

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

RELATÓRIO PARCIAL DE BOLSA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq

**Diversidade e comportamento de besouros escaravelheiros:
Variações populacionais de besouros *Phanaeus splendidulus* em relação à distribuição
espacial no estado de Santa Catarina**

Nathalia de Lourenço Dottori Gaspar

Orientadora: Profa. Dra. Malva Isabel Medina Hernández

Florianópolis
Abril de 2024

INTRODUÇÃO

Os escarabeíneos exercem papéis essenciais para o funcionamento dos ecossistemas por estarem envolvidos diretamente na ciclagem de nutrientes através de seus comportamentos de alimentação e nidificação ao utilizar como recurso fezes (coprofagia), carcaças de animais (necrofagia), fungos (micetofagia) ou material vegetal (saprofagia) em decomposição (Halffter; Edmonds, 1982; Nichols *et al.*, 2008).

Phanaeus splendidulus (Fabricius, 1781) é uma espécie de besouro da subfamília Scarabaeinae que, assim como os outros membros do gênero, são insetos de hábitos diurnos e coprófagos. Utilizam excremento de animais, preferencialmente mamíferos herbívoros e onívoros, para alimentação e nidificação (Edmonds, 1994). Na presença de uma fonte de alimento, os besouros *P. splendidulus* adultos cavam túneis para onde transportam e armazenam o recurso. Deste modo, são definidos como besouros tuneleiros (paracoprídeos) de acordo com a classificação de Villalva *et al.* (2002).

O gênero *Phanaeus* é Neotropical e a espécie *P. splendidulus* é encontrada somente na América do Sul, com distribuição nas regiões costeiras de Mata Atlântica do Brasil, em altitudes menores do que 1000 metros, do estado do Espírito Santo ao Rio Grande do Sul, e em Misiones, na Argentina (Edmonds, 1994). Besouros do gênero *Phanaeus* tendem a tolerar uma faixa estreita de condições ambientais. Sua distribuição espacial e temporal é determinada pelo tipo de vegetação e pelo clima predominante, principalmente a quantidade e o momento em que acontecem as chuvas durante as estações quentes (Edmonds, 1994; Hensen *et al.*, 2018). Estes fatores estão associados à temperatura, umidade predominante, fontes de alimento disponíveis, exposição à chuva e insolação, entre outros, que exercem influência sobre a abundância das populações (Edmonds, 1994; Morón, 2004).

Os machos de *P. splendidulus* podem ser classificados em dois morfotipos, baseados em suas características morfológicas e comportamento reprodutivo: machos major e machos minor. Machos major são de maior tamanho e apresentam na cabeça um chifre vertical (corno cefálico) levemente curvado em direção à extremidade posterior do corpo, o qual utilizam para defender seu ninho, além de dois grandes chifres no pronoto (cornos torácicos) curvados para a linha mediana do corpo. Em contrapartida, machos minor são de menor tamanho e possuem chifres bastante reduzidos ou nenhum chifre. Assemelham-se às fêmeas da espécie, as quais carecem dessa estrutura, o que possibilita uma infiltração furtiva nos túneis de machos major na tentativa de acasalar com as fêmeas.

Phanaeus splendidulus são considerados besouros de tamanho médio, de cerca de 2 centímetros de comprimento. Existe uma grande variação entre os indivíduos de uma mesma população. O tamanho e a biomassa do besouro adulto são definidos tanto pela informação contida no seu material genético como pelas condições ambientais durante o período larval, sobretudo a quantidade de recursos disponíveis e a temperatura. Baixas temperaturas diminuem o metabolismo de um inseto, resultando na redução da sua taxa de desenvolvimento, ao passo que temperaturas altas podem acelerar o seu metabolismo e crescimento (Gullan; Cranston, 2008). Grande parte dos insetos evitam condições sazonais adversas, geralmente apresentando crescimento e reprodução no verão e dormência no inverno (Gullan; Cranston, 2008).

Nos escarabeíneos, a coloração do corpo está relacionada com o período de atividade do besouro e seu habitat (Alves *et al.*, 2018; Vulinec, 1997). No geral, espécies noturnas são encontradas em tons de preto, enquanto as espécies diurnas são coloridas e demonstram uma ampla variedade de cores (Crowson, 1981; Hensen *et al.*, 2018; Hernández, 2002). As cores dos insetos podem estar relacionadas com a comunicação intraespecífica ou interespecífica e com a termorregulação (Endler, 1990; Hernández, 2002; Vulinec, 1997). Neste caso, garantindo vantagem conforme a distribuição geográfica das populações (Davis *et al.*, 2008). Desse modo, fatores ambientais, como a temperatura e precipitação, poderiam exercer influência na variação de cores. Sob outra perspectiva, pesquisas de Favila *et al.* (2000) com besouros iridescentes demonstram que a característica da coloração das espécies analisadas aparenta estar sob controle genético.

Ao longo da vida, os adultos de *P. splendidulus* expressam diferenças morfológicas por causa de seu comportamento de fazer túneis. O atrito com o substrato durante a escavação provoca desgastes no corpo destes besouros. Através disto, pode-se estimar o tempo de vida ou “idade” dos adultos de *P. splendidulus* pela observação da intensidade da cor do exoesqueleto e a condição das tibias e dos tarsos das pernas.

Com base nestas informações, é possível que as variações de abundância e as variações morfológicas, tais como tamanho, cor, idade e proporção de morfotipos relacionados às características sexuais nas diferentes populações de *P. splendidulus* estejam atreladas a variáveis ambientais onde ocorrem.

Assim, as hipóteses testadas foram que provavelmente os machos minor têm tamanho semelhante ao das fêmeas por uma questão de camuflagem, o que dificulta a distinção pelo macho major e aumenta a probabilidade de sucesso de invadir o ninho e acasalar com a fêmea.

Duas possibilidades quanto a variação de cor foram consideradas. Esta pode ser uma característica genética, particular de cada população de *P. splendidulus*, e não está relacionada a fatores ambientais, isto é, seria um aspecto que não mudaria em razão da temperatura. Logo, esperaríamos encontrar modificações de cores dependendo da distribuição espacial e não temporal. Por outra perspectiva, besouros espacialmente separados podem exibir mudança da coloração dos indivíduos por conta da temperatura, neste caso, denota uma questão ambiental.

Em relação a idade dos adultos, a análise desta característica pode ajudar a elucidar a distribuição etária da população.

O objetivo geral foi analisar a variação de abundância, proporção de fêmeas, machos major e machos minor, tamanho, cor e idade de besouros *Phanaeus splendidulus* em três áreas de Mata Atlântica do estado de Santa Catarina. Os objetivos específicos foram:

- i) Comparar a variação de abundância de *P. splendidulus* entre locais;
- ii) Averiguar a proporção de fêmeas, machos major e machos minor de *P. splendidulus* nas populações amostradas;
- iii) Medir e comparar o tamanho do corpo e cornocefálico dos indivíduos de *P. splendidulus*;
- iv) Verificar as diferenças de coloração de *P. splendidulus* entre populações e ao longo do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

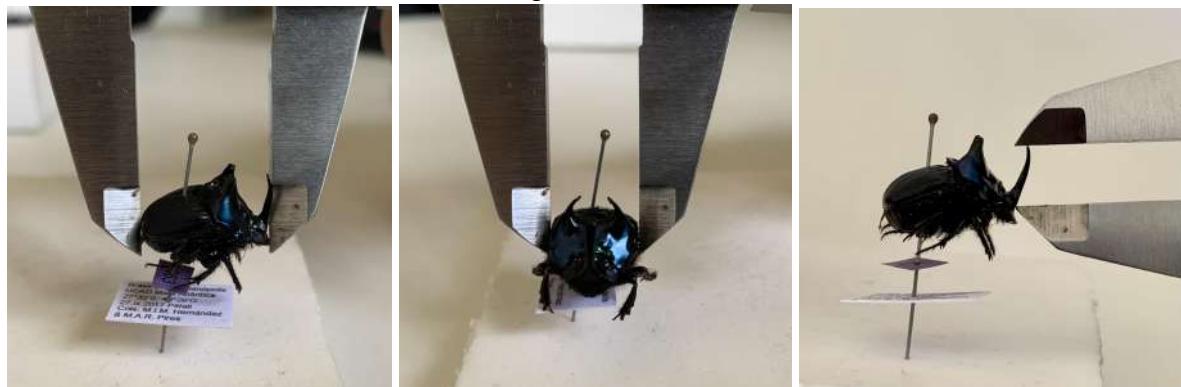
Este estudo foi realizado com base na medição e análise das informações obtidas dos indivíduos da espécie *Phanaeus splendidulus* contidos na Coleção Entomológica Mítia Heusi Silveira (CE-MHS) do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em coletas realizadas entre os anos de 2016 a 2020. Esses dados pertencem ao projeto de pesquisa de longo prazo “*Diversidade beta de assembleias de besouros Scarabaeinae: efeito da temperatura na distribuição espacial e temporal*” do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal (LECOTA), Depto. Ecologia e Zoologia da UFSC - Centro de Ciências Biológicas. No projeto são realizadas coletas sazonais, a cada trimestre, e os indivíduos da espécie provém de três locais distintos do estado de Santa Catarina, Brasil: Unidade de Conservação Ambiental Desterro (UCAD) e Monumento Natural Municipal da

Lagoa do Peri (PERI), em Florianópolis, e no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), no município de Santo Amaro da Imperatriz.

Para determinar a variação na abundância das populações provenientes das áreas do PERI e UCAD, na Ilha de Santa Catarina, e do PAEST, no continente, foi contado o número de indivíduos ao longo das 14 coletas já realizadas. De acordo com as características morfológicas, os indivíduos foram classificados por sexo em: fêmea, macho maior ou macho menor.

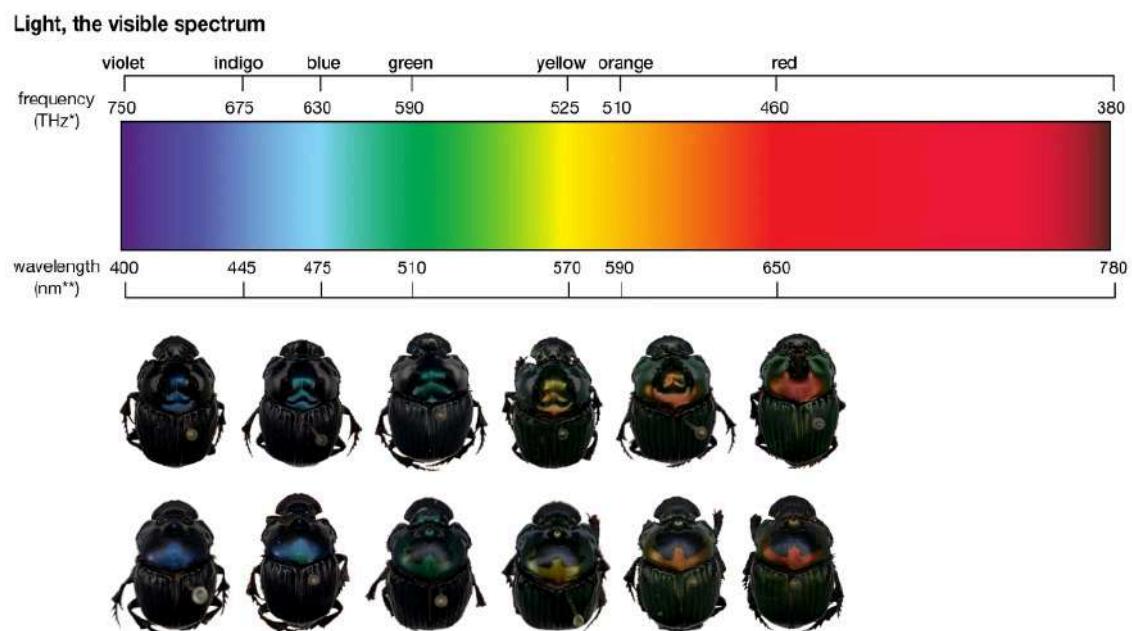
As medidas de tamanho foram realizadas com o uso de um paquímetro digital (Figura 1). O comprimento do corpo foi medido desde o clípeo ao pigídio, a largura do corpo foi obtida pela mensura da distância entre os úmeros e o chifre foi medido a partir de sua base até sua extremidade. Machos menor que não possuem o corno cefálico podem ser identificados ao observar a região onde cresceriam os dois chifres do pronoto.

Figura 1 – Medição do comprimento do corpo, largura do corpo e tamanho do chifre de *P. splendidulus*



A coloração foi determinada por meio da observação direta do pronoto e élitros de cada indivíduo sob luz natural, e estes foram agrupados em categorias específicas para as cores identificadas (Figura 2). A cor do pronoto foi definida pela tonalidade de sua porção distal. Para os élitros, os quais não manifestam iridescência, foi considerada a estrutura completa.

Figura 2 – Espectro de luz visível em paralelo com machos e fêmeas de *P. splendidulus*



Fonte: Adaptado de Encyclopædia Britannica (2023)

A idade foi estimada pela observação da intensidade da cor do exoesqueleto e a condição dos dentes tibiais e tarsos das pernas frontais (Figura 3). Com base nisto, os indivíduos foram classificados em três grupos: jovem, intermediário e velho. Jovem: brilhante e pernas completamente íntegras; intermediário: pouco brilhante e pernas parcialmente desgastadas; velho: fosco e pernas muito desgastadas.

Figura 3 – Besouro *P. splendidulus* jovem, intermediário e velho, respectivamente



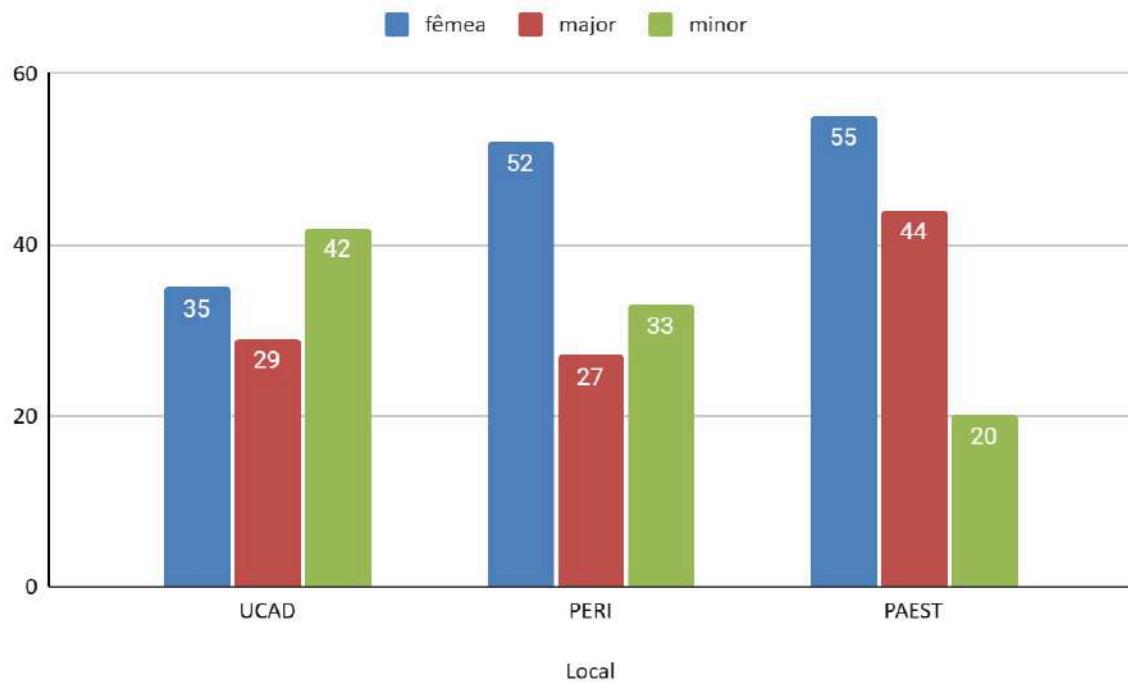
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi analisado um total de 343 indivíduos de *P. splendidulus*. A abundância mostrou-se similar entre as áreas de estudo, com 106 coletados na UCAD, 118 no PERI e 119

no PAEST. Destes, 16 indivíduos não foram localizados na coleção entomológica e foi preciso utilizar informações secundárias para aferir a coloração, não sendo possível identificar as outras características.

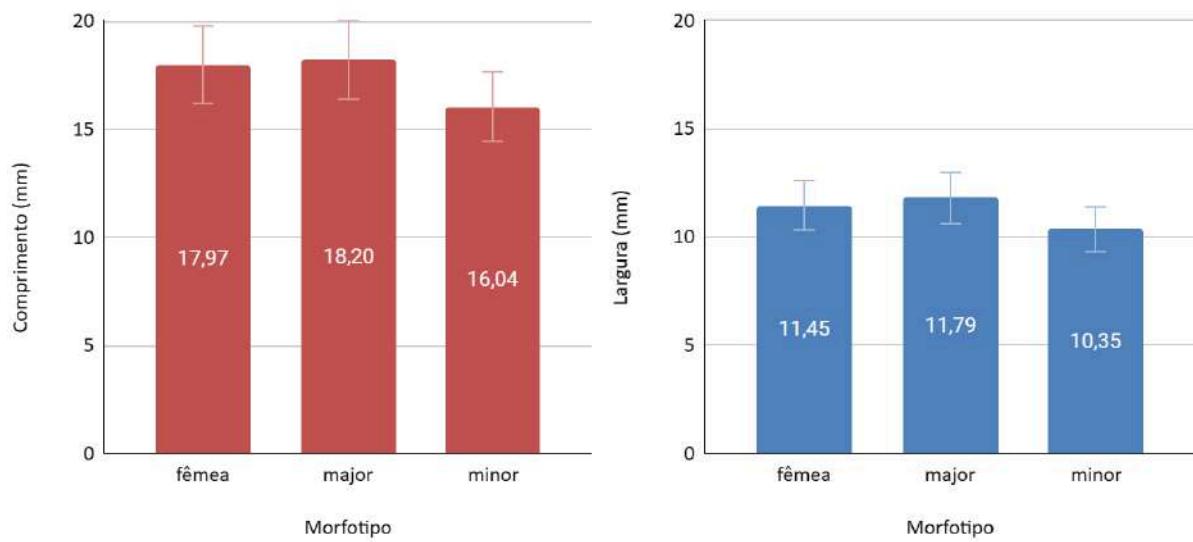
Dos espécimes coletados, 142 eram fêmeas, 100 machos major e 95 machos minor. A proporção de morfotipos não mostra o mesmo padrão para todos os locais de coleta (Figura 4). Na UCAD, a relação entre os morfotipos demonstra ser mais balanceada, com presença de muitos machos minor. Ao passo que no PERI as fêmeas estão em quantidades mais elevadas. No PAEST, o número de machos minor é bastante inferior em comparação com o de fêmeas e machos major. Considerando o sexo, a UCAD demonstra prevalência de machos, em uma proporção de 2,02 machos para cada fêmea ($71:35 = 2,02:1$), enquanto é mais nivelada no PERI ($60:52 = 1,15:1$) e no PAEST ($64:55 = 1,16:1$).

Figura 4 – Fêmeas, machos major e machos minor de *P. splendidulus* em três locais no estado de Santa Catarina: Unidade de Conservação do Desterro (UCAD), Monumento Natural da Lagoa do Peri (PERI) e Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST)



Em relação ao tamanho do corpo, a média (e desvio padrão) do comprimento das fêmeas foi de 17,97 ($\pm 1,69$) mm, dos machos major de 18,20 ($\pm 0,80$) mm e dos machos minor de 16,04 ($\pm 1,09$) mm. A média da largura do corpo das fêmeas foi de 11,45 ($\pm 1,05$) mm, dos machos major de 11,79 ($\pm 0,53$) mm e dos machos minor de 10,35 ($\pm 0,66$) mm.

Figura 5 – Média do comprimento (esquerda) e média da largura (direita) de fêmeas, machos major e machos minor de *P. splendidulus*



Os dados levantados contrariam a hipótese inicial, a qual afirma que o tamanho dos machos minor seria semelhante ao das fêmeas. A largura e comprimento das fêmeas é mais próximo das medidas dos machos major do que dos machos minor, estes parecem ser menores em comparação com os outros morfotipos. Possivelmente o pequeno tamanho confere agilidade e auxilia a entrada despercebida nos túneis (Kerman *et al.*, 2018).

Acerca do comprimento dos chifres, a média de machos major foi de 6,76 ($\pm 1,07$) mm e a de machos minor foi de 2,62 ($\pm 1,74$) mm. Machos com chifres menores podem ter desvantagem no processo de seleção sexual, visto que as fêmeas exibem preferência por machos com chifres grandes, pois indicam uma melhor aptidão e capacidade de defesa do ninho (Gullan; Cranston, 2008).

As cores do pronoto foram classificadas em: vermelho, laranja, amarelo-alaranjado, amarelo-esverdeado, verde, ciano e azul. As cores dos élitros foram classificadas em: preto, azul-violeta e verde.

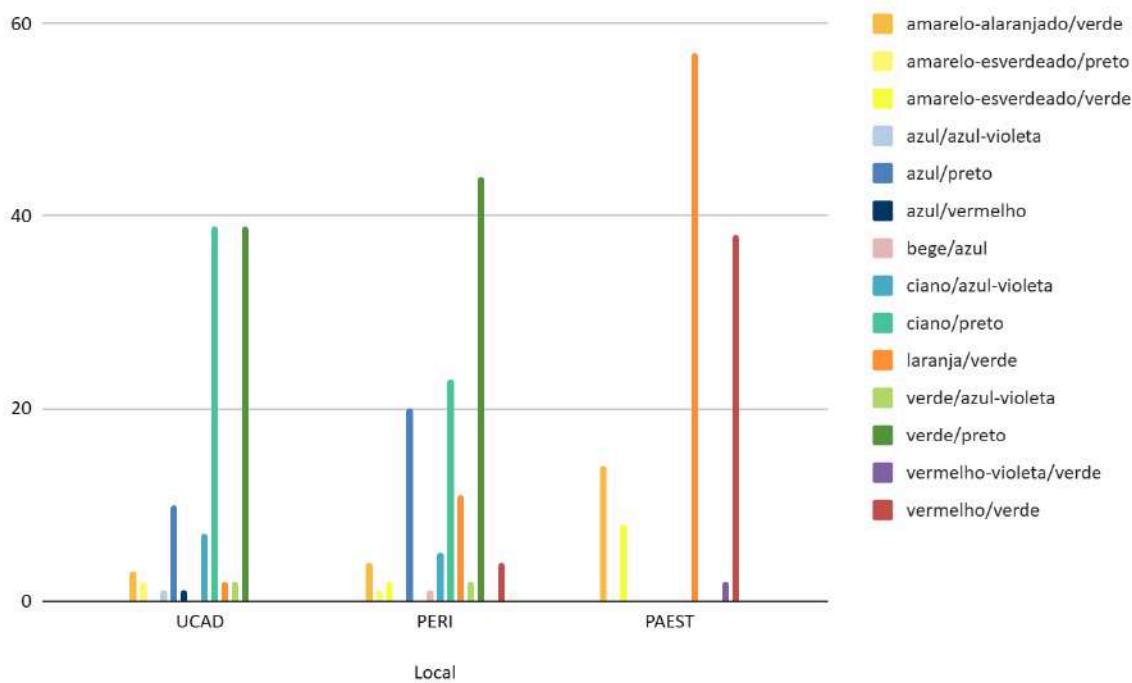
Na relação cor do pronoto/cor do élitro, a maioria dos indivíduos coletados eram verde/preto (24,3%), seguido por laranja/verde (20,5%), ciano/preto (18,2%) e as demais cores. Além das cores descritas, foi também identificado 1 indivíduo bege/azul, 1 azul/vermelho e 1 azul/azul-violeta.

A coloração dos *P. splendidulus* analisados aparenta estar ligada aos locais onde habitam, sendo peculiar de cada população (Figura 6). Isso é evidenciado pelo enorme número de indivíduos laranja/verde, amarelo-alaranjado/verde e vermelho/verde no PAEST

em comparação com as outras áreas de estudo. Além disso, muitos padrões de cores estão ausentes no PAEST, enquanto que no PERI e UCAD são encontrados. Em ambos estes locais, há ênfase nas grandes quantidades de besouros verde/preto, ciano/preto e azul/preto.

Um fluxo de indivíduos entre o PERI e UCAD, localizados na Ilha de Santa Catarina, é improvável atualmente devido à distância entre as duas áreas. Possivelmente foi uma população fragmentada com o avanço da urbanização na ilha, o que resultou na ocorrência praticamente das mesmas cores, porém em proporções distintas. Em contrapartida, o PAEST, distante no continente, está isolado dos demais locais e abrange uma população com poucas tonalidades.

Figura 6 – Número de indivíduos de *Phanaeus splendidulus* por padrão de cor em três locais no estado de Santa Catarina: Unidade de Conservação do Desterro (UCAD), Monumento Natural da Lagoa do Peri (PERI) e Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST)



Em relação à idade dos indivíduos de *P. splendidulus*, ao todo, foram classificados 96 besouros como sendo jovens, 95 intermediários e 135 velhos.

Para entender a relação das idades nas diferentes épocas do ano e em condições favoráveis e desfavoráveis, são necessárias outras análises que envolvam temperatura, as quais não foram realizadas até o presente momento.

AVALIAÇÃO DO ALUNO EM RELAÇÃO AO PIBIC

Embora não houve o término da pesquisa, foi possível obter grandes avanços com o cumprimento de todas as averiguações de abundância, morfotipos, tamanho, coloração e idade, que serão incluídos no Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas, a ser apresentado no final do presente semestre (2024-01). Dessa forma, ainda é preciso um estudo aprofundado sobre o tema remanescente que relacione os dados levantados para obter conclusões mais relevantes e precisas.

Em razão do argumentado, creio que a Iniciação Científica proporcionou experiências muito positivas e contribuiu fortemente para a minha formação profissional e científica. Durante este percurso pude me aproximar da pesquisa em laboratório e me familiarizar com a área. Assim como adquirir novos conhecimentos e ampliar aqueles já conhecidos, tanto na prática quanto na literatura, sobre a pesquisa científica, as técnicas utilizadas e os assuntos que foram objetos do estudo em questão.

REFERÊNCIAS

ALVES, V. M.; HERNÁNDEZ, M. I. M.; LOBO, J. M. Elytra Absorb Ultraviolet Radiation but Transmit Infrared Radiation in Neotropical Canthon Species (Coleoptera, Scarabaeinae). **Photochemistry and Photobiology**, n. 94, p. 532–539, 2018. doi: 10.1111/php.12889

CROWSON, R. A. **The biology of the Coleoptera**. Nova Iorque: Academic Press, 1981. 802 p.

DAVIS, A. L. V. *et al.* Functional implications of temperature-correlated colour polymorphism in an iridescent, scarabaeine dung beetle. **Ecological Entomology**, v. 33, n. 6, p. 771–779, dez. 2008. doi: 10.1111/j.1365-2311.2008.01033.x

EDMONDS, W. D. Revision of *Phanaeus* MacLeay, a new world genus of Scarabaeine dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). **Contributions in Science**, Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, n. 443, p. 1-105, jun. 1994.

ENDLER, J. A. On the measurement and classification of colour in studies of animal colour patterns. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 41, n. 4, p. 315-352, dez. 1990. doi: 10.1111/j.1095-8312.1990.tb00839.x

FAVILA, M. E.; RUIZ-LIZARRAGA, G.; NOLASCO, J. Inheritance of a red cuticular color mutation in the scarab beetle *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (Coleoptera: Scarabaeidae). **The Coleopterists Bulletin**, v. 54, n. 4, p. 541-545, dez. 2000. doi: 10.1649/0010-065X(2000)054[0541:IOARCC]2.0.CO;2

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. **Os insetos: um resumo de entomologia**. Tradução: Sonia Maria Marques Hoenen. 3 ed. São Paulo: Roca, 2008. 440 p. Título original: The insects: an outline of entomology.

HALFFTER, G.; EDMONDS, W. D. **The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae):** an ecological and evolutive approach. Cidade do México: Instituto de Ecología, 1982. 176 p.

HENSEN, *et al.* Distribution of *Canthon rutilans rutilans* and *Canthon rutilans cyanescens* Along Spatio-Temporal and Temperature Gradients. **Insects**, v. 9, n. 4: 124, set. 2018. doi:10.3390/insects9040124

HERNÁNDEZ, M. I. M. The night and day of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae) in the Serra do Japi, Brazil: elytra colour related to daily activity. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 46, n. 4, p. 597-600, dez. 2002.

KERMAN, K. *et al.* Evidence for Male Horn Dimorphism and Related Pronotal Shape Variation in *Copris lunaris* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Scarabaeidae, Coprini). **Insects**, v. 9, n. 3: 108, ago. 2018. doi:10.3390/insects9030108

MORÓN, M. A. **Escarabajos:** 200 millones de años de evolución. 2. ed. Zaragoza: Instituto de Ecología A. C. e Sociedad Entomológica Aragonesa, 2004. 204 p.

NICHOLS, E. *et al.* Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p.1461-1474, jun. 2008. doi: 10.1016/j.biocon.2008.04.011

VILLALVA, S. *et al.* Phylogenetic relationships of Iberian dung beetles (Coleoptera. Scarabaeinae): insights on the evolution of nesting behavior. **Journal of Molecular Evolution**, v. 55, p. 116–126, jul. 2002. doi: 10.1007/s00239-002-2314-4

VULINEC, K. Iridescent dung beetles: a different angle. **Florida Entomological Society**, v. 80, n. 2, p. 132-141, jun. 1997. doi: 10.2307/3495550