

Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Biológicas

Programa de Pós Graduação em Biologia Animal

# **A fauna de Scarabaeidae *sensu stricto* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Cerrado de Brasília, DF: Variação anual, efeito do fogo e da cobertura vegetal**

Michelle Silva Milhomem

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, sob a orientação da Professora Dr<sup>a</sup>. Ivone Rezende Diniz.

Brasília  
2003



Ficha Catalográfica:

Milhomem, Michelle Silva

A fauna de Scarabaeidae *sensu stricto* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Cerrado de Brasília, DF : Variação anual, efeito do fogo e da cobertura vegetal/Michelle Silva Milhomem - - Brasília : [s. n.] 2003

92 p.

Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1. Scarabaeidae      | 6. Rola-bosta         |
| 2. Cerrado           | 7. Comunidade         |
| 3. Fenologia         | 8. Coprofagia         |
| 4. Fogo              | 9. Técnicas de coleta |
| 5. Cobertura Vegetal | 10. Diversidade       |

I. Título

“De cereja em cereja muda o mundo.  
E se alguém duvida  
peço a quem corresponda que examinem minha  
vontade e o peito transparente,  
porque se o vento levou o verão  
disponho de cerejas escondidas.”

Pablo Neruda

Para os presentes que o mar me trouxe

## Índice Geral

Resumo.....	11
Abstract.....	12
Introdução Geral.....	13
Estudos com Scarabaeidae realizados no Brasil.....	17
Variação anual da riqueza e abundância de Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) no cerrado de Brasília, Distrito Federal, Brasil.....	22
Introdução.....	22
Materiais e Métodos.....	23
Resultados.....	24
Vidro.....	28
Discussão.....	31
Diversidade de Scarabaeidae s. str e fogo no cerrado: padrões espaço-temporais.....	34
Introdução.....	34
Materiais e Métodos.....	37
Resultados.....	38
Discussão.....	46
O efeito da cobertura vegetal sobre a comunidade de Scarabaeidae s. str. (Coleoptera) do Cerrado.....	50
Introdução.....	50
Materiais e Métodos.....	52
Resultados.....	55
Discussão.....	62
Eficiência de técnicas de coleta de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae s. str.) no Cerrado.....	68
Introdução.....	68
Material e Métodos.....	69
Resultados e discussão.....	71
Conclusões.....	75

## Índice de anexos

Anexo 1: Lista de Scarabaeidae do DF com o nome da espécie (ou nome do gênero), autor e ano; e a tribo a que pertence.....	89
Anexo 2: Lista de espécies de Scarabaeidae, mostrando: tribo, número de indivíduos coletados em cada fitofisionomia, tipo de ninho e total para cada espécie.....	91
Anexo 3: Lista de espécies de Scarabaeidae coletadas com armadilhas de queda (somente aquelas com mais de 10 indivíduos), mostrando número de indivíduos coletados (I), tipo de dieta (D) em cada fitofisionomia e total para cada espécie. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	94

## Índice de figuras

Quadro 1: Estudos sobre Scarabaeidae s. str. realizados no Brasil, mostrando: tipo de vegetação e estado no qual foi realizado; duração e periodicidade das coletas; tipo de armadilhas utilizadas (L. Q: Luiz de Queiroz); número de indivíduos (I), de gêneros (G) e espécies (E) coletados e referências bibliográficas (n. p.: dados não publicados). O trabalho de Alves 1977 é de autoecologia; “-“: significa que não há informação.....	20
Tabela 1.1: Composição da fauna de Scarabaeidae s. str. registrada em armadilhas de interceptação de voo do tipo “janela” em um cerrado de Brasília, ao longo do ano. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	27
Figura 1.1: Mapa hidrográfico do Distrito Federal com a localização da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR/IBGE) (área mais escura).....	28
Figura 1.2: Esquema da armadilha de interceptação de voo do tipo “janela”.....	28
Figura 1.3: Variação sazonal da abundância (total 191 indivíduos) e riqueza (total 30 espécies) de Scarabaeidae s. str. ao longo de um ano de coleta (abril/97 a março/98) e pluviosidade total de cada mês.....	30
Tabela 2.1: Composição da fauna de Scarabaeidae s. str. registrada em armadilhas de interceptação de voo do tipo “janela” em um cerrado de Brasília, ao longo do ano. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	42
Tabela 2.2: Espécies de Scarabaeidae s. str. e número de indivíduos coletados em armadilha de interceptação de voo, tipo “janela” em cerrado sensu stricto queimado. De junho a agosto não houve indivíduos. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	43
Tabela 2.3: Espécies de Scarabaeidae s. str. e números de indivíduos, coletados em armadilha de interceptação de voo (tipo “janela”) em um cerrado sensu stricto (segunda área protegida) nos períodos de outubro de 1999 a janeiro	

de 2000 e maio a agosto de 2000. Os meses de maio a agosto não apresentaram indivíduos. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	44
Tabela 2.4: Distribuição anual (a) das porcentagens dos indivíduos coletados em armadilha de interceptação de vôo (tipo “janela”) em cerrado sensu stricto protegido do fogo (primeira área) e queimado bianualmente (última queima em 1996) na Reserva Ecológica do IBGE e estação de maiores ocorrências.....	45
Tabela 2.5: Índices de diversidade (Shannon: $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e de similaridade (Morisita: $C\lambda$ ) para três áreas de cerrado sensu stricto. Para a primeira área protegida foram calculados dois índices de diversidade para possibilitar a comparação com os dados da segunda área protegida.....	45
Tabela 3.1: Número de espécies (E), indivíduos (I), índices de diversidade (Shannon: $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e similaridade (Morisita: $C\lambda$ ) para três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.....	58
Tabela 3.2: Precipitação, temperatura média e umidade relativa (médias mensais) e espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae s. str. coletados em três fitofisionomias do Cerrado.....	58
Tabela 3.3: Correlação entre o número de espécies, de indivíduos de Scarabaeidae s. str. por fitofisionomia e variáveis climáticas (média mensal) (1).....	58
Tabela 3.4: Número de espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae s. str. classificados por tipo de ninho em três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.....	59
Tabela 3.5: Número de espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae s. str., coletados em armadilha de queda, classificados por tipo de dieta (somente espécies com mais de 10 indivíduos) nas três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.....	59
Tabela 3.6: Distribuição do número de espécies (E) de Scarabaeidae s. str. nas tribos na região neotropical (Hanski & Cambefort 1991) e no cerrado do DF. Para facilitar as comparações, Ateuchini e Coprini foram somados para representar Dichotomiini no Cerrado do DF. Os maiores valores estão em negrito.....	59
Figura 3.1: Mapa da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) com a localização das três áreas de estudo: ● campo sujo; ○ cerrado sensu stricto; ⊗ mata de galeria.....	60
Figura 3.2: Esquema da armadilha tipo alçapão utilizada no experimento.....	61
Figura 3.3: Curva de dominância da diversidade de Scarabaeidae s. str. coletados em três tipos de fitofisionomias: Campo sujo, cerrado s. str. e mata de galeria.....	61
Tabela 4.1. Número de espécies (E) e indivíduos (I) de besouros da família Scarabaeidae s. str. e espécies restritas (ER) coletados em armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça, em três fitofisionomias do Cerrado.....	76
Tabela 4.2. Médias de indivíduos (abundância) e de espécies (riqueza) por armadilha e por dia de coleta de besouros da família Scarabaeidae s. str. coletados em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça bovina em três fitofisionomias do Cerrado (1).....	76
Tabela 4.3. Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $J'$ ) e de similaridade faunística de Morisita ( $C\lambda$ ) obtidos com os dados de coleta de besouros da família Scarabaeidae s. str. em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça bovina em três fitofisionomias do Cerrado.....	77
Tabela 4.4. Médias ( $\pm$ SE) dos valores de precipitação, temperatura média e umidade relativa referentes a 10 dias de coleta a cada mês.....	77
Tabela 4.5. Correlação entre as médias de espécies (E) e de indivíduos (I) de besouros da família Scarabaeidae s. str. coletados em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça e variáveis climáticas em três fitofisionomias do Cerrado(1).....	78
Figura 4.1: Curva de dominância de diversidade de Scarabaeidae em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela”(o), de queda com isca de carcaça (-) e com isca de fezes (●) no Cerrado de Brasília.....	79
Anexo 1: Lista de Scarabaeidae do DF com o nome da espécie (ou nome do gênero), autor e ano; e a tribo a que pertence.....	89
Anexo 2: Lista de espécies de Scarabaeidae, mostrando: tribo, número de indivíduos coletados em cada fitofisionomia, tipo de ninho e total para cada espécie.....	91
Anexo 3: Lista de espécies de Scarabaeidae coletadas com armadilhas de queda (somente aquelas com mais de 10 indivíduos), mostrando número de indivíduos coletados (I), tipo de dieta (D) em cada fitofisionomia e total para cada espécie. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	94

## Índice de tabelas

Quadro 1: Estudos sobre Scarabaeidae s. str. realizados no Brasil, mostrando: tipo de vegetação e estado no qual foi realizado; duração e periodicidade das coletas; tipo de armadilhas utilizadas (L. Q: Luiz de Queiroz); número de indivíduos (I), de gêneros (G) e espécies (E) coletados e referências bibliográficas (n. p.: dados não publicados). O trabalho de Alves 1977 é de autoecologia; “-”: significa que não há informação.....	20
Tabela 1.1: Composição da fauna de Scarabaeidae s. str. registrada em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” em um cerrado de Brasília, ao longo do ano. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	27

Figura 1.1: Mapa hidrográfico do Distrito Federal com a localização da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR/IBGE) (área mais escura).....	28
Figura 1.2: Esquema da armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela”.....	28
Figura 1.3: Variação sazonal da abundância (total 191 indivíduos) e riqueza (total 30 espécies) de Scarabaeidae s. str. ao longo de um ano de coleta (abril/97 a março/98) e pluviosidade total de cada mês.....	30
Tabela 2.1: Composição da fauna de Scarabaeidae s. str. registrada em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” em um cerrado de Brasília, ao longo do ano. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	42
Tabela 2.2: Espécies de Scarabaeidae s. str. e número de indivíduos coletados em armadilha de interceptação de vôo, tipo “janela” em cerrado sensu stricto queimado. De junho a agosto não houve indivíduos. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	43
Tabela 2.3: Espécies de Scarabaeidae s. str. e números de indivíduos, coletados em armadilha de interceptação de vôo (tipo “janela”) em um cerrado sensu stricto (segunda área protegida) nos períodos de outubro de 1999 a janeiro de 2000 e maio a agosto de 2000. Os meses de maio a agosto não apresentaram indivíduos. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....	44
Tabela 2.4: Distribuição anual (a) das porcentagens dos indivíduos coletados em armadilha de interceptação de vôo (tipo “janela”) em cerrado sensu stricto protegido do fogo (primeira área) e queimado bianualmente (última queima em 1996) na Reserva Ecológica do IBGE e estação de maiores ocorrências.....	45
Tabela 2.5: Índices de diversidade (Shannon: $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e de similaridade (Morisita: $C\lambda$ ) para três áreas de cerrado sensu stricto. Para a primeira área protegida foram calculados dois índices de diversidade para possibilitar a comparação com os dados da segunda área protegida.....	45
Tabela 3.1: Número de espécies (E), indivíduos (I), índices de diversidade (Shannon: $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e similaridade (Morisita: $C\lambda$ ) para três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.....	58
Tabela 3.2: Precipitação, temperatura média e umidade relativa (médias mensais) e espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae s. str. coletados em três fitofisionomias do Cerrado.....	58
Tabela 3.3: Correlação entre o número de espécies, de indivíduos de Scarabaeidae s. str. por fitofisionomia e variáveis climáticas (média mensal) (1).....	58
Tabela 3.4: Número de espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae s. str. classificados por tipo de ninho em três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.....	59
Tabela 3.5: Número de espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae s. str., coletados em armadilha de queda, classificados por tipo de dieta (somente espécies com mais de 10 indivíduos) nas três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.....	59
Tabela 3.6: Distribuição do número de espécies (E) de Scarabaeidae s. str. nas tribos na região neotropical (Hanski & Cambefort 1991) e no cerrado do DF. Para facilitar as comparações, Ateuchini e Coprini foram somados para representar Dichotomiini no Cerrado do DF. Os maiores valores estão em negrito.....	59
Figura 3.1: Mapa da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) com a localização das três áreas de estudo: ● campo sujo; ○ cerrado sensu stricto; ⊙ mata de galeria.....	60
Figura 3.2: Esquema da armadilha tipo alçapão utilizada no experimento.....	61
Figura 3.3: Curva de dominância da diversidade de Scarabaeidae s. str. coletados em três tipos de fitofisionomias: Campo sujo, cerrado s. str. e mata de galeria.....	61
Tabela 4.1. Número de espécies (E) e indivíduos (I) de besouros da família Scarabaeidae s. str. e espécies restritas (ER) coletados em armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça, em três fitofisionomias do Cerrado.....	76
Tabela 4.2. Médias de indivíduos (abundância) e de espécies (riqueza) por armadilha e por dia de coleta de besouros da família Scarabaeidae s. str. coletados em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça bovina em três fitofisionomias do Cerrado (1).....	76
Tabela 4.3. Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $J'$ ) e de similaridade faunística de Morisita ( $C\lambda$ ) obtidos com os dados de coleta de besouros da família Scarabaeidae s. str. em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça bovina em três fitofisionomias do Cerrado.....	77
Tabela 4.4. Médias ( $\pm$ SE) dos valores de precipitação, temperatura média e umidade relativa referentes a 10 dias de coleta a cada mês.....	77
Tabela 4.5. Correlação entre as médias de espécies (E) e de indivíduos (I) de besouros da família Scarabaeidae s. str. coletados em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça e variáveis climáticas em três fitofisionomias do Cerrado(1).....	78
Figura 4.1: Curva de dominância de diversidade de Scarabaeidae em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela”(o), de queda com isca de carcaça (-) e com isca de fezes (●) no Cerrado de Brasília.....	79
Anexo 1: Lista de Scarabaeidae do DF com o nome da espécie (ou nome do gênero), autor e ano; e a tribo a que pertence.....	89
Anexo 2: Lista de espécies de Scarabaeidae, mostrando: tribo, número de indivíduos coletados em cada fitofisionomia, tipo de ninho e total para cada espécie.....	91

Anexo 3: Lista de espécies de Scarabaeidae coletadas com armadilhas de queda (somente aquelas com mais de 10 indivíduos), mostrando número de indivíduos coletados (I), tipo de dieta (D) em cada fitofisionomia e total para cada espécie. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.....94

### **Índice de quadros**

Quadro 1: Estudos sobre Scarabaeidae s. str. realizados no Brasil, mostrando: tipo de vegetação e estado no qual foi realizado; duração e periodicidade das coletas; tipo de armadilhas utilizadas (L. Q: Luiz de Queiroz); número de indivíduos (I), de gêneros (G) e espécies (E) coletados e referências bibliográficas (n. p.: dados não publicados). O trabalho de Alves 1977 é de autoecologia; “-“: significa que não há informação.....20

## **Agradecimentos**

À Ivone pelo incentivo a continuar estudando, pela confiança em mim depositada e pela mão de mãe na orientação.

À Helena por me orientar na iniciação científica.

À Rozane Cunha pela ajuda e pela amizade.

Ao Fernando Z. Vaz-de-Mello por me ensinar a identificar os besouros, pelo entusiasmo e pela amizade.

Aos amigos Daniela, Fernanda, Goretti, Renato, Alexandre Bonesso e Marcelo Fragomeni pela ajuda, sem preconceitos, no campo, pelas discussões estatísticas e principalmente pela amizade.

À Helga pela disposição em discutir análise estatística por horas.

Aos amigos e colegas de laboratório Aurora, Eduardo, Franciane, Juliana, Rosevaldo e Scheila por tornar o ambiente de trabalho harmonioso e leve.

Às amigas da Pós Mariana, Marina, Valéria, Verônica por me ouvirem nos chás das cinco.

Aos funcionários do Departamento de Zoologia Anderson, Socorro e Santos pela presteza.

Ao Professor Kiniti pelas conversas e livros emprestados.

Ao meu querido Andrei por tudo e ainda querer continuar comigo.

Ao corpo administrativo da Reserva Ecológica do IBGE pela utilização da área e pela localização geográfica das áreas de coleta.

Ao CNPq, à FINATEC e à FAP-DF pelo custeamento financeiro deste projeto.

Finalmente a Deus e a minha família por tornar possível chegar onde cheguei.

## Resumo

Estudos sobre Coleoptera nos cerrados do Distrito Federal (DF) são escassos e fragmentários. Para este local existem apenas registros de coletas esporádicas. Os Scarabaeidae *s. str.* são conhecidos popularmente por besouros “rola-bosta” e possuem grande importância ecológica devido aos hábitos alimentares de coprofagia e necrofagia. O principal objetivo deste trabalho foi descrever a comunidade de Scarabaeidae *s. str.* do DF, sendo que também foram discutidos os efeitos de alguns fatores sobre essa comunidade: sazonalidade climática, fogo e cobertura vegetal. O projeto foi realizado na Reserva Ecológica do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), localizada no DF. O trabalho de campo foi desenvolvido em duas partes: 1º) Foram selecionadas duas áreas de cerrado *sensu stricto*, uma protegida do fogo por cerca de 26 anos e outra com queimadas prescritas bianualmente; cada área foi marcada com 25 pontos de coleta; o período de coleta foi de abril/97 a março/98; a cada 15 dias uma armadilha de interceptação de vôo era montada em um diferente ponto sorteado, até totalizar 365 dias de coleta. 2º) Foram selecionadas três áreas: campo sujo, cerrado *sensu stricto* e a mata de galeria do córrego Monjolo, com 36 pontos de coleta em cada área; o período de coleta compreendeu os meses de outubro a dezembro/1999 e janeiro de 2000 (estação chuvosa) e maio a julho/2000 (estação seca); foram colocadas, em diferentes pontos sorteados de coleta, dois tipos de armadilhas para a coleta dos Scarabaeidae *s. str.*: 10 armadilhas de queda sendo cinco com iscas de fezes humanas e as demais com fígado bovino em decomposição; e duas armadilhas de interceptação de vôo (tipo “janela”) durante 10 dias/mês. Todo material coletado foi triado, e os escarabeídeos foram montados e identificados. Resultados da 1º parte: foram coletados 435 indivíduos, de 49 espécies pertencentes a 17 gêneros de Scarabaeidae *s. str.*. A área queimada foi a que apresentou maior diversidade de Scarabaeidae *s. str.*. Resultados da 2º parte: foram coletados 6.879 indivíduos de 102 espécies pertencentes a 23 gêneros de Scarabaeidae *s. str.*. O campo sujo foi a fitofisionomia mais diversa. A comunidade de Scarabaeidae *s. str.* apresentou mais espécies e indivíduos paracoprídeos e com dieta generalista. A armadilha de queda com fezes é a mais indicada para coleta das principais espécies representantes de Scarabaeidae *s. str.* do Cerrado. Em todas áreas de coleta a maioria das espécies apresentou uma baixa abundância de indivíduos coletados, evidenciando assim uma raridade das espécies de Scarabaeidae *s. str.*; a comunidade variou temporalmente, com maiores abundâncias e riqueza de espécies na estação chuvosa. Houve o acréscimo de 48 espécies (120%) à lista de Scarabaeidae *s. str.* do DF, que foram coletadas no presente estudo, destacando, assim a contribuição do mesmo ao conhecimento desta fauna no Cerrado.

Palavras-chave: rola-bosta, comunidade, coprofagia, necrofagia, fenologia, diversidade, sazonalidade

## Abstract

Studies concerning Coleoptera in the “Cerrado” (Brazilian savanna-like vegetation) of the Distrito Federal (DF), Brazil, are scarce and fragmentary. For this área there are few records from sporadic collections. The Scarabaeidae *s. str.* are popularly known as dung beetles and have great ecological importance because of their alimentary habits as the coprophagy and necrophagy. The major aim of this work was to describe the DF Scarabaeidae *s. str.* community in relation to the effects of some factors such as: climatic seasonality, fire and vegetation covering. The research was conducted in the Ecological Reserve of IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), located in Central Brazilian Cerrado, DF. The field work was developed in two parts: in the 1<sup>st</sup> two areas of “cerrado *sensu stricto*” (semi open scrub mixed with trees) were sampled, one protected from fire for 26 years and other with biannually prescribed fires. Twenty five collection points in each area were marked during the period from april/97 to march/98. At each 15 days, an interception flight trap (window type) was setup in a different raffled point, until it totalized 365 days of collections. For the 2<sup>nd</sup> part, three areas were used: “campo sujo” (low tree and shrub savanna), “cerrado *sensu stricto*” and gallery forest of the “Monjolo” stream, with 36 collection points in each area. The period of collections ranged from october to december/99 and january/2000 (wet season) and from may to august/2000 (dry season). Two kinds of traps were placed in different raffled points of collection: ten pitfall traps being five baited with human faeces and the other five baited with bovine liver putrid, and two interception flight traps (window type) for 10 days/month. All the collected material was separated, preserved and identified. The results for the 1<sup>st</sup> part of the experiment were: 435 individuals from 49 species belonging to 17 genera of the Scarabaeidae *s. str.* were collected. The burned area presented the greatest diversity of Scarabaeidae *s. str.*. The results for the 2<sup>nd</sup> part of the experiment were: 6.879 individuals from 102 species, belonging to 23 genera of the Scarabaeidae *s. str.*. The “campo sujo” phytophysiognomy was the most diverse. The Scarabaeidae *s. str.* community presented more paracoprid species and individuals with a generalist dietary behaviour. The pitfall trap baited with faeces is the most indicated method to collect the major representative species of Scarabaeidae *s. str.* in the Cerrado. In all the studied areas, most of the species presented low abundance indicating the rarity of Scarabaeidae *s. str.* species. The community showed temporal variation with abundance and richness of species peaks in the wet season. Forty eight species (120%) collected in this study were added to the DF Scarabaeidae *s. str.* list, pointing to the contribution of this study to the knowledge of this fauna in the Cerrado.

Key words: dung beetles, community, coprophagy, necrophagy, phenology, diversity, seasonality

## Introdução Geral

O Distrito Federal (DF) compreende uma área de 5.814 km<sup>2</sup>, limitando-se ao norte pelo paralelo 15° de latitude sul, a oeste pelo rio Descoberto, ao sul pelo paralelo 16°03' de latitude sul e a leste pelo rio Preto. Encontra-se na parte mais elevada do Planalto Central do Brasil com altitudes que variam entre 800 m e 1300 m. A localização do Distrito Federal apresenta uma peculiaridade: é drenado por rios perenes que pertencem às três mais importantes bacias fluviais do Brasil: a bacia do Paraná (Bacia Platina), a bacia do São Francisco e a bacia do Tocantins (Bacia Amazônica), sendo que a bacia do Paraná drena a maior parte da área (3.634 km<sup>2</sup>) (Freitas *et al.* 1978).

A classificação climática, de Köppen, para a região do DF é Aw (clima tropical de savana) (Freitas *op. cit.*), sendo que existem duas estações distintas que caracterizam o clima desta região, a estação seca que vai geralmente de maio a setembro e a estação chuvosa que normalmente ocorre de outubro a abril. Na estação seca é muito comum a ocorrência de fogo no cerrado e em savanas tropicais (Gillon 1983; Cole 1986).

A vegetação do Distrito Federal é constituída de cerrado *sensu lato*, com seus diversos tipos fitofisionômicos como: cerradão, cerrado *sensu stricto*, campo sujo, campo limpo, veredas e matas de galeria (Goodland 1971, Eiten 1972). Em conjunto estas características devem afetar a composição de espécies da flora e fauna da região.

Os estudos sobre a flora e fauna do cerrado tem se avolumado nos últimos 20 anos. Considerando os insetos, estudos em vários locais estão começando a se intensificar veja por exemplo, para os sínfitas (Smith 1981); cupins (Negret & Redford 1982; Domingos 1985; Raw 1996); abelhas (Martins 1994; Silveira & Campos 1995; Carvalho & Bego 1996); vespas (Diniz & Kitayama 1994) formigas (Morais & Benson 1988; Oliveira & Pie 1998); lepidópteros (Pinheiro & Ortiz 1992; Diniz & Morais 1997; Milhomem *et al.* 1997; Camargo 1999; Camargo & Becker 1999; Morais *et al.* 1999); interações e insetos herbívoros (Price *et al.* 1995; Prada *et al.* 1995; Pinheiro *et al.*

1997; Diniz *et al.* 2001) e abundância de insetos (Diniz 1997; Fernandes *et al.* 1997; Pinheiro *et al.* 2002).

Entretanto, para a maior ordem de insetos, Coleoptera, os estudos ecológicos feitos na região dos cerrados do Distrito Federal são escassos e fragmentários (p.ex. Hertel & Colli 1998; Pinheiro *et al.* 1998; Pinheiro *et al.* 2002), o que torna importante todos os projetos nesta área. Considerando esta região, existem poucos inventários faunísticos, exceto por um estudo de caracterização de comunidade de Coleoptera coletados por varredura na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (Pinheiro *et al.* 1998).

Em diversos grupos de Coleoptera encontramos vários hábitos alimentares, dentre eles a coprofagia e a necrofagia, os quais possuem um papel importante na ciclagem de nutrientes. A reentrada de nutrientes na cadeia alimentar depende da interação de processos biológicos, bioquímicos e físicos, sendo a ação da fauna e dos microorganismos de solo de suma importância (Borror & DeLong 1969; Ribeiro *et al.* 1992; Paquin & Coderre 1997).

Os besouros conhecidos popularmente como “rola-bosta” são encontrados normalmente alimentando-se, conduzindo ou colocando ovos nas fezes de outros animais. A classificação adotada aqui é a de Balthazar (1963), pois nesta os principais grupos de besouros rola-bosta têm suas próprias famílias: Aphodiidae, Geotrupidae e Scarabaeidae *s. str.*. Para Scarabaeidae *s. str.* a classificação de Balthazar (1963) têm duas vantagens: esta família é dividida em dois taxa equivalentes os quais correspondem aos grupos biológicos dos rola-bostas (subfamília Scarabaeinae) e escavadores (subfamília Coprinae) (Hanski & Cambefort 1991)

A maioria das espécies da família Scarabaeidae *s. str.* está restrita a áreas onde a precipitação excede 250 mm por ano, com uma temperatura média anual acima de 15°C (Halffter & Matthews 1966). Hanski & Cambefort (1991) a consideram a existência de 12 tribos dentro das subfamílias Coprinae e Scarabaeinae, com sete ocorrendo no Brasil: Ateuchini (parte da antiga tribo Dichotomiini), Coprini, Gromphini, Onthophagini e Phanaeini (pertencentes à subfamília Coprinae); Canthonini e Eurysternini (pertencentes à subfamília Scarabaeinae). Estes animais apresentam-se

como um grupo bastante diversificado na região dos trópicos, formando comunidades bem definidas do ponto de vista taxonômico e funcional, e também apresenta comportamento subsocial (Halffter & Matthews 1966; Halffter & Edmonds 1982; Halffter 1991, 1997).

Os Scarabaeidae *s. str.*, são muito eficientes na remoção de fezes, cadáveres e frutos apodrecidos, aumentam a fertilidade do solo, facilitam a dispersão e sobrevivência de sementes, demonstrando assim sua grande importância na manutenção dos ecossistemas, e também são úteis no controle biológico e na entomologia forense (Luederwaldt 1911; Halffter & Matthews 1966; Waterhouse 1974; Flechtmann & Rodrigues 1995; Estrada *et al.* 1998; Sheperd & Chapman 1998).

A coprofagia é um aspecto fundamental da biologia da maioria das espécies de Scarabaeidae *s. str.*, sendo um dos fatores que determinam as características de comportamento, distribuição, morfologia e desenvolvimento. Há poucos estudos sobre as espécies de dieta mista. Alguns gêneros apresentam espécies coprófagas ou necrófagas e existem espécies com ambos tipos de dieta. As diferenças na dieta são advindas de fatores ecológicos locais e regionais, como por exemplo a disponibilidade e abundância de recursos, no caso de locais como a África com grandes mamíferos herbívoros, ou locais como a América do Sul que tem pequena quantidade de grandes mamíferos e baixa riqueza besouros especialistas em necrofagia (Halffter & Matthews 1966; Louzada & Lopes 1997).

Os Scarabaeidae podem ser utilizados como grupo indicador de aspectos básicos da biodiversidade nas florestas tropicais e para avaliação e monitoramento dos efeitos das alterações antropogênicas nestes ecossistemas. Vários estudos demonstram a sensibilidade deste grupo a alterações no habitat, como fragmentação, destruição e isolamento de florestas tropicais (Howden & Nealis 1975; Klein 1989; Halffter *et al.* 1992; Estrada *et al.* 1998). Neste caso, podemos apontar algumas vantagens de se usar a família Scarabaeidae *s. str.*: a) forma uma guilda bem definida tanto funcionalmente como taxonomicamente; b) é monofilética; c) é bem representada na região tropical; d) é sensível a destruição de florestas tropicais; e) é de fácil captura através de procedimentos

padronizados e estes podem ser repetidos em qualquer local resultando em dados comparáveis (Halffter & Favila 1993; Martín-Piera & Lobo 1993; Favila & Halffter 1997).

## Estudos com Scarabaeidae realizados no Brasil

Mesmo considerando o Brasil, o conhecimento dessa fauna é precário e muitas regiões permanecem sem qualquer informação faunística (Vaz-de-Mello 2000). São encontrados estudos a respeito da fauna de Scarabaeidae em poucos locais dos diferentes biomas brasileiros, como a floresta amazônica, floresta atlântica, restingas e Pantanal (Klein 1989; Louzada 1995; Vaz-de-Mello 1999; Louzada *et al.* 2001; J. N. C. Louzada com. pess.). Para o Distrito Federal, há uma lista com 40 espécies de Scarabaeidae *s. str.* coletados esporadicamente por vários pesquisadores, cujos exemplares estão depositados na coleção particular de Fernando Zagury Vaz-de-Mello (Coleção FZVM) sediada no Setor de Ecologia da Universidade Federal de Lavras (Vaz-de-Mello 2000).

O levantamento bibliográfico resultou no encontro de 26 trabalhos (publicados e não publicados) realizados sobre Scarabaeidae *s. str.* em diversas regiões do Brasil mostrou que, a maioria (21) foi publicado após 1994, com exceção de três trabalhos de 1976, 1977 e 1989. Dezenove são artigos em periódicos/resumos em anais de congressos e os demais (5) são dissertações de mestrado ou teses de doutorado. Apenas dois destes estudos compararam métodos de coleta: armadilha luminosa e dissecação de massas fecais bovinas (Flechtmann *et al.* 1995a); armadilha de queda com isca de fezes bovinas e dissecação de massas fecais bovinas (Bichara 1998) (Quadro 1).

Dos 24 estudos publicados, 9 foram realizados em pastagens, 12 em florestas ou mata, dois em restinga e um no Pantanal, distribuídos nas regiões sudeste (13), centro-oeste (3), sul (3), norte (3) e nordeste (2). Quanto à duração das coletas, o mais longo foi de 8 anos seguido por dois estudos de 3 e 2 anos, mas a maioria foi bem mais curto, sendo, oito de 1 ano, oito de 1 a 11 meses e cinco de 2 a 6 dias. Coletas longas permitem ao pesquisador conhecer a distribuição anual de escarabeídeos e fazer inferências a respeito da associação desta fauna com os vários fatores climáticos. Entretanto muitos trabalhos não caracterizaram bem a área de estudo quanto aos meses de maiores precipitações e temperaturas máximas, dificultando comparações com outros trabalhos

semelhantes. As formações florestais apresentaram as maiores riquezas de espécies de Scarabaeidae *s. str.*, com períodos variados de coletas, de dias até um ano.

Grande parte destes trabalhos (16) utilizou armadilhas de queda com algum tipo de isca (fezes bovinas, equinas ou humanas, banana, carcaça bovina ou de peixe, ovo em decomposição e cogumelos); quatro usaram armadilha luminosa “Luiz de Queiroz”; cinco, dissecação de massas fecais bovinas; dois utilizaram vários métodos, tais como coleta manual, varredura, guarda-chuva entomológico, armadilha de interceptação de vôo do tipo janela, e um último utilizou armadilha de atração a 10 m do solo com isca. A maioria dos estudos utilizou a carcaça bovina para coletar besouros necrófagos (Quadro 1).

Grande parte dos trabalhos foi realizada em pastagem, devido a importância dos Scarabaeidae no controle biológico de pragas que afetam o rebanho bovino, entretanto, dentre aqueles realizados em outros tipos de vegetação, a maioria ocorreu em formações florestais, revelando, assim o escasso conhecimento da fauna de Scarabaeidae em outros tipos de vegetação diferente das florestas. Portanto, são necessários incentivos para que esta fauna seja estudada em outros biomas muito pouco conhecidos, como por exemplo, o Cerrado e a Caatinga.

O objetivo primordial desta tese foi descrever a comunidade de Scarabaeidae *s. str.* do DF sendo este um trabalho pioneiro sobre esta fauna nesta região. A presente tese foi dividida em 4 capítulos escritos no formato de artigos, que serão submetidos à diferentes revistas científicas, sendo que o Capítulo 4 está no prelo da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, publicada pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e será publicado até o final de outubro de 2003.

No primeiro capítulo foram estudados os seguintes aspectos da comunidade de Scarabaeidae: a riqueza de espécies, a abundância de indivíduos e a variação na diversidade desta fauna entre as estações chuvosa e seca. Com os resultados deste estudo poderemos reconhecer os padrões de riqueza e abundância de Scarabaeidae, bem como sua variação anual, sendo estas caracterizações, uma etapa inicial para a compreensão da dinâmica desta comunidade.

Devido a ocorrência do fogo no Cerrado existir desde tempos remotos (Salgado-Laboriau *et al.* 1998) e persistir nos dias de hoje, no segundo capítulo foi investigada a diversidade de Scarabaeidae *s. str.* numa área com queimadas prescritas, e comparada com os dados de outra área protegida do fogo, o que possibilitou a discussão dos efeitos indiretos do fogo sobre a riqueza e a abundância da fauna estudada. A importância deste capítulo reside no fato da existência de pouquíssimos estudos sobre a influência do fogo sobre os animais, especialmente os coleópteros.

Um outro aspecto importante que pode influenciar a diversidade de Scarabaeidae *s. str.* é a cobertura vegetal, tema que é tratado no terceiro capítulo. O Cerrado apresenta diversos tipos fitofisionômicos, desde áreas mais fechadas como matas de galeria até áreas mais abertas como campos limpos e assim, neste capítulo foram comparadas as diversidades de três áreas com diferentes coberturas vegetais, para verificar como os escarabeídeos são influenciados por este fator.

No quarto capítulo foi analisada a eficiência das diferentes técnicas de coletas utilizadas para os escarabeídeos no Cerrado e foi feita a comparação destas técnicas entre o Cerrado e outros ecossistemas. Nos anexos inclui-se a lista de espécies de Scarabaeidae *s.str.* do Distrito Federal. O presente trabalho representa o primeiro esforço na ampliação do conhecimento sobre Scarabaeidae *s. str.* na região do Cerrado.

**Quadro 1:** Estudos sobre Scarabaeidae *s. str.* realizados no Brasil, mostrando: tipo de vegetação e estado no qual foi realizado; duração e periodicidade das coletas; tipo de armadilhas utilizadas (L. Q.: Luiz de Queiroz); número de indivíduos (I), de gêneros (G) e espécies (E) coletados e referências bibliográficas (n. p.: dados não publicados). O trabalho de Alves 1977 é de autoecologia; “-“: significa que não há informação.

Tipo de vegetação (estado)	Duração e frequência de coleta	Armadilha	I	G	E	Referências
Pastagem e área cultivada (RS)	3 anos (71 a 74), 5 noites/semana	Luminosa (L. Q.)	605	9	19	Link 1976
Pastagem (SP)	1 ano (8/75 a 8/76)	Luminosa (L. Q.)	264	1	1	Alves 1977
Floresta amazônica (AM)	5 meses (carcaça: 6 a 7/85 e queda: 5 a 7/86, 4 dias/mês)	Queda com fezes humanas e carcaças de codornas	3764	12	54	Klein 1989
Floresta amazônica (AM)	1 ano (7/90 a 6/91)	Luminosa (L. Q.) (3 noites/mês)	5	2	2	Andreazze 1994
Mata primária (PR)	1 ano (5/84 a 4/85), quinzenal	Queda com banana, c. bovina, f. humanas e sem isca	1114	11	35	Lopes <i>et al.</i> 1994
Pastagem (SC)	6 dias (1-6/3/92)	Dissecação de fezes bovinas e do solo abaixo destas	-	4	4	Flechtmann & Rodrigues 1995
Pastagem (SP)	4 meses (2 a 5/92)	Dissecação de fezes bovinas e do solo abaixo destas	-	6	9	Flechtmann <i>et al.</i> 1995b
Pastagem (MS)	1 ano (1/91 a 1/92), semanal	Luminosa (L. Q.)	1971	7	16	Flechtmann <i>et al.</i> 1995a
Pastagem (MS)	1 ano (1/91 a 1/92), semanal	Dissecação de fezes bovinas	1968	9	18	Flechtmann <i>et al.</i> 1995a
Floresta atlântica (MG) (36 áreas)	72 dias (12/93 a 2/94): 2 dias/área	Queda com banana, c. bovina, f. humanas	5638	14	42	Louzada 1995
Restinga (ES)	3 dias (11-13/12/95)	Queda com banana, c. bovina, f. humanas	1661	5	9	Louzada <i>et al.</i> 1996
Pastagem (MS)	1 ano (95), semanal	Queda com fezes bovinas	7600	6	9	Koller <i>et al.</i> 1997
Floresta secundária (MG)	1 ano (11/91 a 10/92), 8 coletas de 4 dias	Queda com carcaça bovina e fezes humanas	731	11	21	Louzada & Lopes 1997
Floresta atlântica (MG)	4 dias (2/96)	Queda com ovo em decomposição	12	4	5	Louzada & Vaz-de-Mello 1997
Floresta atlântica (MG)	2 dias (2/96)	Garrafas no dossel, a 10m do solo com c. bovina e fezes humanas	451	4	4	Vaz-de-Mello & Louzada 1997

Continuação do Quadro 1:

Tipo de vegetação (estado)	Duração e frequência de coleta	Armadilha	I	G	E	Referências
Pastagem (BA)	1 ano (96), mensal	Queda com fezes bovinas	3644	9	11	Bichara 1998
Pastagem (BA)	1 ano (96), mensal	Dissecação de massas fecais bovinas	3488	9	11	Bichara 1998
Floresta secundária (MG)	1 mês (10/98)	Queda com carcaça bovina, fezes humanas e cogumelo	-	12	33	S. A. Falqueto (n. p.)
Pastagem (SP)	11 meses (4/95 a 2/96) semanal	Queda com fezes bovinas	6	4	5	Rodrigues & Marchini 1998
Floresta atlântica (BA)	1 ano (1997)	Guarda-chuva ent., varredura, col. manual	-	3	3	Silveira <i>et al.</i> 1998
Pastagem (MS)	2 anos (5/90 a 4/92), semanal	Dissecação de massas fecais bovinas	4371	12	23	Koller <i>et al.</i> 1999
Floresta amazônica (AC)	2/97	Queda com f. hum., c. peixe; int. de vôo; col. Manuais	1180	12	36	Vaz-de-Mello 1999
Pastagem (MS)	11 meses (2 a 12/95), semanal	Queda com fezes bovinas	2988	12	20	Aidar <i>et al.</i> 2000
Pantanal (MS)	3 dias (9-11/2/96)	Queda com fezes humanas	3950	11	20	J. N. C. Louzada (n. p.)
Floresta atlântica (frag.) (MG)	1992-99	Várias armadilhas	-	23	100	Vaz-de-Mello <i>et al.</i> 2000
Restinga (ES)	128 dias (1996)	Queda com fezes bovinas e equinas	14474	8	12	Louzada <i>et al.</i> 2001
Mata Atlântica (SP)	1 ano (48h/mês)	Queda com fezes humanas e c. bovina	3524	16	39	Hérendez 2001
Pastagem (MG)	90 dias	Queda com fezes bovinas	-	10	18	Vaz-de-Mello <i>et al.</i> 2001

## CAPÍTULO 1

### Variação anual da riqueza e abundância de Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) no cerrado de Brasília, Distrito Federal, Brasil

#### Introdução

Os coleópteros da família Scarabaeidae *s. str.* podem apresentar diversos tipos de hábitos alimentares detritívoros, havendo grande predominância da coprofagia. A coprofagia é um aspecto fundamental da biologia da maioria das espécies de Scarabaeidae, sendo um dos fatores que determina as características do comportamento, da distribuição, da morfologia e do desenvolvimento. Entretanto, várias espécies são necrófagas e as diferenças de utilização de recursos existentes entre as espécies podem ocorrer devido tanto a fatores ecológicos regionais quanto aos locais (Louzada & Lopes 1997).

Sendo assim, estes besouros são muito eficientes na remoção de fezes, cadáveres e frutos apodrecidos, com grande importância na manutenção dos ecossistemas através da ciclagem de nutrientes; participam no controle biológico de nematóides gastro-intestinais de bovinos e de uma das maiores pragas do rebanho bovino, a mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans* (Linnaeus, 1758)), e são também utilizados na entomologia forense. Estas funções justificaram o seu estudo durante quase todo o século XX (Luederwaldt 1911; Halffter & Matthews 1966; Waterhouse 1974; Ribeiro *et al.* 1992; Flechtmann & Rodrigues 1995; Aidar *et al.* 2000).

Os estudos já feitos, durante um ano no Brasil utilizando diversas técnicas de coletas e vários tipos de vegetação mostraram grandes variações na riqueza de espécies e suas abundâncias: de nove espécies e 7.600 indivíduos no Mato Grosso do Sul (pastagem) utilizando armadilha de queda com fezes bovinas (Koller *et al.* 1997) até 39 espécies e 3.524 indivíduos em São Paulo (Mata Atlântica) utilizando o mesmo tipo de armadilha com isca de fezes humanas e carcaça bovina (Hérendez 2001).

No Distrito Federal, não existe nenhum levantamento intensivo, mas somente um trabalho sobre caracterização de comunidade de Coleoptera coletados por varredura na Fazenda Água Limpa

da Universidade de Brasília (Pinheiro *et al.* 1998). O número de espécies registrado para o Distrito Federal atualmente é de 40 (Vaz-de-Mello 2000) e certamente, esta é uma subestimativa já que as coletas foram esporádicas e feitas por vários pesquisadores que visitaram essa região.

O objetivo desse trabalho foi conhecer a composição da fauna de Scarabaeidae *s. str.* do DF, caracterizando a riqueza de espécies, a abundância e sua distribuição temporal e verificar a existência de correlação da riqueza e abundância com a sazonalidade climática.

## **Materiais e Métodos**

O Distrito Federal (DF) encontra-se na parte mais elevada do Planalto Central do Brasil com altitudes que variam entre 800 m a 1300 m; apresenta, segundo a classificação climática de Köppen, clima tropical de savana (Aw) (Freitas *et al.* 1978). A região apresenta duas estações climáticas distintas: a estação seca que vai de maio a setembro e a estação chuvosa que vai de outubro a abril. A vegetação do Distrito Federal é constituída de cerrado *sensu lato*, com seus diversos tipos fisionômicos como: cerradão, cerrado *sensu stricto*, campo sujo, campo limpo, veredas e matas de galeria (Goodland 1971, Eiten 1972).

O presente trabalho faz parte do projeto “Efeitos das queimadas na comunidade de insetos no cerrado de Brasília” financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF). Foi realizado na Reserva Ecológica do Roncador (RECOR/IBGE) (15°56'41” S e 47°53'7” W) localizada a 35 km SE de Brasília, de abril de 1997 a março de 1998 (Fig. 1.1). Foi selecionada uma área de 1 ha de cerrado *sensu stricto* conforme a classificação de Goodland (1971) protegida do fogo por cerca de 26 anos, onde marcamos 25 pontos, em um quadrado de 100 x 100 m, com 5 linhas, cada uma com 5 pontos de coleta distantes 20 m um do outro, e as linhas periféricas distantes 10 m da borda da área de 1 ha. Quinzenalmente um ponto era sorteado para coleta onde era montada uma armadilha de interceptação de vôo do tipo "janela" (Fig. 1.2), a qual permaneceria ativa durante 15 dias. Ao final deste período a armadilha era transferida para o próximo ponto sorteado, totalizando

assim 365 dias de coleta. Os Scarabaeidae *s. str.* capturados pela armadilha foram triados, montados, contados e identificados no laboratório.

Do material coletado, alguns representantes de cada espécie estão depositados na Coleção Entomológica do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília e na coleção FZVM, localizada no Setor de Ecologia da Universidade Federal de Lavras.

#### Análise dos dados:

A estação chuvosa neste trabalho foi considerada do mês de outubro a abril e a estação seca do mês de maio a setembro.

Para verificar a normalidade dos dados e a seleção dos testes estatísticos foi feito o teste D'Agostinho-Pearson ( $K^2$ ); as diferenças entre dados de chuva e seca foram verificadas pelo teste de Wilcoxon (T). A uniformidade da distribuição temporal de dados foi verificada pelo teste de Rayleigh (Zar 1999).

A diversidade, equitabilidade e similaridade foram analisadas pelos índices de Shannon (H' e J') e Morisita ( $C_\lambda$ ) respectivamente. Para verificar a diferença entre os índices de diversidade, foi utilizado o teste t modificado por Hutcheson (Zar 1999).

## **Resultados**

Foram coletados durante um ano, 191 indivíduos pertencentes a 30 espécies de 13 gêneros (Tab. 1.1). Como este foi o primeiro estudo com coleta contínua durante um ano, a abundância e a riqueza de espécies de Scarabaeidae *s. str.*, no cerrado do Distrito Federal, variou entre os meses (Fig. 1.3). Do total dos indivíduos coletados, 77% ocorreram de novembro a janeiro assim como 77% das espécies que também, ocorreram neste intervalo de tempo. Este período corresponde à primeira metade da estação chuvosa no Distrito Federal (Tab. 1.1, Fig. 1.3).

Os dados de abundância de Scarabaeidae *s. str.* da estação seca (maio a setembro) ( $K^2=37,455$ ,  $p<0,0001$ ) e da estação chuvosa (outubro a abril) ( $K^2=57,811$ ,  $p<0,0001$ ), não apresentaram distribuição normal. A abundância dos Scarabaeidae *s. str.* nas estações chuvosa e seca

apresentaram diferenças significativas (teste de Wilcoxon:  $T=16$ ,  $Z=-4,3571$ ,  $p=0,000$ ). A distribuição temporal dos indivíduos mostrou-se agregada de outubro a janeiro, com picos de abundância no mês de dezembro ( $n = 191$ , Teste de Rayleigh,  $Z=77,583$ ) (Tab. 1.1 e Fig. 1.3). Junho, julho e agosto não apresentaram ocorrências e estes meses são aqueles com maior estresse hídrico da estação seca (Tab. 1.1 e Fig. 1.1).

As diversidades dos escarabeídeos das estações chuvosa (Índice de Shannon  $H'=1,204$ ) e seca ( $H'=0,727$ ) foram significativamente diferentes entre si ( $t=5,5506$ ). Os índices de equitabilidades de ambas estações foram semelhantes (chuvas:  $J'=0,8231$  e seca:  $J'=0,8604$ ). As duas estações apresentaram uma baixa similaridade faunística (Índice Morisita-Horn  $C_\lambda=0,5113$ ).

O gênero de Scarabaeidae *s. str.* mais abundante foi *Coprophanaeus* com 31% dos indivíduos coletados, seguido de *Anomiopus* com 19% e *Canthidium* com 18%, enquanto os outros 10 gêneros tiveram porcentagens de abundância menores que 6% (Tab. 1.1). A espécie dominante foi *Coprophanaeus spitzzi* (Pessôa, 1935), com 24 % dos indivíduos coletados, enquanto todas as outras espécies apresentaram proporções abaixo de 11%.

Excetuando os meses em que não houve ocorrência desses insetos nas armadilhas, algumas espécies parecem ter uma presença em todos os meses com variações mensais na abundância, como *C. spitzzi* e *Eurysternus prox. hirtellus* Dalman, 1924, porém a maioria parece estar restrita à estação chuvosa. A abundância de cada espécie varia muito, com amplitude de um indivíduo (em sete espécies) a 46 indivíduos em *C. spitzzi* (Tab. 1.1). Considerando 12 como um índice de comparação (pelo menos um indivíduo por mês), podemos dizer que a maioria das espécies ocorreram em densidades muito baixas. Somente para quatro espécies foram coletados mais de 12 indivíduos durante o ano: *Anomiopus* sp.7, *Canthidium* sp. 1, *C. spitzzi*, *E. prox. hirtellus* (Tab. 1.1).

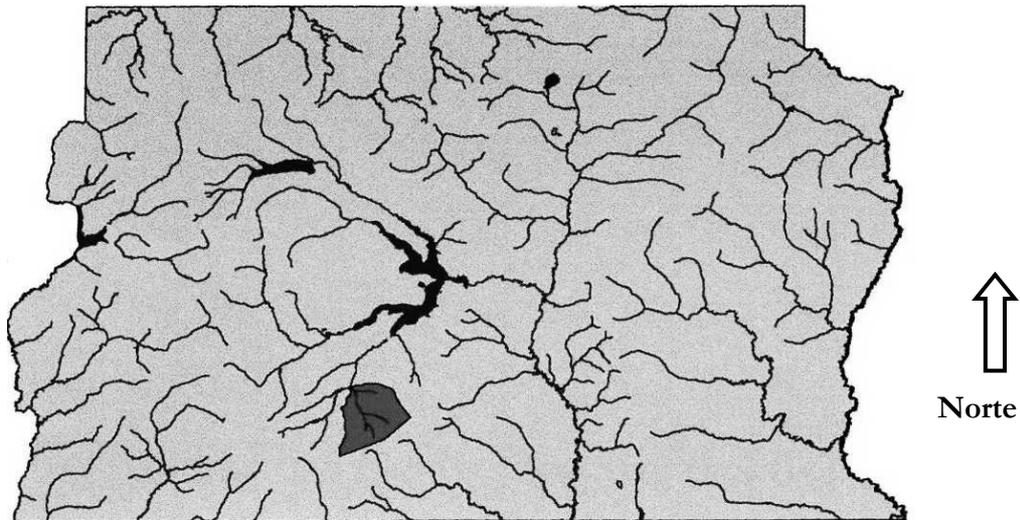
Para os gêneros mais comuns e representados por mais de uma espécie foi verificada a ocorrência de uma espécie mais comum chamada de espécie dominante (com mais de 50% dos indivíduos): *Canthidium* sp.1 com 62% dos indivíduos do gênero, *Canthon virens* Mannerheim com

80%, *C. spitzzi* com 77%, *Dichotomius* prox. *ascanius* (Harold, 1869) com 91% e *Trichillum* sp.1 com 90% (Tab. 1.1).

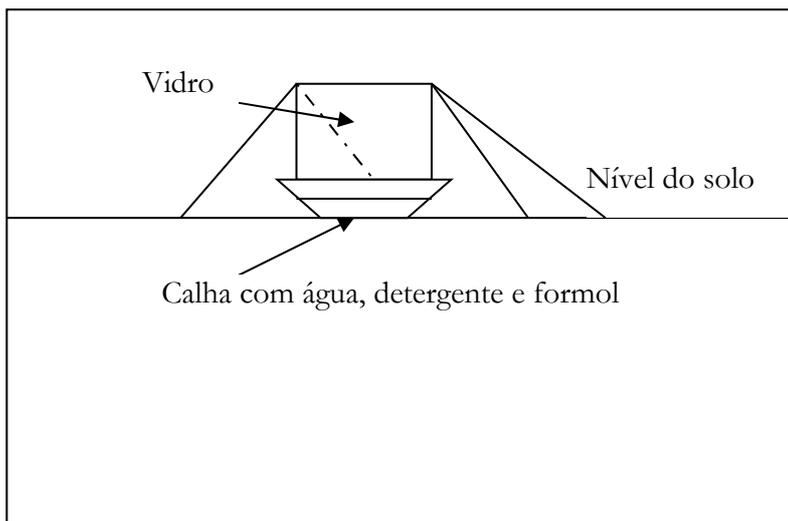
Dezesseis das 30 espécies (53%) não foram ainda identificadas. Trata-se em parte de espécies ainda não descritas, que é o caso das espécies dos gêneros *Anomiopus* e *Trichillum*, e em parte de espécies pertencentes a gêneros pouco conhecidos e ou que necessitam de revisão (Tab. 1.1).

**Tabela 1.1:** Composição da fauna de Scarabaeidae *s. str.* registrada em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” em um cerrado de Brasília, ao longo do ano. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.

Espécie	1997						1998			Total
	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
<i>Anomiopus</i> n. sp. 1				3	2		2			7
<i>Anomiopus</i> n. sp. 2						1	1			2
<i>Anomiopus</i> n. sp. 5			1					1		2
<i>Anomiopus</i> n. sp. 6								2	1	3
<i>Anomiopus</i> n. sp. 7			1	2	4	1	6		1	15
<i>Anomiopus</i> n. sp. 8					4	2				6
<i>Anomiopus</i> n. sp. 9			2							2
<i>Canthidium</i> prox. <i>barbacenicum</i> Borre 1886	1									1
<i>Canthidium decoratum</i> (Perty 1830)						1				1
<i>Canthidium</i> sp. 1			6	2	6	2	5	1		22
<i>Canthidium</i> sp. 2					1	1		1		3
<i>Canthidium</i> sp. 3						1				1
<i>Canthidium</i> sp. 4					1	4				5
<i>Canthidium</i> sp. 5					1	1				2
<i>Canthon unicolor</i> Blanchard 1843						1				1
<i>Canthon virens</i> (Mannerheim 1829)				1		3				4
<i>Canthonella</i> sp.					2	1			1	4
<i>Coproghanaeus ensifer</i> (Germar 1824)					2	5				7
<i>Coproghanaeus borus</i> (Waterhouse 1891)						6				6
<i>Coproghanaeus spitzzi</i> (Pessoa 1935)	5	1		1	11	23	5			46
<i>Deltochilum</i> sp. 1			1		5	4	1			11
<i>Dichotomius</i> prox. <i>ascanius</i> (Harold 1869)					3	7				10
<i>Dichotomius</i> prox. <i>bicuspis</i> (Germar 1824)									1	1
<i>Eurysternus</i> prox. <i>hirtellus</i> Dalman 1824	1	1	3		2	4	1		1	13
<i>Ontbophagus bucculus</i> Mannerheim 1829				1						1
<i>Oxysternon palaemon</i> (Laporte 1840)					2	1				3
<i>Pedaridium louzadaorum</i> Vaz-de-Mello & Canhedo 1998				1						1
<i>Phanaeus palaeno</i> Blanchard 1843						1				1
<i>Trichillum</i> n. sp. 1					2	6	1			9
<i>Trichillum</i> n. sp. 2						1				1
Total de indivíduos	7	2	14	11	48	77	22	5	5	191
Total de espécies	3	2	6	7	15	22	8	4	5	30

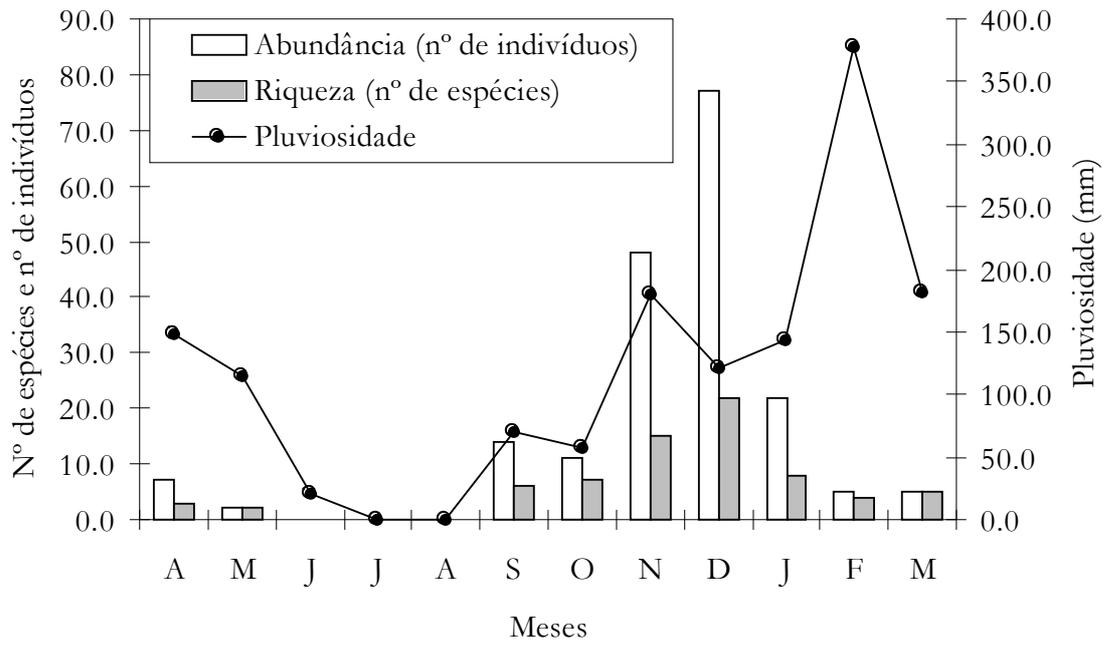


**Figura 1.1:** Mapa hidrográfico do Distrito Federal com a localização da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR/IBGE) (área mais escura).



**Figura 1.2:** Esquema da armadilha de interceptação de vôo do tipo "janela".





**Figura 1.3:** Variação sazonal da abundância (total 191 indivíduos) e riqueza (total 30 espécies) de Scarabaeidae s. str. ao longo de um ano de coleta (abril/97 a março/98) e pluviosidade total de cada mês.

## Discussão

A composição da comunidade de Scarabaeidae *s. str.* no Cerrado repete o padrão obtido para a maioria dos insetos no Cerrado e para outros sistemas tropicais (Louzada & Lopes 1997; Martins 1994; Milhomem *et al.* 1997; Pinheiro *et al.* 1997; Pinheiro *et al.* 1998): alta riqueza de espécies e um grande número de espécies com poucos indivíduos (raras).

O padrão existente de uma espécie dominante (com mais de 50% dos indivíduos coletados) em gêneros com mais de uma espécie, também é corroborado em vários trabalhos sobre Scarabaeidae *s. str.* (Howden & Nealis 1975; Lopes *et al.* 1994; Louzada 1995; Louzada & Lopes 1997; Estrada *et al.* 1998). A raridade de espécies e o grande número de espécies ainda não descritas tornam muito importantes e necessárias as pesquisas sobre a fauna de Scarabaeidae *s. str.* do Cerrado, cuja área de ocupação humana está aumentando cada vez mais (Fonseca *et al.* 1999).

Alguns grupos de insetos ocorrem com maior abundância na estação seca, como Lepidoptera (Morais *et al.* 1999). No entanto, outros insetos como Coleoptera, Isoptera e alguns Homoptera ocorrem agregados na estação chuvosa (Pinheiro *et al.* 2002).

No Cerrado, os Scarabaeidae *s. str.* são mais abundantes logo após as primeiras chuvas (Fig. 1.3). Os meses que apresentaram as maiores abundâncias de Scarabaeidae *s. str.* foram dezembro (40% dos indivíduos), novembro (25%) e janeiro (11%), que são meses da estação chuvosa enquanto os demais meses apresentaram menos de 7% de ocorrência cada um incluindo fevereiro (mês de maior pluviosidade em 1998). O ciclo de vida de grande parte dos insetos é influenciado pelas condições climáticas, principalmente pelos índices de pluviosidade com os adultos aparecendo no início das chuvas e permanecendo ativos durante as semanas seguintes e nidificando no final das mesmas (Diniz 1997). Em termos gerais, os fatores ambientais são percebidos pelos insetos por via nervosa e atuam sobre os centros neuroendócrinos e endócrinos, os quais regulam os diferentes processos que ocorrem na reprodução (Martinez & Vázquez 1995). A influência dos fatores climáticos nos ciclos de vida dos escarabeídeos, que têm o início de seu período reprodutivo sempre

nos meses de maiores precipitações, é bem estudada e conhecida (Halffter & Matthews 1966; Hanski & Cambefort 1991)

A variação na ocorrência desses besouros (maior abundância nas chuvas) nos cerrados é evidenciada pela diferença entre as diversidades das estações seca e chuvosa e a baixa similaridade entre estas estações também se repete em trabalhos conduzidos em outras regiões do Brasil com diferentes tipos de vegetação, como na Amazônia, Bahia, Espírito Santo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo (Alves 1977; Link 1976; Andreazze 1994; Lopes *et al.* 1994; Flechtmann *et al.* 1995b; Louzada & Lopes 1997; Bichara 1998; Rodrigues & Marchini 1998; Aidar *et al.* 2000) e em outros locais do mundo como Costa Rica, México, Austrália, sudoeste africano e ecossistemas como savanas e florestas tropicais africanas (Halffter & Matthews 1966; Janzen 1983; Hanski & Cambefort 1991; Hill 1993; Moreno *et al.* 1998).

Os índices de equitabilidade apresentaram valores muito próximos, o que indica que a distribuição dos indivíduos por espécie de Scarabaeidae *s. str.* varia muito pouco, mesmo em diferentes estações.

A família Scarabaeidae *s. str.* é de ampla distribuição geográfica (Halffter 1991). Todos gêneros coletados nesta região apresentam ampla distribuição geográfica havendo registros para outros ecossistemas como Floresta Amazônica (Colômbia e Brasil), Floresta Tropical e áreas cultivadas (Los Tuxtlas, México), mata primária (Paraná), Mata Atlântica (Minas Gerais), Pantanal (Sub-região Miranda/Abobral, Mato Grosso do Sul), Restinga (Espírito Santo) e Pastagem para gado bovino (São Paulo e Mato Grosso do Sul) (Howden & Nealis 1975; Klein 1989; Lopes *et al.* 1994; Louzada 1995; Koller *et al.* 1997 e 1999; Louzada & Lopes 1997; Louzada & Vaz-de-Mello 1997; Rodrigues & Marchini 1998; Estrada *et al.* 1998; Vaz-de-Mello & Louzada 1997; Aidar *et al.* 2000; Louzada *et al.* 2001; Louzada *et al.* dados não publicados). A espécie mais comum nas coletas do presente trabalho, *Coprophanaeus spitzzi*, não foi a abundante em outros locais estudados porém apresentou ocorrências em pastagens do Mato Grosso do Sul (Aidar *et al.* 2000)

Os Scarabaeidae *s. str.* podem ser muito úteis para comparação da diversidade local e regional e fornecer, também, boas espécies indicadoras para monitoramento biológico de áreas de conservação. Na Floresta Amazônica e em Florestas Tropicais no México tem sido demonstrado que estes besouros são afetados por alterações antrópicas ou destruição de seu habitat natural (Howden & Nealis 1975; Klein 1989; Lobo & Morón 1993; Estrada *et al.* 1998). Entretanto são necessários estudos de comparação entre ambientes naturais e ambientes com alterações antrópicas dentro do bioma Cerrado, para verificar se a comunidade de Scarabaeidae *s. str.* responde da mesma maneira que responde às alterações de ambiente em biomas florestais.

As características da comunidade de Scarabaeidae *s. str.* do Cerrado não diferem daquelas estudadas em outros biomas e em pastagens brasileiras no que se refere a variações temporais e agregação das ocorrências na estação chuvosa. É rico em espécies comparado com pastagens do Mato Grosso do Sul e Bahia (Flechtmann *et al.* 1995a, Koller *et al.* 1997, Bichara 1998) com floresta secundária em Minas Gerais (Louzada & Lopes 1997) e bem semelhante com floresta Atlântica de São Paulo (Hérendez 2001). Entretanto, a abundância foi muito menor comparada a qualquer um desses estudos, o que torna esta fauna no Cerrado diferenciada.

Podemos sugerir que o Cerrado com sua diversidade fitofisionômica e riqueza de fauna possa sustentar um grande número de espécies, porém, com populações baixas, talvez pela inexistência de recursos como fezes e carcaças de grandes mamíferos. Entretanto, devido a alta riqueza e a distribuição de espécie no Cerrado ocorrer ao longo do ano pode-se especular que deve haver espécies nativas que poderiam funcionar no controle de *Haematobia irritans*.

## CAPÍTULO 2

### Diversidade de Scarabaeidae *s. str* e fogo no cerrado: padrões espaço-temporais

#### Introdução

O Cerrado está em segundo lugar em extensão, ocupando aproximadamente 2.000.000 km<sup>2</sup>, (quase 22%) do território brasileiro (Eiten 1972; Ratter & Dargie 1992). O DF se encontra na região central deste bioma.

A precipitação anual do DF varia de 1100 mm a 1600 mm (Freitas *et al.* 1978; Miranda *et al.* 1993; Coutinho *et al.* 2002). Duas estações distintas caracterizam o clima desta região: a estação seca que vai normalmente de maio a setembro e a estação chuvosa, durante a qual ocorre cerca de 90% das chuvas, que geralmente vai de outubro a abril.

Na estação seca, devido aos baixos índices de precipitação e às baixas umidades relativas do ar, é muito comum a ocorrência de queimadas naturais em savanas tropicais e no Cerrado (Coutinho 1978; Gillon 1983; Odum 1983; Cole 1986; Frost & Robertson 1987; Coutinho 1990; Coutinho *et al.* 2002). Para o Cerrado há registros de queimadas de 32.400 anos atrás (Salgado-Laboriau *et al.* 1998).

A sazonalidade climática, o gradiente de fertilidade do solo e a ocorrência periódica do fogo, possivelmente contribuem em conjunto para a existência do cerrado e podem influenciar a sua flora e fauna (Coutinho 1980, 1990; Morais & Benson 1988; Miranda *et al.* 1993; Prada *et al.* 1995; Hoffmann 1996; Prada 2001; Coutinho *et al.* 2002). Queimadas naturais regulares afetam a fauna de insetos e estão associadas também a algumas formações florestais como, por exemplo, as florestas boreais, do noroeste da América do Norte e as florestas de eucaliptos na Austrália (Campbell & Tanton 1981; Odum 1983; McCullough *et al.* 1998; Collett & Neumann 1995) e intimamente associadas às savanas tropicais (Gillon 1983; Cole 1986; Frost & Robertson 1987; Braithwaite 1996).

Ainda que o fogo tenha sido, e continue sendo, um dos principais fatores que influenciam a estrutura e a distribuição de comunidades de animais do Cerrado (Coutinho 1990), existem poucos trabalhos sobre o assunto (por ex.: Morais & Benson 1988; Prada *et al.* 1995; Diniz 1997 e Prada

2001). Estudos referentes ao efeito do fogo sobre a vegetação são muito mais abundantes (por ex.: Coutinho 1980, 1990; Hoffmann 1996).

A fauna de solo ocupa o papel principal na decomposição de matéria orgânica morta nos ecossistemas, sendo responsável pela fragmentação da mesma, além de outros aspectos como propagação, estímulo e controle da atividade dos microorganismos decompositores; e ainda ajuda na formação da estrutura do solo. A reentrada de nutrientes na cadeia alimentar depende da interação de processos biológicos, bioquímicos e físicos, sendo a ação da fauna e dos microorganismos de solo de grande importância (Borrer & DeLong 1969; Odum 1983; Ribeiro *et al.* 1992; Paquin & Coderre 1997).

Em relação ao efeito do fogo em artrópodes, a literatura a respeito mostra uma grande variabilidade (Whelan 1995c) e algumas contradições nas respostas destes animais à passagem do fogo. Isto ocorre principalmente devido à variabilidade de condições sob as quais foram feitos os trabalhos, como o grupo selecionado para o estudo (Panzer & Schwartz 2000), a história de vida do grupo estudado e estágio de vida dos organismos coletados, se adulto ou larva (Whelan 1995a); o nível da identificação taxonômica feita (Friend 2000; Swengel 2001); tipo de vegetação da área estudada e a estrutura de habitats para várias espécies (Braithwaite 1996; McCullough *et al.* 1998); coletas pré e pós-fogo na mesma área, ou coletas em área controle comparadas às coletas pós-fogo em outra área (Whelan 1995b; Friend 2000); data das coletas, já que a presença de muitos organismos é influenciada pela sazonalidade climática e muitos outros fatores ambientais (Collett 1998; Friend 2000; Swengel 2001); tipo de queimada, se natural ou prescrita (Swengel 2001); tipo de incêndios: de coroa, de superfície ou subterrâneos e intensidade do incêndio (Odum 1983; Frost & Robertson 1987; McCullough *et al.* 1998; Wikars & Schimmel 2001); período de coleta após o fogo: imediatamente após, meses após ou anos após (Oliver *et al.* 2000; Swengel 2001, Wikars & Schimmel 2001); data da queimada, se ocorreu no começo ou final da estação seca (Frost & Robertson 1987); topografia da área estudada (McCullough *et al.* 1998); frequência das queimadas na área estudada, no caso de áreas com queimadas prescritas (Collett 1998); tipo de armadilha utilizada para o estudo

(Collett & Neumann 1995; Whelan 1995c; Friend 2000; Swengel 2001) e finalmente do esforço de coleta (Campbell & Tanton 1981; Friend 2000). A existência desses fatores ocasionam uma grande variedade de respostas que dificultam comparações. Entretanto, há um consenso de que existe uma redução drástica da diversidade de artrópodes como efeito imediato de queimadas (horas após o fogo) (Ahlgren 1974; Gillon 1983; Paquin & Coderre 1997).

Dentre os organismos que habitam o solo, encontramos os coleópteros, os quais apresentam também uma grande variedade de respostas à passagem do fogo. Todavia, algumas destas repostas parecem indicar que os coleópteros adultos são mais afetados do que os em estágio larval, já que estes estão enterrados e sofrem menos danos pelo fogo. Os besouros podem ser sensíveis ao fogo dependendo do habitat em que ocorrem. As variações nos números de besouros ocorrem em maior parte devido à sazonalidade climática dos mesmos e o efeito a curto prazo da queimada (até 2 meses após o fogo) é a mudança na distribuição de abundância por espécie de besouro (Gillon 1983; Paquin & Coderre 1997; Friend 2000; Santoro *et al.* 2001; Wikars & Schimmel 2001).

Nos poucos estudos sobre o efeito do fogo na família Scarabaeidae *s. str.*, esta respondeu negativamente ao fogo: num trabalho realizado em uma área de restinga do Brasil, esta família apresentou menor abundância na área queimada (Louzada *et al.* 1996); em um outro realizado no México a abundância anual de Scarabaeidae *s. str.* em um bosque de pinheiros queimado, foi menor quando comparada ao bosque não queimado (Rivera-Cervantes & García-Real 1998).

Os objetivos deste estudo foram verificar o efeito do fogo na fauna de Scarabaeidae *s. str.* de um cerrado de Brasília comparando duas áreas de cerrado *sensu stricto* (uma protegida do fogo e outra com queimada prescrita) e comparar a variação anual desta comunidade em duas áreas de cerrado *sensu stricto* protegidas do fogo, o que servirá de base para a discussão das diferenças observadas entre as áreas protegida e queimada.

## **Materiais e Métodos**

O projeto foi realizado na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR/IBGE) (15°55'S e 47°51'W) localizada a 35 km SE da cidade de Brasília, com aproximadamente 1300 hectares, numa região drenada pela bacia do Paraná.

Foram selecionadas três áreas de cerrado *sensu stricto* de 1 ha cada, a saber : (a) duas áreas protegidas do fogo: a primeira por cerca de 26 anos e a segunda por 28 anos e (b) uma área com queimadas prescritas bienais. As queimadas são feitas no dia 24 de junho de dois em dois anos, sendo que a última ocorreu em 1996. A área queimada pertence ao Projeto Fogo (iniciado em 1989), e é denominada dentro deste projeto como “cerrado *s. str.* bienal precoce”. Este projeto visa estudar os efeitos dos regimes de queima sobre vários aspectos do cerrado (Miranda 2002).

As coletas, na primeira área protegida e na área queimada, foram realizadas dentro do projeto “Efeitos das queimadas na comunidade de insetos no cerrado de Brasília” financiado pela FAP-DF.

Para a primeira área protegida e a área queimada o período de coleta foi de 17 de abril de 1997 a 17 de março de 1998 com a utilização de uma armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela”. Em ambas as áreas foram marcados 25 pontos, com pontos distantes 25 m entre si. Em cada área, uma armadilha era montada em um ponto sorteado e a cada 15 dias mudava-se esta armadilha para o próximo ponto sorteado, de modo que a armadilha permanecia durante o mês inteiro no campo, totalizando assim 365 dias de coleta. Uma única armadilha foi suficiente pela eficiência e riqueza de espécies nas coletas.

Para a segunda área protegida do fogo, o período de coletas foi de outubro de 1999 a janeiro de 2000 e de maio a agosto de 2000. O local de coleta tinha pontos marcados de 20 em 20 m, totalizando 36 pontos diferentes de coleta. Foram instaladas duas “janelas” a cada mês em dois pontos sorteados. As armadilhas foram mantidas no campo, durante 10 dias por mês, totalizando 80 dias de coleta. Todos besouros coletados foram montados e identificados.

Os espécimens coletados durante o projeto estão depositados na Coleção Entomológica do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília e na coleção FZVM, localizada no Setor de Ecologia da Universidade Federal de Lavras.

#### Análise de dados:

Para verificar a normalidade dos dados da área preservada e da área queimada e a seleção dos testes estatísticos foi feito o teste D'Agostino-Pearson ( $K^2$ ). Para testar se havia diferença de abundância entre as duas áreas foi feito o teste não paramétrico Mann-Whitney (U) que apresenta 95% do poder estatístico do teste t de Student (Ayres *et al.* 2000; Zar 1999).

A uniformidade da distribuição de dados ao longo do ano, para as duas áreas, foi verificada através da análise com o teste de Rayleigh (Z) que é usado para analisar dados de uma escala circular (exemplo: escalas de divisão de tempo, hora, semana, ano); e para testar se a distribuição encontrada nas duas áreas eram diferentes entre si, foi feito o teste de Watson-Williams (F) (Zar 1999).

As riquezas das áreas foram comparadas através do teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) com nível de significância  $\alpha=0,05$  (Ayres *et al.* 2000). As diversidades e equitabilidades das áreas foram analisadas através do índice de Shannon (H') e, para verificar se havia diferença entre os índices calculados foi feito o teste t modificado por Hutcheson (Zar 1999).

A similaridade faunística foi verificada através do índice de Morisita-Horn ( $C_\lambda$ ) porque este índice é pouco afetado por efeitos de tamanho da amostra e de diversidade. Entretanto esse índice é sensível às mudanças de abundância das espécies mais comuns, então para diminuir esta influência, os dados foram transformados:  $Tn_{ij} = (\ln(n_{ij}+1))$  (Wolda 1981).

Em todos testes estatísticos foi adotado um nível de significância  $\alpha=0,05$ . Parte da análise estatística dos dados foi feita com o programa de computador BioEstat 2.0 (Ayres *et al.* 2000).

## **Resultados**

Foram coletados um total de 676 indivíduos de 54 espécies pertencentes a 17 gêneros, sendo 191 indivíduos de 30 espécies em 13 gêneros na primeira área protegida (Tab. 2.1); 244 indivíduos de

41 espécies em 17 gêneros na área com queimada prescrita (nove meses após a última queima) (Tab. 2.2) e 241 indivíduos de 26 espécies em 10 gêneros na segunda área protegida (Tab. 2.3).

- Resultados para a primeira área protegida, com coletas em 1997 e 1998, se encontram de forma mais detalhada no Capítulo 1 (Tab. 1.1).

A comunidade de Scarabaeidae *s. str.*, no cerrado do Distrito Federal, varia entre a estação seca e chuvosa, tanto em relação a abundância quanto à riqueza de espécies. Do total dos 191 indivíduos coletados, 71 % ocorreram de outubro a dezembro, com resultado similar para a riqueza já que 77% das espécies também ocorreram neste intervalo de tempo. A distribuição dos indivíduos mostra-se agregada de outubro a janeiro, com picos no mês dezembro ( $n=191$ ,  $Z=64,381$ ) (Tab. 2.4).

- Resultados para área com queimada prescrita:

Nesta parte a primeira área protegida e a área queimada, foram comparadas para a verificação do efeito do fogo nesta comunidade.

Os dados das duas áreas não apresentaram distribuição normal (primeira área protegida  $K^2=56,836$ ;  $p<0,0001$ , área queimada  $K^2=39,406$ ;  $p<0,0001$ ) e não houve diferença significativa entre a abundância de indivíduos destas áreas ( $U=586,50$ ;  $p=0,740$ ).

Como na primeira área protegida, a distribuição dos indivíduos ao longo do ano na área queimada é agregada, porém com uma amplitude maior, de setembro a fevereiro. Entretanto, parece haver dois picos, um em março e o outro em dezembro ( $n=244$ ,  $Z=29,075$ ). As maiores abundâncias de Scarabaeidae *s. str.* ocorrem nos meses da estação chuvosa (Tab. 2.3 e Tab. 2.4). A distribuição anual de indivíduos entre as duas áreas difere significativamente ( $F=439,706$ ). As maiores abundâncias foram encontradas em março (21%), dezembro (17%), setembro (15%), novembro (15%) e outubro (14%) (Tab. 2.4).

Dentre os três gêneros mais abundantes para cada área de estudo, a primeira área protegida e a área queimada, tiveram dois gêneros em comum: *Anomiopus* (com 19% do indivíduos coletados na área protegida e 22% na área queimada) e *Canthidium* (com 18% e 12% respectivamente). Ainda para

a primeira área protegida temos o gênero *Coprophanaeus* com 31% dos indivíduos coletados, o qual foi o mais abundante; e para a área queimada temos *Canthon* (18% dos indivíduos coletados) como o segundo gênero mais abundante. Para as duas áreas os demais gêneros apresentaram menos que 11% dos indivíduos coletados (Tab. 2.2 e 2.3).

Na primeira área protegida a espécie mais abundante foi *C. spitzzi* com 24% dos indivíduos coletados e na área queimada tivemos as seguintes espécies mais abundantes: *Canthon* sp.1 (12% dos indivíduos) e *Anomiopus* sp.7 (11%). As demais espécies para as duas áreas tiveram menos de 11% do total de indivíduos cada uma (Tab. 2.2 e 2.3).

As seguintes espécies ocorreram exclusivamente na área queimada: *Canthidium* prox. *barbacenicum* (Perty, 1830); *Canthon chalybaeum* Blanchard, 1843; *Dendropaemon viride* (Perty, 1830); *Diabroctis mirabilis* (Harold, 1877); *Dichotomius crinicollis* (Germar, 1824); *Ontherus virescens* Lucas 1857; *Onthophagus hirculus* Mannerheim 1829; *O. ranunculus* Arrow, 1913; *Pedaridium bidens* Balthasar 1942; *P. cryptops* Arrow 1913; *Phanaeus kirbyi* Vigors 1825; *Trichillum hirsutum* Boucomont, 1928 (Tab. 2.2).

A riqueza mensal das duas áreas, diferiu significativamente entre si ( $\chi^2=1,408$ ,  $p=0,235$  com correção de Yates). Os índices de diversidade de Shannon para área protegida e para área queimada diferiram entre si ( $t=-3,268$ ). Há uma alta similaridade faunística entre as duas áreas (Tab. 2.5).

- Resultados para a segunda área protegida, com coletas em 1999 e 2000:

Nesta parte, as duas áreas protegidas do fogo foram comparadas para verificar a variação da fauna Scarabaeidae s. str. entre as mesmas. As comparações foram feitas para os meses nos quais houve coletas em ambas áreas, ou seja de outubro a janeiro e de maio a agosto. Esta comparação servirá de base para discussão das diferenças observadas entre a área queimada e protegida ou se as diferenças entre as áreas protegidas são grandes.

Dentre os meses de coleta na segunda área protegida, outubro foi o que apresentou maior abundância e a partir de maio até agosto não foram coletados indivíduos de Scarabaeidae s. str. (Tab. 2.3). Estes resultados são muito semelhantes com os resultados da primeira área protegida, a qual apresentou maiores abundâncias na estação chuvosa (outubro a dezembro com 71% dos indivíduos

coletados) e menores abundâncias (8% dos indivíduos coletados) com alguns meses apresentando nenhum indivíduo coletado (junho, julho e agosto) na estação seca.

Dentre os quatro gêneros mais abundantes para cada área de estudo, a primeira e a segunda áreas protegidas apresentaram três gêneros em comum: *Anomiopus* (com 17% dos indivíduos coletados na primeira área e 21% na segunda área), *Canthidium* (com 16% e 38% respectivamente) e *Coprophanaeus* (com 34% e 7% respectivamente). Ainda para a primeira área protegida temos os gêneros *Deltochilum* e *Dichotomius* cada um com 6% dos indivíduos coletados; e para a segunda área protegida temos *Canthon* (21% dos indivíduos coletados) como o segundo gênero mais abundante. Para as duas áreas os demais gêneros apresentaram menos de 5% dos indivíduos coletados.

Dentre as quatro espécies mais abundantes para cada área de estudo, as duas áreas tiveram duas espécies em comum: *Anomiopus* sp. 2 (8% dos indivíduos coletados na primeira área e 14% para a segunda área) e *Coprophanaeus spitzzi* (26% e 4% respectivamente). Ainda para a primeira área temos as espécies *Canthidium* sp. 1 (9% dos indivíduos coletados), *Deltochilum* sp. 1 e *Dichotomius prox. ascanius* cada um com 6% dos indivíduos coletados; e para a segunda área *Canthidium* sp. 3 (34%) e *Canthon* sp. 1 (19%). Para as duas áreas as demais espécies apresentaram menos de 5% dos indivíduos coletados.

As riquezas mensais das duas áreas não apresentam diferenças significativas entre si ( $\chi^2=0,161$ ;  $p=0,688$  com correção de Yates). O índice de diversidade da primeira área protegida e da segunda área protegida diferem entre si ( $t=4,1459$ ). A similaridade entre as duas áreas foi alta (Tab. 2.5).

**Tabela 2.1:** Composição da fauna de Scarabaeidae *s. str.* registrada em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” em um cerrado de Brasília, ao longo do ano. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.

Espécie	1997						1998			Total
	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
<i>Anomiopus</i> n. sp. 1				3	2		2			7
<i>Anomiopus</i> n. sp. 2						1	1			2
<i>Anomiopus</i> n. sp. 5			1					1		2
<i>Anomiopus</i> n. sp. 6								2	1	3
<i>Anomiopus</i> n. sp. 7			1	2	4	1	6		1	15
<i>Anomiopus</i> n. sp. 8					4	2				6
<i>Anomiopus</i> n. sp. 9			2							2
<i>Canthidium</i> prox. <i>barbacenicum</i> Borre 1886	1				1	1				3
<i>Canthidium decoratum</i> (Perty 1830)						1				1
<i>Canthidium</i> sp. 1			6	2	6	2	5	1		22
<i>Canthidium</i> sp. 2					1	1		1		3
<i>Canthidium</i> sp. 3						1				1
<i>Canthidium</i> sp. 4					1	4				5
<i>Canthon unicolor</i> Blanchard 1843						1				1
<i>Canthon virens</i> (Mannerheim 1829)				1		3				4
<i>Canthonella</i> sp.					2	1			1	4
<i>Coproghanaeus ensifer</i> (Germar 1824)					2	5				7
<i>Coproghanaeus horus</i> (Waterhouse 1891)						6				6
<i>Coproghanaeus spitzzi</i> (Pessoa 1935)	5	1		1	11	23	5			46
<i>Deltochilum</i> sp. 1			1		5	4	1			11
<i>Dichotomius</i> prox. <i>ascanius</i> (Harold 1869)					3	7				10
<i>Dichotomius</i> prox. <i>bicuspis</i> (Germar 1824)									1	1
<i>Eurysternus</i> prox. <i>hirtellus</i> Dalman 1824	1	1	3		2	4	1		1	13
<i>Onthophagus bucculus</i> Mannerheim 1829				1						1
<i>Oxytarnon palaemon</i> (Laporte 1840)					2	1				3
<i>Pedaridium louzadaorum</i> Vaz-de-Mello & Canhedo 1998				1						1
<i>Phanaeus palaeno</i> Blanchard 1843						1				1
<i>Trichillum</i> n. sp. 1					2	6	1			9
<i>Trichillum</i> n. sp. 2						1				1
Total de indivíduos	7	2	14	11	48	77	22	5	5	191
Total de espécies	3	2	6	7	15	22	8	4	5	30

**Tabela 2.2:** Espécies de Scarabaeidae *s. str.* e número de indivíduos coletados em armadilha de interceptação de vôo, tipo “janela” em cerrado *sensu stricto* queimado. De junho a agosto não houve indivíduos. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.

Espécies	1997						1998			Total
	Abr	Mai	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	
<i>Anomiopus</i> n. sp.						1				1
<i>Anomiopus</i> n. sp. 2	3		5		1		3		17	29
<i>Anomiopus</i> n. sp. 3					1					1
<i>Anomiopus</i> n. sp. 4			5	1			4		8	18
<i>Anomiopus</i> n. sp. 5			4	2	3	1	2	1	2	15
<i>Anomiopus</i> n. sp. 6			6					1	4	11
<i>Anomiopus</i> n. sp. 10							1			1
<i>Anomiopus</i> n. sp. 11						1	1			2
<i>Anomiopus</i> n. sp. 12						1				1
<i>Canthidium</i> prox. <i>barbacenicum</i> Borre 1886							2			2
<i>Canthidium decoratum</i> (Perty 1830)			1	1	1	4			1	8
<i>Canthidium</i> sp.1			9	3	1	3			3	19
<i>Canthidium</i> sp.11			1							1
<i>Canthidium</i> sp.16					1					1
<i>Canthon chalybaeum</i> Blanchard 1843				1						1
<i>Canthon</i> sp.1			5	4	1	12	3	1	9	35
<i>Canthon unicolor</i> Blanchard 1843				5	1	1				7
<i>Canthon virens</i> (Mannerheim 1829)				1		2				3
<i>Canthonella</i> sp.									1	1
<i>Coprophanaeus borus</i> (Waterhouse 1891)		1		5	1					7
<i>Coprophanaeus spitzzi</i> (Pessoa 1935)		1		3	1	9	1		1	16
<i>Deltochilum</i> sp.1		1		3	2					6
<i>Dendropaemon viride</i> (Perty 1830)									1	1
<i>Diabroctis mirabilis</i> (Harold 1877)				1						1
<i>Dichotomius</i> prox. <i>ascanius</i> (Harold 1869)					7					7
<i>Dichotomius</i> prox. <i>bicuspis</i> (Germar 1824)				1		2				3
<i>Dichotomius crinicollis</i> (Germar 1824)		2								2
<i>Eurysternus</i> prox. <i>hirtellus</i> Dalman 1824	1		1							2
<i>Ontophagus hirculus</i> Mannerheim 1829									1	1
<i>O. ranunculus</i> Arrow 1913		1								1
<i>Ontherus virescens</i> (Lucas 1857)					2	1	1			4
<i>Oxysternon palaemon</i> (Laporte 1840)		2		1	1				1	5
<i>Pedaridium bidens</i> Balthasar 1942					2					2
<i>P. cryptops</i> Arrow 1913	1	1			5	1				8
<i>Pedaridium</i> sp.						2				2
<i>Phanaeus kirbyi</i> Vigors 1825						1				1
<i>Trichillum hirsutum</i> Boucomont 1928		5				1			1	7
<i>Trichillum</i> n. sp.1				1	4					5
<i>Uroxys</i> sp.	1									1
<i>Uroxys</i> sp. 1				1					1	2
<i>Uroxys</i> sp. 4					1		2			3
Total de indivíduos	6	14	37	34	36	43	20	3	51	244
Total de espécies	4	8	9	16	18	16	10	3	14	41

**Tabela 2.3:** Espécies de Scarabaeidae *s. str.* e números de indivíduos, coletados em armadilha de interceptação de vôo (tipo “janela”) em um cerrado *sensu stricto* (segunda área protegida) nos períodos de outubro de 1999 a janeiro de 2000 e maio a agosto de 2000. Os meses de maio a agosto não apresentaram indivíduos. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura.

Espécies	1999			2000	Total
	Out	Nov	Dez	Jan	
<i>Anomiopus</i> n. sp. 1		2			2
<i>Anomiopus</i> n. sp. 2	14	11	5	5	35
<i>Anomiopus</i> n. sp. 3	3	3	3		9
<i>Anomiopus</i> n. sp. 4	1				1
<i>Anomiopus</i> n. sp. 5			1		1
<i>Anomiopus</i> n. sp. 7	1			1	2
<i>Canthidium decoratum</i> (Perty 1830)	2				2
<i>Canthidium</i> sp. 3	60	5	10	8	83
<i>Canthidium</i> sp. 11	2				2
<i>Canthidium</i> sp. 15		1	4		5
<i>Canthon chalybaeum</i> Blanchard 1843	1				1
<i>Canthon</i> sp. 1	34	2	11	1	48
<i>Canthon unicolor</i> Blanchard 1843	1				1
<i>Canthon virens</i> (Mannerheim 1829)	2				2
<i>Canthonella</i> sp.	4	1	1		6
<i>Coprophanaeus borus</i> (Waterhouse 1891)	6				6
<i>Coprophanaeus spitzzi</i> (Pessôa 1935)	8	1	1		10
<i>Deltochilum</i> sp. 2	4			1	5
<i>Dichotomius</i> prox. <i>ascanius</i> (Harold 1869)	5		1	2	8
<i>Dichotomius</i> prox. <i>bicuspis</i> (Germar 1824)	1				1
<i>Oxysternon palaemon</i> (Laporte 1840)		1	1		2
<i>Trichillum hirsutum</i> Boucomont 1928	1				1
<i>Trichillum</i> n. sp. 1	2				2
<i>Uroxys</i> sp. 1	3				3
<i>Uroxys</i> sp. 2	1				1
<i>Uroxys</i> sp. 4		1		1	2
Total de indivíduos	156	28	38	19	241
Total de espécies	21	10	10	7	26

**Tabela 2.4:** Distribuição anual <sup>(a)</sup> das porcentagens dos indivíduos coletados em armadilha de interceptação de vôo (tipo “janela”) em cerrado *sensu stricto* protegido do fogo (primeira área) e queimado bianualmente (última queima em 1996) na Reserva Ecológica do IBGE e estação de maiores ocorrências.

Áreas estudadas	1997												Estação
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	
Cerrado protegido	3,7	1,0	0	0	0	7,3	5,8	25,2	40,3	11,5	2,6	2,6	Chuva
Cerrado queimado	2,4	5,7	0	0	0	15,1	13,8	14,8	17,6	8,1	1,2	20,9	Chuva

(a) Os meses junho, julho e agosto não apresentaram indivíduos. As maiores médias foram encontradas no mês de dezembro e março.

**Tabela 2.5:** Índices de diversidade (Shannon:  $H'$ ), equitabilidade ( $J'$ ) e de similaridade (Morisita:  $C_\lambda$ ) para três áreas de cerrado *sensu stricto*. Para a primeira área protegida foram calculados dois índices de diversidade para possibilitar a comparação com os dados da segunda área protegida.

Áreas	Índice de diversidade (Shannon, $H'$ )	Equitabilidade ( $J'$ )	Morisita ( $C_\lambda$ )
Primeira área protegida (abr. 97 a mar. 98)	1,211	0,819	
Área queimada (abr. 97 a mar. 98)	1,352	0,838	0,873
Primeira área protegida (out. a jan. e mai a ago.)	1,167	0,835	0,922
Segunda área protegida (out. a jan. e mai a ago.)	0,961	0,679	

## Discussão

O padrão da comunidade de Scarabaeidae *s. str.* no cerrado de Brasília repete o obtido para as lagartas de Lepidoptera em relação à variabilidade temporal e ao grande número de espécies raras (pouco abundantes)(Price *et al.* 1995). No entanto difere em relação à distribuição temporal, pois as lagartas ocorrem em maior abundância na estação seca (Morais *et al.* 1999), enquanto os besouros ocorrem nas chuvas.

Nos climas tropicais, o ciclo de vida dos insetos é influenciado pelas condições climáticas, principalmente pelos índices de pluviosidade (Diniz 1997). Considerando os insetos holometábolos, geralmente as larvas e ou pupas permanecem no ninho ou em locais protegidos até a estação chuvosa seguinte quando emergem e se reproduzem. A sazonalidade tem um forte efeito na atividade dos Scarabaeidae *s. str.*, sendo que eles são mais abundantes logo após as primeiras chuvas em várias regiões do mundo como Brasil, Costa Rica, México, Austrália, sudoeste africano, savanas e florestas tropicais africanas (Halffter & Matthews 1966; Hanski & Cambefort 1991; Lopes *et al.* 1994).

Apesar de Coutinho (1990) ter dito que o fogo é um dos principais fatores que influencia a biodiversidade do Cerrado, nas savanas ele é considerado como um agente modificador secundário, pois neste bioma a maioria das queimadas não são significativamente intensas para resultar em um efeito direto na biota. Essa baixa intensidade das queimadas acontece, provavelmente, devido a estação seca ser a época de maiores ocorrências de queimadas. Nessa estação a fitomassa está mais seca e, conseqüentemente mais rápida será a passagem do fogo, o que levará a uma diminuição dos efeitos das altas temperaturas no solo. Entretanto, o fogo pode influenciar a abundância ou a diversidade de espécies de muitos grupos de insetos (Frost & Robertson 1987; Coutinho 1990; McCullough *et al.* 1998).

Comparando os dados numéricos brutos da primeira área protegida e da queimada, a que apresenta maior riqueza e abundância é a área queimada. Esse resultado de uma maior abundância em área queimada é discordante com o resultado dos seguintes estudos: de Louzada *et al.* (1996) em

uma restinga do estado do Espírito Santo, com armadilhas de queda com iscas de banana, carcaça e fezes humanas; de Rivera-Cervantes & García-Real (1998) realizado no México em bosques de pinheiros, com armadilhas de queda com carcaça; e de Collett & Neumann (1995) em uma floresta seca de eucalipto na Austrália, utilizando armadilhas de queda sem o uso de iscas. No caso da restinga, as queimadas são consideradas como causadoras de grande degradação ambiental, já que o fogo não tem presença constante neste tipo de ecossistema, talvez isto seja uma das possíveis explicações da baixa diversidade da área queimada no trabalho feito em tal bioma.

Entretanto, um trabalho realizado durante um ano, em um cerrado de Brasília com a ordem Coleoptera, utilizando armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda sem isca (Diniz 1997) apresentou resultados semelhantes aos do presente estudo: na área queimada foram coletados mais Coleoptera que na área não queimada, com picos de abundância em meses da estação chuvosa para ambas as áreas. Essa semelhança de resultados poderia nos levar a argumentar que talvez a família Scarabaeidae *s. str.* esteja refletindo um padrão da ordem Coleoptera no Cerrado com relação aos efeitos das queimadas, já que diferentemente dos outros habitats estudados no Brasil, o bioma Cerrado sofre queimadas constantes e poderia estar respondendo de maneira diferente daqueles com queimadas ocasionais como a restinga acima citada.

Comparações entre as duas áreas protegidas mostram que elas são muito semelhantes, com maior diversidade na estação chuvosa com três gêneros e duas espécies abundantes em comum e com muitas espécies em comum. Então, para a fitofisionomia cerrado *s. str.*, a composição da comunidade de Scarabaeidae *s. str.* parece não variar muito de um ano para o outro. Ainda que este resultado tenha ocorrido, não seria correto afirmar que a comunidade de Scarabaeidae *s. str.* apresenta uma composição faunística constante no cerrado *s. str.* Entretanto as diferenças entre as áreas protegidas e queimadas não podem ser explicadas como sendo resultantes do efeito do fogo, pois existem muitos outros fatores como por exemplo a composição florística diferente e a variabilidade das populações locais de besouros, que podem causar as diferenças de diversidade entre as duas áreas (Campbell & Tanton 1981, Whelan 1995b). É conhecido na literatura a

dificuldade de isolar tais variáveis na análise do papel do fogo. No entanto são introduzidas, neste trabalho as comparações entre duas áreas protegidas, o que nos leva a aceitar, baseado nas semelhanças entre as áreas protegidas, que em áreas com queimadas regulares no Cerrado há uma modificação da composição da fauna com um aumento do número de espécies.

Outro fator que pode estar influenciando é a época da queimada. É sabido e confirmado para diversos biomas que os Scarabaeidae *s. str.* são mais abundantes no período das chuvas (Halffter & Matthews 1966; Alves 1977; Hanski & Cambefort 1991; Flechtmann *et al.* 1995b). Portanto as populações são afetadas pela sazonalidade climática. As queimadas da área de estudo foram aplicadas em junho, durante a estação seca e justamente nesta estação temos uma menor abundância de Scarabaeidae *s. str.* adultos, e provavelmente os demais podem estar como larvas ou pupas. Sabe-se que a seca causa um estresse muito grande para a maioria dos seres vivos então, provavelmente, neste período muito adultos de Scarabaeidae *s. str.* se tornam inativos seja através da hibernação ou da estivação (Halffter & Edmonds 1982; Hanski & Cambefort 1991; Whelan 1995a). Desta forma as populações de escarabeídeos não sofreriam os efeitos mais negativos da queimada devido aos seus hábitos de insetos de solo.

Assim, os resultados de maiores abundância e riqueza na área queimada, sugerem que o fogo não afetou diretamente os besouros devido ao seu comportamento de nidificar no interior do solo, já que a variação da temperatura abaixo da superfície do solo durante um queimada é baixa (Ahlgren 1974; Coutinho 1978; Gillon 1983; Miranda *et al.* 1993; Paquin & Coderre 1997; Wikars & Schimmel 2001). Além disso o fogo elimina boa parte da serapilheira, o que pode facilitar a nidificação dos escarabeídeos (Halffter & Edmonds 1982).

A dieta dos Scarabaeidae *s. str.* é composta basicamente das fezes de outros animais, principalmente mamíferos herbívoros de grande porte, desse modo seria razoável inferir que esses besouros são mais abundantes em áreas queimadas por que nessas áreas há uma maior abundância de mamíferos devido à maior produtividade primária (Coutinho 1990). Porém, um estudo sobre o efeito do fogo em herbívoros realizado numa área de cerrado do Mato Grosso (Prada 2001)

mostrou que as abundâncias de mamíferos em áreas queimada e não queimada não apresentaram diferenças significativas entre si.

Outro aspecto importante é a diversidade de fitofisionomias que o Cerrado apresenta. O fogo modifica a fisionomia da vegetação e portanto a diversidade de habitats (Braithwaite 1996) e isso pode facilitar a colonização por espécies de Scarabaeidae *s. str.* que estejam mais adaptadas a áreas mais abertas, como campo sujo, campo limpo e pastagens, que é uma alteração antrópica bastante freqüente no cerrado. Além disso, a recolonização de áreas queimadas é facilitada pelo movimento aéreo desses insetos, o que proporciona uma dispersão considerável dos mesmos (Hanski & Cambefort 1991). As espécies *Onthophagus hirculus*, *O. ranunculus*, *Ontherus virescens*, *Pedariidum bidens* e *P. cryptops* que ocorreram somente na área queimada, são comuns em pastagens que são áreas com menor cobertura vegetal, sugerindo que esta área esteja sendo colonizada por elas (Flehtmann & Rodrigues 1995; Flehtmann *et al.* 1995a; Bichara 1998; Koller *et al.* 1999; Aidar *et al.* 2000). Espécies encontradas em habitats mais abertos são tidas como dependentes do fogo sendo desse modo, adaptadas ao fogo (Swengel 2001). Além disso, o resultado de uma maior diversidade na área queimada sugere, que esta área está passando por um processo de re-colonização por escarabeídeos, com a densidade da população aumentando rapidamente para depois chegar num período de estabilização (Begon *et al.* 1996).

Portanto, a maior diversidade em áreas queimadas não seria um efeito direto do fogo, mas provavelmente um efeito indireto, pois a passagem do fogo causa uma diminuição da cobertura vegetal alterando assim a estrutura de habitat disponível para os escarabeídeos.

## CAPÍTULO 3

### O efeito da cobertura vegetal sobre a comunidade de Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera) do Cerrado

#### Introdução

As principais características dos escarabeídeos coprófagos e necrófagos se relacionam diretamente aos fatos de que estes besouros se alimentam de recursos imprevisíveis e efêmeros e que são insetos de solo. Um exame deste grupo mostra claramente que sua evolução tem sido caracterizada por um grande investimento fenotípico em adaptações para a exploração eficiente de excrementos, uma fonte de alimento altamente deteriorável e vulnerável a perturbações biológicas e físicas (Halffter & Edmonds 1982).

Por esta razão as condições físicas do excremento ou da carcaça, bem como as do ambiente à sua volta, são de importância crucial. Estes besouros são criticamente influenciados por fatores climáticos do bioma e as condições microclimáticas em volta do depósito do alimento são de importância somente em relação à sincronização e duração da possibilidade de exploração deste alimento. Assim, as diferenças de utilização de recursos existentes entre espécies podem ocorrer devido a fatores ecológicos regionais ou locais (Halffter & Edmonds 1982; Halffter 1991).

As distribuições locais de Scarabaeidae *s. str.* são influenciadas na maior parte pela cobertura vegetal. Há regularmente uma diferença marcante entre as faunas de áreas abertas e mais fechadas nas regiões tropicais. Os Scarabaeidae *s. str.*, então, tendem a ser altamente estenotópicos. Não é, entretanto, o tipo de cobertura vegetal que determina a distribuição local dos escarabeídeos e sim as diferenças nos fatores microclimáticos (particularmente predominando a temperatura e a umidade atmosférica, temperatura de superfície do solo e o grau de incidência solar direta) que obviamente são influenciados pela cobertura da vegetação (Halffter 1991).

A maioria dos Scarabaeidae *s. str.*, tanto larvas como adultos, utilizam como recurso alimentar, os excrementos de grandes mamíferos, especialmente da família Bovidae e do homem. Estes besouros utilizam, também excrementos de outros animais, carcaças, frutos e plantas mortas em decomposição e fungos. Podem ainda ser predadores de formigas e diplópodos, e estes dois exemplos de predação foram descritos pela primeira vez no Brasil (Halffter & Matthews 1966). As diferenças entre os tipos principais de dieta, coprofagia e necrofagia são resultantes de fatores ecológicos regionais, como a escassez de grande mamíferos ou a importância reduzida de outros coleópteros estritamente necrófagos, condições estas encontradas na América do Sul (Halffter & Matthews 1966).

Existem vários tipos de comportamentos de nidificação entre os Scarabaeidae *s. str.*, que exibem uma grande variação na forma de construção e portanto na arquitetura dos ninhos. De acordo com a posição dos ninhos com relação à fonte de alimento, têm-se três tipos de nidificação: Paracoprídeo, cujos ninhos são construídos logo abaixo do alimento através de um sistema de túneis, os besouros com este tipo de ninho também são conhecidos como escavadores; Telecoprídeo, cujos ninhos são construídos a alguma distância do alimento, requerendo, portanto, um transporte do alimento, seja rolando uma bola ou empurrando uma porção pequena de alimento. Besouros com este tipo de ninho são também conhecidos como rolares; Endocoprídeo, cujos ninhos são construídos dentro da fonte de alimento ou numa cavidade rasa em contato com o alimento (Halffter & Edmonds 1982).

Dentre os vários padrões de nidificação de Scarabaeidae *s. str.*, existe o cleptoparasitismo, que é uma estratégia de escavador modificada, na qual o besouro retira o alimento das provisões subterrâneas de outras espécies (Hanski & Cambefort 1991). Ainda não existem informações suficientes a respeito de comportamento de nidificação de vários gêneros das tribos Ateuchini e Coprini, por exemplo *Bdehrys*, *Trichillum*, *Pedaridium* e *Uroxys* (Halffter & Edmonds 1982).

O Cerrado é uma área de grande riqueza biológica mas que está sofrendo uma alta pressão antrópica, por isso esse bioma está entre as 25 áreas do mundo que são consideradas críticas para a

conservação (Fonseca *et al.* 1999). Mesmo assim são poucos os trabalhos sobre coleópteros no Cerrado (Hertel & Colli, 1998; Pinheiro *et al.* 1998; Vaz-de-Mello *et al.* 1998; Pinheiro *et al.* 2002) e isso torna importante toda pesquisa realizada a respeito.

Os objetivos deste capítulo são: verificar se os diferentes tipos fitofisionômicos, com suas diferentes coberturas vegetais, afetam a diversidade de Scarabaeidae *s. str.* no cerrado, tipo de nidificação e tipo de dieta das espécies.

## **Materiais e Métodos**

O estudo foi realizado na Reserva Ecológica do IBGE (RECOR/IBGE) (15°55'S e 47°51'W) localizada a 35 km SE da cidade de Brasília, com aproximadamente 1300 hectares, numa região drenada pela bacia do Paraná.

Três áreas foram selecionadas: campo sujo, cerrado *sensu stricto* e a mata de galeria do córrego Monjolo, todas as áreas estão próximas à divisão leste da reserva com o Jardim Botânico (Figura 3.1). As distâncias entre as áreas foram de 1850 m entre campo sujo e cerrado, 400 m entre cerrado e mata e 2000 m entre campo sujo e mata. As coordenadas geográficas (em UTM, para permitir uma localização do ponto *in situ* mais exata) dos pontos de coleta foram as seguintes:

- campo sujo: a) 189641 e 8236717, b) 189688 e 8236633, c) 189773 e 8236679, d) 189745 e 8236771;
- cerrado *s. str.*: a) 191378 e 8237634, b) 191433 e 8237555, c) 191457 e 8237492, d) 191289 e 8237592;
- mata de galeria: a) 191614 e 8237291, b) 191643 e 8237292, c) 191664 e 8237280, d) 191616 e 8237245, e) 191642 e 8237212, f) 191648 e 8237199.

As coordenadas geográficas em graus, minutos e segundos, de acordo com o que é mais utilizado em trabalhos de Biologia, foram:

- campo sujo: a) 15°55'43"S e 47°53'51"W; b) 15°55'46"S e 47°53'50"W; c) 15°55'48"S e 47°53'53"W; d) 15°55'45"S e 47°53'55"W

- cerrado *s. str.*: a) 15°55'16"S e 47°52'56"W; b) 15°55'19"S e 47°52'54"W;c) 15°55'21"S e 47°52'57"W; d) 15°55'17"S e 47°52'59"W
- mata de galeria: a) 15°55'30"S e 47°52'47"W; b) 15°55'29"S e 47°52'48"W;c) 15°55'28"S e 47°52'47"W; d) 15°55'27"S e 47°52'47"W; e) 15°55'27"S e 47°52'48"W; f) 15°55'30"S e 47°52'47"W

Foram utilizadas dois tipos de armadilhas para a coleta de escarabeídeos: armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilha de queda (alçapão ou “pitfall”) com iscas de fezes humanas e de carcaça (fígado bovino em decomposição). A armadilha do tipo “janela” não tem componentes atrativos da fauna de Scarabaeidae *s. str.*, diferentemente da armadilha de queda com isca, que é um atrativo biológico (fezes ou carcaça) específico para atrair besouros da família acima citada. A armadilha de queda (Figura 3.2) constitui-se de um recipiente de plástico com 12 cm de diâmetro e 9 cm de altura, com 300 ml de água com detergente e formol, enterrado até o nível do solo. Um outro recipiente de plástico de menor tamanho (5 cm de diâmetro e 4 cm de altura) sustentado por um arame fino em dois pontos opostos foi fixado no alto da recipiente maior. No caso da carcaça, foi utilizado um pote de plástico mais resistente (4 cm de diâmetro e 6 cm de altura) sustentado por dois arames finos colocados em cruz no alto do recipiente maior, para evitar a retirada da isca por animais silvestres. Foi colocada uma proteção contra a chuva acima do armadilha, formada de um prato de plástico sustentado por arames.

O estudo foi realizado durante quatro meses na estação chuvosa (outubro, novembro, dezembro e janeiro de 2000) e quatro na estação seca (maio, junho, julho e agosto). As armadilhas foram mantidas nas fitofisionomias campo sujo e cerrado *sensu stricto*, durante 10 dias de cada mês, em áreas de 100 m por 100 m, com pontos marcados de 20 em 20 m, totalizando 36 pontos diferentes de coleta. Para a mata de galeria, 36 pontos diferentes de coleta foram marcados ao longo de trilhas existentes. Em cada área foram instalados 10 armadilhas de queda e duas “janelas” em sete pontos sorteados a cada mês, sendo as janelas em dois pontos e as armadilhas de queda em cinco

pontos. Em cada um dos cinco pontos foram colocados duas armadilhas de queda (2 m de distância entre eles) uma com isca de fezes e a outra com carcaça.

Do material coletado, alguns representantes de cada espécie estão depositados na Coleção Entomológica do Departamento de Zoologia da Universidade de Brasília e outros na coleção FZVM.

#### Análise de dados:

A normalidade dos dados de abundância ( $n > 20$ ) para a seleção dos testes estatísticos foi verificada pelo teste de D'Agostino-Pearson ( $K^2$ ); a normalidade dos dados mensais de riqueza ( $n < 10$ ) foi verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov Lilliefors ( $d_{\text{máx}}$ ). Diferenças de abundância e riqueza entre as áreas, foram verificadas pelo teste de Kruskal-Wallis (H) o qual possui 95% do poder estatístico da ANOVA. As diferenças entre os grupos foram verificadas por testes de múltiplas comparações (Zar 1999).

As diversidades e equitabilidades das áreas foram analisadas pelo índice de Shannon ( $H'$ ) e as diferenças entre os índices calculados pelo teste t modificado por Hutcheson (Zar 1999).

A similaridade faunística foi verificada pelo índice de Morisita-Horn ( $C_\lambda$ ) porque este índice é pouco afetado por efeitos de tamanho da amostra e de diversidade. Entretanto, esse índice é sensível às mudanças de abundância das espécies mais comuns, então para diminuir esta influência, os dados foram transformados:  $T_{n_{ij}} = (\ln(n_{ij} + 1))$  (Wolda 1981).

Os dados mensais de espécies e indivíduos coletados em cada fitofisionomia foram associados com a precipitação, temperatura média e umidade relativa mensais (Spearman ( $r_s$ ) ou Pearson ( $r$ ) de acordo com a normalidade dos conjunto de dados) (Ayres 2000). Os dados climáticos mensais foram obtidos da Estação Meteorológica da RECOR/IBGE (<http://www.recor.org.br/Estacao/consulta.asp>).

A análise da família Scarabaeidae *s.str.* foi feita comparando-se as proporções de indivíduos de acordo com os seguintes critérios:

- Tipos de ninhos da espécie:

Endocoprídeos, paracoprídeos, telecoprídeos.

- Tipos de dieta da espécie, sendo registradas somente as espécies com abundâncias acima de 10 indivíduos:

Especialistas: coprófagos se a espécie foi coletada somente em armadilhas de queda com fezes; necrófagos se a espécie foi coletada somente em armadilhas de queda com carcaça;

Generalistas: se a espécie foi coletada em ambos tipos de armadilha.

Na análise dos tipos de ninho foram utilizados os dados de todas armadilhas e a análise de dieta foi feita somente com os dados das armadilhas de queda. A associação entre os números de indivíduos, números de espécies e tipos de ninho e dieta nas três fitofisionomias foi verificada pelo teste de concordância de Kendall ( $W$ ) (Zar 1999). Em todos os testes estatísticos foi adotado um nível de significância de  $\alpha=0,05$ . Parte da análise estatística dos dados foi feita com o programa de computador BioEstat 2.0 (Ayres *et al.* 2000).

## Resultados

Foi coletado um total de 6.879 indivíduos de 102 espécies pertencentes a 23 gêneros nas três fitofisionomias estudadas (Tab. 3.1). O campo sujo apresentou a maior riqueza de espécies e abundância seguido do cerrado *sensu stricto* e por último a mata de galeria (Fig. 3.3).

A abundância total de cada uma das três áreas de coleta não apresentou distribuição normal: campo sujo  $K^2=117,440$ ;  $p<0,0001$ ; cerrado  $K^2=57,778$ ;  $p<0,0001$  e mata  $K^2=79,749$ ;  $p<0,0001$  e, não mostrou diferença significativa ( $H=2,276$ ,  $p=0,320$ ) (Anexo 1).

A abundância mensal de besouros do cerrado ( $d_{\text{máx}}=0,278$ ,  $p>0,05$ ) teve distribuição normal, ao contrário do campo sujo ( $d_{\text{máx}}=0,316$ ,  $p<0,05$ ) e da mata ( $d_{\text{máx}}=0,339$ ,  $p<0,05$ ). A riqueza mensal de espécies de besouros do cerrado ( $d_{\text{máx}}=0,213$ ,  $p>0,05$ ) e da mata ( $d_{\text{máx}}=0,227$ ,  $p>0,05$ ) apresentaram distribuição normal, o que não foi verificado para o campo sujo ( $d_{\text{máx}}=0,289$ ,  $p<0,05$ ).

A precipitação ( $d_{\text{máx}} = 0,228$ ,  $p > 0,05$ ), temperatura média ( $d_{\text{máx}} = 0,203$ ,  $p > 0,05$ ) e umidade relativa mensais ( $d_{\text{máx}} = 0,205$ ,  $p > 0,05$ ) também apresentaram distribuição normal (Tab. 3.2).

Os índices de diversidade de escarabeídeos do campo sujo e cerrado não apresentaram diferenças significativas entre si ( $t = 1,868$ ,  $v = 4348$ ), mas, houve diferença entre campo sujo e mata ( $t = 14,142$ ,  $v = 684$ ) e cerrado e mata ( $t = -14,696$ ,  $v = 753$ ) (Tab. 3.2). A curva de dominância de espécies no campo sujo e cerrado indicou uma distribuição com um maior equilíbrio de número de indivíduos por espécie, sendo demonstrado pelos valores dos índices de diversidade e equitabilidade. (Tab. 3.1 e Fig. 3.3).

As espécies dominantes em cada um dos tipos fitofisionômicos, com seus respectivos tipos de ninho e dieta, foram as seguintes:

-Campo sujo: *Canthon* sp. 1 (26,2% dos indivíduos coletados) telecoprídeo, *Canthidium barbaticum* (9,6%) paracoprídeo, *Canthonella* sp. (9,1%), *Uroxyys* sp. 1 (9,0%), *Coprophanaeus spitzzi* (6,8%) paracoprídeo e *Canthidium decoratum* (5,4%) paracoprídeo, todas com dieta generalista; as demais espécies apresentaram porcentagens de indivíduos abaixo de 4,6% (Anexo 2).

-Cerrado s. str.: *Canthon* sp. 1 (17,3%) telecoprídeo, *Canthidium* sp. 3 (12,8) paracoprídeo, *Canthonella* sp. (8,2%), *Trichillum* sp. 2 (7,8%) endocoprídeo, *Oxysternon palaemon* (7,5%) paracoprídeo, *Deltochilum* sp. 2 (6,5%) telecoprídeo e *Canthidium barbaticum* (5,9%) paracoprídeo, todas com dieta generalista; as demais espécies apresentaram porcentagens de indivíduos abaixo de 4,4% (Anexo 2).

-Mata de galeria: *Dichotomius* próx. *assifer* (52,1%) paracoprídeo, *Deltochilum* próx. *morbillosum* Burmeister 1848 (9,2%) telecoprídeo, *Dichotomius* próx. *bicuspis* (7,5%) paracoprídeo, *Eurysternus caribaeus* (Herbst 1789) (5,2%) endocoprídeo, todas as espécies acima têm dieta generalista e *Dichotomius depressicollis* (Harold 1867) (4,8%) paracoprídeo e coprófago; as demais espécies apresentaram porcentagens de indivíduos abaixo de 3,3% (Anexo 2).

O campo sujo e o cerrado apresentam, dentre as espécies dominantes, três coincidentes: *Canthon* sp. 1, *Canthonella* sp. e *Canthidium barbaticum*, todas com dieta generalista. Analisando os

índices de diversidade e similaridade e as espécies dominantes, a mata é a área menos diversa e que, também, apresentou menos espécies em comum com as demais áreas.

Houve associação positiva entre a riqueza e abundância de espécies mensais de cada fitofisionomia com a precipitação. Houve associação positiva entre a umidade relativa e a riqueza (com exceção do cerrado) e a abundância (com exceção da mata). Não houve correlação entre a diversidade de cada fitofisionomia com a temperatura média mensal (Tab. 3.2 e 3.3).

A separação dos nichos ecológicos de Scarabaeidae *s. str.* é parecida nas três fitofisionomias as quais apresentaram, no geral, proporções semelhantes dos três principais tipos de ninho, com maior diversidade de paracoprídeos, e dos três tipos de dieta, com maior diversidade de generalistas (Tab. 3.4 e Tab. 3.5).

Quanto ao tipo de nidificação os paracoprídeos tiveram a maior diversidade em todas fitofisionomias, seguidos pelos telecoprídeos e endocoprídeos. Endocoprídeos e espécies com tipo de nidificação desconhecido (F. Z. Vaz-de-Mello, com. pess.) tiveram proporções de riqueza de espécies parecidas. Foi encontrada somente uma espécie cleptoparasita obrigatória no campo sujo, *Agamopus prox. viridis* Boucomont 1928 (F. Z. Vaz-de-Mello, com. pess.). Foi encontrada associação entre o tipo de ninho e o número de espécies ( $W=1$ ,  $\chi^2_r=6,0$   $p<0,05$ ) e o número de indivíduos ( $W=1$ ,  $\chi^2_r=6,0$ ,  $p<0,05$ ). O campo sujo apresentou maior diversidade nos três tipos de ninho (Tab. 3.4).

Quanto aos tipos de dieta, não foi encontrada associação entre o número de espécies ( $W=0,777$ ,  $\chi^2_r=4,662$ ,  $p>0,05$ ) e o número de indivíduos ( $W=0,861$ ,  $\chi^2_r=5,166$ ,  $p>0,05$ ). Há uma clara predominância das espécies e indivíduos generalistas sobre os coprófagos. Os necrófagos só ocorreram no campo sujo e em baixas proporções. O campo sujo é a fitofisionomia que apresentou maiores números de espécies e de indivíduos nos três tipos de dieta (Anexo 2 e Tab. 3.5).

As tribos Ateuchini e Coprini que eram parte da antiga Dichotomiini, foram unidas para facilitar as comparações entre a região neotropical e o Cerrado. A proporção das tribos nos neotrópicos e no Cerrado foram muito semelhantes (Tab. 3.6).

**Tabela 3.1:** Número de espécies (E), indivíduos (I), índices de diversidade (Shannon: H'), equitabilidade (J') e similaridade (Morisita:  $C_\lambda$ ) para três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.

Fitofisionomias	E	I	H'	J'	$C_\lambda$		
					Campo sujo	Cerrado <i>s. str.</i>	Mata
Campo sujo	<b>79</b>	<b>4444</b>	1,233	0,648	1		
Cerrado <i>s. str.</i>	56	1879	<b>1,261</b>	<b>0,718</b>	<b>0,769</b>	1	
Mata	28	556	0,827	0,571	0,283	0,508	1
Total	102	6879	1,355	0,299	-	-	-

**Tabela 3.2:** Precipitação, temperatura média e umidade relativa (médias mensais) e espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae *s. str.* coletados em três fitofisionomias do Cerrado.

Meses/ano	Precipitação (mm)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)	Campo sujo		Cerrado <i>s. str.</i>		Mata de galeria		Total	
				E	I	E	I	E	I	E	I
10/1999	6.8	23.3	65,5	47	1127	43	813	20	244	63	2184
11/1999	9.4	22.2	77,9	56	1316	32	423	19	212	69	1951
12/1999	6	22.2	80,8	42	847	33	334	10	47	47	1228
01/2000	5.9	22.8	79,5	43	1137	26	297	11	40	51	1474
05/2000	0	21.6	63,5	5	12	8	11	3	12	9	35
06/2000	0	20.9	57,8	4	5	1	1	0	0	4	6
07/2000	0	20.3	58,8	0	0	0	0	1	1	1	1
08/2000	1.4	22.7	47,5	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabela 3.3:** Correlação entre o número de espécies, de indivíduos de Scarabaeidae *s. str.* por fitofisionomia e variáveis climáticas (média mensal) <sup>(1)</sup>.

Fitofisionomia	Precipitação (mm)	Temperatura média (°C)	Umidade relativa (%)
		Número de espécies	
Campo sujo	$r_s=0,8345$ **	$r_s=0,5542$ ns	$r_s=0,7425$ *
Cerrado <i>s. str.</i>	$r=0,9070$ *	$r=0,6888$ ns	$r=0,7551$ *
Mata	$r=0,9355$ **	$r=0,6431$ ns	$r=0,6774$ ns
		Número de indivíduos	
Campo sujo	$r_s=0,7854$ *	$r_s=0,5301$ ns	$r_s=0,7904$ *
Cerrado <i>s. str.</i>	$r=0,8244$ *	$r=0,6958$ ns	$r=0,5195$ ns
Mata	$r_s=0,8345$ **	$r_s=0,5422$ ns	$r_s=0,7785$ *

<sup>(1)</sup>  $r_s$ : Spearman;  $r$ : Pearson; n=8; ns, P>0,05; \*, P<0,05; \*\*, P<0,01.

**Tabela 3.4:** Número de espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae *s. str.* classificados por tipo de ninho em três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.

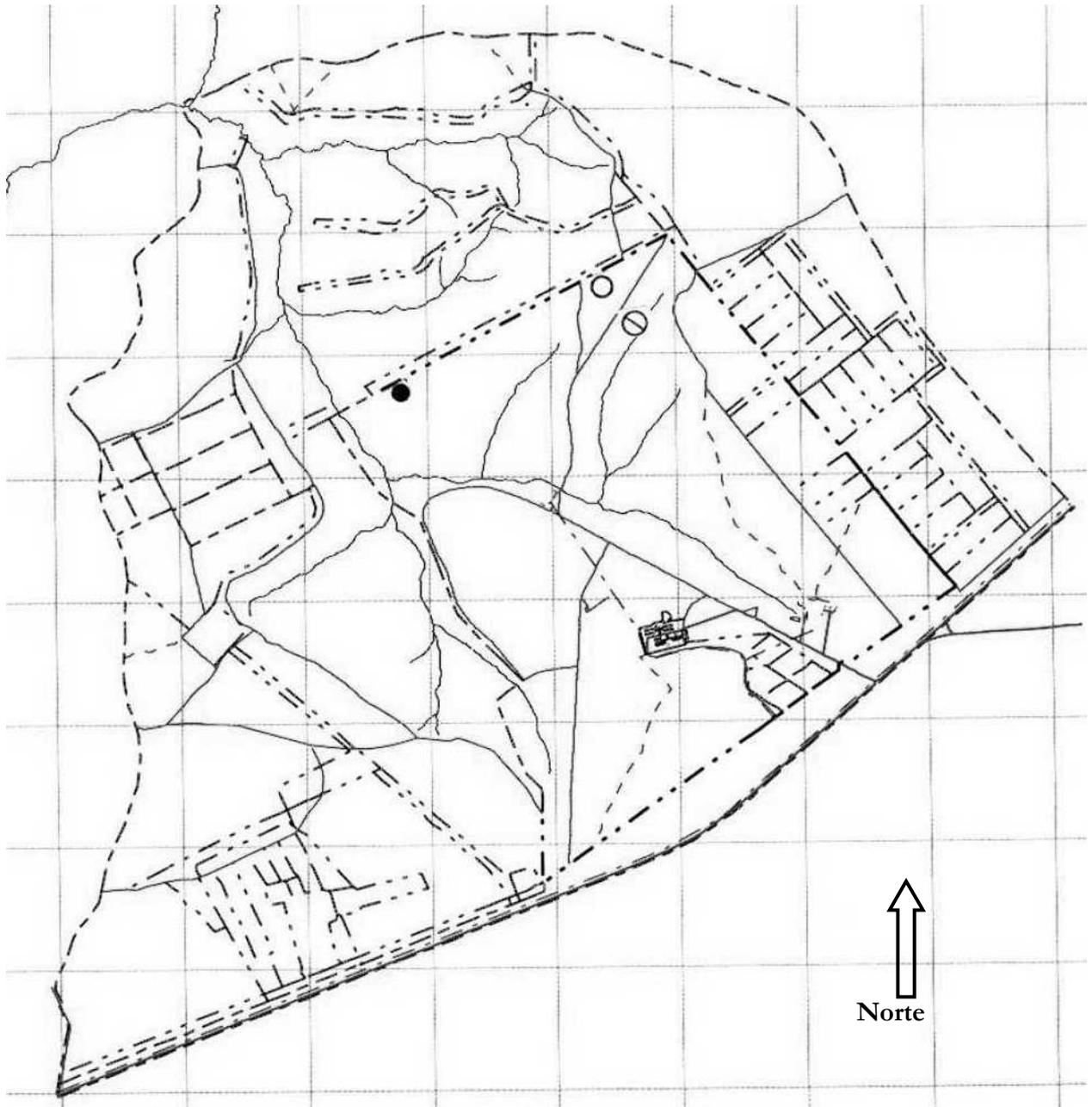
Tipo de ninho	Campo sujo		Cerrado <i>s.str.</i>		Mata	
	E	I	E	I	E	I
Paracoprídeo	<b>35</b>	1519	27	854	15	439
Telecoprídeo	17	<b>1726</b>	10	530	3	64
Endocoprídeo	13	273	9	210	5	44
Cleptoparasita obrigatório	1	27	-	-	-	-
Desconhecido	13	899	10	285	5	9
Total	80	4444	57	1879	28	556

**Tabela 3.5:** Número de espécies (E) e indivíduos (I) de Scarabaeidae *s. str.*, coletados em armadilha de queda, classificados por tipo de dieta (somente espécies com mais de 10 indivíduos) nas três fitofisionomias do Cerrado. Os maiores valores estão em negrito.

Dieta	Campo sujo		Cerrado <i>s. str.</i>		Mata	
	E	I	E	I	E	I
Generalista	<b>22</b>	<b>3862</b>	17	1512	6	363
Coprófago	8	235	1	39	1	23
Necrófago	2	34	0	0	0	0
Total	32	4131	18	1551	7	386

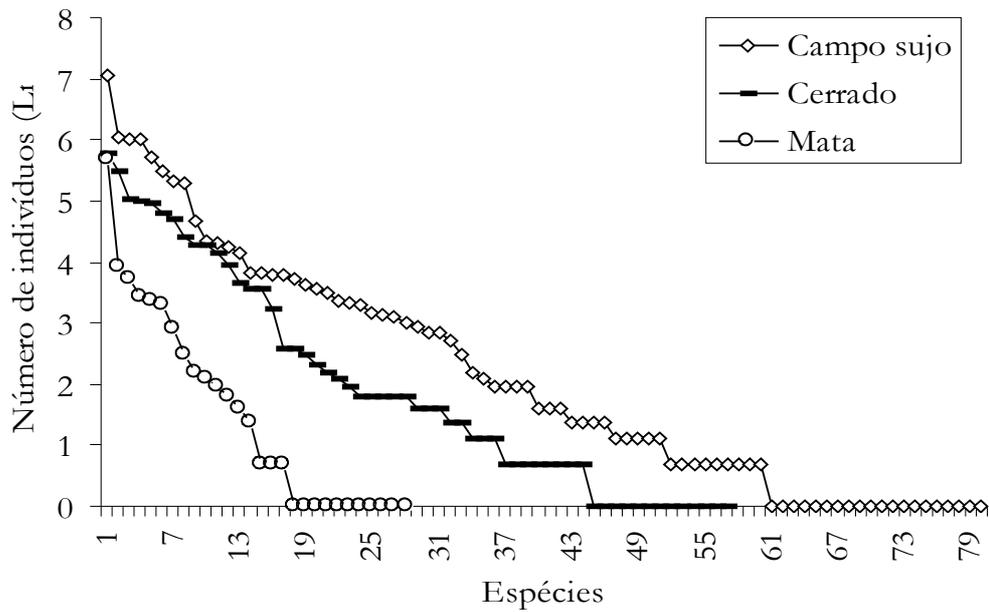
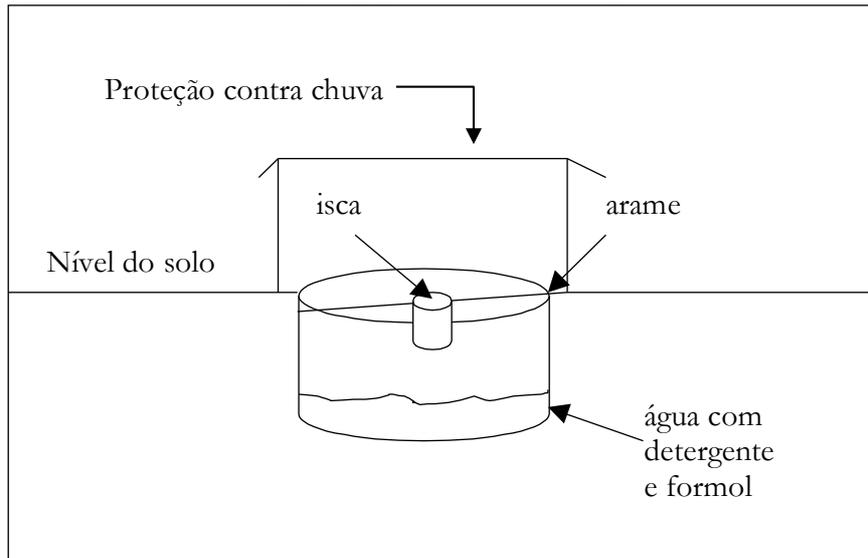
**Tabela 3.6:** Distribuição do número de espécies (E) de Scarabaeidae *s. str.* nas tribos na região neotropical (Hanski & Cambefort 1991) e no cerrado do DF. Para facilitar as comparações, Ateuchini e Coprini foram somados para representar Dichotomiini no Cerrado do DF. Os maiores valores estão em negrito.

Tribos	Região Neotropical		Cerrado do DF	
	E	%	E	%
Canthonini	318	27,7	24	23,5
Dichotomiini	<b>564</b>	<b>49,2</b>	<b>64</b>	<b>62,7</b>
Eurysternini	22	1,9	2	1,9
Onthophagini	96	8,4	2	1,9
Phanaeini	146	12,7	10	9,8
Total	1146	100	102	100



**Figura 3.1:** Mapa da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) com a localização das três áreas de estudo: ● campo sujo; ○ cerrado *sensu stricto*; ⊗ mata de galeria.

**Figura 3.2:** Esquema da armadilha tipo alçapão utilizada no experimento.



**Figura 3.3:** Curva de dominância da diversidade de Scarabaeidae *s. str.* coletados em três tipos de fitofisionomias: Campo sujo, cerrado *s. str.* e mata de galeria

## Discussão

A comunidade de Scarabaeidae *s. str.* do Cerrado repete o padrão desta comunidade em alguns estudos realizados em outras regiões e biomas tropicais: pequeno número de espécies com grande abundância e muitas espécies com pequeno número de indivíduos; maior riqueza e abundância em áreas mais abertas do que em áreas fechadas; maiores ocorrências de escarabeídeos em meses de maior precipitação pluviométrica; maior diversidade de espécies com dieta generalista seguida por coprófagos e necrófagos e maior diversidade de paracoprídeos seguidos dos telecoprídeos e endocoprídeos.

A diversidade de Scarabaeidae *s. str.* do Cerrado apresenta poucas espécies abundantes e muitas com baixos números de indivíduos. Segundo Estrada *et al.* (1983) e Hughes (1996) as comunidades tropicais apresentam grande parte dos indivíduos pertencentes a poucas espécies sendo a maioria representada por um pequeno número de indivíduos. Os Scarabaeidae *s. str.* apresentaram este mesmo padrão em vários outros estudos (Howden & Nealis 1975; Halffter *et al.* 1992) e este resultado foi corroborado para esta família no Cerrado (Fig. 3.3 e Anexo 2).

A riqueza de escarabeídeos coletados em três fitofisionomias do Cerrado (102 espécies) (Anexo 2) no presente trabalho, é muito maior do que a de fragmentos de floresta: 58 espécies na Colômbia (Howden & Nealis 1975), 54 espécies em Manaus (Klein 1989), 42 em Floresta Atlântica (Louzada 1995), 35 em mata primária no Paraná (Lopes *et al.* 1994), 36 espécies no Acre (Vaz-de-Mello 1999) e em pastagens variando de 11 a 23 espécies (Flechtmann *et al.* 1995a; Bichara 1998; Koller *et al.* 1999; Aidar *et al.* 2000), e ainda, 20 espécies no Pantanal (J. N. C. Louzada com. pess.). Como há um grande número de espécies não identificadas que ou não foram ainda descritas na literatura ou pertencem a gêneros pouco conhecidos (Anexo 2), estas informações evidenciam a necessidade urgente de se conhecer melhor a fauna do Cerrado devido a alta pressão antrópica que vem sofrendo.

Para o Cerrado não existem diferenças de abundância total entre as fitofisionomias, ainda que elas sejam diferentes em quantidade de cobertura vegetal, com áreas mais abertas representadas

pelo campo sujo e cerrado *s. str.* e áreas fechadas representadas pela mata de galeria. Entretanto, houve diferenças de riqueza de espécies entre áreas abertas e a mata, com maiores números nas áreas abertas e uma alta similaridade faunística entre as áreas abertas. A mata tem uma curva de dominância mais acentuada, mostrando a presença de poucas espécies abundantes e isso é refletido nos seus baixos índices de diversidade e equitabilidade (Tab. 3.1 e Fig. 3.3). No campo sujo e cerrado *s. str.* foram coletados *Ateuchus vividus* (Germar 1823), *Canthidium decoratum*, *C. barbaticum*, *Canthon lituratum* (Germar 1824), *C. virens*, *Coprophanaeus ensifer*, *Dichotomius bos* (Blanchard 1843), *D. nisus* (Olivier 1789), *Ontherus appendiculatus* (Mannerheim 1829), *Onthophagus hirculus*, *O. ranunculus*, *Oxytarnon palaemon*, *Pedariidum cryptops*, *Sulcophanaeus menelas* (Laporte 1840), *Trichillum adjunctum* Martínez 1967 e *T. extenepunctatum* Borre 1886 (Anexo 2) que são espécies típicas de áreas abertas (Louzada *et al.* 1996; Rodrigues & Marchini 1998; Koller *et al.* 1999; Vaz-de-Mello *et al.* 2001; J. N. C. Louzada dados não publicados.). Na mata foram coletados espécies típicas de áreas florestais: *Coprophanaeus jasius* (Olivier 1789), *Deltochilum morbillosum*, *Dichotomius ascanius*, *D. bicuspis*, *D. depressicollis*, *D. luctuosus* (Harold 1869), *D. machadoi* Martínez & Pereira 1967 e *Trichillum hirsutum* que são espécies também registradas para a Floresta Atlântica; *Eurysternus caribaeus* registrado também para a Floresta Amazônica; *E. próx. hirtellus* registrado para ambos os biomas (Anexo 2) (Klein 1989; Flechtmann & Rodrigues 1995; Louzada 1995; Louzada & Vaz-de-Mello 1997; Vaz-de-Mello 1999; S. A. Falqueto dados não publicados.). A maior parte das espécies de mata de galeria são espécies que ocorrem também na Floresta Atlântica, o que pode sugerir que uma maior influência das espécies deste ecossistema nas matas ciliares do Cerrado.

Há diferenças significativas entre comunidades de Scarabaeidae *s. str.*, quanto a abundância e riqueza de espécies, quando comparadas áreas com diferentes coberturas vegetais (Moreno *et al.* 1998; Martínez & Montes de Oca 1994). Em estudos feitos na Colômbia, no México, no Texas, e na Itália, a abundância e o número de espécies de Scarabaeidae *s. str.* foram decrescentes com o aumento de cobertura vegetal (Hanski & Cambefort 1991). Nos trópicos o fator de maior efeito na microdistribuição espacial de Scarabaeidae *s. str.* é a cobertura vegetal, a qual representa um conjunto

de fatores que afetam as oscilações microclimáticas diárias e esta influência é refletida pela preferência das espécies de Scarabaeidae *s. str.* por determinados microclimas dentro e fora de florestas (Howden & Nealis 1975; Klein 1989; Halffter 1991; Halffter *et al.* 1992). Os resultados do Cerrado claramente demonstraram que de algum modo, a estrutura da vegetação afeta o número de espécies de besouros rola-bosta diminuindo o número de espécies assim como a diversidade nas áreas fechadas (mata de galeria). Talvez esta baixa diversidade em áreas de mata possa ser devido, entre outros fatores, à grande umidade do solo que dificultaria a nidificação do tipo paracoprídeo e telecoprídeo, que foram os mais abundantes nas três áreas (Tabela 3.4).

A fitofisionomia que apresentou maior riqueza e abundância foi o campo sujo, a área mais aberta de todas. Este resultado corrobora os encontrados em estudos realizados na África, comparando floresta e savana (Hanski & Camberfort 1991). Nesse caso, os besouros ocorrem mais em áreas abertas devido a uma maior disponibilidade de recursos proporcionada pela existência de rebanhos de grandes mamíferos herbívoros na África.

Porém, a explicação dada para a maior diversidade de escarabeídeos na África não é a mesma para áreas abertas do Cerrado. Em geral a fauna de mamíferos do Cerrado é composta de pequenos animais: 85% das espécies têm massa corporal inferior a 5 kg e somente quatro espécies têm peso acima de 50 kg, contrastando fortemente com a fauna das savanas africanas, conhecida por sua abundância de grandes mamíferos; quanto a ocupação de ambientes abertos e florestais, cerca de 55% das espécies de mamíferos ocupam ambientes florestais tanto quanto áreas abertas, onde 16,5% são exclusivos de áreas abertas e 28,2% exclusivos de florestas (Marinho-Filho *et al.* 2002).

As diferenças de diversidade entre as áreas abertas e mata são provavelmente devido ao tamanho pequeno e ao isolamento desta última, por que a maioria das fitofisionomias do Cerrado é de áreas abertas. Hanski (1983) e Nummelin & Hanski (1989) compararam dados de escarabeídeos entre florestas da Colômbia, Borneo e Uganda e encontraram menores riqueza e abundância nas duas últimas, resultado explicado pela pequena área e a ocorrência em “manchas” que promove um isolamento das florestas estudadas nos dois últimos países.

Um outro ponto a ser discutido para a possível causa de maior diversidade em áreas abertas do Cerrado, é que a maioria das espécies de Scarabaeidae *s. str.* são especialistas ecológicos, isto é, são espécies altamente estenotópicas que resistem pouco às mudanças de habitat e esta característica é bem clara para as espécies de florestas tropicais (Halffter & Edmonds 1982). Então seria pouco provável encontrar o mesmo conjunto de espécies em áreas abertas e áreas fechadas.

Embora as explicações para as maiores ocorrências de espécies e indivíduos em áreas abertas sejam diferentes para as áreas tropicais, há uma concordância geral de um maior número de indivíduos nas áreas abertas (Halffter & Matthews 1966; Halffter & Edmonds 1982; Halffter 1991; Hanski & Cambefort 1991) o que é repetido para o Cerrado.

Os dados de riqueza e abundância de Scarabaeidae *s. str.* de todas fitofisionomias tiveram correlação positiva com a precipitação. Nesta família é bem conhecido que os ciclos de vida das espécies são dependentes de fatores climáticos (Halffter & Matthews 1966; Halffter & Edmonds 1982; Hanski & Cambefort 1991) e os resultados para o Cerrado corroboram os de outros trabalhos em diversos locais do Brasil e do mundo (Halffter & Matthews 1966; Hanski & Cambefort 1991; Lopes *et al.* 1994; Flechtmann *et al.* 1995a; Louzada & Lopes 1997).

A estrutura de comunidade de Scarabaeidae *s. str.* no Cerrado foi semelhante à verificada para a floresta atlântica no Brasil e para as florestas tropicais do México (Louzada & Lopes 1997, Halffter *et al.* 1992). Da mesma forma que nas comunidades de Scarabaeidae *s. str.* da floresta atlântica e florestas do México, o Cerrado apresentou um maior número de espécies com dieta generalista seguida de coprófagos e necrófagos, sendo que estes últimos foram registrados somente para o campo sujo. Com relação à dieta, a literatura mostra que as comunidades da região neotropical tendem à generalização devido aos seguintes fatores: a escassez de grandes mamíferos, predominância de formações florestais ou outras semelhantes e a relativa escassez de insetos necrófagos como potenciais competidores para os besouros necrófagos (Halffter & Matthews 1966). Os resultados para o Cerrado, floresta atlântica e florestas do México corroboram a hipótese proposta acima. As baixíssimas abundâncias de besouros necrófagos no cerrado *s. str.* e mata de

galeria podem ter ocorrido devido à maior dificuldade destes insetos em detectar os recursos efêmeros em áreas mais fechadas e com menos correntes de ar, o que provavelmente pode diminuir a localização através do odor.

As espécies da família Scarabaeidae *s. str.*, podem ser vistas como K-estrategistas, com base nas características da história de vida, como ovo grande, poucos filhotes, cuidado parental e ciclo de vida longo. O argumento básico da teoria de seleção r e K, é que em ambientes previsíveis favoreceriam um aumento da competitividade, tamanho constante da população e um uso mais especializado de recursos e, ambientes imprevisíveis promoveriam um alto potencial reprodutivo, um tamanho de população variável de acordo com a oportunidade predominante para a reprodução e uma exploração mais generalizada de recursos (Halfpter & Edmonds 1982). Os resultados para o Cerrado de maior diversidade de Scarabaeidae *s. str.* nas chuvas e um grande número de espécies generalistas, corrobora a idéia de que estes besouros sejam K-estrategistas.

A distribuição de espécies de Scarabaeidae *s. str.* em tribos no Cerrados é parecida com a estrutura taxonômica da Região Neotropical considerando-se as cinco tribos que ocorreram no DF e, levando-se em conta as oscilações devido a grande diferença de escala. Semelhante aos estudos na floresta atlântica e nas florestas do México, a maior parte das espécies e dos indivíduos de escarabeídeos foi classificada como paracoprídeos, seguidos de telecoprídeos e endocoprídeos. Devido a grande relação entre o tipo de nidificação e a tribo das espécies, a maior diversidade de paracoprídeos no Cerrado pode ser explicada pelo maior número de espécies das tribos Ateuchini e Coprini (Dichotomiini), as quais na maioria dos casos são paracoprídeos e têm a maior riqueza na região neotropical. O número de espécies com tipo de nidificação desconhecido é muito grande, o que revela a necessidade de estudos sobre a história de vida de gêneros como *Anomiopus*, *Canthonella*, *Dendropaemon*, *Pseudocanthon*, *Scatonomus* e *Uroxys*, já que não há informações suficientes na literatura (Anexo 2).

Por causa da distribuição semelhante de espécies entre as tribos no Cerrado e na região neotropical, pode-se considerar que amostras de uma comunidade local são uma pequena amostra

de uma região geograficamente maior (Tab. 3.6). Então, se a estrutura taxonômica de comunidades locais for determinada na maior parte pelo conjunto de espécies da região e não por características intrínsecas da comunidade, é possível esperar proporções constantes de cada tipo de nidificação, independentemente da área estudada desde que esta área amostrada esteja bem preservada (Louzada & Lopes 1997). Este fato é importante, pois podemos supor que se outras fitofisionomias de Cerrado forem estudadas, provavelmente serão encontradas as mesmas proporções de paracoprídeos, telecoprídeos e endocoprídeos.

## CAPÍTULO 4

### **Eficiência de técnicas de coleta de besouros rola-bosta (Coleoptera: Scarabaeidae *s. str.*) no Cerrado**

#### **Introdução**

Os besouros rola-bosta são conhecidos popularmente por este nome pelo fato de muitas espécies fazerem pelotas de fezes, que são usadas para alimentação ou reprodução. Estes insetos pertencem à família Scarabaeidae *s. str.* e no Brasil ocorrem sete tribos: Ateuchini, Canthonini, Coprini, Eurysternini, Gromphini, Onthophagini e Phanaeini (Zunino, 1985; Hanski & Cambefort, 1991; Montreuil, 1998). Possuem coloração bastante variável, com tamanho varia de 2 mm a 5 cm e são encontrados em maior abundância durante a estação chuvosa (Halffter & Matthews, 1966; Hanski & Cambefort, 1991; Lopes *et al.*, 1994).

Os Scarabaeidae *s. str.* são detritívoros, isto é, promovem a remoção e reentrada de matéria orgânica morta no ciclo de nutrientes, aumentam a aeração do solo prolongando sua capacidade produtiva, ajudam na dispersão de sementes, além de serem úteis na entomologia forense e no controle biológico (Halffter & Matthews, 1966; Waterhouse, 1974; Flechtmann *et al.*, 1995; Sheperd & Chapman, 1998). Os Scarabaeidae *s. str.* são utilizados no controle de pragas bovinas, como os nematóides gastrointestinais e a mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans* (Linnaeus, 1758)), já que essas pragas têm seus ciclos de vida dependentes dos excrementos frescos dos bovinos (Waterhouse, 1974; Flechtmann *et al.*, 1995).

O Cerrado é uma das 25 áreas do mundo consideradas críticas para a conservação, em virtude de sua riqueza biológica e pela alta pressão antrópica a que vem sendo submetido (Fonseca *et al.*, 2000). Apesar disso, estudos sobre a fauna de Coleoptera nos cerrados brasileiros ainda são muito escassos e pontuais (Hertel & Colli, 1998; Pinheiro *et al.*, 2002).

O método de coleta afeta a quantificação da comunidade e deve revelar as espécies representativas e a abundância relativa de cada uma delas. Deve ser diferente para grupo de insetos pois estes apresentam variabilidade de hábitos e na variabilidade de hábitos das espécies e a vegetação da área de coleta são determinantes na escolha da técnica de coleta para cada grupo de insetos (Campos *et al.*, 2000).

Na coleta de espécimes de Scarabaeidae *s. str.* têm sido utilizados métodos de coleta passiva, ou seja, aqueles realizados com o auxílio de uma armadilha com atrativos biológicos ou físicos. Segundo Favila & Halffter (1997), o método apropriado para monitorar a abundância de insetos desta família consiste de armadilhas de queda iscadas com excrementos, carcaças ou frutos em decomposição, as quais são enterradas no nível do solo. Na coleta de besouros coprófagos são utilizadas iscas fezes humanas ou de herbívoros (gado bovino ou cavalo) e, na coleta de besouros necrófagos, um pedaço de peixe ou lula. No Brasil, armadilhas de queda com iscas de fezes humanas ou bovinas e de carcaças (carne bovina em decomposição) e armadilhas luminosas (especificamente a armadilha “Luiz de Queiroz”) estão entre as mais usadas em estudos sobre os besouros rola-bosta (Lopes *et al.*, 1994; Flechtmann *et al.*, 1995; Louzada *et al.*, 1996, Louzada & Lopes, 1997).

Existem poucos estudos na região tropical sobre eficiência de armadilhas e sistemas para coletas de besouros da família Scarabaeidae *s. str.* ou para detectar possíveis efeitos de remoção em populações locais (Halffter, 1991; Favila & Halffter, 1997).

O objetivo deste trabalho foi comparar coletas de besouros copro-necrófagos da família Scarabaeidae *s. str.* com armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com isca de fezes humanas e de carcaça bovina, em três fitofisionomias do Cerrado.

## **Material e Métodos**

O trabalho foi realizado na Reserva Ecológica do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (RECOR-IBGE) (15°55'S e 47°51'W) localizada a 35 km SE da cidade de Brasília, com aproximadamente 1300 ha. Foram selecionadas áreas de campo sujo, cerrado *sensu stricto* e mata de

galeria do córrego Monjolo, próximas à divisão leste da reserva com o Jardim Botânico. As distâncias entre as áreas foram de 1850 m entre campo sujo e cerrado; 400 m entre cerrado e mata; e 2000 m entre mata e campo sujo.

Na coleta de Scarabaeidae *s. str.* foram utilizadas as armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda (conhecida também por alçapão ou “pitfall”) com iscas de fezes humanas e de carcaça (fígado bovino em decomposição). A armadilha do tipo “janela” é passiva pois não tem componentes atrativos da fauna de Scarabaeidae *s. str.*, diferentemente da armadilha de queda com isca, que é um atrativo biológico (fezes ou carcaça) específico para atrair besouros da família acima citada. A “janela” consistiu de um vidro em uma moldura de alumínio (80x80cm) afixada longitudinalmente na porção média de uma calha (80x30x10cm) com água detergente e formol (3L). A armadilha de queda consistiu de um recipiente de plástico com 12 cm de diâmetro e 9 cm de altura, com 300 ml de água, detergente e formol, enterrado até o nível do solo. As fezes (15 g) ficaram em outro recipiente de menor tamanho (5 cm de diâmetro e 4 cm de altura) sustentado por um arame fino em dois pontos opostos e fixado no alto do recipiente maior. No caso da isca de carcaça (15 g), foi utilizado um vasilhame mais resistente (4 cm de diâmetro e 6 cm de altura) sustentado por dois arames finos colocados em cruz no alto do recipiente maior. Foi colocada uma proteção contra a chuva acima do armadilha, formada de um prato de plástico sustentado por arames.

O estudo foi realizado durante quatro meses na estação chuvosa (outubro, novembro, dezembro/99 e janeiro/00) e quatro meses na seca (maio a agosto/00). No campo sujo e cerrado *s. str.*, armadilhas foram mantidas durante 10 dias de cada mês (20 a 29), em áreas de 100x100 m, com pontos marcados de 20 em 20 m, totalizando 36 pontos diferentes de coleta. Na mata de galeria, 36 pontos diferentes de coleta foram marcados ao longo de 3 trilhas (distantes 50 m entre si), da seguinte maneira: cada trilha de 120 m tinha 12 pontos de coleta, 6 pontos a 10 m do lado direito da trilha e 6 pontos a 10 m do lado esquerdo, com 20 m entre cada par de pontos. Em cada área foram instaladas 12 armadilhas: 10 de queda e duas “janelas,” em sete pontos sorteados a cada mês, sendo

as janelas em dois pontos e as de queda em cinco pontos (cada um com duas armadilhas de queda com iscas diferentes, distantes 2 m entre si).

#### Análise de dados:

A normalidade dos dados para a seleção de testes estatísticos foi verificada pelo teste de D'Agostino-Pearson -  $K^2$ . As diferenças das médias, de cada mês, de abundância (indivíduos/ armadilha/ dia de coleta) e de riqueza (espécies/ armadilha/ dia de coleta) entre as armadilhas em cada área, foram avaliadas pelo teste de Kruskal-Wallis - H; as diversidades e equitabilidades da áreas de coleta foram analisadas pelo índice de Shannon - H', e as diferenças entre elas pelo teste t modificado por Hutcheson; e as abundâncias e riquezas foram comparadas entre as áreas e armadilhas pelo teste Qui-quadrado ( $\chi^2$ ) (Zar, 1999). Os dados de similaridade faunística foram transformados em  $T_{nij} = (\ln(n_{ij}+1))$  e analisados pelo índice de Morisita-Horn -  $C\lambda$  (Wolda 1981).

As médias de abundância e riqueza dos besouros coletados foram associadas às médias dos dados de precipitação, temperatura média e umidade relativa pelo teste de correlação de Spearman -  $r_s$  (Zar, 1999). Os dados climáticos mensais foram obtidos da Estação Meteorológica da RECOR - IBGE (<http://www.recor.org.br/Estacao/consulta.asp>).

Os dados do presente estudo foram comparados com outros de mesmo método por meio da média total de abundância e riqueza de cada armadilha em cada fitofisionomia. Foram consideradas espécies restritas aquelas com mais de 10 indivíduos, que ocorreram em somente uma das técnicas de coleta, em área aberta (campo sujo e cerrado) ou fechada (mata de galeria).

Em todos os testes estatísticos utilizados foi adotado um nível de significância de  $\alpha=0,05$ . Parte da análise estatística dos dados foi feita com o programa de computador BioEstat 2.0 (Ayres *et al.* 2000).

## **Resultados e discussão**

Foram coletados 6879 indivíduos de 102 espécies de Scarabaeidae *s. str.* com maior proporção de besouros na armadilha de queda com isca de fezes, e as armadilhas de queda coletaram

mais indivíduos e espécies no campo sujo que nas outras fitofisionomias (Tabela 4.1). Os dados de abundância para cada área não apresentam distribuição normal: campo sujo ( $K^2=117,44$ ,  $p<0,05$ ), cerrado sensu stricto ( $K^2=57,77$ ,  $p<0,05$ ) e mata de galeria ( $K^2=79,74$ ,  $p<0,05$ ).

Em amostras de comunidades nos trópicos, a maioria dos indivíduos pertencem a poucas espécies enquanto que, a maior parte das espécies são representadas por poucos indivíduos (Hughes, 1996). Este padrão foi encontrado para os Scarabaeidae *s. str.* em vários estudos (Howden & Nealis, 1975; Halffter *et al.*, 1992) e corroborado para os Scarabaeidae *s. str.* do Cerrado neste trabalho (Figura 4.1).

Não houve diferença das médias de espécies ( $H=1,39$ ,  $p>0,05$ ) e indivíduos ( $H=1,75$ ,  $p>0,05$ ) entre as três técnicas de coleta, no campo sujo (Tabela 4.2). Entretanto houve diferença entre os índices de diversidade: janela e carcaça ( $t=4,31$ ,  $p<0,05$ ); janela e fezes ( $t=4,88$ ,  $p<0,05$ ) e carcaça e fezes ( $t=17,11$ ,  $p<0,05$ ); carcaça teve a menor diversidade; a janela apresentou menos espécies e foi a armadilha com menos espécies em comum com as demais; a maior similaridade encontrada foi entre carcaça e fezes e a menor entre fezes e a janela (Tabela 4.3).

As três técnicas, no cerrado *s. str.*, não apresentaram diferenças em suas riqueza ( $H=1,12$ ,  $p>0,05$ ) e abundância ( $H=1,42$ ,  $p>0,05$ ) (Tabela 4.2). Mas houve diferença entre os índices de diversidade de janela e carcaça ( $t=2,35$ ,  $p<0,05$ ), janela e fezes ( $t=7,60$ ,  $p<0,05$ ) e carcaça e fezes ( $t=6,96$ ,  $p<0,05$ ). A janela teve a menor diversidade e fezes apresentou menos espécies em comum com as demais (Tabela 4.3).

Na mata de galeria, não houve diferença significativa entre as médias de riqueza ( $H=1,20$ ,  $p>0,05$ ) e abundância das técnicas de coleta ( $H=1,23$ ,  $p>0,05$ ) (Tabela 4.2). Entretanto, foi verificada a diferença entre os índices de diversidade de: janela e fezes ( $t=4,26$ ,  $p<0,05$ ) e carcaça e fezes ( $t=3,44$ ,  $p<0,05$ ), com exceção de janela e carcaça ( $t=0,68$ ,  $p>0,05$ ). Fezes apresentou a menor diversidade e tem menos espécies em comum com as demais (Tabela 4.3).

Houve diferença entre técnicas e fitofisionomias quanto à abundância ( $\chi^2=314,05$ ;  $p <0,05$ ), o que não ocorreu com a riqueza ( $\chi^2=2,439$ ;  $p>0,05$ ) (Tabela 4.1). As maiores similaridades foram

entre carcaça e a janela no cerrado e na mata, enquanto a menor foi entre janela e fezes no campo sujo (Tabela 4.3).

A eficiência das armadilhas pode variar segundo a fitofisionomia. Para os escarabeídeos, a cobertura vegetal afeta as condições microclimáticas, principalmente nos trópicos (Halffter, 1991; Halffter *et al.*, 1992). No Cerrado, a maior diversidade ocorreu no campo sujo que é a área mais aberta de todas, e isto corrobora os resultados encontrados em estudos realizados em floresta e savana africana. Entretanto, a explicação para a maior diversidade na África (maior disponibilidade de alimento proporcionada por rebanhos de grandes mamíferos) não se aplica ao Cerrado, que possui uma fauna de mamíferos de pequeno porte (Marinho-Filho *et al.*, 2002).

Sempre existem dúvidas se as coletas com armadilhas são próximas da realidade e, no caso dos escarabeídeos, há discussões sobre se há maior diversidade em áreas abertas ou se ali as armadilhas são mais eficientes. A presença de mais espécies restritas na área aberta (campo sujo e cerrado) (31 espécies e 4865 indivíduos) do que na área fechada (mata de galeria) (quatro espécies e 397 indivíduos) sugere que as áreas abertas têm mais espécies do que as áreas fechadas. Esta diferença na diversidade de besouros foi refletida nas coletas das três armadilhas nas três fitofisionomias. Uma das possíveis explicações para as diferenças de diversidade entre áreas abertas e fechadas do Cerrado, pode ser o tamanho pequeno e o isolamento das matas de galeria, já que a maioria dos habitats deste bioma é de áreas abertas (Eiten, 1972). Comparando-se dados de Scarabaeidae *s. str.* entre florestas da Colômbia, Borneo e Uganda e encontrou-se menor diversidade nas últimas. Este resultado foi explicado pela pequena área das florestas e sua ocorrência em “manchas”, o que promove isolamento (Hanski, 1983; Nummelin & Hanski, 1989).

Pesquisas feitas em outros ecossistemas com técnicas similares às do presente trabalho, mostram maiores médias/armadilha/dia de besouros em mata primária (0,24 espécies e 2,41 indivíduos em carcaça e 0,42 espécies e 10,78 indivíduos em fezes; Lopes *et al.*, 1994); seguida por restinga (0,08 espécies e 4,04 indivíduos em carcaça e 0,11 espécies e 18,73 indivíduos em fezes; Louzada *et al.*, 1996); e por floresta secundária (0,001 esp. e 0,13 ind. em carcaça e 0,01 esp. e 0,33

ind. em fezes; Louzada & Lopes, 1997). No presente trabalho as maiores médias de riqueza e abundância em armadilhas de queda foram encontradas em fezes e os maiores índices de diversidade em fezes no campo sujo e cerrado *s. str.* (Tabelas 4.2 e 4.3). Os trabalhos acima citados mostraram que a armadilha de queda com isca de fezes humanas foi a mais adequada ao estudo dos escarabeídeos, independentemente do ecossistema estudado, pois em todos eles houve maior riqueza de espécies neste tipo de armadilha.

No Cerrado, a maior proporção de espécies e indivíduos foi obtida nas coletas da armadilha com fezes (77,6%) não só com grande número de espécies restritas mas, também, com muitas espécies em comum com carcaça (Tabelas 4.1 e 4.3). Esse dado corrobora o resultado de outros estudos nos quais essa isca também foi a mais atrativa (Howden & Nealis, 1975; Lopes *et al.*, 1994; Louzada *et al.*, 1996; Louzada & Lopes, 1997).

Houve associação positiva entre as médias de espécies e de indivíduos com a precipitação e com a umidade relativa, com exceção de carcaça em mata de galeria com umidade relativa. Entretanto, não houve correlação entre a diversidade e temperatura média (Tabela 4.4 e 4.5). O resultado deste trabalho, de maior frequência de espécies e indivíduos de Scarabaeidae *s. str.* no Cerrado em 1999/2000 na estação chuvosa corrobora com os que foram encontrados para outros locais do Brasil (Lopes *et al.*, 1994; Louzada & Lopes, 1997; Flechtmann *et al.*, 1995), e do mundo (Halffter & Matthews, 1966; Hanski & Cambefort, 1991).

Com base nos resultados do presente trabalho sugere-se que para um levantamento das principais espécies de Scarabaeidae *s. str.*, a armadilha de queda com fezes é a mais indicada para se efetuar coletas mais representativas da comunidade local. Além disto apresenta facilidade na obtenção da isca e possui logística mais fácil do que a de janela.

Entretanto, para se obter dados mais precisos sobre a composição de espécies da comunidade de escarabeídeos, é melhor utilizar uma combinação de métodos como, coletas manuais e armadilhas com outras iscas, já que nem todas espécies respondem a uma determinada armadilha e

muitos escarabeídeos considerados raros podem ser foréticos de alguns animais ou mimercófilos (Halffter & Matthews, 1966; Favila & Halffter, 1997).

Este trabalho é o primeiro levantamento da fauna de Scarabaeidae *s. str.* para a região do DF, contribuindo para a construção do conhecimento básico desta fauna nos Cerrados.

Alguns aspectos da fauna de Scarabaeidae *s. str.* podem ser considerados para pesquisas futuras, como o levantamento desta fauna em cada um dos diversos tipos fitofisionômicos do Cerrado, compilação de uma lista de espécies que ocorram neste bioma e elaboração de uma chave de identificação para as espécies do DF.

### **Conclusões**

1. A armadilha de queda com isca de fezes humanas é a mais eficiente para coletar as principais espécies de besouros coprófagos da família Scarabaeidae *s. str.*.

2. As maiores ocorrências de espécies e indivíduos de Scarabaeidae *s. str.* foram registradas na estação das chuvas, nas três fitofisionomias estudadas e nos três tipos de armadilha utilizados.

3. O campo sujo é a fitofisionomia do Cerrado do DF que apresenta maior número de espécies e indivíduos de Scarabaeidae *s. str.*.

**Tabela 4.1.** Número de espécies (E) e indivíduos (I) de besouros da família Scarabaeidae *s. str.* e espécies restritas (ER) coletados em armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça, em três fitofisionomias do Cerrado.

Armadilha	Campo sujo		Cerrado <i>s. str.</i>		Mata		Total		ER	
	E	I	E	I	E	I	E	I	E	I
Janela	30	211	26	241	18	132	49	584	2	34
Carcaça	33	1102	26	351	11	76	49	1529	3	32
Fezes	62	3131	46	1287	22	348	80	4766	7	192
Total	80	4444	57	1879	28	556	102	6879		

**Tabela 4.2.** Médias de indivíduos (abundância) e de espécies (riqueza) por armadilha e por dia de coleta de besouros da família Scarabaeidae *s. str.* coletados em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça bovina em três fitofisionomias do Cerrado <sup>(1)</sup>.

Mês/ano	Campo sujo			Cerrado <i>s. str.</i>			Mata de galeria		
	J	C	F	J	C	F	J	C	F
Espécies									
10/1999	8,5	3,6	8,2	10,5	3,4	6,8	6	1,8	2,6
11/1999	9,5	4	9,8	5	1,2	5,6	4	1,8	2,8
12/1999	3	3,2	7,2	5	4	4,6	3	0,4	1,2
01/2000	6	4,4	6,2	3,5	2,6	3,8	3	0,6	1,2
05/2000	0,5	0,2	0,6	-	0,2	1,4	-	-	0,6
06/2000	0,5	-	0,6	-	-	0,2	-	-	-
07/2000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
08/2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	0,19	0,08	0,16	0,16	0,07	0,12	0,11	0,03	0,06
Indivíduos									
10/1999	2,45	8,1	13,46	7,8	3,54	9,6	4,25	0,54	2,64
11/1999	3,65	5,06	19,8	1,4	0,58	7,32	1,05	0,7	3,21
12/1999	1,5	4,1	12,24	1,9	1,84	4,08	0,9	0,2	0,38
01/2000	2,85	4,76	16,84	0,95	1,04	4,52	0,4	0,08	0,56
05/2000	0,05	0,02	0,2	-	0,02	0,2	-	-	0,24
06/2000	0,05	-	0,08	-	-	0,02	-	-	-
07/2000	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02
08/2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	1,31	2,75	7,82	1,50	0,87	3,21	0,82	0,19	0,87

<sup>(1)</sup>J: armadilha de interceptação de vôo do tipo “janela”; armadilhas de queda: C: com isca de carcaça bovina, F: com isca de fezes; (-): armadilhas nas quais nenhum indivíduo foi coletado

**Tabela 4.3.** Índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e de equitabilidade ( $J'$ ) e de similaridade faunística de Morisita ( $C_\lambda$ ) obtidos com os dados de coleta de besouros da família Scarabaeidae *s. str.* em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça bovina em três fitofisionomias do Cerrado.

Armadilha	$H'$	$J'$	$C_\lambda$		
			Janela	Carcaça	Fezes
Campo Sujo					
Janela	1,079	0,731	1		
Carcaça	0,899	0,592	0,457	1	
Fezes	1,266	0,706	0,247	0,792	1
Cerrado <i>sensu stricto</i>					
Janela	0,961	0,679	1		
Carcaça	1,064	0,752	0,894	1	
Fezes	1,252	0,753	0,583	0,703	1
Mata de galeria					
Janela	0,882	0,623	1		
Carcaça	0,839	0,805	0,831	1	
Fezes	0,640	0,476	0,670	0,515	1

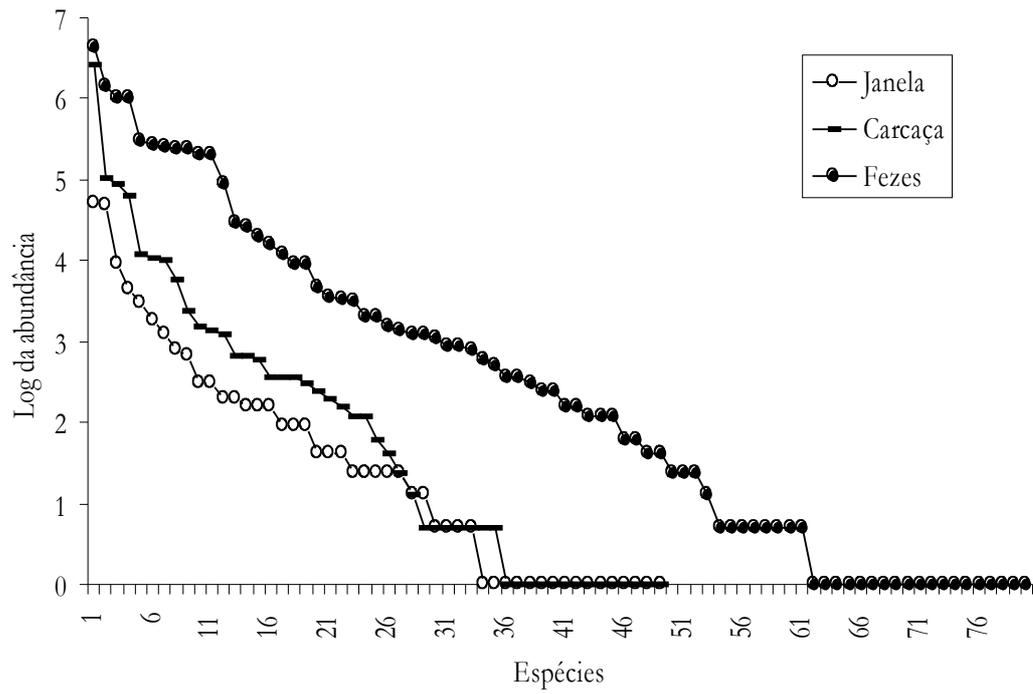
**Tabela 4.4.** Médias ( $\pm$ SE) dos valores de precipitação, temperatura média e umidade relativa referentes a 10 dias de coleta a cada mês.

Meses/ano	Precipitação (mm)	Temperatura média ( $^{\circ}$ C)	Umidade relativa (%)
10/1999	11,19 (3,72)	21,79 (0,48)	78,07 (2,91)
11/1999	8,29 (3,13)	22,14 (0,37)	79,14 (3,03)
12/1999	4,61 (2,57)	22,89 (0,37)	77,27 (2,46)
01/2000	3,10 (1,21)	22,51 (0,44)	83,10 (2,29)
05/2000	0,00	21,17 (0,39)	59,90 (1,74)
06/2000	0,00	20,88 (0,23)	55,80 (2,86)
07/2000	0,00	21,64 (0,34)	48,50 (2,29)
08/2000	1,13 (0,93)	23,24 (1,09)	49,40 (6,68)

**Tabela 4.5.** Correlação entre as médias de espécies (E) e de indivíduos (I) de besouros da família Scarabaeidae *s. str.* coletados em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela” e armadilhas de queda com iscas de fezes humanas e de carcaça e variáveis climáticas em três fitofisionomias do Cerrado<sup>(1)</sup>.

Armadilha	Precipitação (mm)		Temperatura média (°C)		Umidade relativa (%)	
	E	I	E	I	E	I
	Campo sujo					
Janela	0,9167 **	0,8452 **	0,3452 ns	0,4286 ns	0,8690 **	0,9167 **
Carcaça	0,8095 *	0,9405 **	0,4524 ns	0,2857 ns	0,9286 **	0,8452 **
Fezes	0,9405 **	0,7857 *	0,3690 ns	0,3571 ns	0,7976 *	0,9524 **
	Cerrado <i>s. str.</i>					
Janela	0,9583 **	0,9405 **	0,3750 ns	0,2857 ns	0,7560 *	0,7262 *
Carcaça	0,8452 **	0,8929 **	0,4881 ns	0,2857 ns	0,7262 *	0,7500 *
Fezes	0,9048 **	0,8810 **	0,2381 ns	0,2143 ns	0,8095 *	0,8810 **
	Mata de galeria					
Janela	0,9583 **	0,9643 **	0,3393 ns	0,2857 ns	0,8155 *	0,7738 *
Carcaça	0,8095 *	0,8810 **	0,2143 ns	0,3095 ns	0,5952 ns	0,5952 ns
Fezes	0,9524 **	0,8571 *	0,3571 ns	0,2857 ns	0,8333 *	0,9048 *

<sup>(1)</sup> Teste de correlação de Spearman ( $r_s$ ); n=8; ns: não significativo a 5% de probabilidade; \* e \*\* significativo a 5% e a 1% de probabilidade respectivamente.



**Figura 4.1:** Curva de dominância de diversidade de Scarabaeidae em armadilhas de interceptação de vôo do tipo “janela”(o), de queda com isca de carcaça (-) e com isca de fezes (●) no Cerrado de Brasília.

## CONCLUSÕES GERAIS

A composição da comunidade de Scarabaeidae mostra um padrão de grande riqueza de espécies, com muitas apresentando poucos indivíduos, semelhante ao padrão de vários grupos de insetos de outras comunidades tropicais.

A comunidade de Scarabaeidae apresenta uma variação na distribuição do número de espécies e indivíduos de coletados ao longo do ano, com maiores valores na estação das chuvas, o que comprova o fato dos ciclos de vida destes besouros serem influenciados pelos fatores climáticos, principalmente pela precipitação.

Existe maior abundância e riqueza de besouros em áreas queimadas ao contrário de estudos comparando a diversidade de Scarabaeidae áreas queimadas e não-queimadas. Nas áreas queimadas existem várias espécies que são típicas de áreas abertas, então, a maior diversidade talvez seria explicada pela modificação de habitat causada pelo fogo.

Há uma maior diversidade de Scarabaeidae no campo sujo e no cerrado *s. str.*, que são áreas abertas, que na mata de galeria, nesse caso, a diferença de diversidade poderia ser explicada pelo tamanho pequeno e isolamento deste tipo de fitofisionomia no bioma Cerrado.

Foi encontrada uma maior riqueza de espécies com dieta generalista no Cerrado, o que corrobora a hipótese de generalização de dieta dos Scarabaeidae nos trópicos.

Maior parte das espécies de escarabeídeos do Cerrado são paracoprídeas e isto pode ser explicado pela distribuição de espécies nas tribos na região neotropical, pois a maioria das espécies da tribo mais rica e abundante desta região são paracoprídeas.

A armadilha de queda com isca de fezes humanas é a mais indicada para se realizar coletas das principais espécies de Scarabaeidae representantes de um local.

O presente trabalho representa uma contribuição importante ao conhecimento dos Scarabaeidae do Cerrado, pois foi pioneiro na região do DF.

## SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS SOBRE A FAUNA DE SCARABAEIDAE *s. str.* DO CERRADO

Várias e muitas são as possibilidades para se continuar fazendo ciência:

a) Inventariar intensivamente e extensivamente com o uso de várias técnicas de coleta e comparação desta fauna nas diversas fitofisionomias do Cerrado.

b) Elaborar de uma chave de identificação para as espécies que ocorrem no DF.

c) Estudar as respostas desta família à destruição, fragmentação e isolamento do Cerrado, pois em outros ecossistemas este grupo é bastante sensível a alterações do habitat natural (Howden & Nealis 1975; Klein 1989; Nummelin & Hanski 1989; Halfpter *et al.* 1992; Estrada *et al.* 1998).

d) Estudar o período de atividade da fauna: diurno e noturno. Este tipo de separação é facilmente conseguido se a armadilha for checada e a isca for renovada ao nascer e ao pôr do Sol (Favila & Halfpter 1997).

e) Determinar do período de atratividade das diferentes iscas nas diferentes fitofisionomias do Cerrado e nas duas estações climáticas. Para a floresta amazônica a maior atratividade é por dois dias, depois disso é necessário renovar a isca de fezes humanas, para carcaça isto não ocorre (Howden & Nealis 1975).

f) Estudar sobre forrageio arbóreo no Cerrado, em fitofisionomias mais fechadas. Em florestas tropicais existem alguns Scarabaeidae *s. str.* especializados no forrageamento no dossel, pois neste tipo de vegetação é comum ocorrer a retenção de fezes de mamíferos e aves arbóreas nas folhas e galhos das árvores (Vaz-de-Mello & Louzada 1997).

E finalmente estudar sobre o comportamento e história natural de espécies de Scarabaeidae *s. str.* do Cerrado, onde resta muito a fazer.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahlgren I. F. (1974) The effect of fire on soil organisms. In: Fire and ecosystems (Eds. T. T. Kozlowski & C. E. Ahlgren). pp. 47-72. Academic Press, New York.
- Aidar T., Koller W. W., Rodrigues S. R., Corrêa A. M., Silva J. C. C., Balta O. S., Oliveira J. M. & Oliveira V. L. (2000) Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em Aquidauana, MS, Brasil. Anais da Sociedade Entomológica Brasileira. 29(4), 817-820.
- Alves S. B. (1977) Biologia e importância econômica do *Dichotomius anaglypticus* (Mannerheim, 1829) (Coleoptera, Scarabaeidae). Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- Andreazze R. (1994) Contribuição ao estudo dos escarabeídeos (Coleoptera, Scarabaeidae) em uma área de terra firme do município de Itacoatiara, Amazonas. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas. Manaus.
- Ayres M., Ayres Jr. M., Ayres D. L. & Santos A. S. (2000) BioEstat 2.0 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. pp.272. Sociedade Civil Mamirauá, Belém, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Brasília.
- Balthasar, V. (1963) Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der Palaearktischen und Orientalischen Region (Coleoptera: Lamellicornia). Vol 1-3. Verlag Tschechosl. Akad. Wissenschaft, Prague.
- Begon M., Harper J. L. & Townsend C. R. (1996) Patterns in species richness. In: Ecology: individuals, populations and communities. (eds. M. Begon, J. L. Harper & C. R. Townsend) pp.884-912. Blackwell Science.
- Bichara C. C. (1998) Métodos de coleta e influência de fatores climáticos sobre populações de coleópteros coprófagos em pastagens no município de Cruz das Almas, estado da Bahia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.
- Borror D. J. & DeLong D. M (1969) Introdução ao estudo dos insetos. Editora Edgard Blucher, São Paulo.
- Braithwaite R. W. (1996) Biodiversity and fire in the savanna landscape. In: Ecological Studies, vol. 121: Biodiversity and savanna ecosystem processes: A global perspectives (eds. O. T. Solbrig, E. Medina & J. F. Silva) pp.121-140. Springer-Verlag, Berlin.
- Camargo A. J. A. & Becker V. O. (1999) Saturniidae (Lepidoptera) from the Brazilian cerrado: composition and biogeographic relationships. Biotropica 31(4), 696-705.
- Camargo A. J. A. (1999) Estudo comparativo sobre a composição e a diversidade de lepidópteros noturnos em cinco áreas da região dos cerrados. Rev. Bras. Zool. 16 (2), 369-380.
- Campbell A. J. & Tanton M. T. (1981) Effects of fire on the invertebrate fauna of soil and litter of a eucalypt forest. In: Fire and the Australian biota (eds. A. M. Gill, R. H. Graves & I. R. Noble) pp.215-241. Australian Academy of Science, Canberra.
- Campos W. G., Pereira D. B. S. & Schoereder J. H. (2000) Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. An. Soc. Entomol. Brasil. 29(3), 381-389.
- Carvalho, A. M. C. & Bego, L. R. (1996) Studies on Apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brazil. Rev. Bras. Entomol. 40, 147-156.
- Cole M. M. (1986) The savannas woodlands, savanna grasslands and low tree and shrub savannas of Brazil. In: The savannas. Biogeography and geobotany (ed. M. M. Cole) pp.59-89. Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, London.
- Collett N. G. (1998) Effects of two short rotation prescribed fires in autumn on surface-active arthropods in dry sclerophyll eucalypt forest of west central Victoria. For. Ecol. Manage. 107, 253-273.
- Collett N. G. & Neumann F. G. (1995) Effects of two spring prescribed fires on epigeal Coleoptera in dry sclerophyll eucalypt forest in Victoria, Australia. For. Ecol. Manage. 76, 69-85.

- Coutinho L. M. (1978) Aspectos ecológicos do fogo no cerrado. I – A temperatura do solo durante as queimadas. *Revta. Brasil. Bot.* 1, 93-96.
- Coutinho L. M. (1980) As queimadas e seu papel ecológico. *Brasil florestal.* 44, 7-23.
- Coutinho L. M. (1990) Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado. In: *Ecological Studies*, vol. 8A: Fire in the tropical biota: ecosystem processes and global challenges (ed. J. G. Goldammer) pp.82-105. Springer-Verlag, Berlin.
- Coutinho L. M., Miranda H. S. & Morais H. C. (2002) O bioma do Cerrado e o fogo: I – Caracterização. Estudos avançados, coleção: Documentos, série: Ciências Ambientais. Instituto de estudos avançados da Universidade de São Paulo 20, 1-46.
- Diniz I. R. (1997) Variação na abundância de insetos no cerrado: Efeito das mudanças climáticas e do fogo. Tese de doutorado. Universidade de Brasília. Distrito Federal.
- Diniz I. R. & Kitayama K. (1994) Colony densities and preferences for nest habitats of some social wasps in Mato Grosso State, Brazil (Hymenoptera, Vespidae). *J. Hym. Res.* 3, 133-143.
- Diniz I. R. & Morais H. C. (1997) Lepidopteran cartepillar fauna of cerrado host plants. *Biodiv. Conserv.* 6, 817-836.
- Diniz I. R., Morais H. C. & Camargo A. J. A. (2001). Host plants of lepidopteran caterpillar in the cerrado of the Distrito Federal, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* 45(2), 107-122.
- Domingos D. J. (1985) Densidade e distribuição espacial de ninhos de duas espécies de *Armitermes* (Isoptera, Termitidae) em cinco formações vegetais do cerrado. *Rev. Bras. Biol.* 45, 233-240.
- Eiten G. (1972) The cerrado vegetation of Brazil. *Bot. Rev.* 38, 201-341.
- Estrada A., Coates-Estrada R., Dadda A. A. & Cammarano, P. (1998) Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. *Trop. Ecol.* 14, 577-593.
- Estrada A., Halfpeter G., Coates-Estrada R. & Meritt Jr. D. (1983) Dung beetles attracted to mammalian herbivore (*Alouatta palliata*) and omnivores (*Nasua narica*) dung in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico. *Trop. Ecol.* 9, 45-54.
- Favila M. E. & Halfpeter G. (1997) The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zool. Mex (n.s.)* 72, 1-25.
- Fernandes G. W., Araújo L. M., Carneiro M. A. A., Cornelissen T. G., Barcelos-Greco M. C., Lara A. C. R. & Ribeiro S. P. (1997) Padrões de riqueza de insetos em gradientes altitudinais na serra do cipó, Minas Gerais. In: *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado* (eds. L. L. Leite & C. H. Saito) pp.191-195. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia. Brasília.
- Flehtmann C. A. H. & Rodrigues S. R. (1995) Insetos fimícolas associados a fezes bovinas em Jaraguá do Sul/SC. 1. Besouros coprófagos (Coleoptera, Scarabaeidae). *Rev. Bras. Entomol.* 39(2), 303-309.
- Flehtmann C. A. H., Rodrigues S. R. & Couto H. T. Z. (1995a) Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul. 4. Comparação entre métodos de coleta de besouros coprófagos (Scarabaeidae). *Rev. Bras. Entomol.* 39(2), 259-276.
- Flehtmann C. A. H., Rodrigues S. R. & Seno M. C. Z. (1995b) Levantamento de insetos fimícolas em Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 39(1), 115-120.
- Fonseca G. A. B., Mittermeier R. A., Cavalcanti R. B. & Mittermeier C. G. (1999) Brazilian Cerrado. In: *Hotspots: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions* (eds. R. A. Mittermeier, N. Myers & C. G. Mittermeier) pp. 148-159. CEMEX, Conservation International.
- Freitas F. G., Gomes I. A., Ferreira R. C. & Antonello L. L. (1978) Levantamento de reconhecimento dos solos do Distrito Federal, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos, Boletim Técnico nº 53, 455 p. EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados. Rio de Janeiro.

- Friend G. (2000) Fire and biodiversity: The effects and effectiveness of fire management biodiversity series, paper n° 8. 13. Fire ecology of invertebrates-Implications for nature, conservation, fire management and future research.  
[http://www.environment.gov.au/life/general\\_info/biodiver\\_8/paper13.html](http://www.environment.gov.au/life/general_info/biodiver_8/paper13.html)
- Frost P. G. H. & Robertson F. (1987) The ecological effects of fire in savannas. In: Determinants of tropical savannas (ed. B. H. Walker) pp.93-140. I. R. L. Press Limited, Oxford.
- Gillon D. (1983) The fire problem in tropical savannas. In: Tropical savannas. (ed. D. Bourlière ). pp.617-641. Elsevier Sci. Publ. Co., New York.
- Goodland R. (1971) A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of Central Brasil. Ecology 59, 411-419.
- Halffter G. (1991) Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Fol. Ent. Mex. 82, 195-238.
- Halffter G. (1997) Subsocial behavior in Scarabaeinae beetles. In: The evolution of social behavior in Insects and Arachnids. (eds. J. C. Choe & B. J. Crespi) pp. 237-259. Cambridge University Press.
- Halffter G. & Edmonds W. D. (1982) The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) an ecological and evolutive approach. Instituto de Ecologia, México, DF.
- Halffter G. & Favila M. E. (1993) The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventoring and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. Biol. Int. 27, 15-21.
- Halffter G., Favila M. E. & Halffter V. (1992) A comparative study of the structure of the scarab guild in mexican tropical rain forests and derived ecosystems. Fol. Ent. Mex. 84, 131-156.
- Halffter G. & Matthews E. G. (1966) The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). Fol. Ent. Mex. 12/14, 1-312.
- Hanski I. (1983) Distributional ecology and abundance of dung and carrion-feeding beetles (Scarabaeidae) in tropical rain forests in Sarawak, Borneo. Acta Zool. Fenn. 167, 1-45.
- Hanski I. & Camberfort Y. (eds.) (1991) Dung beetle ecology. Princeton University Press, New Jersey.
- Hérmendez M. I. M. (2001) Morfometria de besouros escarabeídeos (Coleoptera: Scarabaeidae) de uma comunidade de Floresta Atlântica. Tese de doutorado, Unesp, Rio Claro, SP.
- Hertel F. & Colli G. R. (1998) The use of leaf cutter ants, *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae), as a substrate for oviposition by dung beetle *Canthon virens* Mannerheim (Coleoptera: Scarabaeidae) in Central Brazil. Coleopt. Bull. 52(2), 105-108.
- Hill C. J. (1993) The species composition and seasonality of an assemblage of tropical australian dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Aust. Entomologist 20(4), 121-126.
- Hoffmann W. A. (1996) The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. J. Ecol. 84, 383-393.
- Howden H. F. & Nealis V. G. (1975) Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). Biotropica 7, 77-83.
- Hughes R. G. (1996) Theories and models of species abundances. Am. Nat. 128, 879-899.
- Janzen D. H. (1983) Seasonal change in abundance of large nocturnal dung beetles (Scarabaeidae) in a Costa Rican deciduous forest and adjacent horse pasture. Oikos 41, 274-283.
- Klein B. C. (1989) Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. Ecology 70(6), 1715-1725.
- Koller W. W., Gomes A., Flechtmann C. A. H., Rodrigues S. R., Bianchin I. & Honer M. R. (1997) Ocorrência e sazonalidade de besouros copro/necrófagos (Coleoptera; Scarabaeidae), em massas fecais de bovino, na região de cerrados do Mato Grosso do Sul. Pesquisa em Andamento EMBRAPA/CNPQC 48, 1-5.
- Koller W. W., Gomes R., Rodrigues S. R. & Alves R. G. O. (1999) Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em Campo Grande, MS, Brasil. An. Soc. Entomol. Brasil. 28(3), 403-412.

- Link D. (1976) Abundância relativa e fenologia de alguns Scarabaeoidea fototáticos, na zona de campos de Santa Maria (Coleoptera). Dissertação de Doutorado. UFPR. Curitiba.
- Lobo J. M. & Morón M. (1993) La modificación de las comunidades de coleópteros Melolonthidae y Scarabaeidae em dos áreas protegidas mexicanas tras dos décadas de estudios faunísticos. G. It. Ent. 6, 391-406.
- Lopes J., Conchon I., Yuzawa S. K. & Kurnlein R. R. C. (1994) Entomofauna do Parque Estadual Mata dos Godoy: II Scarabaeidae (Coleoptera) coletados em armadilhas de solo. Semina 15(2), 121-127.
- Louzada J. N. C. (1995) A comunidade de Scarabaeidae *s. str.* (Insecta, Coleoptera) em fragmentos de Floresta Atlântica. Tese de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais.
- Louzada J. N. C. & Lopes F. S. (1997) A comunidade de Scarabaeidae copro-necrófagos (Coleoptera) de um fragmento de Mata Atlântica. Rev. Bras. Entomol. 41 (1), 117-121.
- Louzada J. N. C., Schiffler G., Louzada L. A. O. & Vaz-de-Mello F. Z. (2001) Efeito da degradação e substituição da vegetação de restinga sobre a comunidade de Scarabaeidae *s. str.* no litoral sudeste do Brasil. In: Anais do X Congresso da Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras: APG/UFLA, ENT 004. pp.1-10.
- Louzada J. N. C., Shiffler G. & Vaz-de-Mello F. Z. (1996) Efeitos do fogo sobre a composição e estrutura da comunidade de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) da restinga da ilha de Guriri, Norte do Espírito Santo. In: Impactos de queimadas em áreas de cerrado e restinga. (eds. H. S. Miranda, C. H. Saito, & B. F. S. Dias) pp. 161-169. Editora UnB, Brasília.
- Louzada J. N. C. & Vaz-de-Mello F. Z. (1997) Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeoidea) atraídos por ovos em decomposição em Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Caldasia 19(3), 521-522.
- Luederwaldt G. (1911) Os insetos necrófagos paulistas. Rev. Mus. Paul. 8, 414-433.
- Marinho-Filho J. S., Rodrigues F. H. G. & Juarez K. M. (2002) The cerrado mammals: diversity, ecology and natural history. In: The Cerrado of Brazil: Ecology and Natural history of a Neotropical Savanna (eds. P. S. Oliveira, R. J. Marquis) pp. 266-284. Columbia Univ. Press.
- Martinez I. & Montes de Oca T. (1994) Observaciones sobre algunos factores microambientales y el ciclo biologico de dos especies de escarabajos rodadores (Coleoptera, Scarabaeidae, *Canthon*). Fol. Ent. Mex. 91, 47-59.
- Martinez M. I., Vázquez A. A. (1995) Influencia de algunos factores ambientales sobre la reproduccion em *Canthon cyanellus cyanellus* Leconte (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabeinae). Elytron 9, 5-13.
- Martín-Piera F. & Lobo J. M. (1993) Altitudinal distribution of copro-necrophage Scarabaeoidea (Coleoptera) in Vera Cruz, México. Coleopt. Bull. 47(4), 321-324.
- Martins C. F. (1994) Comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do estado da Bahia, Brasil. Rev. Nordestina Biol. 9, 225-257.
- McCullough D. G., Werner R. A. & Neumann D. (1998) Fire and insects in northern and boreal forest ecosystems of north america. Annu. Rev. Entomol. 43, 107-127.
- Milhomem M. S., Morais H. C., Diniz I. R. & Hay J. D. (1997) Espécies de lagartas em plantas *Erythroxylum* spp. (Erythroxylaceae) em um cerrado de Brasília. In: Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado (eds. L. L. Leite & C. H. Saito) pp.107-111. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia. Brasília.
- Miranda A. C., Miranda H. S., Dias I. F. O. & Dias B. F. S. (1993) Soil and air temperatures during prescribed cerrado fires in Central Brazil. Trop. Ecol. 9, 313-320.
- Miranda H. S. (2002) Projetos de longa duração da RECOR/IBGE: Projeto fogo. [www.recor.org.br/ciencia/longa.html#1](http://www.recor.org.br/ciencia/longa.html#1).
- Monteresino E., Martinez A. & Zunino M. (1996) Los Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) de la provincia de Cordoba, Argentina. In: Biodiversidad de la Provincia de Córdoba. Fauna (eds. I. E. di Tada y E. H. Burcher) pp.101-117. U. N. C. R., Córdoba.
- Montreuil O. (1998) Phylogenetic analysis and paraphyly of Coprini and Dichotomiini (Coleoptera: Scarabaeidae). Biogeographic scenario. Ann. Soc. Entomol. France. 34(2), 135-148.

- Morais H. C. & Benson W. W. (1988) Recolonização de vegetação de cerrado após queimada, por formigas arborícolas. *Rev. Brasil. Biol.* 48(3), 459-466.
- Morais H. C., Diniz I. R. & Silva D. M. S. (1999) Caterpillar seasonality in a central Brazilian cerrado. *Rev. Biol. Trop.* 47(4), 1025-1033.
- Moreno A. M., Olvera S. C. Y Ramírez J. R. P. (1998) Analisis de la comunidad de Coleoptera necrófilos de “Las Escolleras”, Alvarado, Veracruz, Mexico. *Dugesiana* 5(1), 23-40.
- Negret H. C. & Redford K. (1982) The biology of nine termite species (Isoptera: Termitidae) from cerrado of central Brazil. *Psyche (Camb.)* 89, 81-106.
- Nummelin M. & Hanski I. (1989) Dung beetles of the Kibale forest, Uganda: comparison between virgin and managed forests. *Trop. Ecol.* 5, 349-352.
- Odum E. P. (1983) *Ecologia*. Editora Guanabara. Rio de Janeiro.
- Oliveira, P. S. & Pie, M. R. (1998) Interaction between ants and plants bearing extrafloral nectaries in cerrado vegetation. *An. Soc. Entomol. Bras.* 27(2), 161-176.
- Oliver I., Nally R. M. & York A. (2000) Identifying performance indicator of the effects of forest management on ground-active arthropod biodiversity using canonical correspondence analysis. *For. Ecol. Manage.* 139, 21-40.
- Panzer R. & Schwartz M. (2000) Effects of management burning on prairie insect species richness within a system of small, highly fragmented reserves. *Biol. Conserv.* 96, 363-369.
- Paquin P. & Coderre D. (1997) Deforestation and fire impact on edaphic insect larvae and other macroarthrops. *Environm. Entomol.* 26(1), 21-30.
- Pinheiro C. E. G. & Ortiz J. V. C. (1992) Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. *Biogeogr.* 19, 505-511.
- Pinheiro F., Diniz I. R., Coelho D. & Bandeira M. P. S. (2002) Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Aust. Ecol.* 27, 132-136.
- Pinheiro F., Diniz I. R. & Kitayama K. (1998) Comunidade local de Coleoptera em cerrado: diversidade de espécies e tamanho de corpo. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 27(4), 543-550.
- Pinheiro F., Morais H. C. & Diniz I. R. (1997) Composição de herbívoros em plantas hospedeiras com látex: Lepidoptera em *Kielmeyera* spp. (Guttiferae). In: *Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado* (eds. L. L. Leite & C. H. Saito) pp.101-106. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia. Brasília.
- Prada M. (2001) Effects of fire on the abundance of large mammalian herbivores in Mato Grosso, Brazil. *Mammalia* 65(1), 55-62.
- Prada M., Marini-Filho O. J. & Price P. W. (1995) Insects in flower heads of *Aspilia foliacea* (Asteraceae) after a fire in a central Brazilian savanna: evidence for the plant vigor hypothesis. *Biotropica* 27(4), 513-518.
- Price P. W., Diniz I. R., Morais H. C. & Marques E. S. A. (1995) The abundance of insect herbivore species in the tropics: The local richness of rare species. *Biotropica* 27(4), 468-478.
- Ratter J. A. & Dargie T. (1992) An analysis of the floristic composition of 26 areas in Brazil. *J. Bot.* 49, 235-250.
- Raw A. (1996) Estimativa preliminar do número de térmitas nos cerrados. In: *VIII Simpósio sobre o cerrado* (eds R. C. Pereira & L. C. B. Nasser). pp. 165-168. EMBRAPA/CPAC – DF.
- Ribeiro S. P., Domingos D. J., França R. C. & Gontijo T. A. (1992) Densidade e composição da fauna de invertebrados de solo de cerrado no estado de Minas Gerais. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 21(1), 203-214.
- Rivera-Cervantes L. E. & García-Real E. (1998) Analisis preliminar sobre la composición de los escarabajos necrófilos (Coleoptera: Silphidae y Scarabaeidae) presente en dos bosques de pino (uno dañado por fuego), en la estación científica Las Joyas, sierra de Manatlan, Jalisco, Mexico. *Dugesiana* 5(1), 11-22.
- Rodrigues S. R. & Marchini L. C. (1998) Besouros coprófagos (Coleoptera; Scarabaeidae) coletados em Piracicaba, SP. *Sci. Agric.* 55(1), 53-58.

- Salgado-Laboriau M. L., Barbieri M., Ferraz-Vicentini K. R. & Parizzi M. G. (1998) A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. *Rev. Paleobot. Palynol.* 99, 115-129.
- Santoro A. E., Lombardero M. J., Ayres M. P. & Ruel J. J. (2001) Interactions between fire and bark beetles in an old growth pine forest. *For. Ecol. Manage.* 144, 245-254.
- Shepherd V. E. & Chapman C. A. (1998) Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Trop. Ecol.* 14, 199-215.
- Silveira F. A. & Campos M. J. O. (1995) A melissofauna do Corumbatai (SP) a Paraopeba (MG) e uma análise da biogeografia das abelhas do cerrado brasileiro (Hymenoptera, Apoidea). *Revta. Bras. Entomol.* 39, 371-401.
- Silveira R. D., Anjos N., Vaz-de-Mello F. Z. & Augusti J. C. (1998) Scarabaeoidea de Muçununga – Mata Atlântica. In: *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Entomologia*, 9 a 14 de agosto de 1998, Rio de Janeiro, RJ. pp. 878.
- Smith D. R. (1981) Symphyta (Hymenoptera: Pergidae, Argidae, Tenthredinidae) collected at the Reserva Ecológica do IBGE, Brasília, DF. *Revta. Bras. Entomol.* 25, 275-288.
- Swengel A. B. (2001) A literature review of insect responses to fire, compared to other conservation managements of open habitat. *Biodivers. Conserv.* 10, 1141-1169.
- Vaz-de-Mello F. Z. (1999) Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) de um fragmento de floresta amazônica no estado do Acre, Brasil. 1. Taxocenose. *An. Soc. Entomol. Brasil.* 28(3), 447-453.
- Vaz-de-Mello F. Z. (2000) Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000* (eds. F. Martín-Piera, J. J. Morrone & A. Melic) Vol. 1 pp. 183-195. m3m: Monografías Tercer Milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza.
- Vaz-de-Mello F. Z., Lopes-Andrade C., Falqueto S. A., Louzada J. N. C., Schoereder J. H. & Lima E. R. (2000) Scarabaeidae *s. str.* (Coleoptera: Scarabaeoidea) from Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. In: *Abstract Book I – XXI International Congress of Entomology, Brazil, August 20-26, 2000.* pp. 92.
- Vaz-de-Mello F. Z. & Louzada J. N. C. (1997) Considerações sobre forrageio arbóreo por Scarabaeidae (Coleoptera, Scarabaeoidea), e dados sobre sua ocorrência em floresta tropical do Brasil. *Acta Zool. Mex. (n. s.)* 72, 55-61.
- Vaz-de-Mello F. Z., Louzada J. N. C. & Reis S. (2001) Levantamento preliminar das espécies de Scarabaeidae (Insecta: Coleoptera) fímícolas das pastagens da região de Lavras. In: *Anais do X Congresso da Pós-Graduação da Universidade Federal de Lavras, ENT 008.* pp.1-7.
- Vaz-de-Mello F. Z., Louzada J. N. C. & Schoereder J. H. (1998) New data and comments on Scarabaeidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) associated with *Attini* (Hymenoptera: Formicidae). *Coleop. Bull.* 52 (3): 209-216.
- Waterhouse D. F. (1974) The biological control of dung. *Sci. Am.* 230(4), 100-109.
- Whelan R. J. (1995a) Survival of individual organism. In: *The ecology of fire* (ed. R. J. Whelan) pp.57-134. Cambridge University Press. Cambridge.
- Whelan R. J. (1995b) Approaches to populations studies. In: *The ecology of fire* (ed. R. J. Whelan) pp.135-150. Cambridge University Press. Cambridge.
- Whelan R. J. (1995c) Animal populations: soil and litter invertebrates. In: *The ecology of fire* (ed. R. J. Whelan) pp. 200-232. Cambridge University Press. Cambridge.
- Wikars L. & Schimmel J. (2001) Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests. *For. Ecol. Manage.* 141, 189-200.
- Wolda H. (1981) Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia* 50, 296-302.
- Zar J. H. (1999) *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall Edition, New Jersey.
- Zunino M. (1985) Las relaciones taxonómicas de los *Phanaeina* y sus implicaciones biogeográficas. *Folia Ent. Mex.* 64, 101-115.

## LISTA DE SCARABAEIDAE S. STR. DO DISTRITO FEDERAL

Nesta lista constam 40 espécies de Scarabaeidae coletadas no Distrito Federal (Vaz-de-Mello, 2000) e mais 48 espécies que foram incluídas pelo presente trabalho. Além disso, foi registrada a primeira ocorrência para o Brasil da espécie *Canthon deplanatum* Balthasar 1939 (Anexo 1).

A lista inclui a presença de dois gêneros em que nenhuma espécie pôde ser seguramente identificada por que estes gêneros necessitam de revisão taxonômica, e 18 espécies não identificadas por serem espécies ainda não descritas na literatura.

Todos os gêneros coletados nesta região apresentam ampla distribuição geográfica havendo registros para outros ecossistemas e países como: Argentina (Monteresino *et al.* 1996), Floresta Amazônica colombiana (Howden & Nealis 1975), Floresta Amazônica no Estado do Amazonas (Klein 1989, Andreazze 1994), Floresta Amazônica no Estado do Acre (Vaz-de-Mello 1999), Pastagem no Paraná (Link 1976), Pastagem em São Paulo (Alves 1977, Rodrigues & Marchini 1998), Mata primária no Paraná (Lopes *et al.* 1994), Pastagem no Mato Grosso do Sul (Flechtmann *et al.* 1995, Flechtmann & Rodrigues 1995, Koller *et al.* 1997, Koller *et al.* 1999, Aidar *et al.* 2000), Floresta secundária em Minas Gerais (Louzada 1995, Louzada & Vaz-de-Mello 1997, Vaz-de-Mello & Louzada 1997, Falqueto *et al.* 1998 (dados não publicados)), Restinga no Espírito Santo (Louzada *et al.* 1996; Louzada *et al.* 2001), Floresta Atlântica em Minas Gerais (Louzada & Lopes 1997), Floresta Atlântica em São Paulo (Hérendez 2001), Pastagem na Bahia (Bichara 1998) Floresta Atlântica na Bahia (Silveira *et al.* 1998), Pastagem em Minas Gerais (Vaz-de-Mello *et al.* 2001), Pantanal (Louzada *et al.* 2000 (dados não publicados)).

O acréscimo de registros novos de espécies à lista do DF, resultantes do presente estudo, destaca a contribuição deste trabalho para o conhecimento da diversidade de espécies de Scarabaeidae presentes no Cerrado e reforça a importância de se dar continuidade às pesquisas nesta área.

**Anexo 1:** Lista de Scarabaeidae do DF com o nome da espécie (ou nome do gênero), autor e ano; e a tribo a que pertence.

Legenda: Tribo: Ateuchini (A), Canthonini (Ca), Coprini (Co), Eurysternini (Eu), Onthophagini (O) e Phanaeini (Ph); n. sp.: espécie não descrita na literatura.

Espécie, Autor, ano	Tribos
<i>Agamopus unguilaris</i> (Harold 1883)	Ca
<i>Anomiopus pereirai</i> (Martínez 1955)	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 1	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 2	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 3	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 4	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 5	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 6	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 7	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 8	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 9	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 10	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 11	A
<i>Anomiopus</i> n. sp. 12	A
<i>Ateuchus striatulus</i> (Borre 1886)	A
<i>Ateuchus vividus</i> (Germar 1823)	A
<i>Canthidium barbaticum</i> Borre 1886	A
<i>Canthidium decoratum</i> (Perty 1830)	A
<i>Canthon chalybaeum</i> Blanchard 1843	Ca
<i>Canthon curvipes</i> Harold 1868	Ca
<i>Canthon deplanatum</i> Balthasar 1939	Ca
<i>Canthon laminatum</i> Balthasar 1939	Ca
<i>Canthon lituratum</i> (Germar 1824)	Ca
<i>Canthon septemaculatum septemaculatum</i> (Latreille 1807)	Ca
<i>Canthon unicolor</i> Blanchard 1843	Ca
<i>Canthon virens virens</i> (Mannerheim 1829)	Ca
<i>Coprophanaeus ensifer</i> (Germar 1824)	Ph
<i>Coprophanaeus horus</i> (Waterhouse 1891)	Ph
<i>Coprophanaeus jasius</i> (Olivier 1789)	Ph
<i>Coprophanaeus spitzzi</i> (Pessôa 1935)	Ph
<i>Cryptocanthon campbellorum</i> Howden 1973	Ca
<i>Deltochilum cupreicollis</i> Blanchard 1843	Ca
<i>Deltochilum kolbei</i> Paulian 1938	Ca
<i>Deltochilum pseudoicarus</i> Balthasar 1939	Ca
<i>Dendropaemon denticollis</i> Felsche 1909	Ph
<i>Dendropaemon viride</i> (Perty 1830)	Ph
<i>Dendropaemon viripenne</i> (Laporte 1840)	Ph
<i>Diabroctis mimas s. mimas</i> (Linnaeus 1758)	Ph
<i>Diabroctis mirabilis</i> (Harold 1877)	Ph
<i>Dichotomius bicuspidis</i> (Germar 1824)	Co
<i>Dichotomius anthrax</i> (Felsche 1901)	Co
<i>Dichotomius bos</i> (Blanchard 1843)	Co
<i>Dichotomius crinicolis</i> (Germar 1824)	Co
<i>Dichotomius depressicollis</i> (Harold 1867)	Co
<i>Dichotomius glaucus</i> (Harold 1869)	Co
<i>Dichotomius luctuosus</i> (Harold 1869)	Co
<i>Dichotomius lycas</i> (Felsche 1901)	Co
<i>Dichotomius machadoi</i> Martínez & Pereira 1967	Co
<i>Dichotomius nisus</i> (Olivier 1789)	Co

<i>Dichotomius semiaeneus</i> (Germar 1824)	Co
<i>Dichotomius sexdentatus</i> (Luederwaldt 1925)	Co
<i>Dichotomius smaragdinus</i> (Perty 1830)	Co
<i>Digitontophagus gazella</i> (Fabricius 1787)	O
<i>Deltochilum pseudoicarus</i> Balthasar, 1939	Ca
<i>Eurysternus caribaens</i> (Herbst 1789)	Eu
<i>Eurysternus hirtellus</i> Dalman 1824	Eu
<i>Isocoprís foveolata</i> (Luederwaldt 1931)	Co
<i>Malagoniella puncticollis aeneicollis</i> (Waterhouse 1890)	Ca
<i>Ontherus appendiculatus</i> (Mannerheim 1829)	Co
<i>Ontherus carinicornis</i> Luederwaldt 1931	Co
<i>Ontherus elegans</i> Luederwaldt 1930	Co
<i>Ontherus erosioides</i> Luederwaldt 1930	Co
<i>Ontherus ulcopygus</i> Génier 1996	Co
<i>Ontherus virescens</i> Lucas 1857	Co
<i>Onthophagus bucculus</i> Mannerheim 1829	O
<i>Onthophagus hircullus</i> Mannerheim 1829	O
<i>Onthophagus ranunculus</i> Arrow 1913	O
<i>Onthophagus rubescens</i> (Blanchard, 1843)	O
<i>Oxysternon palaemon</i> (Laporte 1840)	Ph
<i>Pedaridium bidens</i> Balthasar 1942	A
<i>Pedaridium cryptops</i> Arrow 1913	A
<i>Pedaridium louzadaorum</i> Vaz-de-Mello & Canhedo 1998	A
<i>Phanaeus kirbyi</i> Vigers 1825	Ph
<i>Phanaeus palaeno</i> Blanchard 1843	Ph
<i>Pseudocanthob xanthurum</i> (Blanchard 1843)	Ca
<i>Scatonomus viridis</i> Erichson 1835	A
<i>Sulcophanaeus menelas</i> (Laporte 1840)	Ph
<i>Tetramereia convexa</i> (Harold 1869)	Ph
<i>Trichillum adjunctum</i> Martínez 1967	A
<i>Trichillum externepunctatum</i> Borre 1886	A
<i>Trichillum beydeni</i> Harold 1868	A
<i>Trichillum hirsutum</i> Boucomont 1928	A
<i>Trichillum</i> n. sp. 1	A
<i>Trichillum</i> n. sp. 2	A
<i>Trichillum</i> n. sp. 4	A
<i>Trichillum</i> n. sp. 5	A
<i>Trichillum</i> n. sp. 6	A
<i>Trichillum</i> n. sp. 7	A
<hr/>	
Gêneros, Autor, ano	Tribo
<i>Canthonella</i> Chapin 1930	Ca
<i>Uroxyis</i> Westwood 1842	A

**Anexo 2:** Lista de espécies de Scarabaeidae, mostrando: tribo, número de indivíduos coletados em cada fitofisionomia, tipo de ninho e total para cada espécie.

Legenda: Tribo: Ateuchini (A), Canthonini (Ca), Coprini (Co), Eurysternini (Eu), Onthophagini (O) e Phanaeini (Ph). Ninho: Cleptoparasita obrigatório (C), Endocoprídeo (E), paracoprídeo (P), telecoprídeo (I), desconhecido (?), \*F. Z. Vaz-de-Mello, com. pessoal; n. sp. espécie não descrita na literatura.

Espécie	Tribo	Campo sujo	Cerrado s. str.	Mata	Ninho	Total
<i>Agamopus</i> prox. <i>viridis</i> Boucomont, 1928	Ca	27			C*	27
<i>Anomiopus</i> n. sp. 1	A		2		?*	2
<i>Anomiopus</i> n. sp. 2	A	3	35		?*	38
<i>Anomiopus</i> n. sp. 3	A	3	9		?*	12
<i>Anomiopus</i> n. sp. 4	A	3	1		?*	4
<i>Anomiopus</i> n. sp. 5	A	2	2		?*	4
<i>Anomiopus</i> n. sp. 6	A			4	?*	4
<i>Anomiopus</i> n. sp. 7	A	29	2	1	?*	32
<i>Anomiopus</i> n. sp. 8	A	7			?*	7
<i>Ateuchus</i> sp. 1	A			1	P	1
<i>Ateuchus</i> sp. 2	A	7	6	1	P	14
<i>Ateuchus vividus</i> (Germar, 1823)	A	5	2		P	7
<i>Canthidium barbaticum</i> (Perty, 1830)	A	426	111		P	557
<i>Canthidium decoratum</i> Borre, 1886	A	240	64		P	304
<i>Canthidium</i> prox. <i>lucidum</i> Harold, 1867	A			2	P	2
<i>Canthidium</i> sp. 2	A	5		9	P	14
<i>Canthidium</i> sp. 3	A	196	241		P	437
<i>Canthidium</i> sp. 4	A	1			P	1
<i>Canthidium</i> sp. 6	A	23	73		P	96
<i>Canthidium</i> sp. 7	A	4	1		P	5
<i>Canthidium</i> sp. 8	A	19			P	19
<i>Canthidium</i> sp. 9	A	4			P	4
<i>Canthidium</i> sp. 10	A	1	1		P	2
<i>Canthidium</i> sp. 11	A	2	5		P	7
<i>Canthidium</i> sp. 12	A			2	P	2
<i>Canthidium</i> sp. 13	A	1			P	1
<i>Canthidium</i> sp. 14	A	2			P	2
<i>Canthidium</i> sp. 15	A		5		P	5
<i>Canthidium</i> sp. 16	A	17			P	17
<i>Canthon chalybaeum</i> Blanchard, 1843	Ca		1		T	1
<i>Canthon curvipes</i> Harold, 1868	Ca	1			T	1
<i>Canthon deplanatum</i> Balthasar, 1939	Ca	8			T	8
<i>Canthon laminatum</i> Balthasar, 1939	Ca		1		T	1
<i>Canthon lituratum</i> (Germar, 1824)	Ca	28	8		T	36
<i>Canthon</i> sp. 1	Ca	1166	322		T	1488
<i>Canthon</i> sp. 2	Ca	75	3		T	78
<i>Canthon</i> sp. 3	Ca	3	1		T	4
<i>Canthon</i> sp. 4	Ca	46	6		T	52
<i>Canthon</i> sp. 5	Ca	38			T	38
<i>Canthon</i> sp. 6	Ca	1			T	1
<i>Canthon</i> sp. 7	Ca	2			T	2
<i>Canthon</i> sp. 8	Ca	1			T	1
<i>Canthon</i> sp. 9	Ca	1			T	1
<i>Canthon</i> sp. 10	Ca	17			T	17
<i>Canthon</i> sp. 11	Ca	1			T	1
<i>Canthon unicolor</i> Blanchard, 1843	Ca	204	52		T	256

Continuação

Espécie	Tribo	Campo sujo	Cerrado s. str.	Mata de galeria	Ninho	Total
<i>Canthon virens</i> (Mannerheim, 1829)	Ca	44	13		T	57
<i>Canthonella</i> sp.	Ca	405	155		?*	560
<i>Coprophanaeus ensifer</i> (Germar, 1824)	Ph	12	3		P	15
<i>Coprophanaeus borus</i> (Waterhouse, 1891)	Ph	45	34		P	79
<i>Coprophanaeus jasius</i> (Olivier, 1789)	Ph			1	P	1
<i>Coprophanaeus spitzzi</i> (Pessôa, 1935)	Ph	305	82		P	387
<i>Deltochilum</i> prox. <i>morbillosum</i> Burmeister, 1848	Ca			51	T	51
<i>Deltochilum</i> sp. 2	Ca	64	123	5	T	192
<i>Deltochilum</i> sp. 3	Ca			8	T	8
<i>Dendropaemon</i> sp.	Ph			1	?*	1
<i>Diabroctis mirabilis</i> (Harold, 1877)	Ph		1		P	1
<i>Dichotomius anthrax</i> (Felsche, 1901)	Co		1		P	1
<i>Dichotomius bos</i> (Blanchard, 1843)	Co	2			P	2
<i>Dichotomius crinicollis</i> (Germar, 1824)	Co			1	P	1
<i>Dichotomius depressicollis</i> (Harold, 1867)	Co			27	P	27
<i>Dichotomius glaucus</i> (Harold, 1869)	Co	20	1	1	P	22
<i>Dichotomius lycas</i> (Felsche, 1901)	Co	7	1		P	8
<i>Dichotomius machadoi</i> Martinez & Pereira, 1967	Co			290	P	290
<i>Dichotomius nisus</i> (Olivier, 1789)	Co	7			P	7
<i>Dichotomius</i> prox. <i>ascanius</i> (Harold, 1869)	Co	1	10	18	P	29
<i>Dichotomius</i> prox. <i>bicuspis</i> (Germar, 1824)	Co	3	5	42	P	50
<i>Dichotomius</i> prox. <i>luctuosus</i> (Harold, 1869)	Co		6	12	P	18
<i>Dichotomius</i> sp. 4	Co		7	31	P	38
<i>Dichotomius</i> sp. 5	Co		2		P	2
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	Eu			29	E	29
<i>Eurysternus</i> prox. <i>hirtellus</i> Dalman, 1824	Eu	1	12		E	13
<i>Isocopriss foveolata</i> (Luederwaldt, 1931)	Co	1			P	1
<i>Ontherus appendiculatus</i> (Mannerheim, 1829)	Co	2			P	2
<i>Ontherus ulcopygus</i> Génier, 1996	Co	22			P	22
<i>Ontherus virescens</i> (Lucas, 1857)	Co	1	4	1	P	6
<i>Onthophagus</i> próx. <i>hircullus</i> Mannerheim, 1829	O	44	39		P	83
<i>Onthophagus</i> próx. <i>ranunculus</i> Arrow, 1913	O	9	6		P	15
<i>Oxytremon palaemon</i> (Laporte, 1840)	Ph	107	142		P	249
<i>Pedaridium cryptops</i> Arrow, 1913	A	71	25	1	E*	96
<i>Pedaridium louzadaorum</i> Vaz-de-Mello & Canhedo, 1998	A		1		E*	1
<i>Pedaridium</i> sp. 1	A	1			E*	1
<i>Phanaeus kirbyi</i> Vigors, 1825	Ph	2			P	2
<i>Phanaeus palaeno</i> Blanchard, 1843	Ph	1	1		P	2
<i>Pseudocanthon xanthurum</i> (Blanchard, 1843)	Ca	35			?*	35
<i>Scatonomus viridis</i> Erichson, 1835	A	1			?*	1
<i>Sulcophanaeus menelas</i> (Laporte, 1840)	Ph	1			P	1
<i>Trichillum adjunctum</i> Martínez, 1967	A	41	13		E*	54
<i>Trichillum externepunctatum</i> Borre, 1886	A	33	2		E*	35
<i>Trichillum heydeni</i> Harold, 1868	A	4		6	E*	10
<i>Trichillum hirsutum</i> Boucomont, 1928	A	24	6	7	E*	37
<i>Trichillum</i> n. sp. 1	A	15	4		E*	19
<i>Trichillum</i> n. sp. 2	A	76	146	1	E*	223
<i>Trichillum</i> n. sp. 4	A	1	1		E*	2
<i>Trichillum</i> n. sp. 5	A	4			E*	4

Continuação

Espécie	Tribo	Campo sujo	Cerrado <i>s. str.</i>	Mata de galeria	Ninho	Total
<i>Trichillum</i> n. sp. 6	A	1			E*	1
<i>Trichillum</i> n. sp. 7	A	1			E*	1
<i>Uroxys</i> sp. 1	A	401	72	2	?*	475
<i>Uroxys</i> sp. 2	A		2		?*	2
<i>Uroxys</i> sp. 3	A	1			?*	1
<i>Uroxys</i> sp. 4	A	7	5	1	?*	13
<i>Uroxys</i> sp. 5	A	2			?*	2
Total de indivíduos		4444	1879	556		6879

**Anexo 3:** Lista de espécies de Scarabaeidae coletadas com armadilhas de queda (somente aquelas com mais de 10 indivíduos), mostrando número de indivíduos coletados (I), tipo de dieta (D) em cada fitofisionomia e total para cada espécie. Legenda: n. sp.: espécie não descrita na literatura

Espécies	Campo Sujo		Cerrado <i>s. str.</i>		Mata de galeria		Total
	I	D	I	D	I	D	
<i>Agamopus</i> prox. <i>viridis</i> Boucomont, 1928	27	C					27
<i>Canthidium barbaticum</i> (Perty, 1830)	416	G	111	G			527
<i>Canthidium decoratum</i> Borre, 1886	224	G	62	G			286
<i>Canthidium</i> sp. 3	167	G	158	G			325
<i>Canthidium</i> sp. 6	23	G	73	G			96
<i>Canthidium</i> sp. 8	19	C					19
<i>Canthidium</i> sp. 16	17	N					17
<i>Canthon lituratum</i> (Germar, 1824)	27	C					27
<i>Canthon</i> sp. 1	1105	G	274	G			1379
<i>Canthon</i> sp. 2	75	G					75
<i>Canthon</i> sp. 4	46	C					46
<i>Canthon</i> sp. 5	37	G					37
<i>Canthon</i> sp.10	17	N					17
<i>Canthon unicolor</i> Blanchard, 1843	203	G	51	G			254
<i>Canthon virens</i> (Mannerheim, 1829)	41	G	11	G			52
<i>Canthonella</i> sp.	404	G	149	G			553
<i>Coprophanaeus ensifer</i> (Germar, 1824)	12	G					12
<i>Coprophanaeus borus</i> (Waterhouse, 1891)	43	G	29	G			72
<i>Coprophanaeus spitzzi</i> (Pessôa, 1935)	289	G	72	G			361
<i>Deltochilum</i> prox. <i>morbillosum</i> Burmeister, 1848					47	G	47
<i>Deltochilum</i> sp. 2	63	G	118	G			181
<i>Dichotomius depressicollis</i> (Harold, 1869)					23	C	23
<i>Dichotomius glaucus</i> (Harold, 1869)	20	C					20
<i>Dichotomius</i> prox. <i>ascanius</i> (Harold, 1869)					14	G	14
<i>Dichotomius machadoi</i> Martinez & Pereira, 1967					237	G	237
<i>Dichotomius</i> prox. <i>bicuspis</i> (Germar, 1824)					23	G	23
<i>Dichotomius</i> sp. 4					14	G	14
<i>Eurysternus caribaens</i> (Herbst, 1789)					28	G	28
<i>Eurysternus</i> prox. <i>hirtellus</i> Dalman, 1824			12	G			12
<i>Ontherus ulcopygus</i> Génier, 1996	22	C					22
<i>Onthophagus</i> prox. <i>hircullus</i> Mannerheim, 1829	44	G	39	C			83
<i>Oxysternon palaemon</i> (Laporte, 1840)	103	G	139	G			242
<i>Pedaridium cryptops</i> Arrow, 1913	68	G	25	G			93
<i>Pseudocanthon xanthurum</i> (Blanchard, 1843)	34	G					34
<i>Trichillum externepunctatum</i> Borre, 1886	33	C					33
<i>Trichillum adjunctum</i> Martínez, 1967	41	C	13	G			54
<i>Trichillum hirsutum</i> Boucomont, 1928	23	G					23
<i>Trichillum</i> n. sp. 1	15	G					15
<i>Trichillum</i> n. sp. 2	78	G	146	G			224
<i>Uroxyys</i> sp. 1	395	G	69	G			464
Total de indivíduos	4131		1551		386		6068