

Mariah Wuerges

**FEZES DE MAMÍFEROS ONÍVOROS AUMENTAM O
SUCESSO REPRODUTIVO DE *Canthon rutilans*
cyanescens (Coleoptera: Scarabaeinae)?**

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Malva Isabel Medina Hernández

Florianópolis
2016

Wuerges, Mariah

FEZES DE MAMÍFEROS ONÍVOROS AUMENTAM O SUCESSO REPRODUTIVO DE *Canthon rutilans cyanescens* (Coleoptera: Scarabaeinae)? / Mariah Wuerges ; orientadora, Malva Isabel Medina Hernández - Florianópolis, SC, 2016.
44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas.

Inclui referências

1. Ciências Biológicas. 2. Ecologia Comportamental. 3. Sucesso Reprodutivo. 4. Escarabeíneos. 5. Mamíferos. I. Hernández, Malva Isabel Medina. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. III. Título.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Mariah Wuerges

**FEZES DE MAMÍFEROS ONÍVOROS AUMENTAM O
SUCESSO REPRODUTIVO DE *Canthon rutilans cyanescens*
(Coleoptera: Scarabaeinae)?**

Trabalho julgado e aprovado em sua forma final pelos membros
da Banca Examinadora.

Florianópolis, 12 de julho de 2016

Dr.^a Maria Risoleta Freire Marques
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Dr.^a Malva Isabel Medina Hernández
Orientadora
ECZ - Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Benedito Cortês Lopes
ECZ - Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Renato Hajenius Aché de Freitas
ECZ - Universidade Federal de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha mãe
Adriana e ao meu pai Edson, que
sempre me encorajaram a seguir o
caminho das minhas próprias escolhas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer Hotel Caldas da Imperatriz e ao Biólogo Fernando Maciel Brüggemann, por permitir a realização do nosso trabalho de campo. Ao zoológico de Pomerode, ao complexo ambiental Cyro Gevaerd e ao biotério central da UFSC pela disponibilidade de material para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Lecota, que me abrigou por alguns anos ao longo da minha Graduação engrandecendo minha formação pessoal e acadêmica. Gratidão imensa à professora Malva, que permitiu que eu exercesse autonomia, mas me auxiliando muito e sempre de perto. Aos colegas de trabalho que foram sempre imensamente colaborativos.

Agradeço a todos os colegas, militantes e agregados do Curso de Ciências Biológicas, principalmente aos envolvidos na resistência pela autogestão do EREBSul e do CaBio. Aos professores, técnicos e funcionários que me ajudaram a trilhar este longo caminho.

Gratidão ao meu pai, Edson, que me acompanhou em sessões de trabalho de campo e de coleta de dados no Laboratório. À minha mãe, Adriana, que sempre demonstrou interesse e respeito pelo meu trabalho e me deu todas as condições para que eu o exercesse com tranquilidade e segurança. Aos meus irmãos João e Emílio, nos quais me inspiro diariamente. Às minhas queridas avós, Maria e Ilka, mulheres fortes e de luta e aos meus queridos avós Altamiro e Heinz, que me iluminam diariamente. A toda a minha família, por me oferecer suporte, possibilitando o privilégio de estudar e amar a Biologia.

À minha irmã Laís, que ao longo dos momentos mais importantes, sempre esteve ao meu lado, à minha segunda família, a Sabineira, que me carrega de energias positivas e enche meus dias de luz, e ao meu grande amigo, Ben, que muito eficientemente me ajudou com a tradução do resumo.

Por fim, gratidão imensa pelo privilégio de estar concluindo a graduação em Ciências Biológicas, UFSC, me sentindo realizada com meu Trabalho de Conclusão de Curso.

“Whatever we believe about how we got to be the extraordinary creatures we are today is far less important than bringing our intellect to bear on how do we get together now around the world and get out of the mess that we've made. That's the key thing now. Never mind how we got to be who we are”

Jane Goodall

“Nossos companheiros perfeitos nunca têm menos de quatro patas”

Sidonie Gabrielle Colette

RESUMO

A ecologia comportamental busca entender as causas evolutivas dos comportamentos e seu valor adaptativo, relacionando etologia com ecologia e evolução, para que possamos entender de maneira mais completa quais as funções ecológicas das espécies nos ecossistemas. Dentro dos besouros conhecidos como rola-bosta, a subespécie *Canthon rutilans cyanescens* está incluída dentro do grupo dos rola-bostas, apresenta comportamento diurno e é abundante em áreas de Mata Atlântica no sul do Brasil. Através deste trabalho buscamos entender como diferentes recursos alimentares influenciam no sucesso reprodutivo, já que em trabalhos anteriores foi observada uma maior atratividade de indivíduos por fezes de mamíferos onívoros. Os indivíduos foram coletados em fevereiro e março de 2016 no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (Santo Amaro da Imperatriz, SC) com armadilhas iscadas com fezes de cachorro doméstico e levados para a sala de criação do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal - UFSC, onde foram mantidos em temperatura constante de 27°C e fotoperíodo de 12 horas. Um total de 50 casais foram distribuídos em cinco tratamentos de alimentação: fezes de mamíferos de dieta onívora incluindo cachorro doméstico (*Canis lupus familiaris*), cachorro do mato (*Cerdocyon thous*) e macaco prego (*Sapajus nigritus*); fezes de mamífero carnívoro: puma (*Puma concolor*); e fezes de herbívoro: anta (*Tapirus terrestris*). Cada casal recebeu cinco gramas de alimento, duas vezes por semana, ao longo de três meses. Foi medido o peso e contado o número de bolas ninho e de alimento produzidas por casal e o número e peso dos indivíduos emergidos. No tratamento com fezes de anta não houve produção nem de bolas ninho nem de bolas de alimento. As bolas ninho produzidas com fezes de Cachorro do Mato foram significativamente mais pesadas que as bolas produzidas com fezes de Cachorro doméstico, Macaco Pregão e Puma, sendo que as menores foram do Puma. Em relação às bolas de alimento, aquelas produzidas com fezes de Cachorro do Mato foram novamente mais pesadas que as de Macaco Pregão, Cachorro doméstico e Puma. O número de bolas ninho produzidas com fezes de Cachorro do Mato e Macaco Pregão foi

maior e o número de bolas alimento foi maior em fezes de Cachorro doméstico. Emergiram ao longo do experimento somente oito indivíduos adultos, sendo cinco deles provenientes de Cachorro do Mato, no qual foi observado um ciclo larval mais curto e um peso superior da F1 quando comparado com os outros tratamentos. Neste trabalho foi possível concluir que o sucesso reprodutivo da espécie depende da qualidade do recurso alimentar, sendo melhor o recurso proveniente do onívoro Cachorro do Mato, o que é coerente com a maior atratividade exercida por estas fezes na natureza, principalmente para os roedores, já que proporcionam uma maior qualidade nutricional e alta diversidade da microbiota ao apresentarem baixa relação de nitrogênio e quantidades balanceadas de proteínas, gorduras e carboidratos.

Palavras-chave: Bolas ninho. Ecologia comportamental. Escarabeíneos. Mamíferos. Sucesso reprodutivo.

ABSTRACT

Behavioural ecology seeks to understand the evolutionary consequences of animal behaviour on its adaptive value, making a connection between ecology and evolution to support the understanding of species functional ecology. Among the widely known Dung Beetle, the subspecies *Canthon rutilans cyanescens* is part of the telecoprid functional group. It displays daytime activity and is abundant in the Atlantic forests of southern Brazil. Through this research we tried to understand how different feeding resources influence the reproductive success of these species individuals, as previous articles had stated there was a greater attractiveness for omnivore mammal faeces. The beetles for this study were collected between February and March of 2016 from the Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (Santo Amaro da Imperatriz, SC), using pitfall traps baited with domestic dog faeces. They were then moved to the insects creating room in the Terrestrial Animal Ecology Laboratory at UFSC, where they were kept at a constant temperature of 27°C for a twelve hour photoperiod. A total of fifty beetle couples were distributed among five different feeding treatments: three types of omnivore mammal faeces: domestic dog (*Canis lupus familiaris*); wild dog (*Cerdocyon thous*); and capuchin monkey (*Sapajus nigritus*); carnivore mammal faeces from pumas (*Puma concolor*); and herbivore mammal faeces from tapirs (*Tapirus terrestris*). Each couple received five grams of dung twice a week over a three month period. We weighed and counted the brood and feeding balls produced by each couple and collected the weight and number of emerged adults. The results showed that in the tapir feeding treatment there was no production of brood and feeding balls. The wild dog brood and feeding balls were significantly heavier than the domestic dog and the capuchin, while those from puma were the lightest. The number of wild dog and capuchin brood balls was higher than that of the domestic dog, while the number of domestic dog feeding balls was higher than all of the other treatments. During the experiment only eight adults emerged, five of which were from wild dog brood balls. These five adults displayed a shorter larval life period and a

superior weight compared to the others. Finally, it was possible to conclude that the reproductive success of this species relies on the quality of the food resource, and it was highest with wild dog dung. These results corroborate with the greater attractiveness by the telecoprid dung beetles for this type of faeces, as wild dog dung provides a greater nutritional quality and increases microbial diversity due to its low nitrogen quantities and balanced amounts of proteins, fats and carbohydrates.

Key words: Behavioural ecology. Brood balls. Dung beetles. Mammals. Reproductive success.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	21
2.1	Objetivo geral.....	21
2.2	Objetivos específicos.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1	Coleta de escarabeíneos.....	22
3.2	Manutenção em laboratório.....	22
3.3	Coleta e manutenção das fezes de mamíferos.....	23
3.4	Experimento comportamental.....	23
3.5	Variáveis medidas como sucesso reprodutivo.....	26
3.6	Soltura dos animais em campo.....	27
3.7	Análise de dados.....	28
4	RESULTADOS	29
5	DISCUSSÃO	35
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
7	REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

As escolhas feitas pelos indivíduos na natureza geram consequências que podem levar ou não ao sucesso na sobrevivência e reprodução das espécies. Desta maneira, a ecologia comportamental busca entender as causas evolutivas dos comportamentos e seu valor adaptativo (Del-Claro, 2010), relacionando etologia com ecologia e evolução, para que possamos entender melhor quais as funções ecológicas das espécies nos ecossistemas (Goss-Custard e Sutherland, 2011). Além disso, com a recorrente perda de habitats e mudanças climáticas, cada vez mais vem se buscando um grau de entendimento maior sobre a natureza, por intermédio da ecologia comportamental, que seja capaz de auxiliar na predição de cenários futuros para a conservação das espécies (Goss-Custard e Sutherland, 1997).

Os besouros conhecidos como rola-bosta fazem parte de três subfamílias componentes da família Scarabaeidae: Aphodiinae, Geotrupinae e Scarabaeinae, sendo a última quase majoritariamente composta por animais coprófagos (Halffter e Edmonds, 1982). A principal característica do comportamento destes insetos é aquela pela qual são considerados importantes arquitetos ecológicos, pois relocam o alimento (fezes ou carcaças de animais) para construir seus ninhos, realizando a distribuição e incorporação da matéria orgânica ao solo.

Atualmente os besouros escarabeíneos possuem uma ampla distribuição (Scholtz, 2009a), que pode ter sido gerada pela mudança alimentar para a coprofagia, característica muito mais comum em Scarabaeinae do que em outros grupos de insetos (Halffter e Edmonds, 1982). Este acontecimento pode ter coincidido historicamente com o aumento na distribuição de grandes répteis herbívoros terrestres no final do Cretáceo (Chin e Gill, 1996), ou no período terciário com a explosão de mamíferos (Halffter e Mathews, 1966), principalmente em ambientes abertos ocupados por gramíneas, onde eram eliminadas enormes quantidades de excremento (Halffter e Edmonds, 1982), sendo que este grupo de animais apresentou alta diversificação em resposta a grandes quantidades de excremento de mamíferos no período terciário (Scholtz, 2009a).

Devido ao seu comportamento alimentar e de nidificação, os escarabeíneos fornecem importantes funções ecológicas dentro dos ecossistemas, já que através da alocação do alimento, eles incorporam matéria orgânica no solo (Batilani-Filho, 2015) e realizam funções secundárias como aeração do solo e dispersão de sementes (Nichols *et al.* 2008). As comunidades destes insetos são afetadas pela composição de mamíferos em associação com o habitat (Bogoni *et al.* 2016),

fazendo com que sua estreita relação com os mamíferos torne sua natureza extremamente específica e frágil a alterações ambientais, sendo comum haver uma diminuição da riqueza de espécies em áreas degradadas de Mata Atlântica (Hernández e Vaz-de-Mello, 2009) e por este motivo são usados frequentemente como indicadores ecológicos (Halffter e Favila, 1993).

As fezes ocorrem em manchas que são determinadas pela distribuição dos mamíferos que as produzem, sendo que podem ser rapidamente removidas ou desidratadas (Scholtz, 2009d). Portanto, os besouros rola bosta parecem ter superado as condições adversas relacionadas à coprofagia através de três tipos de comportamento de nidificação, definindo então três guildas funcionais descritas por Halffter e Edmonds (1982): Paracoprídeos ou "tuneleiros", em que os indivíduos cavam túneis e enterram o alimento logo abaixo da fonte alimentar; Telocoprídeos ou "roladores", em que os indivíduos rolam o alimento, formando bolas, e o enterram em profundidades menores longe da fonte alimentar; e Endocoprídeos ou "residentes", em que os organismos constroem seu ninho na fonte alimentar, não cavam túneis nem rolam o alimento para longe. As espécies roladoras constroem dois tipos de bolas: bolas ninho (de formato piriforme) utilizadas para nidificar e as bolas alimento utilizadas para alimentação (Halffter e Edmonds, 1982).

Acredita-se que o comportamento rolador seja uma divergência evolutiva do comportamento tuneleiro, e que esta transição dos comportamentos é relativa ao custo benefício relacionado à forte competição na fonte alimentar (Simmons e Ridsdill-Smith, 2011; Halffter e Edmonds, 1982). Os tuneleiros levam mais alimento aos seus ninhos, enquanto os roladores evitam competição através do deslocamento do alimento (Sato, 1998). A divergência comportamental foi também acompanhada de inúmeras diversificações morfológicas entre tuneleiros e roladores, especializados a cavar ou rolar (Scholtz, 2009c). Os roladores possuem tíbias posteriores mais finas e alongadas facilitando a construção das bolas e o rolamento, sendo que as pernas dos tuneleiros são menores e mais grossas (Halffter e Edmonds, 1982).

A subespécie *Canthon rutilans cyanescens* está incluída dentro do grupo dos roladores, sendo uma espécie diurna (Hernández, 2002) abundante em áreas de Mata Atlântica no sul do Brasil (Bogoni e Hernández, 2014), possui tempo médio de ciclo larvar de 33 dias, como descrito por Niero e Hernández (2015), e está associada a áreas de baixas latitudes, árvores de pequeno porte, grande quantidade de serrapilheira, e cobertura verde (Silva e Hernández, 2016). Espécies deste gênero podem ser criadas em condições de cativeiro, sendo cada

vez mais protagonistas de estudos de ecologia comportamental, como por exemplo, em Favila (1988); Cantil *et al.* (2014) e González-Vainer (2015), todos sobre comportamento no gênero *Canthon*, e Palau (2015), referente à espécie *Canthon rutilans cyanescens*. Nestes estudos busca-se relacionar etologia com ecologia e evolução, para entender as origens evolutivas do comportamento animal (Del-Claro, 2010) e seu valor adaptativo (*fitness*) para as espécies.

O *fitness* ou aptidão pode ser medido através do sucesso reprodutivo dos indivíduos, já que aqueles que apresentam vantagens na obtenção e manutenção dos recursos terão uma prole melhor sucedida e/ou em maior número. No entanto, efeitos de fragmentação florestal podem resultar em diminuição de aptidão dos organismos nos ecossistemas, devido à redução de recursos alimentares e perda de habitat. Este fenômeno provoca a exclusão de funções ecológicas e intensifica a densidade dependente negativa sobre as populações de besouros, o que gera redução de *fitness* dos indivíduos e consequentemente das espécies (Goss-Custard e Sutherland, 1997)

Outra característica comportamental que pode aumentar a aptidão das espécies de escarabeíneos é a presença de cuidado parental na manutenção das bolas ninho. O cuidado parental pode permear entre o benefício de maior sobrevivência da prole e os custos relacionados a altos investimentos energéticos (Alcock, 2009). Nas espécies de *Canthon*, machos e fêmeas participam da manutenção das bolas ninho (Halfpter e Edmonds, 1982). A grande complexidade do comportamento de nidificação dos escarabeíneos gerou redução na sua fertilidade em relação a outros insetos, e conseqüente redução das gônadas femininas (Halfpter e Edmonds, 1982). O aumento do investimento parental e consequentemente de energia e recursos, resultou em proles de menor número, mas maior tamanho e sobrevivência individual se assemelhando muito a espécies que sofrem seleção K (Scholtz, 2009b).

Os escarabeíneos conseguem distinguir as fezes de diferentes mamíferos, e embora no geral eles não se especializem em um tipo de alimento, eles podem demonstrar claras preferências quando possuem alimentos alternativos (Simmons e Ridsdill-Smith, 2011). A diferença da atratividade exercida por diferentes tipos de fezes foi demonstrada em um estudo realizado por Bogoni e Hernández (2014) que com armadilhas de queda iscadas com diferentes tipos de fezes de mamíferos, concluíram que para os escarabeíneos de Mata Atlântica no sul do Brasil, há preferência alimentar por fezes do onívoro *Cerdocyon thous* (cachorro do mato). Além deste recurso foram ofertadas fezes de *Sapajus nigritus* (macaco prego); *Puma concolor* (puma) e *Tapirus terrestris* (anta).

No entanto, Bogoni e Hernández (2014) descreveram somente a atratividade de fezes de diferentes mamíferos, mas não foi investigado se a preferência alimentar exerce alguma influência sobre o sucesso reprodutivo dos indivíduos. A escolha por certo tipo de fezes, neste caso pelo cachorro do mato, pode ser motivada pela atratividade do alimento, já que a detecção inicial do alimento ocorre através de períodos de busca ou de voo, em áreas expostas as correntes de ar (Halfpeter e Edmonds, 1982). Assim, é preciso entender se os alimentos mais atrativos são também os mesmos que fornecem aos indivíduos maior sucesso reprodutivo, já que a perda de certo recurso alimentar pode resultar em intensa densidade negativa dependente e redução de *fitness*.

Desta maneira, através deste trabalho pretendemos entender como diferentes recursos alimentares podem influenciar no sucesso reprodutivo da subespécie *Canthon rutilans cyanescens*, e acreditamos que a preferência alimentar de *C. rutilans cyanescens* por fezes do animal onívoro *C. thous* seja também aquela que proporcione aos indivíduos o maior sucesso reprodutivo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral testar se as fezes de animais onívoros proporcionam a *Canthon rutilans cyanescens* maior sucesso reprodutivo, aumentando o conhecimento da biologia desta espécie de besouro escarabeíneo e contribuindo para futuros trabalhos que envolvam a criação destes organismos em cativeiro.

2.2 Objetivos específicos

Comparar o sucesso reprodutivo de *Canthon rutilans cyanescens* com diferentes recursos alimentares, sendo estes: Fezes do onívoro *Cerdocyon thous* (Cachorro do Mato); Fezes do onívoro *Sapajus nigritus* (Macaco prego); Fezes do carnívoro *Puma concolor* (Puma); Fezes do herbívoro *Tapirus terrestris* (Anta) e Fezes de *Canis lupus familiaris* (Cachorro doméstico).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta de escarabeíneos

As coletas foram realizadas nos dias 16, 17, 18 e 26 de fevereiro e 24 de março de 2016. Além disso, foram utilizados animais de coletas estudos de diversidade de escarabeíneos realizados pelo laboratório de Ecologia Terrestre Animal (ECZ – UFSC) dos dias: 22 de abril e 27 de maio de 2016. Estes trabalhos de campo foram realizados em áreas de Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, nas proximidades do Hotel Caldas da Imperatriz, em Santo Amaro da Imperatriz. Foram utilizadas 25 armadilhas de queda (8 cm de altura e 15 cm de diâmetro) para insetos vivos com iscas de atração (fezes de cachorro doméstico obtidas no biotério central da UFSC) enterradas na altura do solo, para permitir a entrada dos indivíduos. As armadilhas foram iscadas uma vez por dia, e checadas duas vezes por dia para evitar que os indivíduos de *C. rutilans cyanescens* saíssem durante a noite; e para realizar soltura de indivíduos de outras espécies capturados acidentalmente.

Posteriormente os indivíduos de *C. rutilans cyanescens* foram levados para a sala de criação do Laboratório de Ecologia Terrestre Animal da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina).

3.2 Manutenção em Laboratório

No laboratório de criação, os insetos foram mantidos em temperatura constante de 27°C e fotoperíodo de 12 horas (7 às 19 horas). Entre os dias 7 e 11 de março todos os indivíduos coletados foram sexados, pesados e identificados de acordo com a idade e mantidos individualizados em potes com terra (8 x 11 x 6 cm) devidamente identificados. Os besouros foram alimentados duas vezes por semana com fezes de cachorro doméstico (terças e sextas feiras), e a terra umidificada uma vez por semana (sextas feiras).

Para identificar a idade dos indivíduos, utilizamos uma lente de aumento (lupa), e observamos dois parâmetros: brilho do élitro e desgaste da tibia, categorizando os indivíduos de três maneiras: novos, médios e velhos.

3.3 Coleta e manutenção das fezes de mamíferos

As coletas das fezes do onívoro *Cerdocyon thous* (cachorro do mato); do onívoro *Sapajus nigritus* (macaco prego); do carnívoro *Puma concolor* (puma) e do herbívoro *Tapirus terrestris* (anta), foram realizadas em quatro campanhas nos meses de fevereiro março e junho de 2016 no zoológico de Pomerode, SC. Além disso, foram realizadas coletas de fezes de *Sapajus nigritus* (macaco prego) em duas campanhas (abril e junho) no complexo ambiental Cyro Gevaerd (zoológico de Balneário Camboriú). As fezes de *Canis lupus familiaris* (cachorro doméstico *Beagle*) foram coletadas no biotério central da UFSC.

O material era recolhido e congelado pelos tratadores e funcionários do zoológico e do biotério, e levado para a sala de criação do laboratório de ecologia terrestre animal na UFSC, onde foi mantido congelado para evitar apodrecimento e contaminação de ácaros e fungos.

3.4 Experimento comportamental

3.4.1 Desenho Experimental

No dia 15 de março de 2016, o experimento teve início e os indivíduos foram distribuídos ao longo dos cinco tratamentos, sendo três de dieta onívora: cachorro doméstico (*Canis lupus familiaris*), cachorro do mato (*Cerdocyon thous*) e macaco prego (*Sapajus nigritus*); um carnívoro: puma (*Puma concolor*); e um de herbívoro: anta (*Tapirus terrestris*), com 10 repetições cada.

Para que o tamanho e a idade dos indivíduos não afetasse o resultado do experimento, os indivíduos foram organizados de forma crescente de acordo com seu peso para serem distribuídos de forma igualitária entre os tratamentos, posteriormente foram organizados em casais de acordo com o tratamento conforme mostra a tabela 1. As idades foram aleatorizadas ao longo das repetições já que os indivíduos jovens requerem tempo de maturação após emergirem (Halfiter e Edmonds, 1982), além disso, foram excluídos do experimento os indivíduos velhos (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição de indivíduos de acordo com seu peso e idade ao longo dos tratamentos (Cachorro do Mato; Puma; Cachorro doméstico; Macaco Pregro e Anta) e das repetições (1 a 10) em experimento realizado no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, ECZ, CCB, UFSC. Média e desvio padrão (d.p.) do peso dos indivíduos por tratamento. O peso é dado em gramas e a idade está a seguir, sendo que N representa os indivíduos novos e M os indivíduos de idade média.

Número potes	Cachorro do Mato		Puma		Cachorro doméstico		Macaco Pregro		Anta	
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
1	0,09 N	0,09 N	0,09 M	0,10 M	0,11 M	0,10 N	0,11 N	0,10 N	0,11 M	0,10 N
2	0,11 N	0,11 N	0,11 N	0,11 M	0,12 M	0,11 M	0,12 M	0,12 N	0,12 M	0,12 N
3	0,12 M	0,12 N	0,12 N	0,12 N	0,13 N	0,12 M	0,13 M	0,12 M	0,14 M	0,12 N
4	0,14 M	0,13 M	0,14 M	0,13 M	0,14 M	0,13 M	0,14 N	0,13 N	0,14 N	0,13 N
5	0,14 N	0,13 N	0,15 N	0,13 N	0,15 M	0,14 N	0,15 M	0,14 N	0,15 N	0,14 M
6	0,16 M	0,14 M	0,16 N	0,14 N	0,16 N	0,14 M	0,16 M	0,15 N	0,16 N	0,15 M
7	0,17 M	0,15 M	0,17 M	0,15 M	0,17 N	0,16 M	0,17 N	0,16 M	0,17 M	0,16 N
8	0,17 M	0,17 N	0,17 N	0,17 M	0,17 N	0,18 N	0,17 N	0,18 N	0,17 N	0,18 M
9	0,18 M	0,18 N	0,18 M	0,19 M	0,18 M	0,19 M	0,18 N	0,19 N	0,19 M	0,19 M
10	0,19 M	0,20 N	0,19 M	0,20 N	0,19 M	0,21 M	0,20 N	0,22 M	0,21 M	0,22 M
Média	0,147	0,142	0,148	0,144	0,152	0,148	0,153	0,151	0,156	0,151
d.p.	0,033	0,033	0,032	0,033	0,026	0,036	0,028	0,037	0,031	0,037

3.4.2 Manutenção do experimento

Os indivíduos foram mantidos em casais em potes de 13 centímetros de diâmetro e 10 centímetros de altura, organizados de forma aleatória nas prateleiras (Figura 1) e alimentados duas vezes por semana (terças e sextas feiras), sendo que cada pote recebia cinco gramas de fezes do mamífero referente ao seu tratamento. A terra era umedecida com um borrifador contendo água mineral uma vez por semana (sextas feiras).

Figura 1. Experimento de comportamento da espécie *Canthon rutilans cyanescens* realizado no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, ECZ, CCB, UFSC.



Para controlar a contaminação de ácaros e fungos (Figura 2) foram realizados os seguintes procedimentos: limpeza de todas as bolas contendo ácaros e fungos, com o auxílio de um pincel umedecido com água mineral; limpeza dos indivíduos contaminados com ácaros com o auxílio de uma agulha e água corrente; eliminação do alimento excedente não incorporado às bolas em todos os eventos de alimentação para evitar proliferação de ácaros e fungos. Raramente, as bolas alimento que apresentaram grau de contaminação irreversível de ácaros e fungos foram retiradas dos potes.

Todos os indivíduos mortos eram substituídos por indivíduos de idade e peso semelhantes que estavam sendo mantidos sob as mesmas condições laboratoriais durante o tempo do experimento.

Figura 2. A) Bolas ninho e alimento produzidas por *Canthon rutilans cyanescens*, contaminadas com ácaros e fungos. B) Indivíduo de *Canthon rutilans cyanescens* contaminado com ácaros.



A



B

3.5 Variáveis medidas como sucesso reprodutivo

Os seguintes dados foram coletados em cada um dos experimentos: peso e número de bolas ninho; peso e número de bolas alimento; peso e número de indivíduos emergidos na Filial 1 (Figura 3). Além disso, houve identificação dos indivíduos mortos (sexo, data e tratamento) e os indivíduos emergidos eram retirados do experimento. As medidas foram obtidas ao longo de três meses em 2016 em intervalos de dois ou três dias durante os meses de março (dias 22, 25,

29), abril (dias 1, 6, 8, 11, 16,19, 23, 27 29) e maio (dia 3), totalizando treze medidas obtidas.

Figura 3. A) Bola ninho de indivíduo recém emergido. B) Medida de peso de bola alimento. C) Bolas ninho, com formato piriforme. D) Indivíduo de *Canthon rutilans* ao lado de uma bola alimento.



A



B



C



D

3.6 Soltura dos Animais em Campo

No dia 18 de junho (quatro meses após o início das coletas) foi realizada a soltura dos 50 indivíduos que permaneceram vivos durante este período, sendo liberados no mesmo local onde foram coletados.

3.7 Análise de dados

Para analisar estatisticamente os dados referentes ao peso em relação aos tratamentos, foram realizadas análises de Variância (ANOVA) e testes de Tukey *a posteriori* no Programa R. No mesmo programa, para analisar os dados referentes ao número de bolas em relação aos tratamentos, realizamos GLMs (Modelos Lineares Generalizados) com distribuição de Poisson. Para observar se houve diferença na quantidade de indivíduos mortos durante os experimentos entre os tratamentos realizamos uma análise de variância e para testar se houve associação entre as mortes e os sexos dos indivíduos foi realizado um teste de Qui-quadrado. Para medir a fertilidade dependendo do alimento utilizado fizemos a relação entre o número de Filial 1 dividido pelo número de bolas ninho produzidas em cada réplica, calculando assim, através de um GLM, se houve diferenças na fertilidade de acordo com o tratamento. Finalmente, calculamos através do teste *t* para uma média única se o peso de cada indivíduo emergido foi diferente do peso médio da população parental que tinha sido submetida ao tratamento (Zar, 1999).

4. RESULTADOS

Foi coletados um total de 202 indivíduos de *Canthon rutilans cyaneescens*, sendo 93 fêmeas, 96 machos e 13 sem sexo definido por possuírem tibia muito desgastada. Identificamos 80 indivíduos novos, 91 de idade média, 18 velhos e 13 muito velhos.

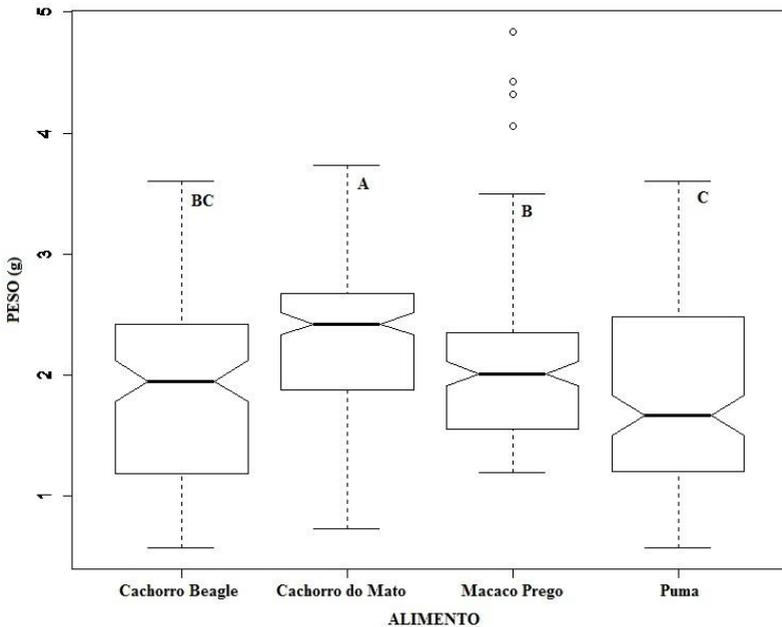
Ao longo de todo o experimento foram utilizados 164 indivíduos, sendo 86 machos e 78 fêmeas. Bolas ninho e alimento foram produzidas nos tratamentos: Cachorro do Mato, Macaco Prego, Puma e Cachorro doméstico, e não foram produzidas bolas no tratamento com fezes do herbívoro Anta. Houve emergência de novos indivíduos, emergidos nos tratamentos com fezes de Cachorro do Mato, Cachorro doméstico e Puma, sendo que nenhum indivíduo emergiu nos tratamentos com fezes de Macaco Prego e Anta. Desta maneira, o tratamento Anta não foi incluído nas análises referentes ao peso e número de bolas, e os tratamentos Anta e Macaco Prego não foram incluídos nas análises referentes à F1.

Houve no total 64 mortes durante o experimento (36 machos e 28 fêmeas), sendo 38 de idade média, 21 novos e 04 velhos. O resultado da análise de variância mostrou que as mortes não estiveram relacionadas ao tipo de tratamento ($F=0,74$, $gl=4,60$; $p=0,56$). Além disso, não houve relação entre as mortes e o sexo ($\chi^2=2,41$, $gl=4$, $p=0,66$).

De forma geral, foi observado em todos os tratamentos, que o número de bolas alimento produzidas por casal (em média 2,37) foi praticamente o dobro do número de bolas ninho (em média 1,21 por casal). Além disso, o número de bolas ninho e alimento variaram bastante ao longo do experimento, já que inicialmente havia um total de 40 bolas alimento (em média uma bola por casal), e este número aumentou para 152 bolas (em média 3,8 bolas por casal) após três meses. O número de bolas ninho também aumentou, sendo que na primeira semana, havia no total 11 bolas ninho (em média 0,28 por casal) e no final do experimento este número aumentou para 59 bolas ninho (em média 1,45 por casal). Além disso, o peso das bolas ninho (de média 2,03 gramas) foi superior ao peso das bolas alimento (em média 1,66 gramas).

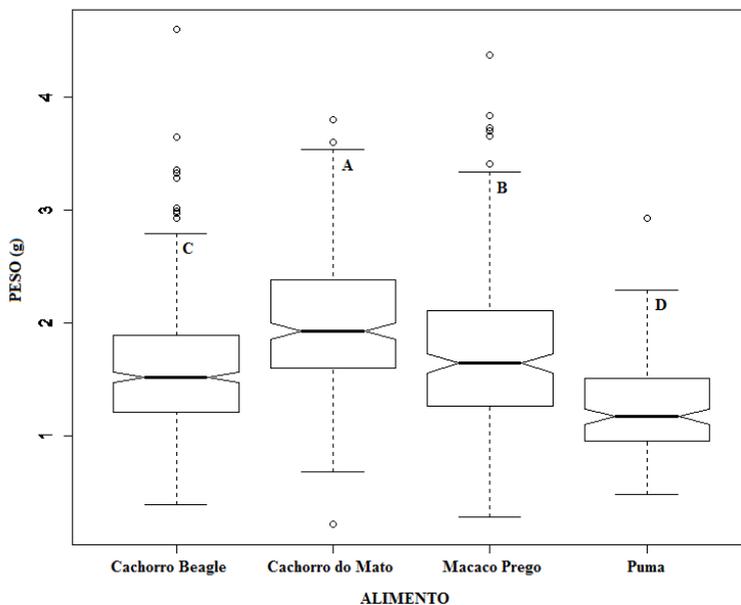
O resultado da ANOVA para o peso das bolas ninho em relação aos tratamentos foi significativo ($F=12,27$; $gl=3,622$; $p<0,001$). Desta maneira, de acordo com o teste de Tukey (Figura 4), o peso das bolas ninho produzidas com fezes de Cachorro do Mato (2,26 g) foi significativamente maior do que nas bolas produzidas com fezes de Macaco Prego (2,06 g), Cachorro doméstico (1,86 g) e Puma (1,85 g). O peso das bolas ninho do tratamento realizado com Macaco Prego não diferiu em relação a Cachorro doméstico, mas foi significativamente maior em relação a Puma.

Figura 4. Peso das bolas ninho em função dos tratamentos (fezes de Cachorro do Mato, Puma, Cachorro doméstico, Macaco Prego e Anta) em experimento realizado no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, ECZ, CCB, UFSC. Letras diferentes indicam desigualdade estatística de acordo com Teste de Tukey.



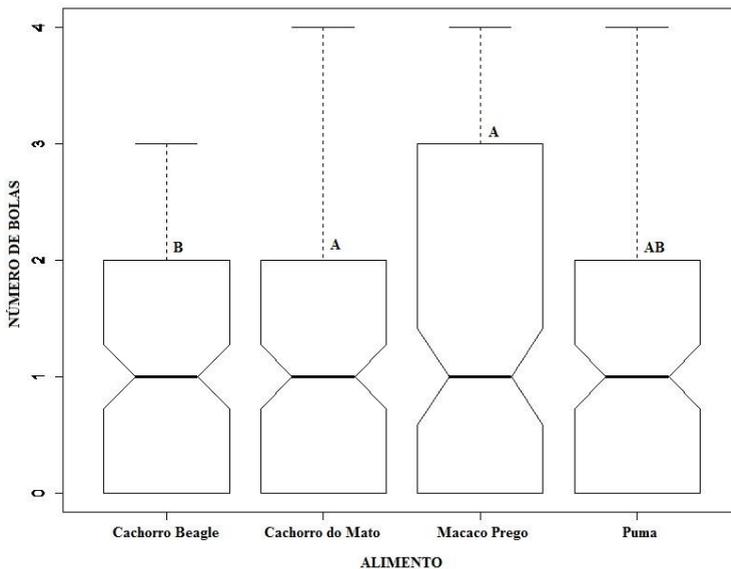
O resultado de ANOVA para o peso das bolas alimento em relação aos tratamentos também foi significativo ($F=59,83$; $gl=3,1228$; $p<0,001$). Portanto, de acordo com o teste de Tukey todos os tratamentos diferiram entre si, como mostra a figura 5. O peso das bolas alimento produzidas com fezes de Cachorro do mato (em média 1,98 g) foi maior que o peso das bolas de fezes de Macaco Prego (em média 1,71 g), que por sua vez foi maior que as de Cachorro doméstico (em média 1,58 g) e as de Puma foram as menores (média de 1,26 g).

Figura 5. Peso das bolas alimento em função dos tratamentos (fezes de Cachorro do Mato, Puma, Cachorro doméstico, Macaco Prego e Anta) em experimento realizado no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, ECZ, CCB, UFSC. Letras diferentes indicam desigualdade estatística de acordo com Teste de Tukey.



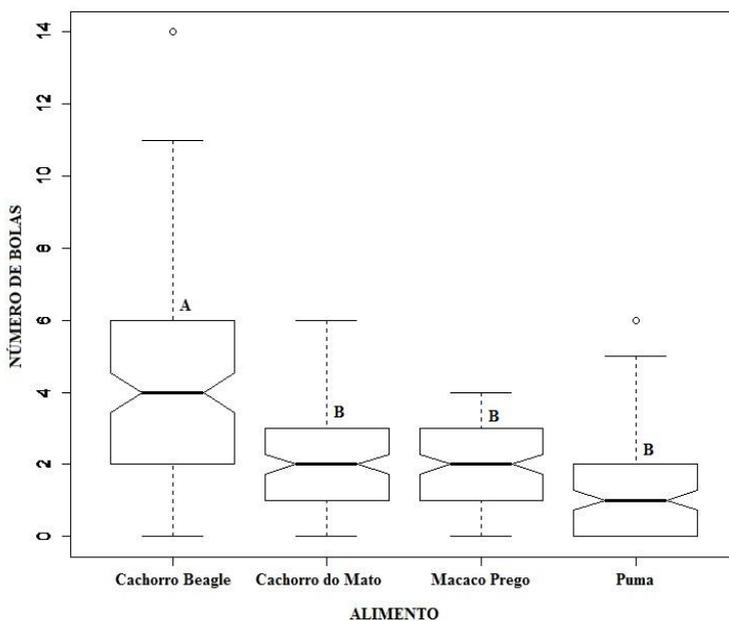
Em relação ao número de bolas ninho produzidas por casal, o resultado do GLM (Modelo Linear Generalizado) utilizando distribuição de Poisson mostrou que, em relação ao intercepto (Cachorro doméstico com 0,99 bolas ninho em média), o número de bolas ninho produzidas foi maior em fezes de Cachorro do Mato (1,42 bolas em média, $p < 0,01$) e Macaco Prego (1,25 bolas, $p < 0,05$). O número de bolas ninho produzidas por Puma (1,15) não diferiu de Cachorro doméstico (Figura 6).

Figura 6. Distribuição do número de bolas ninho (quartis, medianas e máximos) em função dos tratamentos (fezes de Cachorro do Mato, Puma, Cachorro doméstico, Macaco Prego e Anta) em experimento realizado no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, ECZ, CCB, UFSC.



O número de bolas alimento produzidas com fezes de Cachorro doméstico foi maior que o número de bolas alimento produzidas por Cachorro do Mato, Macaco Prego e Puma ($p < 0,001$; Figura 7). Foram produzidas, por casal, praticamente o dobro de bolas alimento com fezes de Cachorro doméstico (média de 4,28 bolas) em relação às fezes de Cachorro do Mato (2,24 bolas em média) e fezes de Macaco Prego (1,76 bolas) e mais de três vezes que o número de bolas alimento produzidas com fezes de Puma (1,18 bolas).

Figura 7. Distribuição do número de bolas alimento em função dos tratamentos (fezes de Cachorro do Mato, Puma, Cachorro doméstico, Macaco Prego e Anta) em experimento realizado no Laboratório de Ecologia Terrestre Animal, ECZ, CCB, UFSC.



Emergiram ao longo do experimento oito indivíduos adultos de *Canthon rutilans cyanescens*, sendo cinco do tratamento Cachorro do Mato, dois de Puma e um de Cachorro doméstico. Os primeiros quatro indivíduos emergidos foram referentes ao tratamento com fezes de Cachorro do Mato, sendo que dois emergiram após 32 dias e dois 35 e 39 dias após o início do experimento. Após 43 dias emergiram dois indivíduos, um de Puma e um de Cachorro doméstico; após 49 emergiram os últimos dois indivíduos correspondentes aos tratamentos Cachorro do Mato e Puma. A taxa de fertilidade (número de indivíduos emergidos/número de bolas ninho produzidas por casal) foi extremamente baixa, sendo em média de 0,17 para Cachorro do Mato, 0,10 para Cachorro doméstico e 0,08 para Puma, sendo que não houve diferença significativa entre os tratamentos ($F= 0,28$; $gl=2,27$; $p=0,76$). O peso médio dos indivíduos emergidos no tratamento de fezes de Cachorro do Mato foi de 0,12g ($n=5$), 0,11g no tratamento com fezes de Cachorro doméstico ($n=1$) e 0,05g no tratamento com fezes de Puma ($n=2$). Assim, os indivíduos emergidos nos tratamentos com fezes dos onívoros Cachorro do Mato (de peso 0,11; 0,12; 0,12; 0,12 e 0,13 g) e Cachorro doméstico (0,11 g) foram cerca de 15% menores que o peso médio dos indivíduos parentais dos seus respectivos tratamentos (em média 0,1444 e 0,1499 g respectivamente) (testes t com $p<0,01$, exceto 0,13 que não foi significativo). Já os dois indivíduos emergidos nos tratamentos com fezes do Puma foram muito menores (0,04 e 0,06 g), com menos da metade do peso da média parental deste tratamento (0,1462 g) ($p<0,0001$), indicando sua baixa qualidade nutricional.

5 DISCUSSÃO

A quantidade de bolas alimento produzidas pelos indivíduos de *Canthon rutilans cyanescens* ao longo do experimento foi maior que a quantidade de bolas ninho, o que pode estar relacionado aos grandes gastos energéticos envolvidos no comportamento de nidificação (Alcock, 2009). Além disso, percebemos que o peso das bolas ninho foi maior do que das bolas alimento, indicando também o maior investimento na construção de bolas ninho. Portanto, os indivíduos produzem mais bolas alimento, mas a energia investida nas poucas bolas ninho que produzem deve ser maior.

A sobrevivência dos indivíduos adultos pode ser afetada pela competição e pelo alimento (Halfpter e Edmonds 1982). Neste trabalho, a sobrevivência dos indivíduos não foi afetada pelos diferentes recursos alimentares, já que estes foram suficientes para a manutenção deles vivos. Entretanto, não houve construção de bolas ninho e alimento com fezes de *T. terrestris* (Anta), demonstrando que não é necessária a construção de bolas alimento para garantir a sobrevivência dos indivíduos na ausência de competição, já que eles podem se alimentar diretamente do recurso.

A atratividade dos escarabeíneos por fezes de animais onívoros já foi demonstrada (Filgueiras *et al.* 2009; Bogoni e Hernández, 2014) mas poucos estudos têm analisado a qualidade nutricional das fezes e sua relação com escarabeíneos (Scholtz *et al.*, 2009d). Bogoni e Hernández (2014) conseguiram analisar a qualidade das fezes de diferentes mamíferos, demonstrando que a alta atratividade exercida em ambiente natural na espécie *Canthon rutilans cyanescens* por fezes de *C. thous* (Cachorro do Mato), com 63% de atratividade da abundância total, foi devida à qualidade nutricional da dieta desta espécie (medida a partir dos dados da dieta recebida por *C. thous* em cativeiro), com quantidades balanceadas de proteínas, gorduras e carboidratos e uma quantidade relativamente baixa de nitrogênio. Outras fezes exerceram menor atratividade, sendo 20% para *S. nigritus* (Macaco Prego), 10% para *P. concolor* (Puma) e somente 7% para *T. terrestris* (Anta), a qual apresenta grandes quantidades de nitrogênio e pouquíssima qualidade em termos de proteínas, gorduras e carboidratos, o que reforça a ideia de que a escolha do inseto pelo recurso alimentar tem profundos efeitos no sucesso reprodutivo da espécie.

Como a performance reprodutiva de alguns indivíduos é distintamente afetada pelo tipo e qualidade das fezes (Scholtz *et al.* 2009b) neste trabalho foi possível concluir que as fezes de mamíferos onívoros com maior atratividade, de acordo com o trabalho realizado

por Bogoni *et al.* (2014), foram também aquelas que proporcionaram maior sucesso reprodutivo para os indivíduos de *Canthon rutilans cyanescens*. Estes resultados corroboram com outros trabalhos realizados com escarabeíneos: *Oniticellus egregius* produz mais bolas com fezes de cavalo, de melhor qualidade, do que com fezes de gado (Davis, 1989); *Ontophagus binodis* produz mais bolas com fezes de gado que se alimenta de grama no começo da primavera do que gado que se alimenta de grama no final do verão, que tem pior qualidade (Doube, 1991). Por outro, para *Onitis alexis* a produção de bolas parece não ser afetada pela variação da qualidade das fezes lado (Doube, 1991).

A relação demonstrada entre o peso das bolas produzidas e o sucesso reprodutivo em *C. rutilans cyanescens*, com bolas ninho e bolas alimento mais pesadas quando construídas com fezes do onívoro Cachorro do Mato em comparação com as bolas construídas com as fezes dos outros mamíferos, pode ser comparada com os resultados de Ortega-Martínez *et al.* (2014), em que encontraram uma relação positiva entre o peso das bolas produzidas e o sucesso reprodutivo: as bolas de fezes de gado produzidas por *Canthon humectus hidalgoensis* foram maiores e mais pesadas quando havia formação de casal do que quando os indivíduos estavam sozinhos.

Além disso, teoricamente, o cuidado parental envolve o benefício de maior sobrevivência da prole e os custos relacionados a altos investimentos energéticos (Alcock, 2009). No caso de *C. rutilans cyanescens* foram construídas menos bolas ninho e mais bolas alimento com fezes de Cachorro doméstico em relação aos outros mamíferos (incluindo o Cachorro do mato, que foi o que obteve maiores sucessos reprodutivos), ou seja, houve menor investimento na nidificação e altos investimentos na produção de bolas alimento. A grande quantidade de bolas alimento produzidas com fezes de Cachorro doméstico pode ser explicada com base no trabalho de Moczek (1998), quem mostrou que é necessária uma maior quantidade de recurso de menor qualidade (fezes de gado em comparação a fezes de cavalo) para suprir as necessidades energéticas dos indivíduos, mesmo quando o alimento está disponível em abundância. Este trabalho foi realizado com a espécie *Ontophagus taurus*, em que se constatou que os adultos são capazes de medir a qualidade da fonte alimentar quando oferecem a comida para a prole, e ajustam a quantidade de alimento da massa ou bolo fecal de acordo com a qualidade do alimento (Moczek, 1998). No entanto, ao contrário dos nossos resultados nos quais as bolas ninho foram maiores no alimento de melhor qualidade, os adultos de *Ontophagus taurus* precisam acumular 50% mais fezes de gado do que de cavalo na bola ninho para produzir indivíduos da F1 de mesmo tamanho, ou seja, nesta

compensação, bolas ninho maiores eram produzidas com as fezes de menor qualidade. A diferença entre as duas espécies pode ser devida ao grupo funcional ao qual pertencem, já que *C. rutilans cyanescens* é roladora e *O. taurus* é uma espécie tuneleira, na qual os indivíduos conseguem incorporar em seus ninhos grandes quantidades de alimento.

Nas espécies roladoras a relação com o alimento é diferente dos tuneleiros, já que os roladores são capazes de assegurar apenas uma quantidade limitada de comida a uma bola, podendo ter desencadeado uma seleção alimentar direcionada a fezes de melhor qualidade, como a dos onívoros (Hanski e Cambefort, 1991). Além disso, os indivíduos não gastam muita energia na pre copula antes de encontrar o alimento, e a associação do par acontece na fonte alimentar, demonstrando que o comportamento sexual está fortemente relacionado ao alimento (Halffter e Edmonds, 1982). Desta maneira, se os indivíduos conseguem reconhecer a qualidade do alimento e ajustar a quantidade nas bolas ninho como observado com a espécie tuneleira no trabalho de Moczek (1998), sugerimos que no caso dos roladores, os indivíduos ajustam o seu esforço sexual e de nidificação de acordo com a qualidade da fonte alimentar.

As nossas conclusões sobre o maior sucesso reprodutivo em fezes de Cachorro do Mato de acordo com a produção de bolas foram corroboradas com as observações referentes à produção da prole, já que 60% dos indivíduos emergidos da F1 eram provenientes das bolas ninho de fezes de Cachorro do Mato. Além disso, neste tratamento os indivíduos tiveram um ciclo larval mais curto, emergindo 11 dias antes e foram levemente menores que os parentais, enquanto que os nascidos em fezes de puma foram de um tamanho extremamente reduzido, chegando à metade do peso dos parentais. Embora as fezes de puma apresentem alto índice protéico, elas tem muito nitrogênio e nada de carboidratos, provocando uma falta de balanço nutricional disponível para o desenvolvimento larval dos escarabeíneos (Bogoni e Hernández, 2014). Devido ao fato de que a prole está limitada à comida oferecida pelos adultos (Halffter e Edmonds 1982) e que a larva se alimenta de uma quantidade limitada em uma bola deixada por seus pais (Edwards e Aschenborn, 1987), um alimento mais eficiente deve resultar em um ciclo larval mais curto e/ou indivíduos maiores.

De acordo com o trabalho realizado por Bogoni *et al.* (2016), as comunidades de paracoprídeos (ou tuneleiros) são melhor explicadas pela composição de mamíferos herbívoros, e a composição de telecoprídeos (roladores) por mamíferos onívoros, embora haja uma maior preferência em todas as guildas por fezes de animais onívoros. A preferência por fezes de animais onívoros pode ser explicada por uma

maior quantidade de bactérias e microrganismos associados ao intestino destes animais, que é maior que em carnívoros (Ley *et al.* 2008). Cambefort (1991) acredita que os besouros escarabeíneos evoluíram de ancestrais detritívoros, que dependiam de micróbios para suas necessidades nutricionais e sabe-se que muitas tribos atuais dependem destes micróbios e, algumas, até de fungos (Scholtz, 2009).

A transição da alimentação de um detrito duro para as fezes que são macias: o detrito é feito de grandes fragmentos de matéria vegetal e, quando o processo de decomposição acontece, os fragmentos se tornam menores e mais ricos em micróbios (Cambefort, 1991). Se a decomposição acontece em lugares úmidos, os detritos se tornam pastosos e consistentes e a substancia se torna cada vez mais rica em micróbios, sendo os componentes semi líquidos mais nutritivos. Holter (2000) demonstrou, de acordo com uma série de experimentos realizados com coprófagos da subfamília Aphodiinae, os quais possuem peças bucais estrutural e funcionalmente similares às de Scarabaeinae, que a alimentação ocorre através da filtração dos fluídos líquidos.

O grande aumento de fezes de mamíferos durante o período Terciário proporcionou possibilidades de exploração deste recurso alimentar altamente nutritivo, dando lugar para a evolução de insetos que se alimentam de fluidos de fezes, ampliando o sucesso de Scarabaeinae (Scholtz, 2009). As fezes de onívoros possuem consistência mais pastosa e líquida quando comparadas com as fezes de herbívoros (com grande quantidade de massa vegetal) ou de carnívoros (com fragmentos duros e restos de carcaça animal), o que proporciona maior facilidade na aquisição dos nutrientes de alta qualidade, resultando consequentemente no grande sucesso reprodutivo para os indivíduos de *Canthon rutilans cyanescens*, enquanto as fezes do carnívoro Puma e do herbívoro Anta ofereceram menor ou nenhum sucesso reprodutivo respectivamente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O alimento proveniente de *C. thous* (Cachorro do Mato), um animal onívoro, proporcionou aos indivíduos de *Canthon rutilans cyanescens* um sucesso reprodutivo mais elevado, medido através do tamanho das bolas ninho e bolas alimento, assim como uma maior produção de bolas ninho. Além disso, nos indivíduos emergidos, observamos a tendência deste recurso (fezes de cachorro do Mato) proporcionar maior sucesso reprodutivo para a espécie ao gerar uma prole maior e de ciclo larval mais curto.

Assim, concluímos que o sucesso reprodutivo da espécie *Canthon rutilans cyanescens* depende do recurso alimentar encontrado na natureza, o que corrobora a maior atratividade exercida por fezes de mamíferos onívoros, principalmente nos escarabeíneos roladores, já que devem proporcionar uma maior qualidade nutricional devido à sua alta diversidade microbiótica.

Além disso, foi possível neste trabalho, realizar a criação e reprodução da espécie *Canthon rutilans cyanescens* em condições de laboratório, com diferentes recursos alimentares, e obter resultados importantes sobre o comportamento alimentar e de nidificação de uma espécie de rola-bosta abundante em áreas de Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

- Alcock, J. *Animal Behavior, an evolutionary approach*. 9 ed. Massachusetts: Sinauer Associates, p. 421, 2009.
- Batilani-Filho, M. *Funções Ecológicas realizadas por besouros Scarabaeinae na decomposição da matéria orgânica: aspectos quantitativos em áreas de mata atlântica*. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia, CCB, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- Bogoni, J. A. and Hernández, M. I. M. Attractiveness of native mammal's feces of different trophic guilds to dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae). *Journal of Insect Science* 14(299): 1-7, 2014.
- Bogoni, J. A.; Graipel, M. E.; Castilho, P. V.; Fantacini, F. M.; Kuhnen, V. ; Luiz, M. R.; Maccarini, T. B.; Marcon, C. B.; Teixeira, C. S. P.; Tortato, M. A.; Vaz-de-Mello, F. Z. and Hernández, M. I. M. Contributions of the mammal community, habitat structure, and spatial distance to dung beetle community structure. *Biodiversity and Conservation*, 2016.
- Cambefort, Y. From saprophagy to coprophagy. In: Hanski, I. and Cambefort, Y. *Dung beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press. Cap 2. p. 22-35, 1991.
- Cantil, L. F., Sánchez, M. V. Dinghi, P. A. and Genise, J. F. Food relocation behavior, nests, and brood balls of *Canthon quinquemaculatus* Laporte de Castelnau (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin* 68(2): 199–208, 2014.
- Chin, K. and Gill, B. D. Dinosaurs, dung beetles, and conifers: participants in a Cretaceous food web. *Palaios* 11: 280-285, 1996.
- Davis, A. L. V. Residence and breeding of *Oniticellus* (Coleoptera, Scarabaeidae) within cattle pads: inhibition by dung-burying beetles. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 52(2): 229-236, 1989.

Del-Claro, K. *Introdução à Ecologia Comportamental: um Manual para o Estudo do Comportamento Animal*. Primeira edição. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, p. 128, 2010.

Doube, B. M. Dung beetles of Southern Africa. In Hanski, I. and Y. Cambefort. *Dung beetle Ecology*. Princeton: Princeton University Press, pp 133-155, 1991.

Edwards, P. B. and Aschenborn, H. H. Patterns of nesting and dung burial in *Onitis* dung beetles: implications of pasture productivity and fly control. *Journal of Applied Ecology* 24: 837-851, 1987.

Favila, M. E. Chemical labelling of the food ball during rolling by males of the subsocial coleopteran *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (Scarabaeidae). *Insectes Sociaux* 35: 125–129, 1988.

Filgueiras, B. K. C.; Liberal, C. N.; Aguiar, C. D. M.; Hernández, M. I. M. and Iannuzzi, L. Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. *Revista Brasileira de Entomologia* 53(3): 422–427, 2009.

González-Vainer, P. Feeding, reproductive, and nesting behavior of *Canthon bispinus* Germar (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *The Coleopterists Bulletin* 69(1): 1–12, 2015.

Goss-Custard, J. D. and Sutherland, W. J. Individual behaviour, populations and conservation. In: Krebs, J. R. and Davies, N. B (Eds) *Behavioural Ecology: an evolutionary approach*. Oxford: Blackwell Science. p. 373-395, 1997.

Halffter, G. and Edmonds, W. D. *The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an Ecological and Evolutive Approach*. México D.F: Man and the Biosphere Program UNESCO, p. 11-31, 1982.

Halffter, G. and Favila, M. E. The Scarabaeinae: an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27: 15-21, 1993.

Halffter, G. and Matthews, E. G. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomologica Mexicana* 12-14: 1-312, 1966.

Hanski, I. and Cambefort, Y. Competition in dung Beetles. In: Hanski, I. and Cambefort, Y. *Dung beetle Ecology*. Princeton: Princeton University press. Cap 17. p. 305-329, 1991.

Hanski, I. and Cambefort, Y. Resource partitioning. In: Hanski, I. and Cambefort, Y. *Dung beetle Ecology*. Princeton: Princeton University press. Cap 18. p. 330-349, 1991.

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* 46(4): 597-600, 2002.

Hernández, M. I. M and Vaz-de-Mello, F. 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.

Holter, P. Particle feeding in *Aphodius* dung beetles (Scarabaeidae): old hypotheses and new experimental evidence. *Functional Ecology* 14 (5): 631-637. 2000.

Ley, R. E.; Hamady, M.; Lozupone, C.; Turnbaugh, P. J.; Ramey, R. R.; Bircher, S. J.; Schlegel, M. L.; Tucker, T. A.; Srenzel, M. D.; Knight, R. and Gordon, J. I. Evolution of mammals and their gut microbes. *Science*. 320: 1647-1651, 2008.

Moczek, A. P. Horn polyphenism in the beetle *Onthophagus taurus*: larval diet quality and plasticity in parental investment determine adult body size and male horn morphology. *Behavioural Ecology* 9(6): 636-641, 1998.

Nichols, E; Spector, S.; Louzada, J.; Larsen, T.; Amezcuita, S. and Favila, M. E. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474, 2008.

Niero, M. M. e Hernández M. I. M.: *Ciclo de vida e comportamento reprodutivo de Canthon rutilans cyanescens (Coleoptera: Scarabaeinae)*: importância funcional na decomposição da matéria orgânica. Relatório Final do Projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq) p. 14, 2015.

Ortega-Martínez, I.; Moreno, C. E.; Sánchez-Rojas, G and Barragán, F. The role of *Canthon humectus hidalgoensis* (Bates) (Coleoptera: Scarabaeidae) in dung removal from a cattle pasture. *The Coleopterists Bulletin* 68(4):656-658, 2014.

Palau, A. P. Influência das assimetrias de informação e de tamanho corporal nas interações competitivas entre machos de *Canthon rutilans cyanescens* (Coleoptera: Scarabaeinae). 50f. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Ciências Biológicas, CCB, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

Sato, H. Payoffs of the two alternative nesting tactics in the african dung beetle, *Scarabaeus catenatus* provided by Scarabaeinae dung beetles. *Ecological Entomology* 23, 62-67, 1998.

Scholtz, C. H. The origin of dung beetles. In: Scholtz, C. H.; Davis, A. L. V.; Kruger, U. *Evolutionary biology of dung beetles*. Bulgaria: Pensoft. Cap. 1. p. 31-39, 2009a.

Scholtz, C. H. Evolution of feeding, competition, and life history strategies. In: Scholtz, C. H.; Davis, A. L. V.; Kruger, U. *Evolutionary biology of dung beetles*. Bulgaria: Pensoft. Cap. 2. p. 40-61, 2009b.

Scholtz, C. H. Special morphological features of dung beetles. In: Scholtz, C. H.; Davis, A. L. V.; Kruger, U. *Evolutionary biology of dung beetles*. Bulgaria: Pensoft. Cap. 5. p. 98-118, 2009c.

Scholtz, C. H. Food and feeding in dung beetles. In: Scholtz, C. H.; Davis, A. L. V.; Kruger, U. *Evolutionary biology of dung beetles*. Bulgaria: Pensoft. Cap. 6. p. 121-146, 2009d.

Silva, P. G. and Hernández, M. I. M. Spatial variation of dung beetle assemblages associated with forest structure in remnants of southern Brazilian Atlantic Forest. *Revista Brasileira de Entomologia* 60: 73–81, 2016.

Simmons, L. W. and Ridsdill-Smith. Reproductive competition and its impact on the evolution and ecology of dung Beetles. In: Simmons, L. W. and Ridsdill-Smith, T. J. *Ecology and evolution of dung beetles*. Oxford: Wiley-Blackwell, p. 1-20, 2011.

Zar, J. H. *Biostatistical Analysis*. Upper Saddle River: Prentice Hall, p; 663, 1999.