumidos em relação aos machos, ou seja, dentro do universo amostral analisado, as

fêmeas demonstraram se alimentar de uma maior diversidade de plantas. Sendo 6 morfotipos consumidos pelas três fêmeas analisadas e apenas 3 morfotipos consumidos pelos três machos. Porém, em relação a quantidade de itens consumidos, a soma do número de itens consumidos pelos machos foi de 46, enquanto que para as fêmeas foi de 17 itens.

**Figura 39** - Diagrama de Sankey para os resultados da análise de registros fotográficos.



Fonte: Elaborado pela autora.

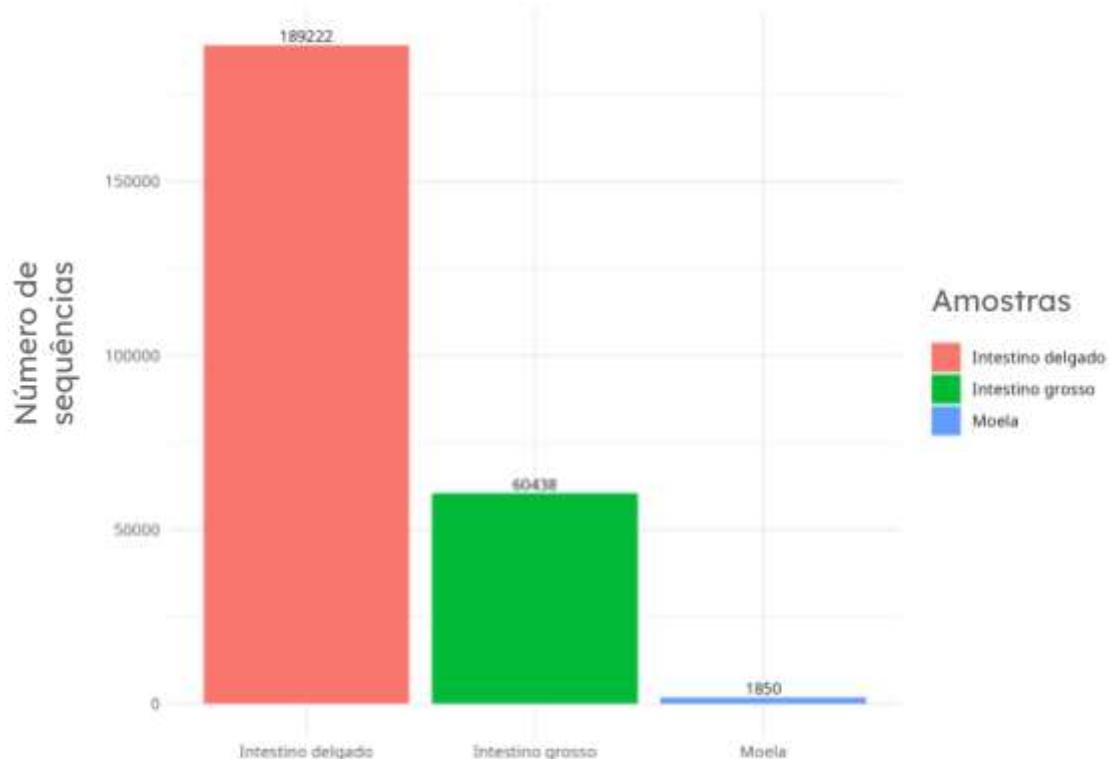
Dos 5 registros fotográficos em que o item pôde ser identificado, 4 foram de machos, e apenas 1 foi de uma fêmea (Figura 39).

Na estação pré-chuvosa, em janeiro, o fruto da espécie *F. benjamina* foi consumido por um macho, e no mesmo mês, um ovo de ave foi consumido também por um indivíduo macho. No período chuvoso, em março, o consumo de *E. oleracea* por uma fêmea foi registrado. Já no período seco, no mês de junho, o consumo de *Musa* sp. por um macho, foi registrado. E em dezembro, o consumo de *C. langdorffii* também por um indivíduo do sexo masculino foi observado.

## Microbioma intestinal

O sequenciamento das três amostras resultou em um total de 902.603 sequências brutas que foram submetidas a filtros de qualidade resultando em 251.510 sequências totais. A amostra de intestino delgado “ID” apresentou um maior número de sequências após a filtragem, em seguida a amostra de intestino grosso “IG”, enquanto que a amostra de moela “MOELA” apresentou o menor número de sequências após a filtragem (Figura 40). Com 245.444 sequências de Bacteria e 6.066 de Archaea foi possível identificar 16 filos, 22 classes e 85 gêneros diferentes.

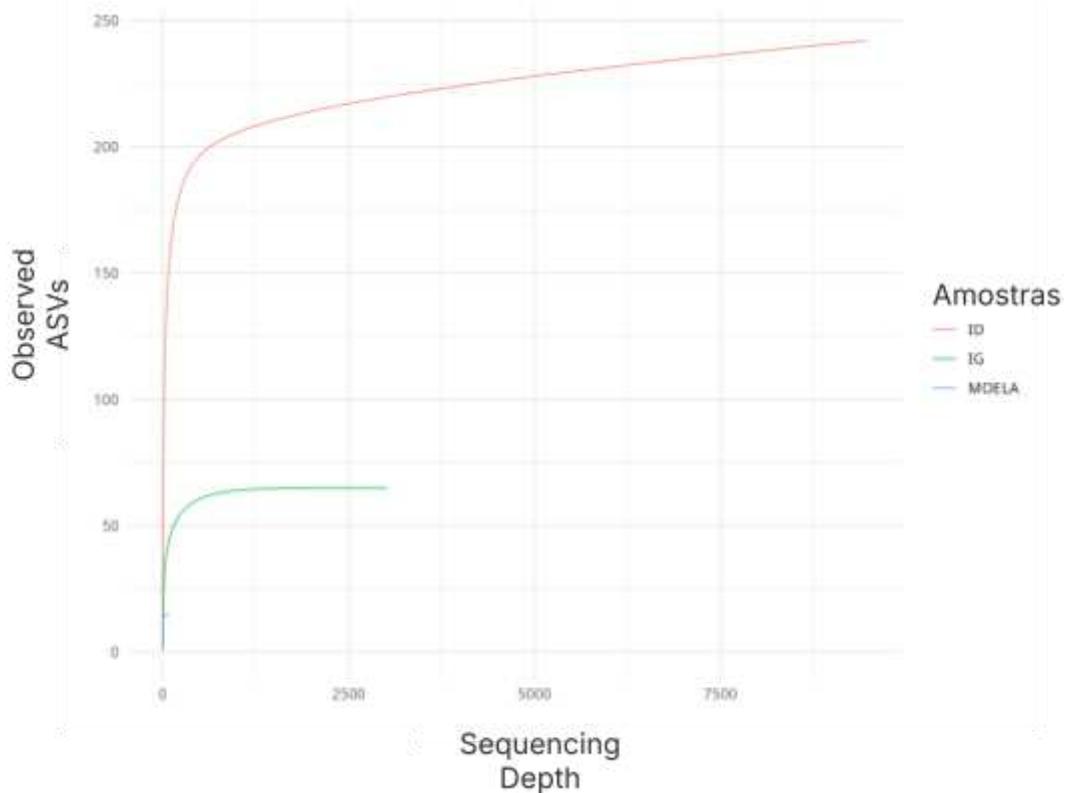
**Figura 40** - Gráfico em barras do número de sequências microbianas geradas.



Fonte: Elaborado por Lucas Ciompi.

A riqueza em relação ao número de ASVs detectadas (Variantes de Sequência de Amplicon) é expressa por uma curva de rarefação (Figura 41). Para a amostra “ID” é possível observar que a curva não atinge um platô indicando que mais leituras são necessárias para capturar a diversidade completa da comunidade de microrganismos presente na amostra.

**Figura 41** - Curvas de rarefação referente às amostras utilizadas na análise de microbioma.



Fonte: Elaborado por Lucas Ciompi.

Para “IG” foi possível observar que a curva de rarefação atinge a assíntota indicando que o sequenciamento capturou a maioria das Variantes de Sequência de Amplicon (ASVs) presentes na amostra, ou seja, o sequenciamento detectou boa parte das variantes na amostra, assim, capturando bem a diversidade da comunidade ali existente, portanto, mesmo com a realização de mais leituras novas variantes dificilmente seriam detectadas.

A curva de “ID” não atingiu a assíntota, entretanto o valor se encontra bastante próximo, não comprometendo dessa forma a realização das análises. O mesmo aconteceu para “MOELA”, mesmo apresentando uma quantidade muito menor de ASVs quando comparado às demais amostras, também apresentou valores próximos da assíntota.

### ***Diversidade alfa***

Os índices de diversidade alfa gerados estão apresentados na Tabela 18. A amostra “MOELA” apresenta uma diversidade moderada de acordo com o seu valor para o índice de Shannon. Os índices Inverso de Simpson e Evenness se complementam e indicam que a amostra possui uma comunidade microbiana rica e equilibrada, sem a ocorrência de um táxon dominante. A riqueza observada (Observed Richness) indica quantos táxons foram detectados na amostra, sendo 15,00 para “MOELA”. E com o valor estimado pelo Chao1 sendo igual ao valor da riqueza observada, isso indica que “MOELA” teve sua diversidade microbiana bem amostrada, portanto, concordando com a curva de rarefação para essa amostra que apresentou valores próximos da assíntota (Figura 41).

Para a amostra “ID” o valor do índice de Shannon indicou alta diversidade para a comunidade microbiana dessa amostra. Os índices Inverso de Simpson e Evennes indicam uma comunidade bastante rica com distribuição equilibrada entre os táxons detectados. Em relação à riqueza observada e Chao1, o valor estimado foi maior do que o valor observado, indicando que ainda há táxons que não foram amostrados na análise realizada.

E para a amostra “IG” o valor do índice de Shannon indicou uma baixa diversidade para a comunidade microbiana presente nessa amostra em comparação com as outras duas amostras. O valor do índice Inverso de Simpson é baixo, assim como, o valor do índice Evenness mais próximo de 0, demonstrando que a comunidade microbiana além de ter pouca diversidade é dominada por um ou poucos táxons. E por último, os valores de riqueza observada e Chao1 são iguais, portanto, “IG” teve sua diversidade microbiana bem amostrada, assim como, foi observado na curva de rarefação para “IG” onde essa atingiu a estabilidade (Figura X).

**Tabela 9** - Índices de diversidade alfa referente às amostras utilizadas na análise de microbioma.

Amostras	Shannon	Inverso Simpson	Evenness	Observed Richness	Chao 1 Estimator
Moela (MOELA)	2,27	7,36	0,837	15,000	15,000
Intestino delgado (ID)	4,53	65,34	0,825	242,00	282,625
Intestino grosso (IG)	1,36	1,74	0,326	65,000	65,000

Fonte: Elaborado por Lucas Ciompi.

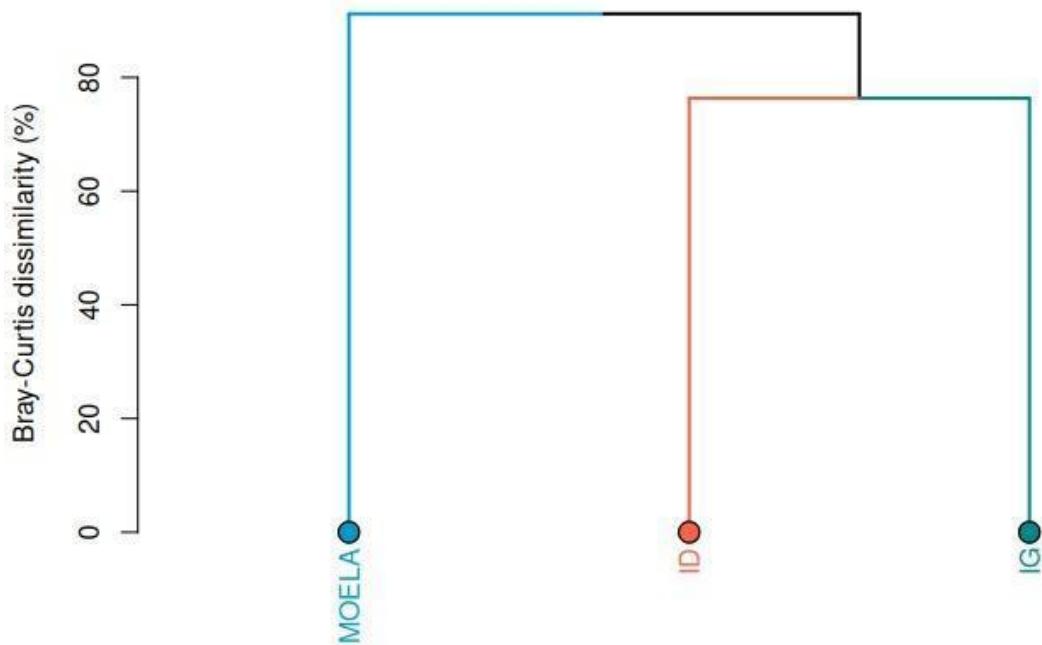
Em resumo, os índices de diversidade alfa apontaram a amostra “ID” como a detentora de maior diversidade e distribuição equilibrada entre os táxons em sua comunidade microbiana, de acordo com os altos índices de Shannon e Inverso de Simpson. A amostra “MOELA” apresentou uma diversidade intermediária de acordo com os valores moderados gerados para os índices de Shannon e Inverso de Simpson. E a amostra “IG” foi a que apresentou menor diversidade e distribuição não equilibrada, ou seja, ocorrendo a dominância de um ou alguns táxons na comunidade microbiana. Em relação ao esforço amostral, para “MOELA” e “IG” a amostragem realizada foi suficiente para detectar a diversidade dessas amostras, mas para “ID” mais leituras são necessárias para capturar sua diversidade.

### ***Diversidade beta***

A diversidade beta foi analisada a partir da construção de uma UPGMA (Método de Agrupamento Hierárquico Não Ponderado por Média Aritmética) utilizando o índice de Bray-Curtis. O dendrograma gerado (Figura 42) apresenta um alto grau de dissimilaridade para a amostra “MOELA” em relação às duas outras amostras, sendo a comunidade microbiana em “MOELA” diferente em composição em relação a “ID” e “IG”. As amostras “ID” e “IG” formam um agrupamento com ramos de menor altura no dendrograma indicando um menor grau de dissimilaridade entre essas amostras de, assim, “ID” e “IG” apresentam comunidades microbianas mais semelhantes entre si do que entre a comunidade presente na amostra “MOELA”.

Mesmo com “ID” e “IG” apresentando menor grau de dissimilaridade entre si, as três amostras possuem elevado grau de dissimilaridade, dessa forma, cada amostra apresenta uma comunidade única de microrganismos.

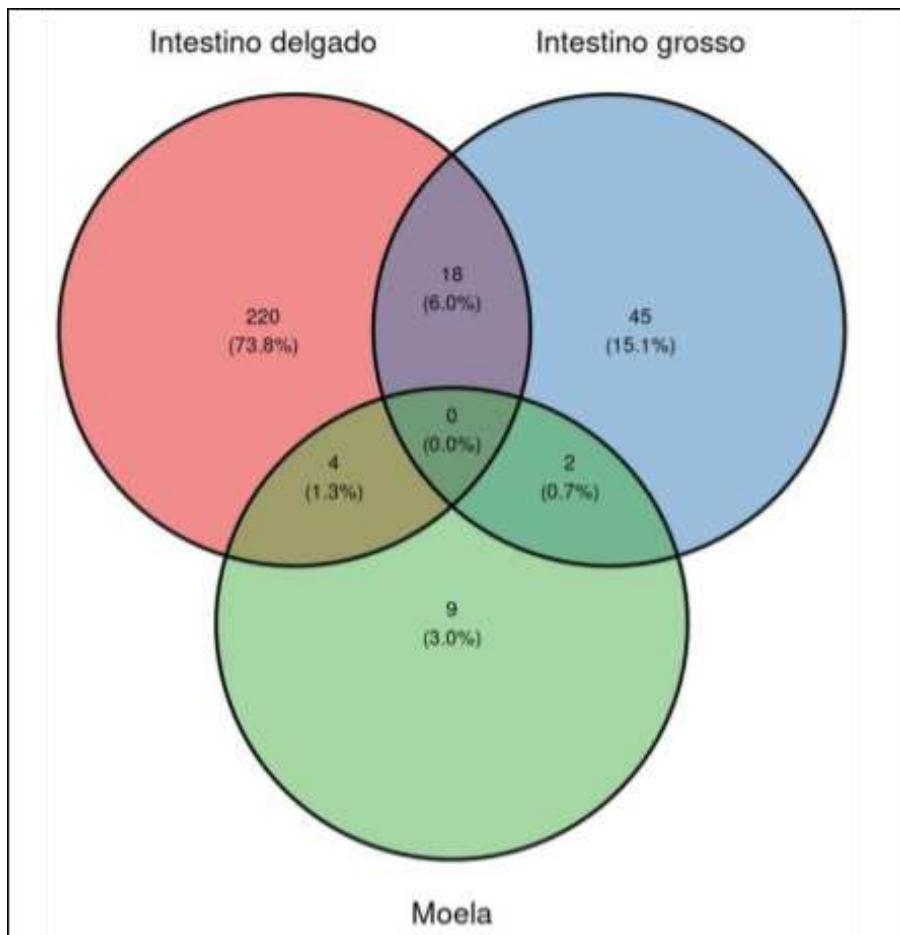
**Figura 42** - Dendrograma da análise de agrupamento UPGMA (Hellinger - Bray-Curtis) utilizando as Variantes de Sequências de Amplicon (ASVs) a nível de gênero bacteriano acima de 1 % de abundância relativa.



Fonte: Elaborado por Lucas Ciompi.

Com base no diagrama de Venn (Figura 43) a amostra “ID” possui o maior número de ASVs únicas, ou seja, não compartilhadas com as outras amostras. A amostra “IG”, vem em seguida, com 45 ASVs únicas. E “MOELA” possui apenas 9 ASVs únicas. As amostras “ID” e “IG” compartilham entre si 18 ASVs. Já as amostras “IG” e “MOELA” compartilham apenas 2 ASVs. E as amostras “MOELA” e “ID” compartilham 4 ASVs entre si. Nenhuma sequência ocorre nas três amostras.

**Figura 43** - Diagrama de Venn de ASVs (Sequências Variáveis de Amplicon) referente às amostras utilizadas na análise de microbioma.

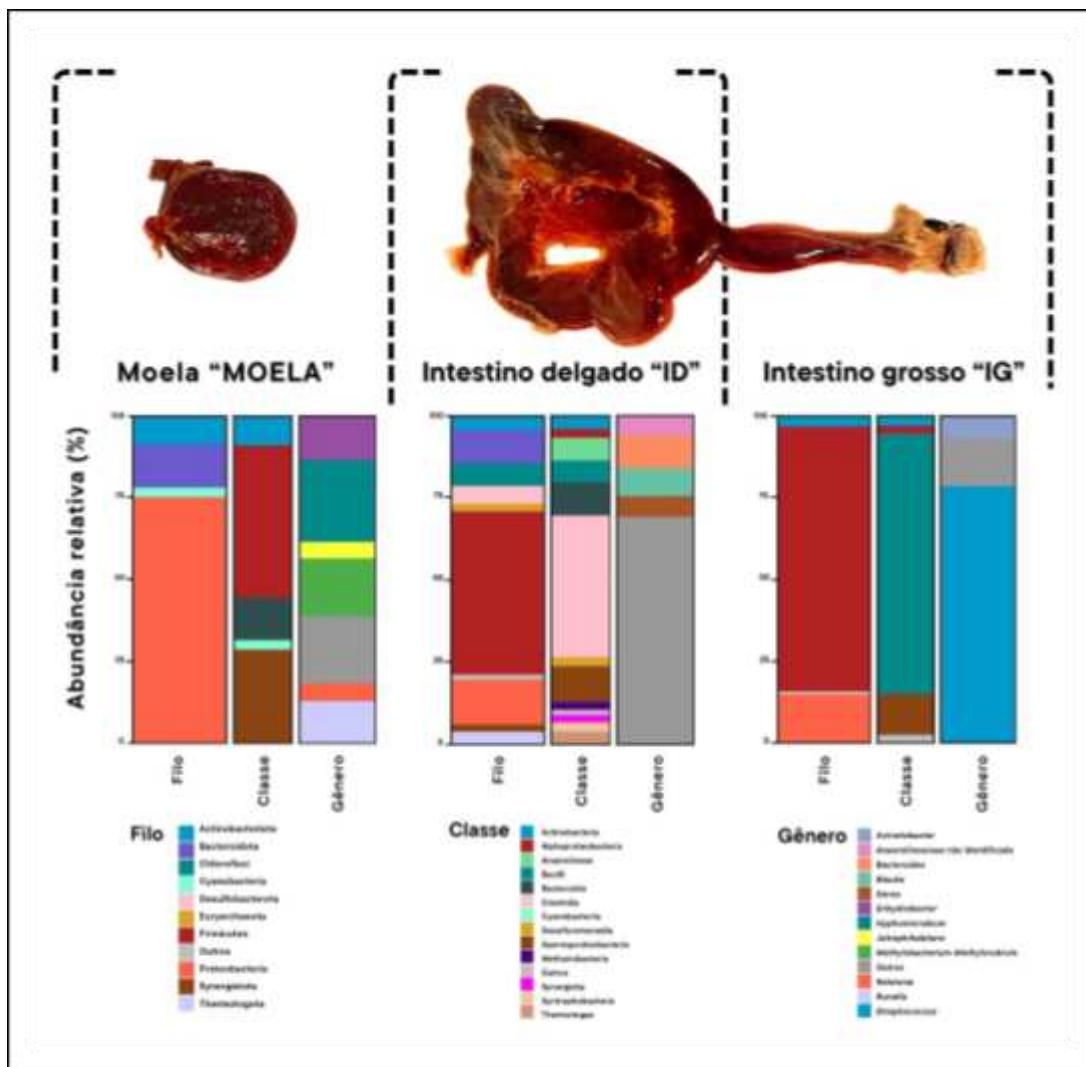


Fonte: Elaborado por Lucas Ciompi.

### **Composição da microbiota**

Para a amostra “MOELA” o filo Proteobacteria foi dominante com 75,35%, em seguida o filo Bacteroidota com 13,03%, Actinobacteriota com 8,7% e Cyanobacteria com 2,92%. A classe dominante foi Alphaproteobacteria com 46,76%, em seguida Gammaproteobacteria com 28,59%, Bacteroidia com 13,03%, Actinobacteria com 8,7% e Cyanobacteriia com 2,92%. E os gêneros mais abundantes foram *Hyphomicrobium* com 25,08%, *Methylobacterium-Methylorubrum* com 17,68%, *Enhydrobacter* com 13,3%, *Runella* com 12,92% e *Ralstonia* com 5,41%. Os gêneros que apresentaram abundância relativa menor que 5% foram agrupados em “Outros”, sendo 20,54% dos resultados para a amostra “MOELA” (Figura 44).

**Figura 44** - Abundância relativa de filos, classes e gêneros referente às amostras utilizadas na análise de microbioma.



Fonte: Elaborado pela autora e Lucas Ciompi.

O filo dominante para a amostra “ID” foi Firmicutes com 49,52%. Em seguida o filo Proteobacteria com 13,53%, e em seguida, Bacteroidota com 10,07%. Os filos Chloroflexi e Desulfobacterota também foram detectados, com respectivamente, 6,88% e 5,46%. Os filos Actinobacteriota, Thermotogota, Euryarchaeota e Synergistota apresentaram abundância menor que 5%. As classes mais abundantes foram Clostridia com 42,95%, Gammaproteobacteria com 10,88%, Bacteroidia com 10,07%, Anaerolineae com 6,88% e Bacilli com 6,57%. As classes Actinobacteria, Thermotogae, Syntrophobacteria, Desulfuromonadia, Alphaproteobacteria,

Methanobacteria e Synergistia apresentaram abundância menor que 5%. Em relação aos gêneros, 69,18% foram agrupados em “Outros” por possuírem abundância menor que 5%. O gênero dominante foi *Bacteroides* com 9,95%, em seguida, *Blautia* com 8,36%, *Dorea* com 6,26% e *Anaerolineaceae* não identificado 6,25%.

E para a amostra “IG” os filos dominantes foram Firmicutes com 80,79% e Proteobacteria com 14,92%, Actinobacteriota foi o menos abundante, com apenas 3,3%. Bacilli e Gammaproteobacteria foram as classes mais abundantes, com respectivamente 79,29% e 12,52%, as classes Actinobacteria e Alphaproteobacteria apresentaram menos que 5% de abundância. E a nível de gênero *Streptococcus* dominou com 78,57%, e em seguida, *Acinetobacter* com 6,77%. Os gêneros com abundância menor que 5% compuseram 14,66%, sendo reunidos em “Outros”.

Comparando as amostras em relação a composição é possível observar que os filos Proteobacteria e Actinobacteriota estão presentes nas três amostras, sendo os dois mais abundantes em “MOELA”. O filo Firmicutes esteve presente apenas em “ID” e “IG”, sendo mais abundante no último. A nível de filo a amostra “ID” apresentou ser mais diversa.

Em relação às classes, Gammaproteobacteria, Alphaproteobacteria e Actinobacteria estiveram presentes nas três amostras. A classe Bacteroidia está presente apenas em “MOELA” e “ID”, enquanto que a classe Bacilli foi detectada apenas em “ID” e “IG”. A amostra “ID”, a nível de classe, também apresentou ser mais diversa em comparação com as outras amostras. E a nível de gênero, as amostras não apresentaram gêneros em comum com abundância maior que 5%.

## 6. DISCUSSÃO

### Dieta

#### *Conteúdo estomacal*

A identificação da espécie *M. umbellata* Mart., a partir da análise do conteúdo estomacal, trata-se do primeiro registro do consumo dessa espécie por *S. gouldii* no Ceará. Os frutos de *M. umbellata* são do tipo drupas esféricas com apenas uma semente, polpa suculenta, de cor negra quando maduros, sendo muito procurados por aves que os dispersam amplamente (Lorenzi, 2009).

A identificação de *Schefflera morototoni* também se trata do primeiro registro do consumo dessa espécie por *S. gouldii* no Ceará. Sendo que Parrini *et al.* (2013) relatam o consumo dos frutos dessa espécie por indivíduos de *S. gouldii* no Pará.

*S. morototoni* é sinônimo de *Didymopanax morototoni* (Aubl.) Decne & Planch, sendo uma árvore perenifólia com copa pequena e pouco ramificada podendo atingir até 25 m de altura na região Nordeste. Seus frutos são drupas carnosas comprimidas lateralmente com base arredondada que exibem coloração preta-azulada quando maduros possuindo de duas a três sementes, porém a quantidade de sementes por fruto é variável dependendo da região em que a espécie se encontra (Lorenzi, 2002; Carvalho, 2002).

Leite e Barreiros (2014) relatam o consumo *Byrsonima crispa* A. Juss para *S. gouldii* no Pará, enquanto Barboza (2019) relata o consumo de *Byrsonima sericea* DC. para *S. gouldii* no Ceará, porém as sementes encontradas do morfotipo C apenas foram identificadas apenas como pertencentes ao gênero *Byrsonima* sp. Rich. ex Kunth. Segundo Silvera *et al.* (2020) é possível encontrar três espécies do gênero *Byrsonima* no Maciço de Baturité, sendo elas *B. crispa* A.Juss., *B. sericea* DC. e *B. stipulacea* A.Juss., todas as três apresentam fruto do tipo drupa de formato esférico ou subgloboso com polpa carnosa e epicarpo brilhante podendo ser de cor amarela ou verde quando maduros (Cavalcante, 1974; Lorenzi, 2009).

As duas espécies identificadas e os representantes do gênero *Byrsonima* são espécies nativas que possuem frutos do tipo drupa. Os frutos drupáceos ou arilados, segundo Jordano (2000), são os mais apreciados pelos frugívoros legítimos, assim, o consumo desses frutos e a dispersão de suas sementes por *S. gouldii* impacta

positivamente a demografia dessas espécies vegetais, assim como, a sobrevivência de animais que também utilizam esses frutos como recurso alimentar. Além disso, o cultivo dessas espécies é recomendado para restauração e reflorestamento de áreas degradadas (Lorenzi, 2009).

As sementes encontradas nos conteúdos estomacais apresentaram-se intactas, como também, as sementes dos frutos presentes. Indicando que os indivíduos de *S. gouldii* no Ceará são dispersores especialistas de sementes, assim como outros representantes da família Ramphastidae. Assim, uma vez ocorrendo o desaparecimento desses dispersores mudanças irreparáveis na composição de florestas tropicais podem acontecer (Galetti; Laps; Pizo, 2000; Galetti *et al.*, 2013).

Todos os exemplares que passaram pela análise de conteúdo estomacal foram provenientes do MHNCE, e seus conteúdos permanecem depositados na coleção e disponíveis à consulta. Isso demonstra a importância da existência de museus de história natural que disponibilizem espécimes para estudos que possam preencher lacunas de conhecimento e gerar informações pertinentes à conservação de populações, como é o caso do presente trabalho.

### ***Registros fotográficos***

O registro fotográfico do consumo de *C. langsdorffii* trata-se do primeiro registro que prova que indivíduos de *S. gouldii* no Ceará utilizam os frutos dessa espécie como recurso alimentar. O fruto de *C. langsdorffii* não é do tipo drupa como aqueles frutos que são mais frequentemente consumidos por tucanos e aracaris (Galetti; Laps; Pizo, 2000; Pizo; Galetti, 2010; Parrini; Pacheco, 2011; Parrini; Pardo; Pacheco, 2017). Porém, possuem um arilo com uma camada carnosa recobrindo a semente, sendo este o recurso alimentar oferecido pela espécie.

O registro do consumo de *Musa* sp. também é o primeiro a provar o consumo do fruto por um indivíduo da população cearense, sendo este realizado em comedouro artificial, indicando que os indivíduos dessa população podem se beneficiar dessas estruturas artificiais para se alimentarem. *Ficus benjamina* L. e *Musa* sp. L. foram as espécies exóticas registradas nas fotos analisadas.

### **Revisão bibliográfica**

Das espécies de plantas encontradas a partir da revisão bibliográfica, 10 possuem frutos do tipo drupa, ou seja, frutos carnosos com apenas uma semente, sendo elas, *Eugenia uniflora* L., *Lantana camara* L., *Euterpe oleracea* Engel, *Geonoma pohliana* Mart., *Buchenavia tetraphylla* (Aubl.) R.A.Howard, *Byrsonima sericea* DC., *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Syzygium cumini* (L.) Skeels, *Guapira opposita* (Vell.) Reitz e *Palicourea marcgravii* A.St.-Hil.

As espécies que possuem frutos diferentes daqueles do tipo drupa, estão; *Ficus benjamina* L. com frutos carnosos do tipo sicônios sésseis (Lorenzi *et al.*, 2003). *Xylopia sericea* A.St.-Hil com frutos do tipo cápsula deiscente (Lorenzi, 2002). *Cecropia palmata* Willd. com infrutescências cilíndricas e carnosas (Lorenzi, 2009). A única espécie de planta, que teve seu consumo relatado, e que não apresenta frutos carnosos, é *Apeiba tibourbou* Aubl., sendo seus frutos do tipo cápsula com cerdas rígidas. Em seu interior há sementes ovaladas envolvidas por um óleo, e segundo Carvalho (2010) a dispersão dessas estruturas é realizada pelo vento. E em relação a espécies exóticas, *F. benjamina* e *S. cumini* foram as únicas espécies documentadas.

Dentre as espécies acima citadas, *L. camara* e *P. marcgravii* são altamente tóxicas. As folhas e frutos, quando verdes, de *L. camara*, possuem triterpenos (lantadeno A e B) que agem diretamente no fígado de bovinos e ovinos, porém, os frutos maduros não apresentam toxicidade sendo consumidos por vários animais (D’Oliveira *et al.*, 2018). Já *P. marcgravii* é considerada como uma das plantas mais tóxicas presentes no Brasil, sendo relatada a morte súbita de animais de grande porte após o seu consumo. Seu princípio tóxico é o ácido monofluoracético, sendo presente nas folhas e nos frutos, porém, os frutos apresentam ser mais tóxicos que as folhas (D’Oliveira *et al.*, 2018) e são esses utilizados como recurso alimentar pelos indivíduos de *S. gouldii* no Ceará.

### **Sexo e sazonalidade**

De acordo com o que foi encontrado no conteúdo estomacal, *S. morototoni* e *M. umbellata* frutificam no período seco no Maciço de Baturité, sendo um importante

recurso alimentar para a população cearense de *S. gouldii* no período de estiagem. Parrini *et al.* (2013) relataram o consumo de *S. morototoni* nos meses de agosto e setembro no Pará, assim como, no presente trabalho seu consumo foi registrado no mês de setembro.

Os itens atribuídos aos morfotipos A, G, H e I também apresentam frutificação durante esse período seco, compondo a dieta da população. Já os morfotipos D, E e F são importantes recursos no período pré-estação chuvosa.

Em relação aos registros fotográficos, *F. benjamina* foi consumido em janeiro indicando sua frutificação no período de pré-estação chuvosa. O consumo de um ovo de ave por um macho, também em janeiro, indica que esse recurso pode ser importante para a suplementação da dieta nesse período. O consumo de *E. oleracea*, em março, indica que seus frutos estão disponíveis para consumo no período chuvoso, enquanto no mês de dezembro, no período seco, *C. langdorffi* frutifica, sendo um importante recurso alimentar nesse período.

## **Microbioma intestinal**

Os filos mais abundantes nas amostras analisadas foram Proteobacteria, Firmicutes, Bacteroidota e Actinobacteriota, porém Firmicutes ocorreu apenas em ID e IG. Esses resultados estão em concordância com o que é encontrado em estudos de microbioma intestinal de aves (Hird *et al.* 2015; Waite; Taylor, 2014, 2015; Bodawatta *et al.*, 2021; Matheen; Gillings; Dudaniec, 2022), pois são os filos mais encontrados nesse grupo. Assim como, também foram os mesmos filos encontrados nos trabalhos realizados em representantes da família Ramphastidae (Hird *et al.*, 2015; Sun *et al.*, 2018).

O filo Proteobacteria é composto por bactérias gram-negativas, sendo predominante em aves silvestres frugívoras, herbívoras e onívoras, proporcionando uma maior eficiência digestiva e assimilação de nutrientes (Wang *et al.*, 2016; García-Amado *et al.*, 2018), dessa forma, estando de acordo com a dieta adotada pela população de *S. gouldii* no Ceará. O filo Firmicutes é constituído por bactérias predominantemente gram-positivas comuns no TGI das aves, além disso, abriga as classes Clostridia e Bacilli, sendo estas presentes, respectivamente, nas amostras “ID” e

“IG”. As bactérias desse filo produzem ácidos graxos de cadeia que são subprodutos da fermentação podendo ser absorvidos como fonte de energia no intestino da ave hospedeira. A função de Firmicutes em aves silvestres ainda permanece pouco conhecida, mas em galinhas domésticas a abundância dessas bactérias está associada ao ganho de peso e a funções imunológicas, como no desenvolvimento de linfócitos T (Grond *et al.*, 2018). A administração de probióticos utilizando bactérias do filo Firmicutes, em dieta de galinhas, pode aumentar a absorção de nutrientes e a eficiência metabólica (Li *et al.*, 2015; Zheng *et al.*, 2016).

Já o filo Bacteroidota abriga o gênero *Bacteroides* presente na amostra “ID”. Bacteroidota apresenta bactérias gram-negativas variando de aeróbias estritas a anaeróbias obrigatórias, sendo capazes de degradar carboidratos complexos como o amido (García-Amado *et al.*, 2018), além de existir a hipótese de que também desempenham um papel específico de degradação da celulose e outros materiais vegetais em aves (Grond *et al.*, 2018). E o filo Actinobacteriota abriga bactérias gram-positivas que habitam ambientes terrestres e aquáticos, bem como tratos gastrointestinais de aves, porém, sua função em aves selvagens não é bem esclarecida (Barka *et al.*, 2016; Grond *et al.*, 2018).

O gênero *Hyphomicrobium* pertencente à classe Alphaproteobacteria dominou a amostra “MOELA” e esteve presente apenas nela. As bactérias desse gênero são hifais e se reproduzem por brotamento, são metilotróficas facultativas sendo capazes de utilizar metanol como fonte de carbono e podem ser encontradas em diversos ambientes (Xu *et al.*, 2021). Kreisinger *et al.* (2017) relataram a presença desse gênero nas fezes de uma espécie de ave migratória de longa distância e insectívora, indicando que sua presença possa ter origem do ambiente. O gênero *Methylobacterium-Methylococcus* também observado apenas nessa amostra foi relatado em penas da espécie *Estrilda astrild* por Silva *et al.* (2022). Os autores indicam que esse gênero pode ser simbionte em espécies de plantas. O mesmo gênero também foi encontrado em amostras fecais de tentilhões do gênero *Vermivora* (Baiz; Wood; Toews, 2024). As bactérias desse gênero são bacilos gram-negativos aeróbicos e mesofílicos que podem formar colônias de cor rosa a vermelho (Green, 2015). Outro gênero apenas encontrado em “MOELA” foi *Enhydrobacter*. Tal gênero possui apenas uma única espécie, *E. aerosaccus*, essa sendo heterotrófica, anaeróbica facultativa e em formato de bastão (Kawamura *et al.*, 2012). Em um trabalho realizado com indivíduos da espécie *Passer domesticus* este gênero foi

encontrado na comunidade microbiana associada a glândula uropigiana das aves analisadas (Videvall *et al.*, 2021).

O gênero *Blautia* foi observado apenas na amostra “ID”. As espécies desse gênero são estritamente anaeróbicas gram-positivas, não móveis, podem ser esféricas ou ovais, são heterotróficas ou autotróficas, e podem utilizar monóxido de carbono, dióxido de carbono ou carboidratos como fonte de energia, como glicose e frutose. Além disso, possuem características probióticas, sendo bactérias importantes na absorção de nutrientes e na defesa do hospedeiro (Liu *et al.*, 2021). O trabalho de Zhang *et al.* (2021) associa o aumento de *Blautia* ao melhor crescimento de frangos de corte, indicando que essas bactérias são benéficas à saúde do hospedeiro. Outro gênero abundante em “ID” foi *Bacteroides*. As bactérias desse gênero são gram-negativas, anaeróbicas, não móveis, possuem formato de bastão, crescem bem em meios contendo bile e são bastante resistentes a antibióticos (Krieg *et al.*, 2010).

E o gênero *Streptococcus*, que abriga bactérias gram-positivas, foi observado apenas na amostra “IG”. Tais bactérias são anaeróbias facultativas com metabolismo fermentativo, não são móveis e algumas espécies exigem dióxido de carbono adicional. Suas exigências nutricionais são complexas e variáveis, sendo uma de suas principais funções no trato gastrointestinal humano a metabolização de carboidratos (Vos *et al.*, 2009), o que também acredita-se que ocorra em aves (Cho; Lee, 2020).

Para “MOELA” apenas 15 ASVs foram encontradas (Figura 43), sendo o menor número dentre as amostras, e dessas 15 ASVs, 9 são únicas, ou seja, não são compartilhadas com as outras amostras. Segundo Grond, Guilani e Hird (2020), o pH no TGI das aves diminui do esôfago até a moela. Já em um trabalho realizado com abutres, o pH extremamente ácido da moela levantou a hipótese de que esse seja o fator que seleciona a comunidade microbiana presente neste órgão, uma vez que este precisa ser bastante especializada para digerir o alimento consumido (Roggenbuck *et al.*, 2014). Porém, segundo os autores, a acidez presente na moela varia entre as espécies de aves. Já para a amostra “ID”, diferente do que foi relatado por Grond, Guilani e Hird (2020), a respeito das porções finais do TGI das aves, foi a que apresentou maior diversidade.

## 7. CONCLUSÃO

O estudo da dieta, a partir da análise de conteúdo estomacal, registros fotográficos e revisão bibliográfica, revelou espécies vegetais importantes para a manutenção e sobrevivência de *S. gouldii* no Ceará, com o consumo de algumas espécies sendo relatado pela primeira vez.

Pode-se concluir que os frutos carnosos e do tipo drupa são recursos alimentares de suma importância para o tucaninho-da-serra, apesar dos indivíduos também serem capazes de capturar itens de origem animal, como larvas, ninheiros e ovos de aves. Dessa forma, a dieta da população cearense de *S. gouldii* caracteriza-se como sendo do tipo frugívora não restritiva, uma vez que a principal fonte de alimento são frutos, porém a dieta é complementada com recursos de origem animal, concordando com Barboza (2019). Além disso, os indivíduos dessa população também podem ser considerados frugívoros legítimos ou dispersores de alta qualidade, pois não prejudicam as sementes ao consumirem os frutos.

Em adição, o estudo do microbioma intestinal, nunca antes realizado, trouxe resultados inéditos acerca da composição e diversidade microbiana para um indivíduo de *S. gouldii* do Ceará. As três amostras analisadas apresentaram perfis de comunidades microbianas diferentes entre si em relação aos filos, classes e gêneros encontrados. Dessa forma, mostrando que cada estrutura do TGI seleciona um grupo específico de microrganismos, e estes podem desempenhar diferentes funções.

Os resultados relacionados à dieta e microbioma intestinal apresentados neste trabalho podem ser utilizados em futuras medidas para a conservação da população de *S. gouldii* no Ceará, como também, agora compõem o que se conhece sobre essa população ainda pouco estudada.

## REFERÊNCIAS

- ALBANO, C.; GIRÃO, W. **Aves das matas úmidas das serras de Aratanha, Baturité e Maranguape, Ceará.** Revista Brasileira de Ornitologia, v. 16, n. 2, p. 142–154, 2008.
- ALVARENGA, H. **Tucanos das Américas.** São Paulo: M. Pontual, 2005. ANDRADE, M.B. et al. Anatomy of the digestive tube of toco toucan. PUBVET, Londrina, v. 6, n. 14, ed. 201, art. 1347, 2012.
- BAIZ, M. D.; WOOD, A. W.; TOEWS, D. P. L . **Association between the gut microbiome and carotenoid plumage phenotype in na avian hybrid zone.** Proc. R. Soc. B. 291. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rspb.2024.0238>. Acesso em: 19 fev. 2025.
- BALLARINI, Y.; FRIZZAS, M.; MARINI, M. **Stomach contents of Brazilian non-passerine birds.** Revista Brasileira de Ornitologia, v. 21, p. 235-242, 2013.
- BANKS, J.C.; CARY, S.C.; HOGG, I.D. The phylogeography of Adelie penguin faecal flora. Environmental Microbiology, v. 11, p. 577–588, 2009.
- DOI:10.1111/j.1462-2920.2008.01816.x.
- BARBOZA, Bruno Eduardo de Souza. **Ecologia e conservação de *Selenidera gouldii baturitensis* (Aves: Ramphastidae) na Serra de Baturité, Ceará, Brasil.** Tese (Mestrado em Ecologia e Evolução). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2019. BARKA, E. A. et al. Taxonomy, physiology, and natural products of Actinobacteria. Microbiology and Molecular Biology Reviews, v. 80, n. 1, p. 1–43, 2016. DOI:10.1128/mmbr.00019-15.
- BARROSO, G. M. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas.** Viçosa: UFV, 2004. 443 p. ISBN 85-7269-039-5. BATALHA-FILHO, H. et al. Connections between the Atlantic and the Amazonian forest avifaunas represent distinct historical events. Journal of Ornithology, v. 154, n. 1, p. 41–50, 2012.
- DOI: 10.1007/s10336-012-0866-7.
- BERNARDEAU, M. et al. **Importance of the gastrointestinal life cycle of *Bacillus* for probiotic functionality.** Journal of Food Science and Technology, v. 54, n. 8, p. 2570–2584, 2017. DOI:10.1007/s13197-017-2688-3.
- BETARD, F.; PEULVAST, J. P.; CLAUDINO-SALES, V. **Caracterização morfopedológica de uma serra úmida no semi-árido do Nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE.** Mercator - - Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v. 6, p. 107-126, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/4768> . Acesso em: 7 abr. 2024.
- BODAWATTA, K. H. et al. **Avian gut microbiomes taking flight.** Trends in Microbiology, 2021. DOI: 10.1016/j.tim.2021.07.003. CARVALHO, P. E. R. **Copaíba: Copáifera langsdorffii. Espécies arbóreas brasileiras.** Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, Brasília, v. 1, p. 395–404. 2003. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1139732>. Acesso em: 4 jan. 2025.
- CAPORASO, J. G. et al. **Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample.** Proceedings of the National Academy of Sciences

of the United States of America, v. 108 Suppl 1, n. Suppl 1, p. 4516–4522, 15 mar. 2011.

CARVALHO, P. E. R. **Mandiocão**. Circular Técnica 65. Colombo: Embrapa Florestas, 16 p. 2002. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/279353>. Acesso em: 5 jan. 2025.

CARVALHO, P. E. R. **Murici: *Byrsonima sericea***. Espécies arbóreas brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, Brasília, p. 393–400. 2008. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1136648>. Acesso em: 7 jan. 2025.

CARVALHO, P. E. R. **Pau-de-jangada: *Apeiba tibourbou***. Espécies arbóreas brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, Brasília, v. 4, p. 411–418. 2010. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1140047>. Acesso em: 5 jan. 2025.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia II**. Publicações Avulsas nº 27. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, 1974.

CHO, H.; LEE, W. Y. **Interspecific comparison of the fecal microbiota structure in three Arctic migratory bird species**. Ecology and Evolution, 10(12), 5582–5594. 2020. DOI:10.1002/ece3.6299

COIMBRA-FILHO, A.F.; CÂMARA, I.G. **Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: FBCN, 1996.

COOK, M.I. *et al.* **Incubation reduces microbial growth on eggshells and the opportunity for trans-shell infection**. Ecology Letters, v. 8, p. 532–537, 2005. DOI:10.1111/j.1461-0248.2005.00748.x.

COSTA, V. A.S. **Influência da Adição de *Pseudomonas putida* no Bacterioma do Ninho de Espuma de *Leptodactylus vastus*: Uma Nova Abordagem com Potencial para a Conservação de Anuros**. Tese de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade. Universidade Federal do Ceará, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/76918>. Acesso em: 13 abr. 2024.

CRACRAFT, J. **Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna: Areas of endemism**. Ornithological Monographs, n. 36, p. 49–84, 1985. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/40168278>. Acesso em: 19 ago. 2024.

D'OLIVEIRA, P. S. *et al.* **Plantas tóxicas em pastagens: Cafezinho (*Palicourea marcgravii* St. Hill, Família Rubiaceae)**. Comunicado técnico 85. Embrapa. Juiz de Fora, 8 p., 2018. ISSN 1678-3131 Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1095928>. Acesso em: 4 jan. 2025.

D'OLIVEIRA, P. S. *et al.* **Plantas tóxicas em pastagens: Camará (*Lantana camara* L.) – Família Verbenaceae**. Comunicado técnico 87. Embrapa. Juiz de Fora, 8 p.,

2018. ISSN 1678-3131 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1098227/plantas-toxicas-em-pastagens-camara-lantana-camara-l---familia-verbenaceae>. Acesso em: 6 jan. 2025.

DE MEDEIROS, J. F.; CESTARO, L. A. **As diferentes abordagens utilizadas para definir brejos de altitude, áreas de exceção do Nordeste brasileiro.** Sociedade e Território, v. 31, n. 2, p. 97–119, 2020. DOI: 10.21680/2177-8396.2019v31n2ID16096. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeterritorio/article/view/16096>. Acesso em: 6 abr. 2024.

DEWAR, M.L. *et al.* **Interspecific variations in the gastrointestinal microbiota in penguins.** Microbiology Open, v. 2, p. 195–204, 2013. DOI: 10.1002/mbo3.66. DUARTE, E. F. *et al.* Glossário eletrônico de morfologia vegetal: sementes e propágulos. Universidade Federal de Goiás/Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Disponível em: [https://projetosbotanica.icb.ufg.br/guia\\_sd/glossaries](https://projetosbotanica.icb.ufg.br/guia_sd/glossaries). Acesso em: 20 set. 2024.

DURÃES, R.; MARINI, M.A. **A quantitative assessment of bird diets in the Brazilian Atlantic forest, with recommendations for future diet studies.** Ornitologia Neotropical, v. 16, n. 1, p. 65-83, 2005.

EBIRD. eBird: **An online database of bird distribution and abundance.** Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, New York. 2025. Disponível em: <http://www.ebird.org>. Acesso em: 14 fev. 2025.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2025. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 14 fev. 2025.

FUNCENE. **Pré-Estação: entenda o período que antecede a quadra chuvosa do Ceará.** Metereologia. Secretaria dos Recursos Hídricos. Governo do Estado do Ceará. 2019. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=5963>. Acesso em: 2 fev. 2025.

FUNCENE. **Quadra chuvosa: Ceará tem melhor bimestre em 34 anos.** Metereologia. Secretaria dos Recursos Hídricos. Governo do Estado do Ceará. 2020. Disponível em: <http://www.funceme.br/?p=6759>. Acesso em: 2 fev. 2025.

GALETTI, M. *et al.* **Functional extinction of birds drives rapid evolutionary changes in seed size.** Science, v. 340, n. 6136, p. 1086–1090, 2013. DOI: 10.1126/science.1233774.

GALETTI, M.; LAPS, R.; PIZO, M.A. **Frugivory by Toucans (Ramphastidae) at Two Altitudes in the Atlantic Forest of Brazil.** Biotropica, v. 32(4b), p. 842–850, 2000.

GARCÍA-AMADO, M. A. *et al.* **Comparison of gizzard and intestinal microbiota of wild neotropical birds.** PLOS ONE, v. 13, n. 3, e0194857, 2018. DOI: 10.1371/journal.pone.0194857.

GODOY-VITORINO, F. *et al.* **Developmental microbial ecology of the crop of the folivorous hoatzin.** The ISME Journal, v. 4, n. 5, p. 611–620, 2010. DOI: 10.1038/ismej.2009.147.

GONÇALVES, E. G.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007. ISBN 87-86714-25-2.

GREEN, P. N. ***Methylobacterium***. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria, 1–8. 2015. DOI:10.1002/9781118960608.gbm00830

GROND, K. *et al.* **The avian gut microbiota: community, physiology and function in wild birds**. Journal of Avian Biology, 2018. DOI: 10.1111/jav.01788.

GROND, K.; GUILANI, H.; HIRD, S. M. **Spatial heterogeneity of the shorebird gastrointestinal microbiome**. Royal Society Open Science, v. 7, n. 1, p. 191609, 2020. DOI: 10.1098/rsos.191609.

HAFFER, J. **Avian speciation in tropical South America**. Publications - Nuttall Ornithological Club, v. 14, p. 1–390, 1974.

HIRD, S. M. *et al.* **Comparative gut microbiota of 59 Neotropical bird species**. Frontiers in Microbiology, v. 6, 2015. DOI: 10.3389/fmicb.2015.01403.

HOWE, H. F. **Aspects of variation in a Neotropical seed dispersal system**. Vegetatio, v. 107/108, p. 149–162, 1993.

ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III – Aves**. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente. 1. ed. Brasília, DF: ICMBio/MMA, 7 v. 2018.

IPECE. **As regiões de planejamento do Estado do Ceará**. Textos para Discussão, nº 11, nov. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Governo do Estado do Ceará. 2015. ISSN 1983-4969.

IPECE. **Ceará em Mapas- Limites municipais e distritais: Região de Planejamento Maciço de Baturité**. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2023. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/141x.htm>. Acesso em: 23 fev. 2025.

IUCN. **Categorias e Critérios para Listas Vermelhas**. Versão 3.1. 2. ed. Suíça, 2000.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Version. 2023. Disponível em: [at: www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acesso em: 20 fev. 2025.

JORDANO, P. **Fruits and frugivory**. In: M. Fenner (Ed.). *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*. 2. ed. Wallingford, UK: Commonwealth Agricultural Bureau International. p. 125. 2000. DOI: 10.1079/9780851994321.0125.

KAWAMURA, Y. **Genus *Enhydrobacter* Staley *et al.* 1987 should be recognized as a member of the family Rhodospirillaceae within the class Alphaproteobacteria**. Microbiology and Immunology, 56: 21-26. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.2011.00401.x>. Acesso em: 23 fev. 2025.

KNUDIE, S. A. Relationships among introduced parasites, host defenses, and gut microbiota of Galapagos birds. *Ecosphere*, v. 9, e02286, 2018. DOI:10.1002/ecs2.2286.

KOHL, K. D. Diversity and function of the avian gut microbiota. *Journal of Comparative Physiology B*, v. 182, n. 5, p. 591–602, 2012. DOI: 10.1007/s00360-012-0645.

KREISINGER, J. et al. Temporal Stability and the Effect of Transgenerational Transfer on Fecal Microbiota Structure in a Long Distance Migratory Bird. *Frontiers in Microbiology*. 2017. DOI:10.3389/fmicb.2017.00050.

KRIEG, N. R. et al. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: The Bacteroidetes, Spirochaetes, Tenericutes (Mollicutes), Acidobacteria, Fibrobacteres, Fusobacteria, Dictyoglomi, Gemmatimonadetes, Lentisphaerae, Verrucomicrobia, Chlamydiae, and Planctomycetes*. Springer Science & Business Media. Vol. 4. 2010.

KUHLMANN, M. et al. **Época de coleta de frutos e sementes nativos para recomposição ambiental no bioma Mata Atlântica**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa, 2018.

LEITE, G. A.; BARREIROS, M. H. M. **Frugivoria em *Byrsonima crispa* A. Juss (Malpighiaceae) em área de recuperação na Floresta Nacional de Carajás, Pará**. Atualidades Ornitológicas, v. 178, p. 9-11, 2014.

LESER, T. D.; MØLBAK, L. **Better living through microbial action: the benefits of the mammalian gastrointestinal microbiota on the host**. *Environmental Microbiology*, v. 11, n. 9, p. 2194–2206, 2009. DOI: 10.1111/j.1462-2920.2009.01941.x.

LEY, R. E. et al. **Worlds within worlds: evolution of the vertebrate gut microbiota**. *Nature Reviews Microbiology*, v. 6, n. 10, p. 776–788, 2008. DOI: 10.1038/nrmicro1978.

LI, Y. et al. **Effect of *Bacillus subtilis* CGMCC 1.1086 on the growth performance and intestinal microbiota of broilers**. *Journal of Applied Microbiology*, v. 120, n. 1, p. 195–204, 2015. DOI: 10.1111/jam.12972.

LIMA, R. D. **The Gould's Toucanet *Selenidera gouldii* (Natterer, 1837) (Aves: Ramphastidae) as a monotypic species**. *Zootaxa*, v. 5446, n. 2, p. 265–273, 2024. DOI: 10.11646/zootaxa.5446.2.8. PMID: 39645876.

LIU, X. et al. ***Blautia*—a new functional genus with potential probiotic properties?** *Gut Microbes*, 13(1), 1875796. 2021. DOI:10.1080/19490976.2021.1875796.

LOPES, L. E.; FERNANDES, A. M.; MARINI, M. Â. **Diet of Atlantic forest birds**. *Revista Brasileira de Ornitologia*, v. 13, p. 95-103, 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3.ed., v.2., São Paulo: Instituto Plantarum, 2009. ISBN 85-86714-32-0.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed., v.1., São Paulo: Instituto Plantarum, 2002. ISBN 85-86714-16-X.

LORENZI, H. *et al.* **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2003. ISBN 85-86714-19-4.

LUTZ, H. L. *et al.* **Biogeography and spatio-temporal diversification of *Selenidera* and *Andigena* toucans (Aves: Ramphastidae)**. Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 69, n. 3, p. 873–883, 2013. DOI: 10.1016/j.ympev.2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1055790313002571>. Acesso em: 13 ago. 2024.

MANHÃES, M.A.; LOURES-RIBEIRO, A.; DIAS, M.M. **Diet of understorey birds in two Atlantic Forest areas of southeast Brazil**. Journal of Natural History, v. 44(7-8), p. 469–489, 2010.

MATHEEN, M. I. A.; GILLINGS, M. R.; DUDANIEC, R. Y. **Dominant factors shaping the gut microbiota of wild birds**. Emu - Austral Ornithology, v. 122, n. 3-4, p. 255–268, 2022. DOI: 10.1080/01584197.2022.2114088.

MCFALL-NGAI, M. *et al.* **Animals in a bacterial world, a new imperative for the life sciences**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 110, n. 9, p. 3229–3236, 2013. DOI: 10.1073/pnas.1218525110.

MOOJEN, J.; CARVALHO, J. C.; LOPES, H. de S. **Observações sobre o conteúdo gástrico das aves brasileiras**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v. 36, n. 3, p. 405–444, 1941. DOI: 10.1590/S0074-02761941000300016.

MORO, M. F. *et al.* **Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará**. Rodriguésia, v. 66, n. 3, p. 717–743, 2015. DOI: 10.1590/2175-7860201566305.

NOVAES, F. C.; LIMA, M. F. C. **Variação geográfica e anotações sobre morfologia e biologia de *Selenidera gouldii* (Piciformes: Ramphastidae)**. Ararajuba, v. 2, p. 59–63, 1991.

NUNES, F.P.; LOPES, I.T. **Aves da Serra de Baturité: Guia Fotográfico**. Ceará: Aquasis, 2015.

OSTROW, E. N. *et al.* **Phylogenomic analysis confirms the relationships among toucans, toucan-barbets, and New World barbets but reveals paraphyly of Selenidera toucanets and evidence for mitonuclear discordance**. Ornithology, v. 140, n. 3, 11 jul. 2023. DOI: 10.1093/ornithology/ukad022.

OTOCHE, R. **Aves do Estado do Ceará – *Selenidera gouldii baturitensis***. n° 12. 1985.

PARADA, A. E.; NEEDHAM, D. M.; FUHRMAN, J. A. **Every base matters: assessing small subunit rRNA primers for marine microbiomes with mock communities, time series and global field samples**. Environmental Microbiology, v. 18, n. 5, p. 1403–1414, 2016.

PARRINI, R. *et al.* ***Schefflera morototoni* (Araliaceae) como importante recurso alimentar para as aves durante a estação seca na Amazônia central.** Cotinga, v. 35(1), p. 1-4, 2013.

PARRINI, R.; PACHECO, J. F. **Frugivoria por aves em seis espécies arbóreas do gênero *Miconia* (Melastomataceae) na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Região Sudeste do Brasil.** Atualidades Ornitológicas On-line, n. 159, 2011.

PARRINI, R.; PARDO, C.; PACHECO, F. **Conhecendo as plantas cujos frutos e recursos florais são consumidos pelas aves na Mata Atlântica do Parque Nacional da Serra dos Órgãos.** Atualidades Ornitológicas, v. 199, p. 38–136, 2017.

PATANÉ, J.S.L. *et al.* **Evolutionary history of Ramphastos toucans: molecular phylogenetics, temporal diversification, and biogeography.** Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 53, p. 923–934, 2009.

PINTO, O. M. de O.; CAMARGO, E. A. **Resultados ornitológicos de quatro recentes expedições do Departamento de Zoologia ao Nordeste do Brasil, com a descrição de seis novas subespécies.** Arquivos de Zoologia de São Paulo, v. 11, Ait. 9, 1961.

PIZO, M.; GALETTI, M. **Métodos e Perspectivas da Frugivoria e Dispersão de Sementes por Aves.** Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. 2010. Disponível em:[https://www.researchgate.net/publication/260600219\\_Metodos\\_e\\_Perspectivas\\_da\\_Frugivoria\\_e\\_Dispersao\\_de\\_Sementes\\_por\\_Aves](https://www.researchgate.net/publication/260600219_Metodos_e_Perspectivas_da_Frugivoria_e_Dispersao_de_Sementes_por_Aves). Acesso em: 8 fev. 2024.

POZO, D. *et al.* **Seed Geometry in the Arecaceae.** Horticulturae, v. 6, p. 64, 2020. DOI: 10.3390/horticulturae6040064.

RAMOS, C. A. *et al.* **Analysis of antibiotic resistance in Gram-negative bacilli in wild and exotic healthy birds in Brazil: A warning sign.** Veterinary Microbiology, v. 296, p. 110196, 2024. ISSN 0378-1135. DOI: 10.1016/j.vetmic.2024.110196.

REMSEN, J.V. Jr.; HYDE, M.A.; CHAPMAN, A. **The diets of neotropical trogons, motmots, barbets and toucans.** The Condor, v. 95, p. 178-192, 1993.

REPENNING, M. *et al.* **Análise comparativa da dieta de quatro espécies de cacos (Aves: Cuculidae), no sul do Brasil.** Zoologia (Curitiba), v. 26(3), p. 443–453, 2009.

ROGGENBUCK, M. *et al.* **The microbiome of New World vultures.** Nat. Commun. 5, 5498. 2014. DOI:10.1038/ncomms6498.

SCHUBART, O.; AGUIRRE, Á. C.; SICK, H.. **Contribuição para o conhecimento da alimentação das aves brasileiras.** Arquivos de Zoologia, São Paulo, v. 12, 1965.

SEKIROV, I. *et al.* **Gut Microbiota in Health and Disease.** Physiological Reviews, 90(3), 859–904. 2010. DOI:10.1152/physrev.00045.2009.

SEMA. Secretaria do Meio Ambiente E Mudança Climática. Governo do Estado do Ceará. **Plano de Manejo da APA da Serra de Baturité. Meio Ambiente: Ciência e**

**Inovação em Políticas Públicas.** Dez 2024. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/planos-de-manejos-das-unidades-de-conservacao/plano-de-manejo-da-apa-da-serra-de-baturite/>. Acesso em: 04 jan. 2025.

SHORT, L. L.; KIRWAN, G. M. **Gould's Toucanet (*Selenidera gouldii*)**. version 1.0. In Birds of the World (J. del Hoyo, A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie, and E. de Juana, Editors). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.goutou1.01>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SILVA, B.C.; SILVEIRA, C.C.S.; CARNEIRO, S.P. **Descrição do trato gastrointestinal de tucano-toco (*Ramphastos toco*) e sua correlação com hábito alimentar.** Sinapse Múltipla, v. 10(1), p. 67–69, 2021. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/sinapsemultipla/article/view/26705>. Acesso em: 03 jan. 2025.

SILVA, S.M. *et al.* **Cloaca- and feather-associated bacteria communities in common waxbills *Estrilda astrild*.** J Avian Biol, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jav.02910>. Acesso em: 19 fev. 2025.

SILVERA, A. P. *et al.* **Flora of Baturité, Ceará: a Wet Island in the Brazilian Semiarid.** Floresta e Ambiente. 2020. 27(4): e20180320. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.032018>. Acesso em: 11 mar. 2024.

SIQUEIRA, P. R. *et al.* **Assessment of stomach contents of some Amazonian birds.** Ornitologia Neotropical, v. 26, p. 79-88, 2015.

SNOW, D. W. **Tropical frugivorous birds and their food plants: A world survey.** Biotropica, v. 13, n. 1, p. 1–14, mar. 1981. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2387865>. Acesso em: 5 set. 2024.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. **Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do Nordeste brasileiro.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v. 5, n. 9, p. 85–102, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273620669008>. Acesso em: 7 abr. 2024.

SUN, C. H. *et al.* **Comparative analysis of the gut microbiota of hornbill and toucan in captivity.** MicrobiologyOpen, v. 8, n. 7, p. e00786, 2018. DOI: 10.1002/mbo3.786.

SVIHUS, B. **The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability.** World's Poultry Science Journal, v. 67(2), p. 207–224, 2011. DOI:10.1017/s0043933911000249.

SWANSON, G.A.; BARTONEK, J.C. **Bias Associated with Food Analysis in Gizzards of Blue-Winged Teal.** The Journal of Wildlife Management, v. 34(4), p. 739, 1970. DOI:10.2307/3799138.

TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. **Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos.** Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, Ecologia e Conservação, v. 9, p. 17–24, 2004.

TODD, W. E. C. **Critical remarks on the toucans.** Proceedings of The Biological Society of Washington, v. 56, p. 153–162, 1943.

TREVELLINE, B. K. *et al.* **Conservation biology needs a microbial renaissance: a call for the consideration of host-associated microbiota in wildlife management practices.** Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 286, n. 1895, p. 20182448, 2019. DOI: 10.1098/rspb.2018.2448.

VIDEVALL, E. *et al.* **The uropygial gland microbiome of house sparrows with malaria infection.** J Avian Biol, 52, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jav.02686>. Acesso em: 22 fev. 2025.

VOS, P. *et al.* **Bergey's manual of systematic bacteriology: The Firmicutes.** Springer Science & Business Media, vol. 3. 2009.

WAITE, D. W.; TAYLOR, M. W. **Characterizing the avian gut microbiota: membership, driving influences, and potential function.** Frontiers in Microbiology, v. 5, 2014. DOI: 10.3389/fmicb.2014.00223.

WAITE, D. W.; TAYLOR, M. W. **Exploring the avian gut microbiota: current trends and future directions.** Frontiers in Microbiology, v. 6, 2015. DOI: 10.3389/fmicb.2015.00673.

WAITE, D.W.; DEINES, P.; TAYLOR, M.W. **Gut microbiome of the critically endangered New Zealand parrot, the Kakapo (*Strigops habroptilus*).** PLOS ONE, v. 7(4), e35803, 2012. DOI:10.1371/journal.pone.0035803.

WANG, W. *et al.* **Comparative analysis of the gastrointestinal microbial communities of bar-headed goose (*Anser indicus*) in different breeding patterns by high-throughput sequencing.** Microbiological Research, v. 182, p. 59–67, 2016. DOI: 10.1016/j.micres.2015.10.003.

WIENEMANN, T. *et al.* **The bacterial microbiota in the ceca of Capercaillie (*Tetrao urogallus*) differs between wild and captive birds.** Systematic and Applied Microbiology, v. 34, p. 542–551, 2011. DOI: 10.1016/j.syapm.2011.06.003.

WIKIAVES. **Mapa de registros da espécie saropoca-de-gould (*Selenidera gouldii*).** WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil. 2025. Disponível em: <https://www.wikiaves.com.br/wiki/saropoca-de-gould>. Acesso em: 14 fev. 2025.

WIKIAVES. **WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil.** 2025. Disponível em: <http://www.wikiaves.com.br/>. Acesso em: 14 fev. 2025.

WILLIAMS, C.L. *et al.* **Dietary changes during weaning shape the gut microbiota of red pandas (*Ailurus fulgens*).** Conservation Physiology, v. 6, cox075, 2018. DOI:10.1093/conphys/cox075.

WINKLER, D.W.; BILLERMAN, S.M.; LOVETTE, I.J. **Toucans (Ramphastidae).** Version 1.0. In: Birds of the World (S.M. Billerman, B.K. Keeney, P.G. Rodewald, T.S. Schulenberg, Eds.). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.2173/bow.rampha1.01>. Acesso em: 2 jan. 2025.

XU, J.; GORDON, J. I. **Honor thy symbionts.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 100, n. 18, p. 10452–10459, 2003. DOI: 10.1073/pnas.1734063100.

XU, Q. *et al.* ***Hyphomicrobium album* sp. nov., isolated from mountain soil and emended description of genus *Hyphomicrobium*.** Arch Microbiol 203, 5931–5936 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02473-6>. Acesso em: 22 fev. 2025.

ZHANG, S. **Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* promotes growth performance of broilers by altering the dominant microbial community.** Poultry Science, 100(3). 2021. DOI:10.1016/j.psj.2020.12.032

ZHENG, A. *et al.* **Probiotic (*Enterococcus faecium*) induced responses of the hepatic proteome improves metabolic efficiency of broiler chickens (*Gallus gallus*).** BMC Genomics, v. 17, n. 1, 2016. DOI: 10.1186/s12864-016-2371-5.

ZILBER-ROSENBERG, I.; ROSENBERG, E. **Role of microorganisms in the evolution of animals and plants: the hologenome theory of evolution.** FEMS Microbiology Reviews, v. 32(5), p. 723–735, 2008. DOI:10.1111/j.1574-6976.2008.00123.x.