



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

RELATÓRIO FINAL PIBIC 2020/2021

Efeito da temperatura na variação interpopulacional espacial e sazonal de besouros Scarabaeinae: estudo com uma nova espécie de *Homocopris*

Bolsista: Marcos Adriano Ribeiro Pires

Orientadora: Profa. Dra. Malva Isabel Medina Hernández

Florianópolis

2021

RESUMO

Os besouros da subfamília Scarabaeinae são insetos conhecidos por explorar matéria orgânica em decomposição como recurso alimentar para adultos e larvas. Estes animais atuam na decomposição, ciclagem de nutrientes e bioturbação do solo. Uma nova espécie encontrada no Brasil e em processo de descrição, *Homocopris* sp., possui distribuição nas regiões montanhosas do sul do país. Os adultos da espécie têm hábito noturno e apresentam dimorfismo sexual; entre os machos, alguns exibem hipertrofia do chifre. Assim, os objetivos desse estudo foram (1) observar a relação da distribuição espacial de *Homocopris* sp. com a temperatura em SC e (2) observar a relação da distribuição temporal da espécie com a temperatura do solo em Urubici e descrever características populacionais. Para descrever a distribuição espacial e temporal, os dados provêm de coletas realizadas por integrantes do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA) em 21 localidades do estado, assim como de coletas trimestrais padronizadas durante 3 anos no município de Urubici. Para se conhecer as características populacionais da espécie foram utilizados espécimes depositados secos na Coleção Entomológica Mitia Heusi Silveira. Os insetos foram sexados afim de obter informações sobre a proporção sexual e medidos para comparar o tamanho de fêmeas e machos através do comprimento total, volume e comprimento dos chifres dos machos. A distribuição espacial de *Homocopris* sp. no estado limitou-se às regiões com altitude acima de 770 m até 1630 m, com temperaturas entre 13,24 °C e 18,01 °C. A distribuição temporal da espécie em Urubici mostrou que os adultos são ativos durante todo o ano, mas não houve correlação com a temperatura do solo ($r = 0,18$). A proporção sexual da população foi de 0,91 macho/fêmea. A média do tamanho das fêmeas foi 16,22 mm ($\pm 0,855$ mm) e dos machos 15,33 mm ($\pm 0,882$ mm), com fêmeas estatisticamente maiores que os machos ($t = 3.318$, $g.l = 41.335$, $p < 0,01$). A média do volume das fêmeas foi de 649,54 mm³ ($\pm 98,019$ mm³) e dos machos 551,73 mm³ ($\pm 100,738$ mm³), com fêmeas estatisticamente maiores ($t = 3.1834$, $g.l = 41.378$, $p < 0,01$). Já o comprimento do chifre dos machos apresentou grande variação, havendo dois morfotipos distintos dentro da população: machos *major* (acima de 16 mm de comprimento) e *minor* (abaixo de 15,5 mm), com uma proporção de 0,75 entre eles. Os dados encontrados nesse estudo aumentam o conhecimento acerca de uma espécie ainda desconhecida para a ciência, e podem embasar políticas públicas de conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: Ecologia. Distribuição espacial. Distribuição temporal. Insecta. Temperatura.

1 INTRODUÇÃO

A subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) é um grupo de insetos conhecido por explorar matéria orgânica em decomposição como recurso alimentar para adultos e larvas (HALFFTER & EDMONDS, 1982). Com mais de 6200 espécies distribuídas em 267 gêneros (TARASOV & DIMITROV, 2016), estes animais atuam na decomposição, ciclagem de nutrientes, bioturbação e dispersão secundária de sementes (NICHOLS, *et al.* 2008). Os escarabeíneos podem ser caracterizados conforme o tipo de recurso utilizado, sendo comum alimentar-se de fezes (coprófagos), de carniça (necrófagos) ou de ambos recursos (generalistas) (HALFFTER & EDMONDS, 1982). Ainda, o comportamento de nidificação desses animais está relacionado à forma de utilizar e transportar o recurso alimentar e podem ser classificados em três grupos funcionais: os endocoprídeos, que residem no recurso; os telecoprídeos (roladores), que constroem e rolam uma esfera de alimento sob a superfície do solo a uma distância da fonte alimentar, onde a enterram para ser utilizada posteriormente; e os paracoprídeos (tuneleiros), que transportam o recurso alimentar para baixo do solo por meio de galerias e túneis construídos por eles (HALFFTER & EDMONDS, 1982; HANSKI & CAMBEFORT, 1991). A construção de túneis possibilita a aeração e hidratação do solo assim como a incorporação de nutrientes presente nas fezes e carcaças enterradas nesses locais. (HALFFTER & EDMONDS 1982; HANSKI & CAMBEFORT 1991; NICHOLS *et al.* 2008).

Homocopris Burmeister, 1846 é um gênero da subfamília Scarabaeinae. Este gênero foi proposto por Hermann Burmeister como um subgênero de *Copris* Geoffroy para a espécie chilena *Copris torulosus* Eschscholtz, 1822. Posteriormente, Harold (1869) moveu *Copris torulosus* para o gênero *Pinotus* Erichson, 1847, alocando *Homocopris* como sinônimo de *Pinotus*. Durante 82 anos a espécie *Pinotus torulosus* se manteve nesse status até que Martínez (1951) determinou que o gênero *Pinotus* era um sinônimo júnior de *Dichotomius*. Em 2010, Vaz-de-Mello e colaboradores reclassificaram *Homocopris* como um gênero válido, resgatando a ideia de Burmeister (1846), dando assim um novo status para as antigas espécies *Dichotomius torulosus*, *Dichotomius achamas* e *Dichotomius buckleyi*. Vaz-de-Mello e colaboradores (2010) constataram quatro evidências que validam *Homocopris* como um gênero dentro da tribo Coprini, são elas: 1) processo clípeo ventral do tipo quilha (em *Dichotomius* este processo pode ser cônico ou geralmente bifurcado); 2) presença de um carena suplementar lateral no pronoto, separando o pronoto e o hipômero (no gênero *Dichotomius* essa carena suplementar não existe);

3) calcar metatibial achatado e truncado apicalmente (bifurcado e subapicalmente dentado em *Dichotomius*); 4) ausência de uma grande estrutura medial tipo lamela-copulatrix no saco interno (estrutura presente em *Dichotomius*) (VAZ-DE-MELLO; GÉNIER; SMITH, 2010).

A distribuição do gênero *Homocopris* é Neotropical, sendo restrito às regiões frias da América do Sul (CÁRDENAS, 2015; CHAMORRO *et al.*, 2019; GONZÁLEZ-CHANG, 2010; MANCILLA & RENDÓN, 2016; VAZ-DE-MELLO; GÉNIER; SMITH, 2010). *Homocopris achamas* ocorre entre 2150 e 3628 m a.n.m. em florestas de altitude da região andina do Equador e da Colômbia (CHAMORRO *et al.*, 2019; MARTÍNEZ-REVELO & LOPERATORO, 2014; MEDINA *et al.*, 2001). *Homocopris buckleyi* possui distribuição no Equador e *Homocopris torulosus* no Chile, Argentina e Brasil (VAZ-DE-MELLO; GÉNIER; SMITH, 2010), embora este último possa ser chamado de *Homocopris* aff. *torulosus* no Brasil, pois uma revisão do gênero deve demonstrar que não é a mesma espécie (VAZ-DE-MELLO, comunicação pessoal). Além dessas, outros trabalhos citam a espécie *Homocopris punctatissimus*, com distribuição no Chile (GONZÁLEZ-CHANG, 2010; GONZÁLEZ-CHANG; CARRILLO; PINOCHET, 2015; RANZ *et al.*, 2017).

As espécies do gênero são coprófagas e paracoprídeas (tuneleiros) e apresentam padrão de nidificação do Tipo I (CÁRDENAS, 2015; GONZÁLEZ-CHANG, 2010; GONZÁLEZ-CHANG; CARRILLO; PINOCHET, 2015; HALFFTER & EDMONDS, 1982; JOSEPH, 1929). Esse padrão consiste em ninhos subterrâneos simples ou compostos abaixo da fonte alimentar onde cada larva é suprida com uma massa de alimento. Essa característica distingue o padrão Tipo I dos demais, que são caracterizados pela fabricação de bolas de alimento (HALFFTER & EDMONDS, 1982).

Uma nova espécie encontrada no Brasil e em processo de descrição, *Homocopris* sp., possui distribuição na região sul do país entre os estados do Paraná e Rio Grande do Sul (VAZ-DE-MELLO, comunicação pessoal). No estado de Santa Catarina, a espécie foi registrada nos municípios de Campos Novos, Monte Castelo, São Bonifácio e Urubici, com distribuição restrita à Mata Atlântica (HERNÁNDEZ *et al.*, 2019). Está associada a locais de floresta preservada em altitudes geralmente acima de 1000 m (DA SILVA *et al.*, 2018a) e em locais onde a floresta é densa e com um grande percentual de serapilheira (CAMPOS & HERNÁNDEZ, 2013). Em relação à sazonalidade, os adultos da espécie estão presentes durante todo o ano em locais onde a altitude está acima de 1300 metros (DA SILVA *et al.*, 2018a).

Sabe-se que a temperatura é um fator limitante para os insetos, pois são seres ectotérmicos, com pouca capacidade de produção de calor (RÉGNIERE; POWELL; BENTZ; NEALIS, 2012). Nos besouros escarabeíneos, a temperatura é um fator que diminui a riqueza e abundância desses insetos, principalmente em regiões subtropicais (DA SILVA; VAZ-DE-MELLO; DI MARE, 2013; HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009).

A espécie é exclusivamente noturna (DA SILVA; LOBO; HERNÁNDEZ, 2018b) e apresenta dimorfismo sexual visível, no qual alguns machos exibem hipertrofia do chifre. Essa característica está presente em machos de besouros escarabeíneos de espécies que exibem dimorfismo sexual. Essa diferença entre machos e fêmeas é geralmente pronunciada em escarabeíneos paracoprídeos (SCHOLTZ; DAVIS; KRYGER, 2009). A presença ou ausência de chifres, bem como suas diferentes morfologias, sugerem diferentes tipos de estratégias reprodutivas (SCHOLTZ; DAVIS; KRYGER, 2009) nas quais os chifres podem ser utilizados como ferramentas durante lutas entre machos por acesso às fêmeas (SIMMONS & RIDSDILL-SMITH, 2011). Ainda, sabe-se que há uma variedade morfológica intraespecífica presente, na qual existem machos com tamanho corporal grande e hipertrofia evidente (*major*) e machos menores com hipertrofia menos evidente ou nula (*minor*) (KNELL, 2009; MCCULLOUGH, 2015; MOCZEK, 2007). Essas características são conhecidas por serem utilizadas em táticas de reprodução, onde machos *minor* se infiltram em ninhos guardados por machos *major* para copular com as fêmeas. Entretanto, essas táticas vão depender da quantidade de fezes provida pelos pais, onde grandes quantidades de fezes acumuladas no ninho influenciam positivamente o tamanho corporal e consequentemente as táticas de reprodução (SIMMONS & RIDSDILL-SMITH, 2011). Pouco se sabe sobre a variação corporal entre machos e fêmeas no gênero, e a variação do tamanho dos chifres em *Homocopris* ainda é desconhecida.

As informações acerca das espécies são de fundamental importância para a preservação da biodiversidade. Trabalhos recentes mostram alguns parâmetros relacionados a ecologia de *Homocopris* sp. no estado de Santa Catarina (CAMPOS & HERNÁNDEZ, 2013; DA SILVA *et al.*, 2018a; DA SILVA; LOBO; HERNÁNDEZ, 2018b; HERNÁNDEZ *et al.*, 2019). Também, há trabalhos com outras espécies do gênero *Homocopris* em outros países da América Latina (CÁRDENAS, 2015; CHAMORRO *et al.*, 2019; GONZÁLEZ-CHANG, 2010; GONZÁLEZ-CHANG; CARRILLO; PINOCHET, 2015; MANCILLA & RENDÓN, 2016; MARTÍNEZ-REVELO & LOPERA-TORO, 2014; RANZ *et al.*, 2017). Entretanto, ainda se sabe muito pouco sobre sua distribuição espacial e suas características populacionais. Além

disso, a estreita relação ecológica de *Homocopris* sp. com seu ambiente é preocupante, uma vez que áreas de remanescentes florestais da Mata Atlântica estão sujeitas a redução de habitat e à fragmentação, e pode representar uma grande ameaça para a biodiversidade, podendo causar a extinção de espécies ao eliminar lugares adequados para elas viverem (ISHIY *et al.*, 2009; RICKLEFS *et al.*, 2010). A ampla diversidade de ecossistemas da Mata Atlântica somada com a enorme extensão territorial e as diferentes altitudes possibilitou desenvolver e abrigar uma das maiores biodiversidades do planeta. Contudo, estima-se que restem apenas ~12% da vegetação original da Mata Atlântica, estando este hábitat extremamente fragmentado (ISHIY *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2009; VIBRANS *et al.*, 2012).

Assim, o conhecimento de características das espécies que vivem em regiões ameaçadas pela destruição dos habitats pode servir como base de subsídio para políticas públicas dirigidas à conservação da biodiversidade. Ainda, o conhecimento de novas espécies e de suas respectivas biológicas é de fundamental importância na sua conservação.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Descrever a distribuição espacial e temporal de *Homocopris* sp. no estado de Santa Catarina e características populacionais da espécie.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Observar a relação da distribuição espacial e temporal de *Homocopris* sp. com a temperatura ambiental.
2. Descrever características populacionais de *Homocopris* sp. no município de Urubici comparando a proporção de fêmeas e machos (*major* e *minor*), assim como o tamanho do corpo e o tamanho dos chifres entre os dois morfotipos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Homocopris* sp. NO ESTADO DE SANTA CATARINA

O presente estudo foi realizado no estado de Santa Catarina, sul do Brasil, entre os estados do Rio Grande do Sul e Paraná. O estado está sob domínio climático subtropical, com volume de chuvas entre 1250 a 2000 mm anuais médios, com predomínio de dois tipos climáticos, sendo eles Cfa e Cfb (LEITE, 1994; WREGE *et al*, 2011).

Os dados da distribuição de *Homocopris* sp. dentro do estado provêm de amostragens de besouros escarabeíneos realizadas por participantes do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal do Departamento de Ecologia e Zoologia da Universidade Federal de Santa Catarina (LECOTA/UFSC), entre os anos de 2007 e 2019, em 21 municípios, dos quais a espécie em estudo foi encontrada em somente sete destes. Essas coletas foram realizadas utilizando o método de captura *pitfall*, que consiste em armadilhas enterradas no solo e iscadas com um atrativo para os besouros, podendo ser com fezes ou com carne em decomposição.

Os dados de temperatura foram obtidos da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). O órgão disponibilizou informações de médias mensais entre os anos de 2007 e 2019 das temperaturas médias do ar diária dos municípios onde foram coletados os escarabeíneos. As informações de alguns municípios que não puderam ser coletadas pelo sistema devido a falhas de equipamento, estação inoperante ou dados reprovados no controle de qualidade, foram coletadas do site Climatempo. Este site disponibiliza médias climatológicas mensais a partir de uma série de dados de 30 anos observados.

2.2 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE *Homocopris* sp. EM URUBICI

Para se conhecer a distribuição temporal de *Homocopris* sp. foi utilizado um banco de dados que continha informações trimestrais de 10 coletas que ocorreram em áreas de Mata Atlântica na região serrana do estado de Santa Catarina, no Parque Nacional de São Joaquim, no município de Urubici, entre os anos de 2017 e 2019 (28°08'21"S, 49°38'94"W). Esta região está sob o domínio climático subtropical Cfb e já apresentou a temperatura mais baixa registrada no país, de - 17,8 °C (URUBICI, 2021).

Essas coletas foram padronizadas, instalando 10 armadilhas *pitfall*, totalizando cinco pontos amostrais. Em cada ponto foram instaladas duas armadilhas, uma iscada com fezes humanas e outra com carne em decomposição. A distância entre os pontos amostrais era de 100 metros. As armadilhas permaneceram em campo por 48 horas e os insetos coletados foram identificados e depositados na Coleção Entomológica Mítia Heusi Silveira (CE-MHS) do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Paralelamente, os dados de temperatura do solo foram medidos a cada 1 hora ao longo de três anos por um *datalogger* da marca HOBO enterrado a 5 cm no solo. Com estes dados foram calculadas as temperaturas médias dos dias de coleta.

2.3 CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS DE *Homocopris* sp. EM URUBICI

Para descrever as características populacionais de *Homocopris* sp. foram utilizados os dados provenientes das mesmas coletas anteriormente citadas no município de Urubici, SC. As informações sobre a proporção sexual, tamanho corporal e tamanho dos chifres dos machos foram medidas nos espécimes que estavam depositados secos na Coleção (CE-MHS). Os espécimes das armadilhas que continham dez ou mais indivíduos capturados estavam armazenados em álcool 70% sob refrigeração. Abaixo desse valor, todos os espécimes de cada armadilha estavam montados em alfinetes entomológicos e depositados secos nas gavetas entomológicas. Os espécimes depositados em álcool não foram medidos devido ao avanço da pandemia de Coronavírus no Brasil, que impossibilitou o acesso à CE-MHS.

A sexagem ocorreu pela diferenciação característica da espécie: a presença de chifres nos machos (Figura 1) e pela análise do abdômen dos insetos, onde o abdômen mais curto era característico dos machos e o abdômen maior das fêmeas.



Figura 1- Espécimes de *Homocopris* sp. em vista lateral A) fêmea e B) macho. Fonte: Autor.

As medidas corporais foram feitas com o auxílio de um paquímetro digital da marca TMX (modelo PD150 resolução 0,01mm X .0005"). A obtenção desses dados consistiu em medir o comprimento total do corpo (em milímetros) da borda anterior do clipeo até a borda posterior do pigídeo (Figura 2). A largura foi obtida por meio da medição da região do pronoto, aproximadamente no segundo par de pernas do inseto. Com esses dados foi realizado o cálculo para estimar o volume de cada espécime (RIOS & HERNÁNDEZ, 1993).

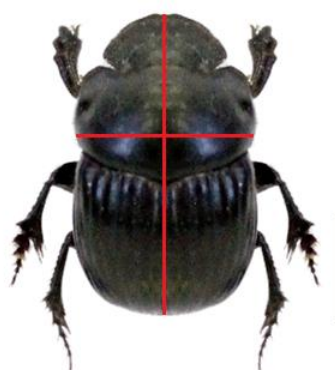


Figura 2 - Representação das medidas corporais de *Homocopris* sp. A linha preta lateral representa 0,5 cm. As linhas vermelhas representam as medidas do comprimento total do corpo e da largura na região do pronoto.

Os chifres dos machos da espécie foram medidos com o auxílio do paquímetro digital. As medidas foram feitas a partir da base do chifre até a ponta (Figura 3).



Figura 3 - Medição do chifre de indivíduo macho de *Homocopris* sp. Fonte: Autor.

2.4 ANÁLISES DE DADOS

Para a elaboração do mapa de distribuição espacial de *Homocopris* sp. no estado de Santa Catarina foi utilizado o software livre QGIS 3.16 Hannover. As bases cartográficas de dados utilizadas na elaboração dos mapas foram do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina (SIGSC), ambas disponibilizadas por serviço WMS.

Para verificar a relação entre a temperatura nos dias de coleta e a abundância de indivíduos, bem como a relação entre o comprimento dos chifres e o comprimento do corpo dos machos, foi utilizada a análise de Correlação de Pearson. Para comparar os tamanhos entre fêmeas e machos da espécie foram realizados testes t de comparação de médias de tamanho. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software livre R.

3 RESULTADOS

3.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE *Homocopris* sp. NO ESTADO DE SANTA CATARINA

A distribuição de *Homocopris* sp. no estado de Santa Catarina ocorre nos municípios onde a temperatura média anual varia entre 13,24 °C e 18,01 °C, são eles: Anitápolis, Bom Retiro, Campos Novos, Monte Castelo, Rancho Queimado, São Bonifácio e Urubici. Ainda, a distribuição altitudinal da espécie fica entre 770 e até 1630 metros de altitude. O mapa que descreve a distribuição de *Homocopris* sp. em relação a temperatura média anual e a altitude no estado de Santa Catarina está apresentado na Figura 4.

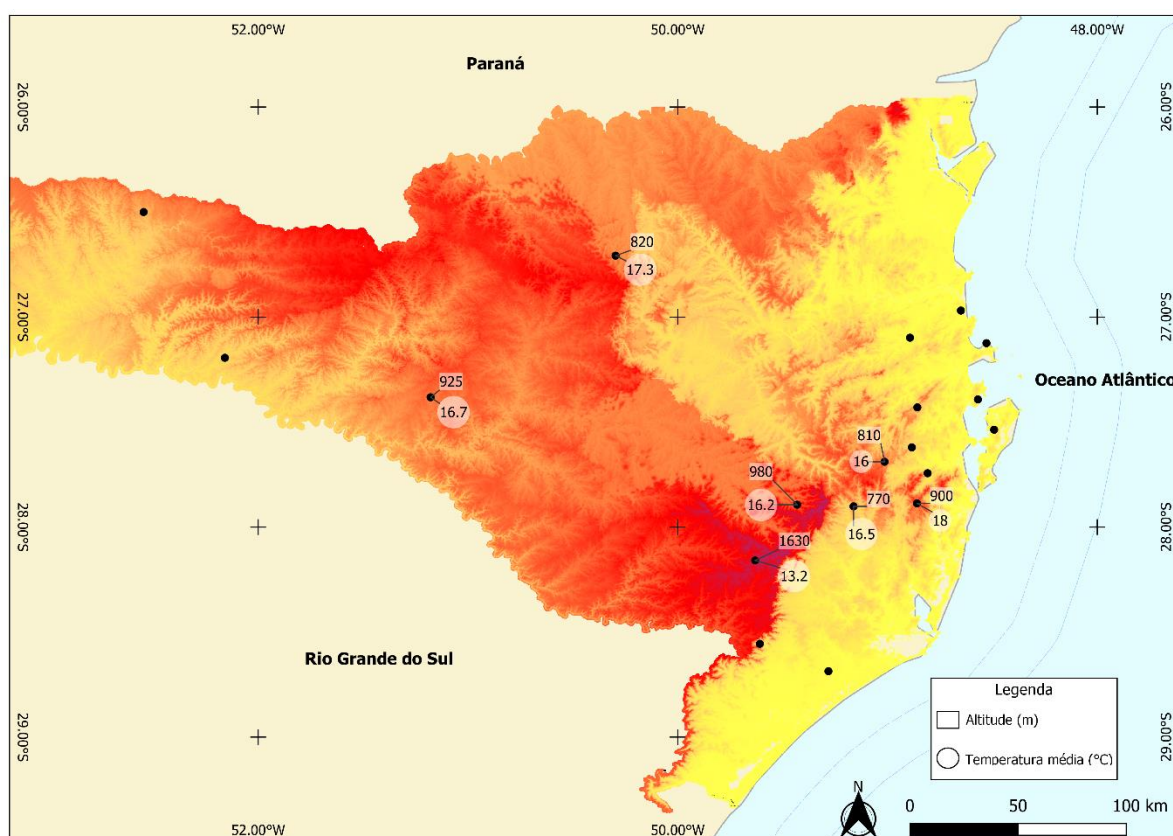


Figura 4 - Distribuição espacial de *Homocopris* sp. no estado de Santa Catarina. Cor vermelha no mapa indica maior altitude. Em destaque a altitude e a temperatura média anual em cada município em que ocorre a espécie.

3.2 DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE *Homocopris* sp. EM URUBICI

Entre os anos de 2017 e 2019 foram coletados 150 espécimes de *Homocopris* sp. no município de Urubici, SC (Tabela 1). As temperaturas médias do solo nos dias de coleta variaram entre 6,41 e 18,5 °C. As menores temperaturas em que foram encontrados indivíduos adultos foi em julho de 2017, quando foram coletados nove *Homocopris* sp. a uma temperatura média de 9,38 °C. As maiores temperaturas em que foram encontrados foi de 18,05 °C em janeiro de 2019, com quatro indivíduos capturados. Mas não houve correlação significativa entre a temperatura média nos dias de coleta e a abundância de indivíduos ($r = 0,18$).

Tabela 1 - Abundância de *Homocopris* sp. em coletas trimestrais durante três anos em Urubici, SC e temperatura média do solo (°C) nos dias de coleta

Data da coleta	Abundância de <i>Homocopris</i> sp.	Temperatura média do solo nos dias de coleta
2, 3 e 4 de abril/2017	83	14,86 °C
12, 13 e 14 de julho/2017	9	9,38 °C
18, 19 e 20 de setembro/2017	0	14,25 °C
12, 13 e 14 de dezembro/2017	5	15,51 °C
19, 20 e 21 de março/2018	0	16,94 °C
10, 11 e 12 de julho/2018	0	7,96 °C
7, 8 e 9 de outubro/2018	12	13,72 °C
21, 22 e 23 de janeiro/2019	4	18,05 °C
9, 10 e 11 de abril/2019	37	13,01 °C
4, 5 e 6 de julho/2019	0	6,41 °C

3.3 CARACTERÍSTICAS POPULACIONAIS DE *Homocopris* sp. EM URUBICI

Dos 150 espécimes de *Homocopris* sp. depositados na CE-MHS, 44 estavam secos e montados em alfinetes entomológicos. Desse total, 23 eram fêmeas (52,2%) e 21 machos (47,8%), portanto, a proporção sexual da população foi de 0,91 macho/fêmea.

A média dos valores de comprimento total das fêmeas foi de 16,22 mm ($\pm 0,855$ mm) enquanto o comprimento total dos machos foi de 15,33 mm ($\pm 0,882$ mm). As fêmeas apresentaram comprimento total maior que os machos ($t = 3.318$, $g.l = 41.335$, $p < 0,01$) (Figura

5). Para o volume médio, o valor das fêmeas foi de $649,54 \text{ mm}^3 (\pm 98,019 \text{ mm}^3)$ enquanto dos machos foi de $551,73 \text{ mm}^3 (\pm 100,738 \text{ mm}^3)$, sendo que as fêmeas apresentaram significativamente maior volume em relação aos machos ($t = 3.1834$, $g.l = 41.378$, $p < 0,01$) (Figura 5).

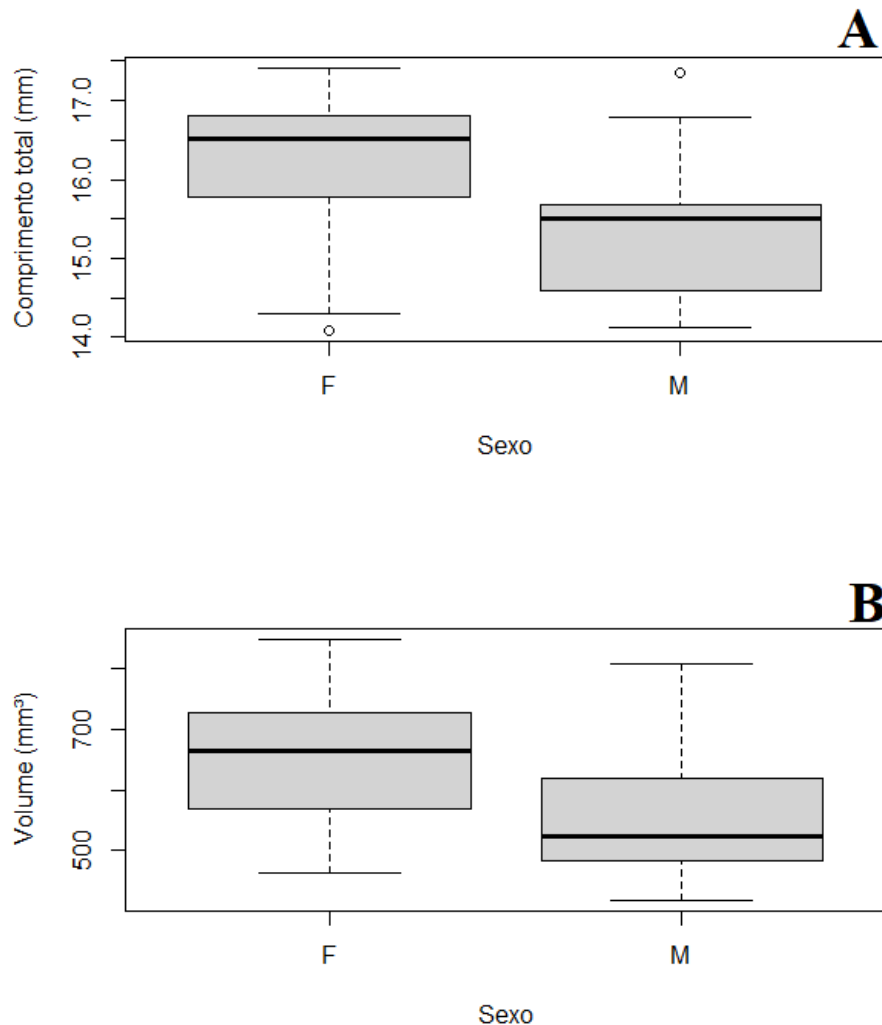


Figura 5 -Distribuição dos dados de (A) comprimento total do corpo e (B) volume corporal de F: fêmeas e M: machos da população de *Homocopris* sp. em Urubici, SC.

O comprimento dos chifres apresentou média de 1,67 mm com grande variação ($\pm 1,76$ mm), desde um macho *minor* com chifre de 0,10 mm até um macho *major* com chifre de 5,35 mm (Figura 7). A relação entre o comprimento total do corpo e o tamanho do chifre não segue um padrão linear, havendo um grupo *minor* de tamanho menor que 15,5 mm de comprimento

e um grupo *major* de tamanho maior que 16 mm de comprimento. No entanto entre 15,5 e 16,0 mm de comprimento os machos podem ser de ambos grupos, apresentando chifres desde 0,16 mm até 4,09 mm. A partir desses dados pode-se considerar que o comprimento de chifre que indica o morfotipo *major* é a partir de 1,7 mm. Nesta população, os espécimes com chifre menor que 1 mm foram considerados *minor*. Assim, foram classificados 9 machos *major* e 12 machos *minor*, sendo a proporção *major/minor* de 0,75.

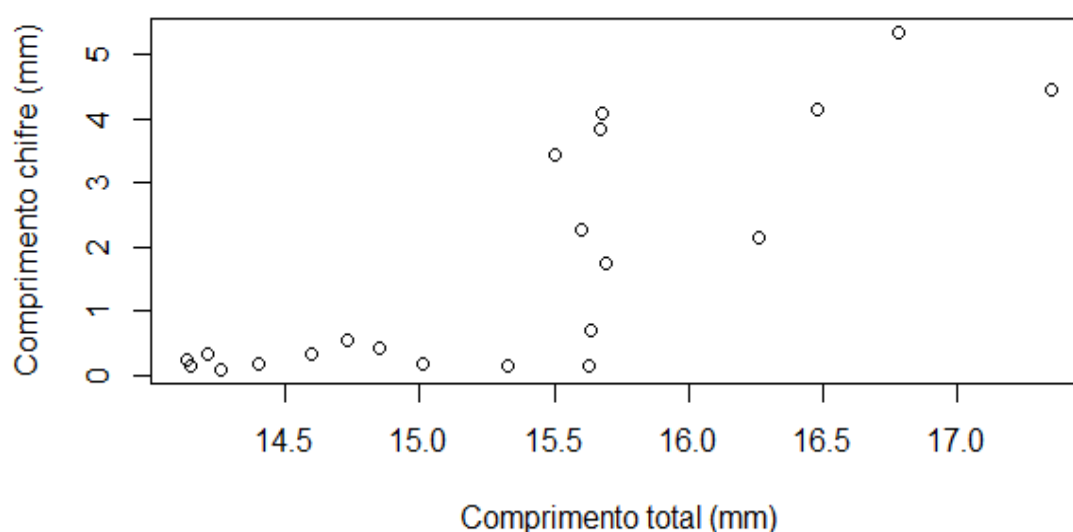


Figura 6 – Relação entre o comprimento dos chifres (mm) e o comprimento total do corpo (mm) dos machos da população de *Homocopris* sp. em Urubici, SC.

4 DISCUSSÃO

A distribuição espacial de *Homocopris* sp. no estado de Santa Catarina limitou-se às regiões com altitudes elevadas e temperaturas médias anuais entre 13,24 °C e 18,01 °C. Os dados encontrados nesse trabalho concordam com os dados de da Silva e colaboradores (2018a) em um gradiente altitudinal no estado, no qual a espécie somente foi encontrada acima de 800 m de altitude. Além disso, espécies do mesmo gênero em outros países da América Latina, também se distribuem em regiões frias (CÁRDENAS, 2015; CHAMORRO *et al.*, 2019; GONZÁLEZ-CHANG, 2010; MANCILLA & RENDÓN, 2016; VAZ-DE-MELLO; GÉNIER;

SMITH, 2010). A distribuição dessa nova espécie de *Homocopris* em regiões com altitude elevada e temperaturas baixas pode ser atribuída a um processo de colonização horizontal (DA SILVA, *et al.*, 2018a). Este tipo de processo considera aspectos geográficos e históricos (LOBO & HALFFTER, 2000) como, por exemplo, o Último Máximo Glacial, que diminuiu a temperatura média global do ar (TIERNEY *et al.*, 2020) e da superfície terrestre em seis graus Celsius, afetando latitudes intermediárias e baixas (SELTZER *et al.*, 2021). Nesse processo, espécies que habitam regiões montanhosas não teriam se originado a partir das espécies que vivem em locais mais baixos, a qual seria definida como colonização vertical (LOBO & HALFFTER, 2000). A colonização dessas regiões de altitude elevada teria acontecido durante esse evento climático que propiciou a ampla distribuição de espécies adaptadas ao frio, como, por exemplo, as do gênero *Homocopris*. Após o aquecimento do planeta, as espécies teriam ficado restritas aos locais com as temperaturas adequadas ao seu nicho térmico, habitando as regiões frias e montanhosas (LOBO & HALFFTER, 2000; DA SILVA, *et al.*, 2018a). Embora a espécie se distribui em outros estados do sul do Brasil (VAZ-DE-MELLO, comunicação pessoal), pode-se prever que a espécie ocorrerá apenas em locais com altitudes elevadas e/ou em temperaturas médias anuais próximas às encontradas nesse estudo (menores a 18 °C).

A distribuição temporal da espécie ao longo dos três anos de coleta em Urubici, SC, mostrou que os adultos se encontram ativos em todas as estações do ano, incluindo o inverno. No entanto, a abundância de *Homocopris* sp. não apresentou correlação significativa com a temperatura do solo, já que não houve captura dos besouros em coletas em que a temperatura média do solo era similar a períodos de captura dos mesmos. De forma semelhante, adultos da espécie estiveram presentes em grande abundância durante todo o ano em altitudes acima de 1300 m no município de Urubici, no entanto em regiões de menor altitude, a baixa abundância refletiu em meses sem a presença de adultos (DA SILVA, *et al.*, 2018a). A temperatura, por ser um fator limitante para os insetos (RÉGNIERE; POWELL; BENTZ; NEALIS, 2012), pode atuar diretamente na abundância (DA SILVA; VAZ-DE-MELLO; DI MARE, 2013; HERNÁNDEZ & VAZ-DE-MELLO, 2009), desenvolvimento e tamanho do corpo dos besouros (HENSEN; LOBO; HERNÁNDEZ, 2020). Mas outras características que não foram medidas (*e.g.* pluviosidade, luminosidade, umidade do solo etc...) podem ter afetado a abundância de *Homocopris* sp. Nesse estudo observou-se que os adultos são ativos em temperaturas médias do solo de 9,38 °C até temperaturas mais elevadas, de 18,05 °C. Em estudos com a espécie *Homocopris torulosus*, Joseph (1929) notou que a drástica mudança de

temperatura e umidade do solo pode afetar o desenvolvimento das larvas da espécie. Assim, as médias térmicas afetadas pelo aumento da temperatura global, que nos últimos anos tem subido de forma alarmante (HANSEN *et al.*, 2006) podem atuar de forma negativa em espécies que vivem em locais com altitude elevada.

A proporção sexual da população de *Homocopris* sp. em Urubici foi de 0,91 macho por fêmea. Esses valores sugerem que essa população possui proporção sexual de 1:1, resultado que difere dos encontrados nos estudos de Joseph (1929) com a espécie *Homocopris torulosus* e que cita proporção sexual de um macho para cada dez ou 12 fêmeas. Trabalhos mais recentes com *Homocopris torulosus* no Chile, encontraram uma proporção sexual de 1:2 macho/fêmea (GONZÁLES-CHANG, 2010). Em outro trabalho, na mesma área em que Gonzáles-Chang (2010) realizou sua pesquisa, Cárdenas (2015) mostrou que a população de *Homocopris torulosus* de florestas nativas daquela região apresentou proporção sexual de 1:3 macho/fêmea.

As medidas corporais da população de *Homocopris* sp. em Urubici mostraram que as fêmeas possuem comprimento total e volume maior do que os machos. Os valores do volume dos machos encontrados nesse estudo podem ser diferentes pois o cálculo empregado para estimar o volume não levou em consideração a altura dos espécimes, que, nos machos, possuem a região do pronoto mais evidente do que as fêmeas. Já para as medidas de comprimento, as fêmeas foram estatisticamente maiores que os machos. Essa diferença pode-se dar devido a questões morfológicas internas relacionadas ao investimento das fêmeas na prole (HUERTA; ANDUAGA; HALFFTER, 1981), por alimentação (HUNT & SIMMONS, 1997) ou por herança genética. Mais estudos comportamentais e genéticos podem aumentar o conhecimento acerca dessas características.

O comprimento médio dos chifres da população de *Homocopris* sp. apresentou grande variação e não houve um padrão linear, ficando evidente a presença de dois morfotipos: *major* e *minor*. Isso sugere que nessa população indivíduos que atingem o comprimento abaixo de 15,5 mm serão do morfotipo *minor* e acima de 16 mm serão do morfotipo *major*. Ainda, há um grupo intermediário com comprimento entre 15,5 mm e 16 mm em que existe grande variedade de tamanhos de chifre. Entre esses tamanhos, os machos da população podem ser tanto de um morfotipo quanto de outro. Assim, nesse estudo foi considerado que espécimes que apresentavam comprimento do chifre a partir de 1,7 mm são do morfotipo *major*, desta forma, obteve-se que a proporção de machos *major/minor* foi de 0,75. A presença de morfotipos na

população sugere que há a adoção de táticas de reprodução diferentes na população, na qual machos *minor* se infiltram em ninhos para copular com as fêmeas evitando a luta contra machos *major* (SIMMONS & RIDSDILL-SMITH, 2011). Entretanto, quanto a disputa por acesso às fêmeas, o chifre parece desempenhar um papel mais importante do que o tamanho do corpo, onde geralmente o tamanho do chifre pode ser um preditor de vitórias (SIMMONS & RIDSDILL-SMITH, 2011). Não é conhecido se nessa população a variação dos morfotipos é derivada da alimentação ou da genética dos indivíduos. Sabe-se que a alimentação é um fator limitante no desenvolvimento e crescimento dos escarabeíneos, onde grandes quantidades de alimento podem levar ao desenvolvimento de características do morfotipo *major* em machos (HUNT & SIMMONS, 1997; SIMMONS & RIDSDILL-SMITH, 2011). Certamente, mais estudos comportamentais acerca dessas características podem ajudar na compreensão de como a variação dos morfotipos influencia no sucesso reprodutivo.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho de iniciação científica foi possível descrever a distribuição espacial e temporal de uma nova espécie de besouro escarabeíneo do gênero *Homocopris*, no estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Além disso, foram descritas características populacionais de uma espécie até então desconhecida para a ciência, em uma localidade de Mata Atlântica nas maiores elevações do estado. Essas informações vêm aumentar o conhecimento acerca dos escarabeíneos que vivem em regiões montanhosas e podem embasar políticas públicas de conservação da biodiversidade em ambientes ameaçados.

6 AVALIAÇÃO DO ALUNO

Participar da iniciação científica foi imensamente gratificante. As conversas virtuais semanais com os colegas de laboratório e com a orientadora proporcionaram bons momentos de aprendizado. Descobri coisas novas, aprendi o que não conhecia e reaprendi o que tinha esquecido. A pesquisa científica aqui apresentada me deixou muito orgulhoso e espero que no futuro essas informações possam ser úteis para ajudar a entender um pouco mais sobre uma espécie pouco conhecida para a ciência. Assim, gostaria de deixar aqui meu desejo de que a ciência brasileira seja mais valorizada e que nos próximos anos o negacionismo seja apenas coisa do passado.

REFERÊNCIAS

- BURMEISTER, H. C. C. **Genera quaedam insectorum inconibus illustravit et descripsit**, 1 (10). Berlin, 1846.
- CAMPOS, R. C. & HERNÁNDEZ, M. I. M. Dung beetle assemblages (Coleoptera, Scarabaeinae) in Atlantic Forest fragments in southern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 57 (1): 47–54, 2013.
- CÁRDENAS, R. A. J. **Presencia otoñal de *Homocopris torulosus* (Eschscholtz, 1822) bajo distintos tipos de vegetación en ecosistemas valdivianos**. 2015. Memoria para al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral del Chile 42p., 2015.
- CHAMORRO, W.; MARIN-ARMIJOS, D.; ASENJO, A.; VAZ-DE-MELLO, F. Z. Scarabaeinae dung beetles from Ecuador: a catalog, nomenclatural acts, and distribution records. **ZooKeys**, 826: 1–343, 2019.
- DA SILVA, P. G.; LOBO, J. M.; HENSEN, M. C.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Turnover and nestedness in sub- tropical dung beetle assemblages along an elevational gradient. **Diversity and Distributions**, 24 (9): 1277–1290, 2018a.
- DA SILVA, P. G.; LOBO, J. M.; HERNÁNDEZ, M. I. M. The role of habitat and daily activity patterns in explaining the diversity of mountain Neotropical dung beetle assemblages. **Austral Ecology**, 44 (2): 300-312, 2018b.
- DA SILVA, P. G.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DI MARE, R. A. Diversity and seasonality of Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in forest fragments in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 85 (2): 679-697, 2013.
- EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina. 20p. (Epagri, Documentos, 310) - ISSN 2674-9521 (On-line) Florianópolis: Epagri, 2020.
- GONZÁLEZ-CHANG, M. A. **Presencia otoñal de escarabajos estercoleros nativos paracópridos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en renovales de bosque nativo y praderas naturales asociadas**. Tesis Licenciado en Agronomía. Universidad Austral de Chile 83p, 2010.
- GONZÁLEZ-CHANG, M.; CARRILLO, R.; PINOCHET, D. Escarabajos estercoleros nativos en Chile. Una revisión con énfasis en su ecología. **Agro Sur**, 43 (3): 51-61, 2015.
- HALFFTER, G. & EDMONDS, W. D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach**. Man and the Biosphere Program UNESCO. México D.F. 177p., 1982
- HANSEN, J.; SATO, M.; RUEDY, R.; LO, K.; LEA, D. W.; MEDINA-ELIZADE, M. Global temperatura change. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 103 (39): 14288-14293, 2006.

- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. **Dung Beetle Ecology**. New Jersey, Princeton University Press, 481 p, 1991.
- HAROLD, E. Révision des espèces qui rentrent dans le genre *Pinotus* Erichson. **L'Abeille**, 6: 123–144, 1869.
- HENSEN, M. C.; LOBO, J. M.; HERNÁNDEZ, M. I. M. Differences in the reproductive behaviour and larval development of two *Canthon rutilans* subspecies reinforce their thermal regional segregation. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, 168 (11): 827-835, 2020.
- HERNÁNDEZ, M. I. M.; DA SILVA, P. G.; NIERO, M. M.; ALVES, V. M.; BOGONI, J. A.; BRANDL, A. L.; BUGONI, A.; CAMPOS, R. C.; CONDÉ, P. A.; MARCON, C. B.; SIMÕES, T.; TERHORST, L. H. Ecological characteristics of Atlantic Forest dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in the State of Santa Catarina, Southern Brazil. **The Coleopterists Bulletin**, 73 (3): 1-17, 2019.
- HERNÁNDEZ, M. I. M. & VAZ-DE-MELLO, F. Z. Seasonal and spatial species richness variation of dung beetle (Coleoptera, Scarabaeidae *s. str.*) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53 (4): 607–613, 2009.
- HUERTA, C.; ANDUAGA, S.; HALFFTER, G. Relaciones entre nidificación y ovario en *Copris* (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae). **Folia Entomológica Mexicana**, 47: 139-170, 1981.
- HUNT, J. & SIMMONS, L. W. Patterns of fluctuating asymmetry in beetle horns: an experimental examination of the honest signalling hypothesis. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 41 (2): 109-114, 1997.
- ISHIY, S. T.; NUNES, A.; DE SOUZA, A.; MARTERER, B. T. P.; BRASIL, D. M.; MUSSATTO, E. **Parque Estadual da Serra do tabuleiro: retratos da flora e da fauna**. Florianópolis: criAG, 2009.
- JOSEPH, H. C. El *Pinotus torulosus* Eschsch. **Revista Chilena de Historia Natural**. Temuco, Chile, 46p., 1929.
- KNELL, R. J. On the analysis of non-linear allometries. **Ecological Entomology**, 34 (1): 1- 11, 2009.
- LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil: proposta de classificação**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994.
- LOBO, J. M. & HALFFTER, G. Biogeographical and Ecological Factors Affecting the Altitudinal Variation of Mountainous Communities of Coprophagous Beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea): a Comparative Study. **Annals of the Entomological Society of America**, 93 (1): 115-126, 2000.

- MANCILLA, O. F. M. & RENDÓN, F. M. Variación en las abundancias de *Homocopris achamas* (Harold, 1867) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en el páramo de Rabanal, Boyacá-Colombia. **Ciencia en Desarrollo**, 7 (2): 67–73, 2016.
- MARTÍNEZ, A. Notas coleopterológicas, V. La invalidez del nombre genérico *Pinotus* y dos nuevas sinonimías (Col. Scarab.). **Anales de la Sociedad Científica Argentina**, 92: 138–142, 1951.
- MARTÍNEZ-REVELO, D. E. & LOPERA-TORO, A. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de los páramos del departamento de Nariño, Colombia. **Biota Colombiana**, 15 (1): 62-150, 2014.
- MCCULLOUGH, E. L.; LEDGER, K. J.; O'BRIEN, D. M.; EMLÉN, D. J. Variation in the allometry of exaggerated rhinoceros beetle horns. **Animal Behaviour**, 109: 133-140, 2015.
- MEDINA, C. A.; LOPERA-TORO, A.; VÍTOLO, A.; GILL, B. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. **Biota Colombiana**, 2 (2): 131 - 144, 2001.
- MOCZEK, A. P. Pupal remodeling and the evolution and development of alternative male morphologies in horned beetles. **BMC Evolutionary Biology**, 7: 151, 2007.
- NICHOLS, E.; SPECTOR, S.; LOUZADA, J.; LARSEN, T.; AMEZQUITA, S.; FAVILLA, M. E. Ecological functions and ecosystem services provided by dung beetles. **Biological Conservation**, 141 (6): 1461-1474, 2008.
- QGIS.ORG. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <http://www.qgis.org> 2021.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/> 2021.
- RANZ, R. R.; JIMÉNEZ, R. G.; DONOSO, M. E.; MILLANAO, R. P.; MEZA, V. M.; SCHENCKE, M. R. Dung Beetles of Chile, with Emphasis in La Araucanía Region. *In*: SHIELDS, V. D. C. (ed.) **Insect Physiology and Ecology**, 25-36, 2017.
- RÉGNIERE, J.; POWELL, J.; BENTZ, B.; NEALIS, V. Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: experimental design, data analysis and modeling. **Journal of Insect Physiology**, 58 (5): 634-647, 2012.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, 142 (6): 1141–1153, 2009.
- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 572 p. 2010.

- RIOS, R. I. & HERNÁNDEZ, M. I. M. Avaliação do tamanho do corpo de insetos em três famílias de Coleoptera: Scarabaeidae, Elateridae e Hydrophilidae. **Revista Brasileira de Biologia**, 53 (1): 37-41, 1993.
- SCHOLTZ, C. H.; DAVIS, A. L. V.; KRYGER, U. **Evolutionary Biology and Conservation of Dung Beetles**. PENSOFT Publishers ISBN: 978-954-642-517-1, 567p., Bulgaria, 2009.
- SELTZER, A. M.; NG, J.; AESCHBACH, W.; KIPFER, R.; KULONGOSKI, J. T.; SEVERINGHAUS, J. P.; STUTE, M. Widespread six degrees Celsius cooling on land during the Last Glacial Maximum. **Nature**, 593: 228-232, 2021.
- SIMMONS, L. W. & RIDSDILL-SMITH, T. J. **Ecology and Evolution of Dung Beetles**. Blackwell Publishing Ltd ISBN 978-1-4443-3315-2 347 p., 2011.
- TARASOV, S. & DIMITROV, D. Multigene phylogenetic analysis redefines dung beetle's relationships and classification (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) **BMC Evolutionary Biology**, 1 (16): 2-19, 2016.
- TIERNEY, J. E.; ZHU, J.; KING, J.; MALEVICH, S. B.; HAKIM, G. J.; POULSEN, C. J. Glacial cooling and climate sensitivity revisited. **Nature**, 584: 569-573, 2020.
- URUBICI. Prefeitura Municipal de Urubici. Disponível em: <https://www.urubici.sc.gov.br/pagina/id/3/?dados-do-municipio.html>. Acesso em 12 agosto de 2021.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z.; GÉNIER, F.; SMITH, A. B. T. Reclassification of *Homocopris* Burmeister as a Valid Genus to Accommodate Three Species Formerly in *Dichotomius* Hope (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Coprini). **The Coleopterists Bulletin**, 64 (3): 192, 2010.
- VIBRANS, A. C.; MCROBERTS, R. E.; LINGNER, D. V.; NICOLETTI, A. L.; MOSER, P. Extensão original e atual da cobertura florestal de Santa Catarina. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; DE GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina: Diversidade e Conservação dos Remanescentes Florestais**. Edifurb, vol.1. 344p., Blumenau, SC, 2012.
- WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; JÚNIOR, C. R.; DE ALMEIDA, I. R. **Atlas Climático da Região sul do Brasil**. Embrapa, 2. ed., ISBN 978-85-7035-013-8 Brasília, DF, 2011.