



Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais  
Programa de Pós-Graduação em  
Entomologia e Conservação da Biodiversidade



Gimo Mazembe Daniel

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE BESOUROS ROLA-BOSTAS  
(INSECTA: COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA  
REGIÃO DE CHAPADA DOS GUIMARÃES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
da Grande Dourados (UFGD), como parte dos  
requisitos exigidos para obtenção do título de  
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E  
CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Área de Concentração: Conservação da  
Biodiversidade

Orientador: Prof. Dr. Fernando Zagury Vaz-de-Mello

Dourados

2014

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

D184d	Daniel, Gimo Mazembe.  Padrão de distribuição de besouros rola-bostas (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) na região de Chapada dos Guimarães. / Gimo Mazembe Daniel. – Dourados, MS: UFGD, 2014. 60f.il.  Orientador: Prof. Dr. Fernando Zagury Vaz-de-Mello Dissertação (Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados.  1. Biogeografia Histórica. 2. Besouros rola-bostas. 3. Pan-biogeografia. I. Título.  CDD – 595.76
-------	---

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central-UFGD

©Todos direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte

PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE BESOUROS ROLA-BOSTAS  
(INSECTA: COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA  
REGIÃO DE CHAPADA DOS GUIMARÃES

**Gimo Mazembe Daniel**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), como  
parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
MESTRE EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
Área de Concentração: Conservação da Biodiversidade

Prof. Dr. Fernando A. Barbosa Silva  
Membro titular-UFPA

Profa. Dra. Adelita Maria Lenzimeir  
Membro titular-UFGD

Aprovado aos, 21 de Fevereiro de 2014

Prof. Dr. Fernando Zagury Vaz-de-Mello  
UFMT

## **Agradecimentos**

Agradecimentos especiais a meus irmãos (Albino, Amélia, Fátima, João e Efraime), ao meu avô Augusto Vuja, pela criação e educação. Em seguida ao Fernando Zagury Vaz-de-Mello meu “pai” no Brasil, obrigado pelo ensinamento, encorajamento e bronca no momento que foi necessário.

Meu maior agradecimento aos demais professores da UFGD e UFMT, amigos (Flávio Cucolo, Ricardo Silva, Olívio Mutaquiha, Vasco Ernesto, Joselma Gomes, Edvin Borges, Rafael Nunes, Simoni Edna, Michelly Ferreira, Kleber Vecchi, Luís Gabriel) e todos colegas do laboratório de Scabarabeoidologia-UFMT que me ajudaram no trabalho de Campo.

Meu muito obrigado ao CNPq/MCT-MZ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Ministério de Ciência e Tecnologia de Moçambique) programa que financia a minha bolsa de estudo processo n.º. 190868/2011-2.

“...normal science and puzzle-solving...”

(Thomas Kuhn: The structure of scientific revolutions, 1962)

## **Dedicatória**

Dedico especialmente ao meu pai Daniel Dango António Muchiguere (*in memoriam* 1962-2007) e minha mãe Elisa Gavangue Augusto (*in memoriam* 1968-2010).

## **Biografia**

Gimo Mazembe Daniel, nascido aos 22/06/1987 na vila de Machanga, província de Sofala, República de Moçambique. Frequentou o ensino primário na Escola Primária de Mapangara (1994-1998), nível básico na Escola Secundária de Machanga (1999-2003), nível médio na Escola Secundária Samora Machel - Beira (2004-2005) e de 2006-2010 nível superior (Universidade Pedagógica de Moçambique).

## Sumário

Abstract-----	1
Resumo-----	2
<b>Introdução geral</b> -----	3
Referências-----	5
<b>Manuscrito I</b> -----	9
Resumo-----	10
Introdução-----	12
Materiais e Métodos-----	13
Resultados-----	16
Riqueza e abundância das espécies-----	16
Composição das spp. em quatro tipos vegetacionais-----	20
Distribuição global das spp. presentes-----	21
Discussão-----	22
Agradecimentos-----	24
Referências-----	25
<b>Manuscrito II</b> -----	31
Resumo-----	32
Introdução-----	32
Métodos-----	34
Análise do padrão de distribuição das espécies-----	36
Resultados-----	37
Traços generalizados-----	38
Discussão-----	40
Conclusão-----	42
Agradecimentos-----	42
Referências-----	43
<b>Conclusões gerais</b> -----	47

## Sumário de tabela

<b>Tabela 1:</b> <i>Checklist</i> de espécies de besouros rola-bostas da Borda entre o Escudo e Brasileiro e a Depressão do Chaco-----	16
--	----

## Sumário de figuras

Figura 1: Localização geográfica da Chapada dos Guimarães (Borda entre o Escudo Brasileiro e a Depressão do Chaco)-----	14
Figura 2: Localização geográfica da Chapada dos Guimarães (Borda entre as províncias do Pantanal e do Cerrado)-----	35
Figura 3: Representação do Padrão de distribuição dos traços generalizados em três sub-regiões (Chaquenha, Amazônica e Paranaense)-----	37
Figura 4: Traço generalizado das espécies da subfamília de Scarabaeinae, apresentando diferentes componentes bióticos registrados na borda entre as províncias do Pantanal e o Cerrado-----	39
Figura 5. Traços individuais de 54 espécies de besouros rola-bostas envolvidas nas análises panbiogeográficas-----	48



## Abstract

### **DISTRIBUTION PATTERN OF DUNG BEETLES (INSECTA: COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) IN THE REGION OF CHAPADA DOS GUIMARÃES.**

Biodiversity of a given site is a corollary of the interaction between ecological factors and evolutionary history of the site. This work was carried out in Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil, where geologically is the border among Brazilian Shield and a part of Chacoan Depression (Baixada Cuiabana), and biogeographically is the border among Pantanal and Cerrado provinces. In this thesis we aimed to determine biotic components of dung beetles; and in the second objective: we describe the species composition, and associate its respective occurrence habitats with their global distribution, and also we update species checklist of dung beetles from the region. Were collected 17635 individuals of dung beetles belonging to 98 species. Based on panbiogeographical analysis, we observed 12 biotic components, distributed in three subregions, namely: Chacoan, Amazonian and Parana. Biotic components of dung beetles include representatives from different biogeographic origins. However, the Southern Pantanal recorded dung beetle fauna which are not related to Amazonian fauna, hence, we suppose to include the South region of Pantanal to the Chaco province. Dung beetle fauna responded to the abrupt variation of altitude, as consequence, in the upland savanna formations we observed species which are predominantly distributed in the Cerrado biogeographic province, whilst in the lowland savanna formations were composed mainly by species which are commonly distributed in the provinces of Chaco or Chaco + Cerrado. Forest formations harbor species which occur frequently in the amazon sub-region.

**Keywords:** *Biogeographic Transition Zone, Geographic distribution, Habitat, Historical biogeography, Panbiogeography*

Resumo:

**PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE BESOUROS ROLA-BOSTAS (INSECTA: COLEOPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE) NA REGIÃO DE CHAPADA DOS GUIMARÃES**

A biodiversidade de um determinado local é o resultado da interação entre os fatores ecológicos e a história evolutiva do local. O presente trabalho trata da região de Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil, que em termos geológicos é uma borda entre a Baixada Cuiabana (parte da Depressão do Chaco) e o Escudo Brasileiro, e em termos biogeográficos é uma região que delimita as províncias do Pantanal e do Cerrado. Nesse trabalho tivemos dois objetivos específicos, primeiro: determinamos os componentes bióticos de besouros rola-bostas. E o segundo: descrevemos a composição das espécies e associamos aos seus respectivos *habitats* de ocorrência a sua distribuição a nível global, e também atualizamos o *checklist* das espécies da região. Foram coletados 17635 indivíduos de besouros rola-bostas pertencentes a 98 espécies. Com base na análise panbiogeográfica, observamos 12 componentes bióticos distribuídos em três sub-regiões: Chaquenha, Amazônica e Paranaense. Os componentes bióticos de besouros rola-bostas da borda entre o Pantanal e o Cerrado incluem representantes que provêm de diferentes origens biogeográficas. Contudo, a região Sul do Pantanal registrou fauna de besouros rola-bostas que não têm relação com a fauna amazônica, por isso, sugerimos a inclusão da região Sul do Pantanal na província do Chaco. Os besouros rola-bostas responderam a variação de altitude, onde as formações savânicas altas apresentaram espécies de distribuição predominantemente associada à província biogeográfica de Cerrado, enquanto as áreas savânicas baixas apresentam maioritariamente espécies de distribuição no Chaco ou Chaco + Cerrado. Por outro lado, as áreas florestais da região apresentam fauna de besouros rola-bostas predominantemente de distribuição amazônica.

Palavras-chaves: *Distribuição geográfica, Biogeografia histórica, Habitat, Panbiogeografia, Zona de Transição Biogeográfica.*

## **Introdução Geral**

A diversidade biológica não está distribuída uniformemente na Terra e esta distribuição não é ao acaso, existindo áreas de menor ou maior diversidade de espécies. Este padrão de distribuição de espécies é fortemente influenciado por fatores históricos (Halffter 1991). A terra e a biota evoluem juntamente (Croizat 1958): forma, tempo e espaço são três componentes que interatuam para que se possa compreender os padrões biogeográficos (Croizat 1976).

A origem da biogeografia tem sido atribuída a Buffon (1761), existindo dois campos diferentes de atuação: Biogeografia Histórica e Ecológica. Biogeografia Ecológica trabalha principalmente com espécies atuais tentando explicar os padrões de distribuição através das interações entre os organismos e seu ambiente físico e biótico num passado recente. Ecologistas tentam identificar aqueles processos que limitam a distribuição das populações e a manutenção da diversidade das espécies. Por outro lado, a Biogeografia Histórica tenta a reconstrução de sequência das origens, dispersão e de extinção dos táxons e também explicar como os eventos geológico-históricos tais como: separação dos continentes e glaciações no Pleistoceno teriam contribuído na distribuição da biota atualmente (de Candolle 1820; Myers & Giller 1988; Crisci 2001).

A Biogeografia Histórica está alicerçada sobre três pilares teóricos: a integração dos conhecimentos da tectônica de placa (fundamentada, sobretudo, na deriva continental de Alfred Wegener), a sistemática filogenética de Willi Hennig e o processo de vicariância de Léon Croizat. A Biogeografia Histórica foi dividida em dois campos de aplicação: Biogeografia de Dispersão e a de Vicariância. A Biogeografia de Dispersão segue as premissas de que as espécies surgiram a partir de um centro de origem, sofrendo um salto (dispersão) através das barreiras pré-existentes (Myers & Giller 1988; Crisci 2001; Morrone & Crisci 1995). Ao contrário, a Biogeografia de Vicariância está preocupada com a descoberta das semelhanças dos padrões de distribuição observados por táxons não relacionados. As hipóteses são baseadas no pressuposto de que a biota de uma área é dividida pelo aparecimento de uma barreira. A Biogeografia de Vicariância tem sido polarizada em duas abordagens de biogeografia de reconstrução: a Cladística (combinação das ideias de Croizat e Hennig) que enfatiza a busca de padrões biogeográficos congruentes usando cladogramas, desconsiderando tanto a dispersão quanto a vicariância como explicações a priori; e a Panbiogeografia.

Panbiogeografia é um método baseado em princípios de vicariância que é atribuída a fatores geológicos (Croizat 1958, 1964) e flutuações climáticas no passado, como explicação do padrão de distribuição da biota atualmente (Prance 1982; Haffer & Prance 2002). Esse método é representado pelo traço individual, que é a coordenada de localização da espécie ou táxon estudado. O traço generalizado é formado pela superposição de dois ou mais traços individuais de táxons não filogeneticamente relacionados (Craw *et al.* 1999). Esses traços equivalem a componentes bióticos que podem ser ordenados hierarquicamente em um sistema de classificação biogeográfica (Morrone 2004). Representam padrões de distribuição atuais de biotas ancestrais que foram posteriormente fragmentadas (Craw 1988, Craw *et al.* 1999), mostrando que a Terra e a sua biota evoluíram juntas (Morrone & Crisci 1995). Os traços generalizados podem ser estatisticamente significativos na conexão de histórias geológicas de áreas de distribuição e os táxons (Morrone 2004). Os nós biogeográficos são áreas onde dois ou mais traços generalizados se superpõem, indicando áreas complexas e compostas (Heads 2004, Morrone 2004). Incluem representantes de diferentes origens e, deste modo, possuem especial condição para conservação (Morrone 1999, Heads 2004).

Segundo Grehan (1989, 2001, 2011), a Panbiogeografia é um método histórico que os conservacionistas usam como ferramenta para a conservação evolutiva através de um esboço de atlas de biodiversidade, providenciando informação biogeográfica empírica sobre os indivíduos e a biota, sem aceitar unidades artificiais em forma de áreas ecológicas ou biogeográficas definidas. No Brasil este método foi aplicado para estudos de determinação de áreas prioritárias para conservação (ver Cardoso & Carvalho 2007).

Os conservacionistas associam esse método ao uso de alguns grupos de animais com potenciais características de bio-indicadores de áreas perturbadas (Cardoso & Carvalho 2007, Grehan 2001). Dentre os insetos destacam-se os besouros da subfamília Scarabaeinae como ótimos bio-indicadores (Halffter & Favila 1993, Davis *et al.* 2003, Korasaki *et al.* 2013, Nichols *et al.* 2013).

Os besouros da subfamília Scarabaeinae (Scarabaeidae: Coleoptera) são conhecidos popularmente no Brasil como rola-bostas pelo hábito característico de alocar excremento, principalmente fezes de mamíferos, em forma de bolas para serem utilizadas como ninho e alimento (Halffter & Matthews 1966). Estimam-se cerca de

6220 espécies no mundo, exceto Antártida (Schoolmasters 2013), e no Brasil registram-se cerca de 820 espécies de besouros rola-bostas (Vaz-de-Mello 2013 dados não publicados).

A região da Chapada dos Guimarães é geologicamente uma zona de transição entre a Depressão do Chaco e o Escudo Brasileiro (Ab'Sáber 1988), e em termos biogeográficos é o limite entre as províncias biogeográficas do Pantanal e do Cerrado (Morrone 2006). Há estrutura vegetal muito diversificada, e uma forte mudança de gradiente altitudinal da sua paisagem. Pouco se sabe sobre a composição das espécies de besouros rola-bostas nessa região (ver Gahan & Arrow 1903) e isto está associado à falta de informação disponível na literatura sobre distribuição dos besouros rola-bostas numa abordagem panbiogeográfica.

O objetivo geral do presente trabalho foi determinar o padrão de distribuição dos besouros rola-bostas na borda entre a Depressão do Chaco e o Escudo Brasileiro. O trabalho é apresentado em dois capítulos com a seguinte abordagem; primeiro capítulo: descrição da composição das espécies em diferentes formações vegetacionais da região, associando seu *habitat* com a sua distribuição na região Neotropical; segundo capítulo: determinação de diferentes componentes bióticos da região, tentativa de reconstrução histórica da sua origem.

## Referências

- Ab'Sáber NA. 1988. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. *Rev. Bras. Geog.* 50: 517-518
- Cardoso MCS, Carvalho CJB. 2007. Áreas de endemismo de *Gaylussacia* h.b.k., 1818 (Ericaceae, Ericales) *Arq. Mus. Nac.* 65:2, 177-185.
- Comte de Buffon, GLL. 1761. *Histoire Naturell, Generale at Particuliere*, v.9, Imprimerie Royale, París.
- Craw RC. 1988. Continuing the synthesis between Panbiogeography, Phylogenetic Systematics and Geology as illustrated by empirical studies on the biogeography of New Zealand and the Chatham Islands. *Syst. Zool.* 37(3): 291-310
- Craw RC, Grehan JR, Heads MJ. 1999. Panbiogeography: Tracking the history of life. *Oxford Biogeography series 11*, New York and Oxford. 229 p.
- Crisci JV. 2001. The voice of historical biogeography. *J. Biogeog.* 28: 157–168.
- Crisci JV, Posadas P, Katinas L, Esquivel, DRM. 1999. Estrategias evolutivas para la conservacioân de la biodiversidad en Ameârica del Sur austral. Biodiversidad Y Uso de la Tierra Conceptos Y Ejemplos de Latinoameârica (eds S.D. Matteucci, O.T. Solbrig, J. Morello and G. Halffter), pp. 175-198. Coleccioân cea no. 24, EUDEBA-UNESCO, Buenos Aires, Argentina.
- Croizat L. 1958. Panbiogeography. *Published by the author*, Caracas. 1731 p.
- Croizat L. 1964. Space, time, form: The biological synthesis. *Published by the author*, Caracas. 881 p.
- Croizat L. 1976. Biogeografía analítica y sintética (“Panbiogeografía”) de lãs Américas. *Boletin de la Academia de Ciencias Fisicas Matematicas y Naturales*, Tomo 35, 103: 890 p.

Davis ALV, van Aarde RJ, Scholtz CH, Delport JH. 2003. Convergence between dung beetle assemblages of a post-mining chronosequence and unmined dune forest. *Restor. Ecol.* 11:29–42.

de Candolle AP. 1820. Geographie botanique. *Diction. Scienc.* 18: 359-422.

Gahan CJ, Arrow GJ. 1903. List of the Coleoptera collected by Mr. A. at Chapada Mato Grosso (Percy Sladen Expedition to Central Brazil). *Proc. Zool. Soc. London*, 2: 244-258.

Grehan JH. 2011. Introdução à Pan-biogeografia: Método e Síntese, in: Biogeografia da América do Sul, Padrões e Processos, *Roca*, Rio de Janeiro, p. 66-97.

Grehan JH. 2001. Panbiogeografía y la geografía de la vida. In: Llorente J, Morrone, JJ. (Eds.). Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones. México, *Las prensas de Ciencias*, Facultad de Ciências. p. 181-195.

Grehan JR. 1989. Panbiogeography and conservation science in New Zealand. *New Zealand. J. Zool.* 16:731-748

Haffer J. Prance GT. 2002. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: Sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação da biota, São Paulo. *Est. Avanç.* 16: 46.

Halffter G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera. Scarabaeidae. Scarabaeinae). *Fol. Ent. Mex.* 82: 195-238.

Halffter G, Favila M. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biol. Inter.* 27: 15–21.

Halffter G, Matthews EG. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae). *Fol. Ent. Mex.* (12)14:1-312.

Heads M. 2004. What is node? *J. Biogeog.* 31: 1883–1891.

Korasaki V, Braga FR, Zanetti R, Moreira FMS, Vaz-de-Mello FZ, Louzada J. 2013. Conservation value of alternative land-use systems for dung beetles in Amazon: valuing traditional farming practices *Biod. Conserv.* 22: 1485–1499.

Milhomem MS, Vaz-de-Mello FZ, Diniz IR. 2003. Collection techniques of dung beetle in the Cerrado, Brazil. *Pes. Agrop. Bras.* 38: 1249–1256.

Morrone JJ. 2006. Biogeographic Areas and Transition Zones of Latin America and the Caribbean Islands based on Panbiogeographic and Cladistic Analyses of the Entomofauna *Annu. Rev. Entom.* 51: 467–94.

Morrone JJ. (2004) Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Rev. Bras. Entom.* 48: 149–162.

Morrone JJ. 1999. How can biogeography and cladistics interact for the selection of areas for biodiversity conservation? A view from Andean weevils (Coleoptera: Curculionidae). *Biogeogr.* 75: 89-96.

Morrone JJ, Crisc IJV. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26: 373-401.

Myers N, Giller PS. 1988. Process, patterns scale in biogeography, in: Analytical Biogeography: Process, pattern and Scale in biogeography, *Chapman and Hall* London, New York.Tokio. Melbourne. Madra. p.3-12

Nichols E, Uriarte MA, Bunker DE, Favila Me, Slade EM, Vulinec K, Larsen T, Vaz-de-Mello FZ, Louzada J, Naeem S, Spector S. 2013. Trait-dependent response of dung beetle populations to tropical forest conversion at local and regional scales. *Ecol.* 94: 180–189.

Prance GT. 1982. Biological Diversification in the Tropics. *Columbia University Press*, New York.

Schoolmeesters P. 2013. Scarabs: World Scarabaeidae Database (version Aug 2012). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 11th March 2013 (Roskov Y, Kunze T,



Paglinawan L, Orrell T, Nicolson D, Culham A, Bailly N, Kirk P, Bourgoin T, Baillargeon G, Hernandez F, De Wever A, eds). Digital resource at [www.catalogueoflife.org/col/](http://www.catalogueoflife.org/col/). Species 2000: Reading, UK.

## **Composição de espécies de besouros rola-bostas (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) em diferentes tipos vegetacionais na borda entre a Depressão do Chaco e o Escudo Brasileiro**

Gimo Mazembe Daniel<sup>a, e</sup>, Luís G. O. A. Nunes<sup>b</sup> & Fernando Z. Vaz-de-Mello<sup>c, d</sup>

<sup>a</sup>*Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, Itahum, Km12, 79804970, Dourados-MS, Brasil. Email: [gimodaniel@gmail.com](mailto:gimodaniel@gmail.com)*

<sup>b</sup>*Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa da Costa, 2367. Boa Esperança. Cuiabá MT 78060-900, Brasil*

<sup>c</sup>*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Systématique et Évolution, Entomologie, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 05, France. Permanent address: Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Departamento de Biologia e Zoologia. Av. Fernando Correa da Costa, 2367. Boa Esperança. Cuiabá MT 78060-900, Brasil.*

<sup>d</sup>*Fellow of the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).*

<sup>e</sup>*Correspondence author*

Submetido no periódico: *Annales de la Société Entomologique de France*

### **Resumo**

A diversidade local de um determinado local é resultado da interação dos processos de separação de nicho, bem como a história evolutiva do *habitat*. O presente estudo foi realizado na região da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil, na qual descrevemos a composição de espécies de besouros rola-bostas em diferentes formações vegetacionais na borda entre a Depressão do Chaco e Escudo Brasileiro, e associamos o habitat de ocorrência de tais espécies com a sua distribuição global, com o intuito de verificar se a referida região pode ser considerada como uma zona de transição biogeográfica, bem como atualizamos a primeira lista de espécies de besouros rola-bostas para a região publicada há mais de um século. A região amostrada apresenta altitudes variando de 200 a 790 m e um mosaico vegetacional que varia de campos limpos a florestas de galeria. Devido à complexidade das suas fitofisionomias, as áreas amostradas foram classificadas como formações savânicas ou formações florestais. Tendo em conta de que o relevo da região contém uma variação brusca de altitude, consideraram-se dois intervalos altitudinais; baixo (200 a 370 m) e alto (500 a 790 m). Foram amostrados 40 transectos no total, constituído por armadilhas do tipo *pitfall* iscadas por fezes humanas, e armadilha de interceptação por voo. Foram coletados 17635 indivíduos de besouros rola-bostas pertencentes a 98 espécies. Os besouros rola-

bostas responderam à variação de altitude, onde as áreas savânicas altas apresentaram espécies de distribuição predominantemente associada à província biogeográfica de Cerrado, enquanto que as áreas savânicas baixas apresentaram maioritariamente espécies de distribuição no Chaco ou Chaco + Cerrado. Por outro lado, as áreas florestais da região apresentam fauna de besouros rola-bostas predominantemente de distribuição amazônica. A sobreposição de vários componentes bióticos, associada aos endemismos, indica que a região constitui uma zona de transição biogeográfica para besouros rola-bostas.

Palavras-chaves: *Distribuição geográfica, Grupo Indicador, Habitat, Zona de Transição Biogeográfica.*

### **Abstract**

Species composition of dung Beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) in different vegetational types in the Brazilian Shield - Chacoan Depression border.

Biological diversity of a given site is a result of the niche separation process, and also of the evolutionary history of the site. The study was carried out in Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brazil. In this paper we describe the species composition of dung beetles in different vegetational environments in the Brazilian shield-Chacoan depression border and to associate species present in each habitat to their global distributions, in order to characterize this region as a biogeographic transition zone or no and also update the first checklist of dung beetles from this region published for over century ago. The region is characterized by altitudinal variation and its vegetational mosaic varies from grassland to gallery forest. Due their variations complexity, the sampled areas were classified as savanna or forest formations. The topography of the region contains an abrupt altitude changing, was classified both vegetation type in two altitudinal ranges, lowland (200 to 370 m) and upland (500 to 790 m). We collected 17635 individuals of dung beetles belonging to 98 species. Dung beetle fauna responded to the abrupt variation of altitude, as consequence, in the upland savanna formations we observed species which are predominantly distributed in the Cerrado biogeographic province, whilst in the lowland savanna formations were composed mainly by species which are commonly distributed in the Chaco or Chaco + Cerrado provinces. Forest formations harbor species which occur frequently in the Amazon sub-region. The

several overlapped biotic components and also associated to the local endemism records, we regarded the region as biogeographic transition zone for dung beetles.

*Keywords: Biogeographic Transition Zone, Geographical Distribution, Habitat, Indicator Group.*

## **Introdução**

A diversidade biológica de um local é o resultado do processo de separação do nicho, bem como a história evolutiva do local (Halffter 1991). O monitoramento da biodiversidade deve ser feito na base de um plano de manejo natural e a sua melhor aplicação seria na escala de paisagem, pois, é nessa escala que as atividades humanas têm lugar (Halffter 1998; Halffter et al. 2001). Nesse contexto, a diversidade biológica deve ser monitorada usando os indicadores biológicos, que podem refletir o grau de conservação da paisagem, devido a sua relação com outros elementos do ecossistema (Noss 1990). Em muitos estudos têm-se intensificado o uso de insetos para o biomonitoramento, particularmente os coleópteros (Halffter & Favila 1993; Nichols et al. 2008; Nichols et al. 2013).

Besouros rola-bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) têm sido propostos e usados largamente como um grupo de biondicadores (Hanski & Cambefort 1991, Halffter & Favila 1993; Davis et al. 2003; Korasaki et al. 2013; Nichols et al. 2013). Várias características fazem com que os besouros rola-bostas sejam considerados ótimos biondicadores (Halffter & Favila 1993; Nichols et al. 2008), na medida em que a sua comunidade é muito sensível a mudanças ambientais, tais como: variações microclimáticas, estruturas vegetacionais, características de solo e abundância de recursos alimentares (Halffter et al. 1992; Davis 1999; Estrada et al. 1999; Escobar 2000; Halffter et al. 2007; Navarrete & Halffter 2008; Korasaki et al. 2012, 2013; Nichols et al. 2013).

O padrão de distribuição dos besouros rola-bostas varia no tempo e espaço, e isso pode ser relacionado com a variação de fatores abióticos e bióticos, tais como: variação altitudinal (Davis et al. 1999; Martin-Piera & Lobo 2005; Escobar et al. 2005), características de solos (Hanski & Cambefort 1991; Lumaret & Kirk 1991; Sowig 1995), heterogeneidade do *habitat* (Lumaret & Kirk 1987; Korasaki et al. 2013), tipo de vegetação (Lumaret & Kirk 1991; Jay-Robert et al. 2008; Nichols et al. 2013), e

disponibilidade de recursos (Doube 1987; Sanchez-Piñero 1997). Além dos fatores ecológicos, fatores históricos que estariam relacionados com a formação dos biomas nos quais eles se encontram, desempenham um grande papel na compreensão do atual padrão de distribuição das espécies de besouros rola-bostas.

A borda entre a Depressão do Chaco (Baixada Cuiabana) e o Escudo Brasileiro constitui uma zona de transição entre o Cerrado e o Chaco (Ab'Sáber 1988). O Cerrado normalmente é encontrado no planalto do Brasil Central (500 m a 1200 m de altitude) e a formação do Chaco corresponde a uma planície uniforme que não passa de 250 m de altitude (Zanella 2002). Essa região de transição é um complexo de mosaico de vegetação nativa, que inclui formações savânicas (predominante) e formações florestais, constituídas por manchas de mata úmida e de mata de galeria (Oliveira-Filho & Marquis 2002).

No Brasil Central, formações savânicas abrigam 15 a 50 espécies de besouros rola-bostas por ponto (Milhomem et al. 2003). Contudo, pouco se sabe sobre a composição de espécies de besouros rola-bostas associado a formações florestais na mesma região.

Nesse manuscrito, propusemos a descrever a composição de espécies de besouros rola-bostas em diferentes formações vegetacionais na borda entre a Depressão do Chaco e o Escudo Brasileiro, e associar o habitat de ocorrência de tais espécies com a sua distribuição global, com o intuito de verificar se a referida região pode ser considerada como uma zona de transição biogeográfica, e também atualizar a primeira lista de espécies de besouros rola-bostas publicado há mais de um século por Gahan & Arrow (1903), na qual constavam 19 espécies registradas para a região de Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil.

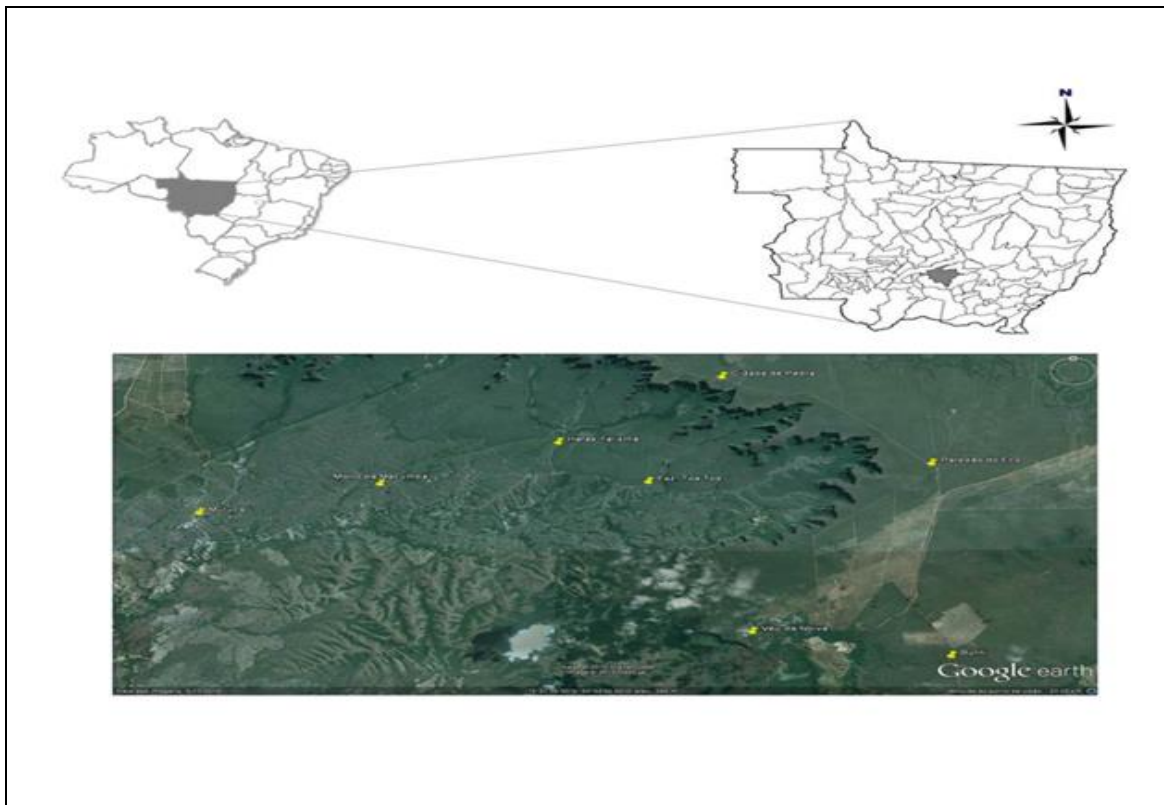
## **Materiais e Métodos**

O estudo decorreu na Chapada dos Guimarães (limite entre a Depressão do Chaco e o Escudo Brasileiro), Estado de Mato Grosso, Brasil Central (entre 15°12' S; 15°30' S e 56°45' W; 56°50' W). A região amostrada é caracterizada por uma grande variação altitudinal (200 e 790 m) e o seu mosaico varia desde pradarias até formações florestais (Oliveira-Filho & Ratter 1986). Devido a sua maior complexidade nas fitofisionomias, as áreas amostradas foram classificadas em formações savânicas (áreas abertas) e

formações florestais (áreas fechadas). A topografia da região tem uma grande mudança na altitude devido ao paredão da Chapada dos Guimarães, que separa as zonas baixas e altas da região (**ver figura 1**). Dessa forma, classificamos ambos os tipos de formações vegetacionais em dois intervalos de altitude, baixo (200 a 370 m) e alto (500 a 790 m). Não coletamos no paredão por uma questão logística, porque o local é fortemente inclinado.

A altitude foi estimada usando o GPS (global positioning system). A região recebe 1800 a 2000 mm de precipitação por ano e com uma média de temperatura anual de 22, 8 °C (Oliveira-Filho & Ratter 1995; Pinto & Oliveira-Filho 1999; Pinto & Hay 2005).

**Figura 1.** Localização geográfica da Chapada dos Guimarães (Borda entre o Escudo Brasileiro e a Depressão do Chaco).



## **Amostragem dos Besouros rola-bostas**

As coletas decorreram no período chuvoso (XII/2012-III/2013), época reconhecida como a melhor época do ano para coletar os besouros rola-bostas nos trópicos (Martínez & Vásquez 1995). As coletas tiveram a seguinte distribuição: 18 transectos em formações savânicas baixas (FSB), 10 transectos em formações savânicas altas (FSA), seis transectos em formações florestais baixas (FFB) e seis transectos em formações florestais altas (FFA). Cada transecto era constituído por 250 m de comprimento e cinco armadilhas do tipo *pitfall* a cada 50 m (40 transectos x cinco pontos de amostragem=200 *pitfalls*). Armadilhas do tipo *pitfall* foram constituídas por um recipiente plástico (19 cm de diâmetro e 11 cm de altura) contendo 150 ml de solução salina e detergente. A armadilha tinha um arame na base para acomodar o copinho de café (4 cm de diâmetro e 4 cm de altura) que continha 20 g de fezes humanas usadas como isca. Para proteger da chuva e do sol, foi usado como cobertura um prato descartável (20 cm de diâmetro) sustentado por um tripé de madeira. As armadilhas iscadas foram deixadas 48 horas no campo. No meio de cada transecto foi montada uma armadilha de interceptação por voo (FIT), que consiste numa rede plástica verde (50 cm de altura e 2 m de comprimento) estendida na vertical, com recipientes por baixo que continham solução salina e detergente, o mesmo foi deixado por sete dias em campo. Espécimes encontrados andando em redor dos transectos foram coletados manualmente.

O material coletado foi transportado para o laboratório de Scarabaeoidologia para a triagem e depois colocado em mantas entomológicas com seus respectivos dados de procedência.

## **Identificação dos besouros rola-bostas**

No nível genérico foi usada a chave de identificação de Vaz-de-Mello *et al.* (2011). Para o nível de espécies, as identificações foram feitas pelo segundo autor, baseada num exame prévio de espécimes tipos depositados em vários museus (The Natural History Museum, Londres, Reino Unido; Canadian Museum of Nature, Ottawa, Canada; Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, França; Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil e Seção de Entomologia da Coleção

Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil). Os espécimes coletados foram depositados na sua maioria na Seção de Entomologia da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brazil (CEMT), e a outra parte está depositada no Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN, Paris, França).

O *checklist* feito foi baseado nas nossas coletas e os registros de outras espécies que ocorrem na região de estudo encontrados nos museus acima mencionados. De acordo com o comportamento de nidificação e alimentação, classificamos as espécies em guildas funcionais: telecoprídeos, endocoprídeos e paracoprídeos (Hanski & Cambefort 1991).

## Resultados

### Riqueza e abundância de espécies

Foram capturados no total de 17635 indivíduos de besouros rola-bostas pertencentes a 98 espécies, 22 gêneros e seis tribos (**ver Tabela 1**): Ateuchini (18 espécies, sete gêneros), Coprini (31 espécies, quatro gêneros), Deltochilini (25 espécies, três gêneros), Oniticellini (três espécies, um gênero), Onthophagini (três espécies, dois gêneros), Phanaeini (18 espécies, sete gêneros).

**Tabela 1:** *Checklist* de espécies de besouros rola-bostas da borda entre o Escudo e Brasileiro e a Depressão do Chaco: tribos, respectivas guildas funcionais baseado em comportamentos de alimentação e nidificação, sua relação com os ambientes que frequentemente ocorrem. **FSA** = Formações Savânicas Altas, **FSB**= Formações Savânicas Baixas, **FFA**= Formações Florestais Abertas, **FFB** = Formações Florestais Baixas.

Espécies	Habitats				Guildas funcionais
	FSA	FSB	FFA	FFB	
<b>Ateuchini</b>					
<i>Ateuchus</i> aff. <i>histrion</i> (Balthasar, 1939)	X				Paracoprídeo
<i>Ateuchus</i> aff. <i>latus</i> (Boucomont, 1928)		X			Paracoprídeo
<i>Ateuchus</i> aff. <i>ovale</i> (Boucomont, 1928)			X		Paracoprídeo
<i>Ateuchus</i> sp.1	X	X			Paracoprídeo
<i>Ateuchus</i> sp.2			X		Paracoprídeo
<i>Ateuchus striatulus</i> (Preudhomme de Borre, 1886)			X		Paracoprídeo
<i>Besourenge amarillai</i> (Aguilar-Julio, 2001)	X				Endocoprídeo



Espécies	Habitats				Guildas funcionais
	FSA	FSB	FFA	FFB	
<i>Besourengea</i> sp.		X			Endocoprídeo
<i>Deltorhinum armatum</i> Génier, 2010			X	X	Desconhecido
<i>Generidium bidens</i> (Balthasar 1938)		X			Endocoprídeo
<i>Genieridium cryptops</i> (Arrow, 1913)	X		X		Endocoprídeo
<i>Leotrichillum</i> sp.	X	X			Endocoprídeo
<i>Trichillum</i> aff. <i>pseudoarrowi</i> Vaz-de-Mello & Génier 2005	X				Endocoprídeo
<i>Trichillum adjunctum</i> Martinez, 1969	X	X			Endocoprídeo
<i>Trichillum externepunctatum</i> Preudhomme de Borre, 1880	X	X	X		Endocoprídeo
<i>Uroxys</i> sp.1	X	X	X	X	Desconhecido
<i>Uroxys</i> sp.2	X	X	X		Desconhecido
<i>Uroxys</i> sp.3		X	X	X	Desconhecido
<i>Uroxys</i> sp.4			X	X	Desconhecido
<b>Coprini</b>					
<i>Canthidium</i> aff. <i>barbacenicum</i> Preudhomme de Borre, 1886	X	X	X	X	Paracoprídeo
<i>Canthidium viride</i> (Lucas 1859)	X				Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> aff. <i>decoratum</i> (Perty, 1830)	X		X		Paracoprídeo
<i>Canthidium multipunctatum</i> Balthasar, 1939	X	X			Paracoprídeo
<i>Canthidium kelleri</i> (Martinez, Halfter & Pereira, 1964)			X		Paracoprídeo
<i>Canthidium sladeni</i> Arrow 1903	X		X		Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> sp.1	X				Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> sp.2		X	X		Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> sp.3	X		X		Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> sp.4			X	X	Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> sp.5				X	Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> sp.6				X	Paracoprídeo
<i>Canthidium</i> sp.7			X		Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Luederwaldtinia</i> ) aff. <i>carbonarius</i> (Mannerheim, 1829)		X			Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> .( <i>Dichotomius</i> ) aff. <i>zikani</i> (Luederwaldt, 1922)		X	X		Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Dichotomius</i> ) <i>longiceps</i> (Taschenberg, 1870)			X	X	Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Dichotomius</i> ) <i>bos</i> (Blanchard, 1845)	X			X	Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Luederwaldtinia</i> ) <i>cuprinus</i> (Felsche, 1901)	X	X		X	Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Luederwaldtnia</i> ) <i>nisus</i> (Olivier, 1789)	X	X	X	X	Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Luederwaldtinia</i> ) <i>lycas</i> (Felsche, 1901)	X		X		Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Luederwaldtinia</i> ) <i>ingens</i> (Luderwalt,1935)	X	X			Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Selenocopris</i> ) sp.1			X		Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Selenocopris</i> ) sp.2			X		Paracoprídeo
<i>Dichotomius</i> ( <i>Selenocopris</i> ) sp.3			X		Paracoprídeo

Espécies	Habitats				Guildas funcionais
	FSA	FSB	FFA	FFB	
<i>Isocopris foveolatus</i> (Luederwaldt, 1931)		X			Paracoprídeo
<i>Isocopris hypocrita</i> (Lucas, 1859)	X		X		Paracoprídeo
<i>Ontherus (Ontherus) carinicornis</i> Luederwaldt, 1931			X		Paracoprídeo
<i>Ontherus (Ontherus) dentatus</i> Luederwaldt, 1930	X	X			Paracoprídeo
<i>Ontherus (Ontherus) appendiculatus</i> (Mannerheim, 1829)	X	X	X	X	Paracoprídeo
<i>Ontherus (Ontherus) ulcopygus</i> Génier, 1996	X	X	X	X	Paracoprídeo
<i>Ontherus (Ontherus) virescens</i> (Lucas, 1859)	X	X	X		Paracoprídeo
<b>Deltochilini</b>					
<i>Anomiopus mourai</i> Canhedo, 2006		X		X	Desconhecido
<i>Anomiopus</i> sp.1		X			Desconhecido
<i>Anomiopus</i> sp.2				X	Desconhecido
<i>Canthon curvodilatatus</i> Schmidt, 1920				X	Telecoprídeo
<i>Canthon</i> aff. <i>paraguayanus</i> Balthasar, 1939			X		Telecoprídeo
<i>Canthon daguerrei</i> Martínez, 1951		X		X	Telecoprídeo
<i>Canthon chalybaeus</i> Blanchard, 1845			X		Telecoprídeo
<i>Canthon</i> aff. <i>scrutator</i> Balthasar, 1939	X	X	X	X	Telecoprídeo
<i>Canthon</i> aff. <i>janthinus</i> Blanchard, 1845		X		X	Telecoprídeo
<i>Canthon</i> .aff. <i>unicolor</i> Blanchard, 1845				X	Telecoprídeo
<i>Canthon</i> aff. <i>virens</i> (Mannerheim, 1829)				X	Telecoprídeo
<i>Canthon apicalis</i> Lucas, 1859	X	X			Telecoprídeo
<i>Canthon fortemarginatus</i> Balthasar, 1939	X		X		Telecoprídeo
<i>Canthon histrio</i> (LePeletier de Saint-Fargeau & Audinet-Serville, 1828)	X		X	X	Telecoprídeo
<i>Canthon maldonadoi</i> Martínez 1951				X	Telecoprídeo
<i>Canthon muticus</i> Harold, 1867	X				Telecoprídeo
<i>Canthon planus</i> Lucas, 1859		X			Telecoprídeo
<i>Canthon</i> sp.	X	X		X	Telecoprídeo
<i>Deltochilum (Aganhyboma) cupreicolle</i> (Blanchard, 1845)	X	X			Telecoprídeo
<i>Deltochilum (Deltohyboma)</i> aff. <i>komareki</i> Balthasar, 1939	X	X	X	X	Telecoprídeo
<i>Deltochilum (Deltochilum) enceladus</i> Kolbe, 1893			X		Telecoprídeo
<i>Deltochilum (Deltohyboma)</i> sp.	X	X			Telecoprídeo
<i>Deltochilum (Hybomidium) pseudoicarus</i> (Balthasar, 1939)	X	X			Telecoprídeo
<i>Malagoniella aeneicollis</i> (Waterhouse, 1890)	X				Telecoprídeo
<i>Malagoniella</i> aff. <i>astyanax</i> (Oliver, 1789)		X			Telecoprídeo
<b>Onitecellini</b>					
<i>Eurysternus caribaeus</i> (Herbst, 1789)	X	X		X	Endocoprídeo
<i>Eurysternus jessopi</i> Martinez, 1988		X			Endocoprídeo

Espécies	Habitats				Guildas funcionais
	FSA	FSB	FFA	FFB	
<i>Eurysternus nigrovirens</i> Génier, 2009	X	X	X	X	Endocoprídeo
<b>Onthophagini</b>					
<i>Digitonthophagus gazella</i> (Fabricius, 1787)	X	X			Telecoprídeo
<i>Onthophagus buculus</i> Mannerheim 1829	X	X		X	Telecoprídeo
<i>Onthophagus</i> aff. <i>hirculus</i> Mannerheim, 1829		X		X	Telecoprídeo
<b>Phanaeini</b>					
<i>Dendropaemon denticollis</i> Felsche, 1909			X		Desconhecido
<i>Dendropaemon viridipennis</i> (Laporte, 1830)		X			Desconhecido
<i>Coproghanaeus</i> ( <i>Coproghanaeus</i> ) <i>telamon</i> (Erichson, 1847)			X		Paracoprídeo
<i>Coproghanaeus</i> ( <i>Megaphanaeus</i> ) <i>bonariensis</i> (Gory, 1844)		X		X	Paracoprídeo
<i>Coproghanaeus</i> ( <i>Megaphanaeus</i> ) <i>ensifer</i> (Germar, 1824)	X				Paracoprídeo
<i>Coproghanaeus</i> ( <i>Metallophanaeus</i> ) sp.	X	X			Paracoprídeo
<i>Diabroctis mimas</i> (Linnaeus, 1758)			X	X	Paracoprídeo
<i>Diabroctis mirabilis</i> (Harold, 1877)	X	X			Paracoprídeo
<i>Gromphas inermis</i> Harold, 1869		X		X	Paracoprídeo
<i>Oxysternon</i> ( <i>Oxysternon</i> ) <i>conspicillatum</i> (Weber, 1801)			X		Paracoprídeo
<i>Oxysternon</i> ( <i>Oxysternon</i> ) <i>palemo</i> Castelnau, 1840	X		X		Paracoprídeo
<i>Oxysternon</i> ( <i>Mioxysternon</i> ) <i>spiniferum curvispinum</i> d'Olsoufieff, 1924			X		Paracoprídeo
<i>Oxysternon</i> ( <i>Oxysternon</i> ) <i>silenus</i> Castelnau, 1840			X	X	Paracoprídeo
<i>Phanaeus</i> ( <i>Notiophanaeus</i> ) <i>kirbyi</i> (Vigors, 1825)	X				Paracoprídeo
<i>Phanaeus</i> ( <i>Notiophanaeus</i> ) <i>melibaeus</i> Blanchard, 1845			X	X	Paracoprídeo
<i>Phanaeus</i> ( <i>Notiophanaeus</i> ) <i>palaeno</i> Blanchard, 1845			X		Paracoprídeo
<i>Sulcophanaeus faunus</i> (Fabricius, 1775)		X	X		Paracoprídeo

Nos ambientes de formações savânicas foram capturados 44 espécies e, 4818 e 3554 indivíduos para FSA e FSB respectivamente. Em ambas as áreas de estudo a espécie mais abundante foi *Canthidium* aff. *barbacenicum* com 2679 indivíduos (32%), seguida de *Canthon apicalis* com 1346 indivíduos (16%). As espécies pouco abundantes em FSA foram representadas por um indivíduo (0,02%): *Coproghanaeus ensifer*, *Canthon histrio*, *Canthon* aff. *virens*, *Dichotomius bos*, *Phanaeus kirbyi*, *Uroxys* sp.4, *Uroxys* sp.3 e *Ontherus ulcopygus* seguida de *Besourenge amarillai*, *Canthidium* sp.4, *Dichotomius cuprinus* e *Uroxys* sp.2 representadas por dois indivíduos cada uma (0,04%), enquanto que em FSB *Canthidium* aff. *viride*, *Canthidium* sp.2, *Canthon planus*, *Deltochilum pseudoicarus*, *Dichotomius* aff. *carbonarius*, *Dichotomius bos*,

*Isocoprís hypocrita*, *Malagoniella aeneicollis* e *Ontherus ulcopygus* foram representadas por um indivíduo cada uma (0,02%), seguidas de *Coprophanæus bonariensis*, *Dichotomius cuprinus*, *Generidium cryptops*, e *Ontherus virescens* representadas por dois indivíduos para cada espécie (0,05%).

Em FFA foi observado um total de 2640 indivíduos, pertencentes a 45 espécies de besouros rola-bostas. A espécie mais abundante foi *Canthon fortemarginatus* representada por 171 indivíduos (6,4%), seguida de *Canthidium sladeni* que registrou cerca de 160 indivíduos (6,0%). Enquanto que as espécies menos abundantes foram representadas por um indivíduo (0,03%): *Ateuchus striatulus*, *Canthidium* sp.7, *Canthidium* sp.2, *Canthon* aff. *paraguayanus*, *Dichotomius* sp.1; *Deltochilum pseudoicarus*, *Generidium cryptops*, *Isocoprís hypocrita*, *Ontherus virescens* e *Trichillum externepunctatum* seguidas de *Ateuchus* aff. *latus*, *Deltochilum enceladus*, *Leotrichillum* sp., *Ontherus carinicornis* e *Sulcophanaeus faunus* representadas por dois indivíduos (0,06%) cada uma. Em FFB foram coletados cerca de 6620 indivíduos, pertencentes a 35 espécies. *Canthon histrio* foi a mais abundante, representada por 1232 indivíduos (18%), seguida por *Eurysternus nigrovirens* com 1101 indivíduos (15,1%), enquanto que, as espécies menos abundantes foram *Ateuchus* aff. *ovale*, *Ateuchus* sp.2, *Canthidium* sp.5, *Canthon* aff. *simulans*, *Canthon maldonadoi*, *Dichotomius bos*, *Leotrichillum* sp. e *Oxysternon silenus* representadas por um indivíduo (0,01%), seguidas por *Phanaeus melibæus* e *Uroxys* sp.4 com dois indivíduos cada (0,03%).

### **Composição das espécies de besouros rola-bostas entre quatro tipos vegetacionais**

As áreas de estudo foram caracterizadas por 14 espécies com ampla distribuição (ocorreram em três ou quatro ambientes vegetacionais), 49 espécies observadas em dois tipos de ambientes vegetacionais e 35 espécies foram observadas exclusivamente em um único ambiente vegetal (**ver a tabela 1**).

Em FFB registrou-se oito espécies exclusivas: *Ateuchus* sp.2, *Canthidium* sp.5, *Canthidium* sp.6, *Canthon* aff. *simulans*, *Canthon* aff. *unicolor*, *Canthon* aff. *curvodilatatus*, *Canthon maldonadoi*, e *Anomiopus* sp.2. Ao passo que em FFA foram observadas 13 espécies exclusivas: *Ateuchus striatulus*, *Canthidium* sp.7, *Canthidium kelleri*, *Coprophanæus telamon*, *Canthon chalybaeus*, *Deltochilum enceladus*, *Dendropaemon denticollis*, *Dichotomius* aff. *zikani*, *Dichotomius* sp.1, *Ontherus*

*carinicollis*, *Oxysternon conscipicillatum*, *Phanaeus melibaeus* e *Sulcophanaeus faunus*.

Nas formações savânicas foram registradas as seguintes espécies como exclusivas de FSA: *Ateuchus* aff. *histrion*, *Besourenge amarillai*, *Canthon muticus*, *Coprophanaeus ensifer*, *Phanaeus kirbyi* e *Trichillum* aff. *pseudoarrowii*. E finalmente, em FSB oito espécies exclusivas foram reportadas: *Malagoniella* aff. *astyanax*, *Ateuchus* aff. *latus*, *Besourenge* sp., *Generidium bidens*, *Isocoprís foveolatus*, *Canthon planus*, *Dendropaemon viridipennis* e *Anomiopus* sp.1.

De acordo com as nossas coletas e espécimes conhecidos em coleções, registramos três espécies que parecem ser endêmicas: *Dichotomius ingens*, espécie braquíptera (Nunes, 2012), restrita em formações savânicas; *Canthidium sladeni* exclusiva de zonas altas da região (*observações em campo*); e *Deltorhinum armatum* observada em fragmentos de mata úmida (Nunes, *comunicação pessoal*).

### **Distribuição global das espécies presentes**

Observamos algumas espécies de distribuição amazônica que foram exclusivas de matas de galerias e fragmentos de mata úmida, nomeadamente: *Sulcophanaeus faunus*, *Coprophanaeus telamon*, *Deltochillum enceladus*, *Oxysternon conscipicillatum*, *Phanaeus melibaeus*, *Oxysternon silenus*, *Oxysternon spiniferum curvispinum*, *Dichotomius longiceps* e *Diabroctis mimas* (ver Edmonds 1994, 2000; Arnaud 2002; Edmonds & Zidek 2004, 2010).

O paredão da Chapada dos Guimarães separa a fauna de besouros rola-bostas em fauna savânica alta e fauna savânica baixa. Nas formações savânicas baixas foram observadas espécies exclusivas que geralmente são predominantes na província biogeográfica do Chaco ou Chaco+Cerrado, tais como: *Canthon maldonadoi*, *Canthon planus*, *Deltochillum cupreicolle*, *Dichotomius cuprinus*, *Coprophanaeus bonariensis*, *Eurysternus jessopi*, *Gromphas inermis* e *Isocoprís foveolatus* (ver Luederwaldt 1931; Marinez 1951; Génier 2009; Edmonds & Zidek 2010; Silva 2012; Cupello & Vaz-de-Mello 2013). Por outro lado, as espécies exclusivas de zonas de formações savânicas altas são espécies frequentemente encontradas no Cerrado, tais como: *Besourenge amarillai*, *Canthon fortemarginatus*, *Dichotomius lycas*, *Generidium cryptops*,

*Isocoprís hypocríta, Phanaeus kirbyi* e *Trichillum* aff. *pseudoarrowii* (ver Balthasar 1939; Edmonds 1994; Aguilar-Julio 2001; Vaz-de-Mello & Génier 2005).

## Discussão

Besouros rola-bostas pertencentes à guildas funcionais alimentares diferentes respondem à mudança de estrutura vegetacional de maneiras diferentes, considerando que os ambientes abertos podem aumentar proporcionalmente o nível de dissecação do recurso e de bola-ninho devido a forte insolação, e isso acaba restringindo potencialmente os telecoprídeos e endocoprídeos para ambientes mais fechados (Halffter & Edmonds 1982; Hanski & Cambefort 1991). No presente trabalho, em ambos os ambientes de formações savânicas, *Canthidium* aff. *barbacenicum* foi a espécie mais abundante, a mesma pertence à guilda funcional de paracoprídeos. Nesse contexto, a competição pelo recurso associado ao comportamento de alimentação e de nidificação pode explicar a dominância dessa espécie em áreas savânicas. Enquanto que em áreas florestais (FFA e FFB) predominam *Canthon histrio* e *Canthon fortemarginatus*, respectivamente, ambas as espécies pertencem à guilda alimentar dos telecoprídeos.

Em comunidades de besouros rola-bostas a competição interespecífica é muito forte (Hanski & Cambefort 1991). A ocorrência de muitas espécies exclusivas de cada ambiente nesse estudo pode ser interpretada como uma associação de fidelidade das espécies com o biótipo específico, tal como Driscoll & Weir (2005) teriam observado em mosaicos naturais da Austrália.

A composição florística de formações florestais do limite entre a Depressão do Chaco e o Escudo Brasileiro é constituída maioritariamente por espécies da flora Amazônica (Cabrera & Willink 1973; Pinto & Oliveira-Filho 1999). Além disso, os rios que nascem nessa região (que mantêm a condição microclimática de mata úmida) fluem em direção à bacia amazônica (Oliveira-Filho & Ratter 1995; Pinto et al. 1999). Essa condição microclimática de *habitats* amazônicos garante a manutenção dos nichos que asseguram a sobrevivência da fauna amazônica em matas úmidas e de matas galerias na região. Esse padrão de distribuição dos besouros rola-bostas na região de estudo reforça a idéia da retração de matas durante os ciclos glaciais (Haffer 1982, 2008; Ab'Saber 1988), centrado nas manchas florestais isoladas da Floresta Amazônica durante o

Pleistoceno Tardio (Sanaiotti et al. 2002; Haffer 1982, 2008). A nossa hipótese de refúgios de besouros rola-bostas no limite da Depressão do Chaco e Escudo Brasileiro pode ser interpretada como um paleoambiente que sofreu um longo processo de retração e expansão de formações florestais e savânicas respectivamente durante o Quaternário.

Os componentes bióticos compartilhados em formações savânicas baixas, que provêm de duas regiões biogeográficas (Chaco ou Chaco+Cerrado), podem ser interpretados como processo histórico da formação de ambos os biomas, onde a origem dos seus componentes pode estar associada à paleoflora da diagonal de formações abertas (Zanella 2002). Atualmente a subsidência do Chaco que está associado ao intenso soerguimento dos Andes (Ab'Sáber 1988), mantém a conexão de formações savânicas do Chaco com o Cerrado.

Besouros rola-bostas responderam à variação brusca da altitude, como consequência, notamos que áreas savânicas altas têm fauna predominantemente do Cerrado, enquanto que nas formações savânicas baixas são constituídos maioritariamente por fauna de Chaco ou Chaco + Cerrado. Finalmente, observamos que as formações florestadas abrigam fauna tipicamente amazônica. Devido à sobreposição de vários componentes bióticos e associado aos endemismos registrados para a região, consideramos essa região como uma zona de transição biogeográfica para besouros rola-bostas. Uma região potencialmente rica em fauna de besouros rola-bostas, e associado ao fato de que esse grupo está muito relacionado com esterco de mamíferos e animais afins, recomenda-se que as métricas de conservação da biodiversidade da região sejam reforçadas.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao CNPq/MCT-MZ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Ministério de Ciência e Tecnologia de Moçambique) pelo financiamento da bolsa de estudo do primeiro autor (processo n.º. 190868/2011-2) e ao CNPq pelo financiamento da bolsa de pós-doutorado do segundo autor. Agradecemos ainda à rede ComCerrado (SISBIOTA – CNPq/MCT) e Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pelo suporte financeiro no trabalho de campo, bem como ao pessoal do Laboratório de Scarabaeoidologia-UFMT que ajudou no trabalho de campo e triagem do material coletado.



## Referências

- Ab'Sáber NA. 1988. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. *Rev. Bras. Geog.* 50: 517-518
- Aguilar-Julio CA. 2001. Una nueva especie de Pedaridium (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) proveniente del Parque Nacional Cerro Corá. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.* 13: 1-4
- Arnaud P. 2002. Phanaeini. Les coléoptères du monde, Vol. 28 *Hillside Books; Canterbury*. 195 p.
- Cabrera AL, Willink A. 1973. Biogeografía de America Latina. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington.
- Cupello M, Vaz-de-Mello FZ. 2013. Taxonomic revision of the South American dung beetle genus *Gromphas* Brullé, 1837 (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini: Gromphadina). *Zoot.* 3722 (4): 439–482.
- Davis ALV, van Aarde RJ, Scholtz CH, Delpont JH. 2003. Convergence between dung beetle assemblages of a post-mining chronosequence and unmined dune forest. *Restor. Ecol.* 11:29–42.
- Davis ALV, Scholtz CH, Chown SL. 1999. Species turnover, community boundaries and biogeographical composition of dung beetle assemblages across an altitudinal gradient in South Africa. *J. Biogeogr.* 26:1039-1055.
- Doube BM .1987. Spatial and temporal organisation in communities associated with dung pads and carcasses, 576 pp. In: J.H.R. Gee and P. S. Giller (eds.), *Organisation of communities: past and present*. Blackwell, London, United Kingdom.
- Driscoll DA, Weir T. 2005. Beetle response to habitat fragmentation depends on ecological traits, habitat conditions and remnant size. *Conserv. Biol.* 19: 182-194.
- Edmonds, WD. 2000. Revision of the Neotropical dung beetle genus *Sulcophanaeus* (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Fol. Heyrov. Supplem.* 6: 1-60.

Edmonds WD, Zidek J. 2010. A taxonomic review of the Neotropical genus *Coprophanæus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Ins. Mun.* 0129:1-111.

Edmonds WD. 1994. Revision of *Phanaeus* Macleay, a New World genus of scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Contributions in Science, Nat. Hist. Mus. Los Angel. Count.* 443: 1-105.

Edmonds, WD, Zídek J. 2004. Revision of the Neotropical dung beetle genus *Oxysternon* (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Phanaeini). *Fol. Heyrov. Supplem* 11: 1-58

Escobar F. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em un mosaico de habitats en al Reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zool. Mex.* (Nueva Serie) 79: 103–121.

Escobar F, Lobo JM, Halffter, G. 2005. Altitudinal variation of dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes, *Glob. Ecol. Biogeogr.* 14 327–337.

Estrada A, Anzures DA, Coates-Estrada R. 1999. Tropical rain forest fragmentation, howler monkeys (*Alouatta palliata*), and dung beetles at Los Tuxtlas, Mexico. *Am. J. Primatol.* 48:253–262.

Gahan CJ, Arrow GJ. 1903. List of the Coleoptera collected by Mr. A. at Chapada Mato Grosso (Percy Sladen Expedition to Central Brazil). *Proc. Zool. Soc. London*, 2: 244-258.

Geniér F. 2009. Le Genre *Eurysternus* Dalman, 1824 (Scarabaeidae: Scarabaeinae: Oniticellini), révision taxonomique et clés de détermination illustrées. Pensoft. Sofia-Moscow 451p.

Haffer J. 2008. Hypotheses to explain the origin of species in Amazonia. *Braz. J. Biol.* 68: 4, <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500003>.

Haffer J. 1982. General aspects of the refuge theory. Pp. 6-24, In G. T. Prance (ed.), *Biological Diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.

- Halffter G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera. Scarabaeidae. Scarabaeinae). *Fol. Entomol. Mex.* 82: 195-238.
- Halffter G, Edmonds WD. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): an ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología, México, DF. *UNESCO*.
- Halffter G, Pineda E, Arellano L, Escobar F. 2007. Instability of coprophagous beetle assemblages (Coleoptera: Scarabaeinae) in a mountainous tropical landscape of Mexico. *Environ. Entomol.* 36:1397–1407
- Halffter G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. *Biol. Inter.* 36: 3 17.
- Halffter G, Favila M. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biol. Inter.* 27: 15–21.
- Halffter G, Moreno C, Pineda E. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en reservas de la biosfera. Manuales y Tesis. Vol. 2. CYTED. UNESCO=ORCYT, SEA, España.
- Hanski I. 1991. North temperate dung beetles, pp. 75-96. In: I. Hanski and Y. Cambefort (eds.), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Hanski I, Cambefort Y. 1991. Competition in dung beetles, 481 pp. In: Hanski I, Cambefort Y (eds.), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Jay-Robert P, Niogret J, Errouissi F, Labarussias, ME. 2008. Spatial and Temporal Variation of Mountain Dung Beetle Assemblages and Their Relationships with Environmental Factors (Aphodiinae: Geotrupinae: Scarabaeinae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 101(1): 58-69.
- Korasaki V, Braga FR, Zanetti R, Moreira FMS, Vaz-de-Mello FZ, Louzada J. 2013. Conservation value of alternative land-use systems for dung beetles in Amazon: valuing traditional farming practices *Biod. Conserv.* 22: 1485–1499.

- Korasaki V, Lopes J, Brown GG, Louzada J. 2012. Using dung beetles to evaluate the effects of urbanization on Atlantic forest biodiversity. *Insect Sci.* doi:10.1111/j.1744-7917.2012.01509.x.
- Luederwaldt H. 1931. Três espécies novas de *Pinotus*. *Rev. Mus. Paul.* 17: 353-361.
- Lumaret JP, Kirk AA. 1987. Ecology of dung beetles in the French Mediterranean region (Coleoptera, Scarabaeidae). *Acta Zool. Mex.* 24: 1-60.
- Lumaret JP, Kirk AA. 1991. South temperate dung beetles, pp. 97-115. In: I. Hanski and Y. Cambefort (eds.), *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Martinez A. 1951. Scarabaeinae nuevos o poco conocidos I, *Misión de estudios de patologia regional da Argentina*.
- Martínez IM, Vásquez AA. 1995. Influencia de algunos factores ambientales sobre la reproducción em *Canthon cyanellus cyanellus* Le Cont (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Elytr.* 9: 5–13.
- Martin-Piera F, Lobo JM. 2005. Altitudinal distribution patterns of copronecrophage beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Colombian Andes. *Glob. Ecol. Biogeog.* 327-337.
- Milhomem MS, Vaz-de-Mello FZ, Diniz IR. 2003. Collection techniques of dung beetle in the Cerrado, Brazil. *Pesq. Agropec. Bras.* 38:1249–1256.
- Morrone JJ. 2006. Biogeographic Areas and Transition Zones of Latin America and the Caribbean Islands based on Panbiogeographic and Cladistic Analyses of the Entomofauna *Annu. Rev. Entomol.* 51:467–94.
- Navarrete D, Halffter G. 2008. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, México: the effects of anthropogenic changes. *Biod. Conserv.* 17:2869–2898.
- Nichols E, Gardner T, Spector S, Bell K, Philips TK, Peres CA. 2009. Co-declines in large mammals and dung beetles: an impending ecological cascade. *Oik.* 118:481–487.

Nichols E, Spector S, Louzada J, Larsen T, Amezquita S, Favila ME. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biol. Conserv.* 141:1461–1474.

Nichols E, Uriarte MA, Bunker DE, Favila Me, Slade EM, Vulinec K, Larsen T, Vaz-de-Mello FZ, Louzada J, Naeem S, Spector S. 2013. Trait-dependent response of dung beetle populations to tropical forest conversion at local and regional scales. *Ecol.* 94:180–189.

Noss R. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: A hierarchical approach. *Conser. Biol.* 4: 355–364.

Nunes VN. 2012. Review of the Brachypterous species of the Genus *Dichotomius* HOPE (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). MSc. Thesis (Ecology and Biodiversity Conservation) Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 84 p.

Oliveira PS, Marquis RJ. 2002. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna. *Columbia University Press*, New York, New York.

Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinb. J. Bot.* 52:141-194.

Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 1986. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). *Rev. Bras. Bot.* 9: 207-223.

Pinto JRR, Hay JV. 2005. Mudanças florísticas e estruturais na comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil *Rev. Bras. Bot.* 523-539.

Pinto JRR, Oliveira-Filho AT. 1999. Perfil florístico e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasil. Bot* 22(1): 53-67.

Sanaiotti TM, Martinelli LA, Victoria RL, Trumbore SE, Camargo PB (2002) Past vegetation changes in Amazon savannas determined using carbon isotopes of soil organic matter. *Biotr.* 34:2–16.

- Sanchez-Piñero F. 1997. Analysis of spatial and seasonal variability of carrion beetle (Coleoptera) assemblages in two arid zones of Spain. *Environ. Entomol.* 26: 805-814.
- Silva FAB. 2012. Sistemática, biogeografia e comportamento em *Deltochilum* (*Aganhyboma*) (Coleoptera: Scarabaeidae). Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) Universidade Federal de Lavras, Lavras. 224 p.
- Sowig P. 1995. Habitat selection and offspring survival rate in three Paracoprideo dung beetles: influence of soil type and soil moisture. *Ecogr.* 18: 147-154.
- Vaz-de-Mello FZ, Edmonds WD, Ocampo FC Schoolmeesters P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae), *Zoot.* 2854: 1-73.
- Vaz-de-Mello FZ, Génier F. 2005. Lectotype designations, new synonymies, and new species in the genera *Trichillum* Harold and *Pedaridium* Harold (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Zoot.* 1038: 41-52.
- Zanella FCV. 2002. Systematics and biogeography of the bee genus *Caenonomada* Ashmead, 1899 (Hymenoptera: Apidae: Tapinotaspidini). *Stud. Neotrop. Faun. Environ.* 37: 249- 261.

**Componentes bióticos de besouros rola-bostas (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) no limite entre o Cerrado e Pantanal, suas implicações na regionalização do Chaco**

Gimo Mazembe Daniel<sup>1,4</sup> & Fernando Z. Vaz de Mello<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados, Itahum, Km12, 79804970, Dourados-MS, Brasil. Email: [gimodaniel@gmail.com](mailto:gimodaniel@gmail.com)*

<sup>2</sup>*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Systématique et Évolution, Entomologie, 57 rue Cuvier, F-75231 Paris cedex 05, France. Permanent address: Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Departamento de Biologia e Zoologia. Av. Fernando Correa da Costa, 2367. Boa Esperança. Cuiabá MT 78060-900, Brasil. Email: [vazdemello@gmail.com](mailto:vazdemello@gmail.com)*

<sup>3</sup>*Fellow of the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).*

<sup>4</sup>*Correspondence author*

Preparado com base nas normas da *Diversity and Distribution*

**Abstract:** Biotic components of dung beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) from border among Cerrado and Pantanal and its implications to Chaco regionalization.

Three components interact strongly to understand the distribution patterns of biota: the form, time and space. In this paper we proposed panbiogeographical approach in order to determine the distribution pattern of dung beetles from the border region among the Cerrado and Pantanal provinces and attempt to reconstruct the origin sequences of distribution pattern of such species currently in the Neotropical region. Were constructed 54 individuals tracks and 12 generalized tracks were established. Inferences based on the historical events that have happened in the past is possible to note the great role of vicariant processes and its influence on the current distribution pattern of dung beetles species from region of Pantanal-Cerrado border. The study region includes representatives from different biogeographic origins of dung beetle fauna. However, the Southern Pantanal recorded dung beetle fauna which are not related to amazonian fauna, hence we suggest to include the Southern region of Pantanal to the Chaco province.

**Keywords:** *Distribution pattern, Habitat, Historical biogeography, Panbiogeography.*

### **Resumo**

Três componentes interatuam fortemente para compreender o padrão de distribuição da biota: forma, tempo e espaço. Nesse manuscrito propusemos uma abordagem panbiogeográfica com vista à determinação do padrão de distribuição dos besouros rola-bostas na borda entre o Pantanal e o Cerrado, e tentar reconstruir as sequências da origem do padrão de distribuição de tais espécies atualmente na região Neotropical. Utilizando o método panbiogeográfico foram obtidos 54 traços individuais e 12 traços generalizados. Inferências baseadas em eventos históricos que teriam acontecido no passado permite notar o grande papel de processos de vicariância e sua influência na atual padrão de distribuição dos besouros rola-bostas na região neotropical. Os componentes bióticos de besouros rola-bostas da região entre o Pantanal e o Cerrado incluem representantes que provêm de diferentes origens biogeográficas. Contudo, a região Sul do Pantanal registrou fauna de besouros rola-bostas que não tem relação com a fauna amazônica, por isso, sugerimos a inclusão da região Sul do Pantanal na província do Chaco.

**Palavras-chaves:** *Biogeografia histórica, Habitat, Padrão de distribuição, Panbiogeografia.*



## Introdução

A biodiversidade não está distribuída de uma maneira equitativa na biosfera. Os padrões de distribuição das espécies são fortemente influenciados pelos processos históricos (Halffter, 1991). Segundo Croizat (1964, 1976), a terra e a biota evoluem juntas, de modo que existem três fatores que interagem fortemente influenciando o processo de evolução: forma, tempo e espaço. Esses fatores devem ser vistos dentro do processo de evolução da biota inteira (Croizat, 1964; 1976), permitindo compreender o processo de formação dos padrões de endemismos (Craw *et.al*, 1999), os quais representariam focos de produção da biodiversidade no passado e uma possível região de alto potencial evolutivo no futuro (Craw *et.al*, 1999; Cardoso & Carvalho, 2007).

Dois abordagens têm dominado os estudos em Biogeografia Histórica de biotas continentais. A primeira ideia está relacionada com o movimento intercontinental, dispersão seguida de radiação adaptativa em nichos não colonizados do continente a ser invadido (Darlington, 1957; Simpson, 1965; Cracraft, 1973; 1972; Mayr, 1944). A segunda ideia diz respeito ao papel desempenhado por “refúgios” na distribuição e diversificação da biota continental (Prance, 1982; Haffer, 1982; 2008). Os proponentes da teoria de refúgios se baseiam no seguinte argumento: durante as condições mais secas e frias que a terra foi submetida, a floresta úmida da Amazônia foi fragmentada e notou-se uma expansão da vegetação adaptada às temperaturas mais baixas (Haffer, 1969; Prance, 1982), e como corolário desse processo de vicariância, pode ter condicionado a especiação disjunta em fragmentos de mata úmida que continuaram presentes em áreas de alta precipitação (Haffer, 1982).

Chapada dos Guimarães é uma borda entre a depressão do Chaco (Baixada Cuiabana) e o Escudo Brasileiro (Ab’Sáber, 1988). Biogeograficamente é uma zona da borda entre as províncias do Pantanal e do Cerrado (Morrone, 2006). A região é caracterizada por uma brusca variação de altitude. Um complexo mosaico de vegetação nativa, que incluem formações savânicas em maior predominância e formações florestadas; matas úmidas e de galerias (Oliveira-Filho & Marquis, 2002). No Brasil não existe informação disponível na literatura do nosso conhecimento para melhor entender os padrões de distribuição de besouros rola-bostas numa abordagem panbiogeográfica.

Besouros rola-bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) é um grupo monofilético que se apresenta como sinapormorfias; um clipeo expandido e arredondado cobrindo as

mandíbulas e peças bucais, mandíbulas aplanadas e com pelos, com único esporão na tíbia posterior e élitro expondo o pigídio (Lawrence & Newton Jr, 1982).

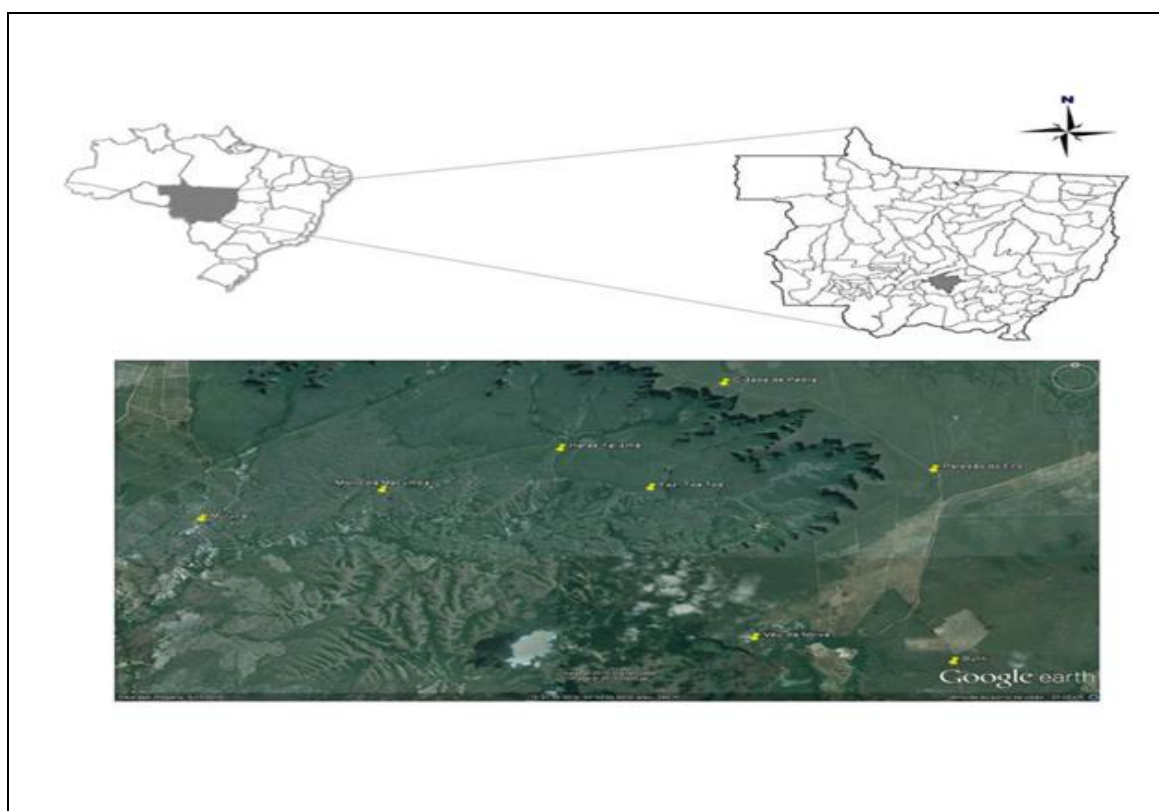
O presente trabalho tem como objetivo determinar os componentes bióticos dos besouros rola-bostas na borda entre o Pantanal e o Cerrado e tentar a reconstrução das sequências de eventos que levaram à origem do padrão de distribuição atual de tais espécies na região Neotropical.

## **Métodos**

O estudo foi realizado na Chapada dos Guimarães (limite entre a Depressão do Chaco e o Escudo Brasileiro), Estado de Mato Grosso, Brasil Central (entre 15°12' S; 15°30' S e 56°45' W; 56°50' W). A região amostrada é caracterizada por uma grande variação altitudinal (200 e 790 m) e o seu mosaico varia desde pradarias até formações florestais (Oliveira-Filho & Ratter 1986). Devido à complexidade nas fitofisionomias, as áreas amostradas foram classificadas em formações savânicas (áreas abertas) e formações florestais (áreas fechadas). A topografia da região tem uma grande mudança na altitude (paredão da Chapada dos Guimarães, que separa as zonas baixas e altas da região). Assim, classificamos ambos os tipos de formações vegetacionais em dois intervalos de altitude, baixo (200 a 370 m) e alto (500 a 790 m). Não coletamos no paredão por uma questão logística, porque o local é fortemente inclinado (**ver figura 2**).

A altitude foi estimada usando o GPS (global positioning system). A região recebe 1800 a 2000 mm de precipitação por ano e com uma média de temperatura anual de 22, 8 °C (Oliveira-Filho & Ratter 1995, Pinto & Oliveira-Filho 1999, Pinto & Hay 2005).

**Figura 2.** Localização geográfica da Chapada dos Guimarães (Borda entre a província biogeográfica do Pantanal e o Cerrado).



### **Amostragem dos besouros rola-bostas**

As coletas foram realizadas no período chuvoso (XII/2012-III/2013), época reconhecida como a melhor época do ano para coletar os besouros rola-bostas nos trópicos (Martínez & Vásquez 1995). As coletas tiveram a seguinte distribuição: 18 transectos em formações savânicas baixas (FSB), 10 transectos em formações savânicas altas (FSA), seis transectos em formações florestais baixas (FFB) e seis transectos em formações florestais altas (FFA). Cada transecto era constituído por 250 m de comprimento e cinco armadilhas do tipo *pitfall* a cada 50 m (40 transectos x cinco pontos de amostragem=200 *pitfalls*). Armadilhas do tipo *pitfall* foram constituídas por um recipiente plástico (19 cm de diâmetro e 11 cm de altura) contendo 150 ml de solução salina e detergente. A armadilha tinha um arame na base para acomodar o copinho de café (4 cm de diâmetro e 4 cm de altura) que continha 20 g de fezes humanas usadas como isca. Para proteger da chuva e do sol, foi usado como cobertura um prato descartável (20 cm de diâmetro) sustentado por um tripé de madeira. As armadilhas iscadas foram deixadas 48 horas no campo. No meio de cada transecto foi montada uma armadilha de interceptação por voo (FIT), que consiste numa rede plástica

verde (50 cm de altura e 2 m de comprimento) estendida na vertical, com recipientes por baixo que continham solução salina e detergente, o mesmo foi deixado por sete dias em campo. Espécimes encontrados andando em redor dos transectos foram coletados manualmente.

O material coletado foi transportado para o laboratório de Scarabaeoidologia para a triagem e depois colocado em mantas entomológicas com seus respectivos dados de procedência.

### **Identificação dos besouros rola-bostas**

No nível genérico foi usada a chave de identificação de Vaz-de-Mello *et al.* (2011). Para o nível de espécies, as identificações foram feitas pelo segundo autor, baseada num exame prévio de espécimes tipos depositados em vários museus (The Natural History Museum, Londres, Reino Unido; Canadian Museum of Nature, Ottawa, Canada; Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, França; Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil e Seção de Entomologia da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brasil). Os espécimes coletados foram depositados na sua maioria na Seção de Entomologia da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Brazil (CEMT), e a outra parte está depositada no Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN, Paris, França).

### **Análises de padrão de distribuição das espécies.**

Os dados de distribuição dos besouros rola-bostas na região neotropical foram consultados na Seção de Entomologia da Coleção Zoológica da Universidade Federal de Mato Grosso (CEMT–UFMT) e na literatura. Para análise panbiogeográfica foram utilizadas espécies taxonomicamente resolvidas, onde analisamos os dados de distribuição de 54 espécies, pertencente a 21 gêneros (**ver apêndice, figura 5**).

O método Panbiogeográfico (Croizat, 1958; 1964) consiste em plotar os dados de ocorrência das espécies no mapa, e conectar as localidades em função da distância mínima entre os pontos, com o propósito de obter os traços individuais. A sobreposição de dois ou mais traços individuais permitiu a identificação de um traço generalizado (**ver figura 3**), que indica a pré-existência de um ancestral de componentes bióticos que

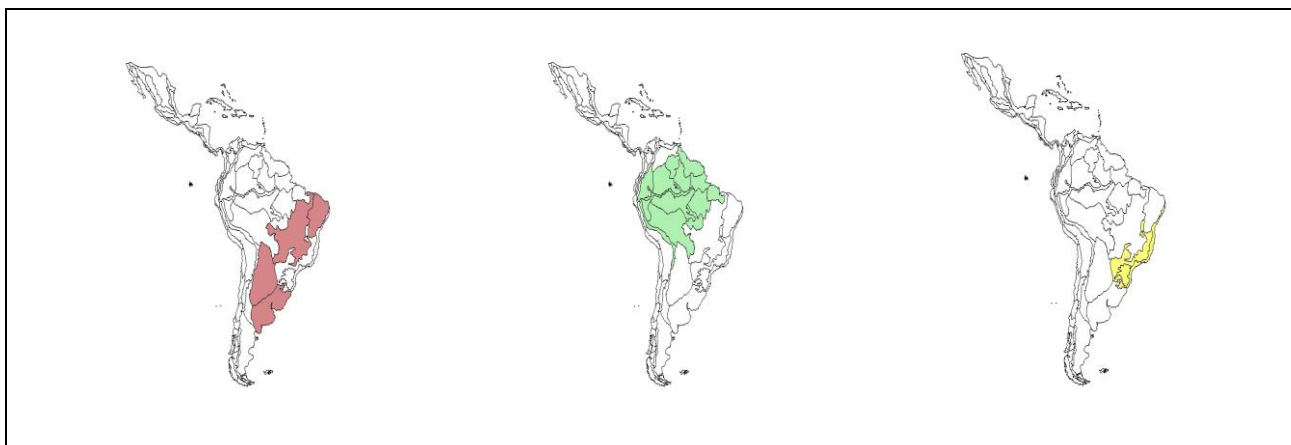
poderiam ter fragmentado por fenômenos de tectônica de placas ou mudanças climáticas. (Croizat, 1958; 1964; Craw *et al.*, 1999; Morrone, 2004; 2009). Para os traços que não tiveram uma congruência completa, trabalhou-se com a sobreposição parcial.

## Resultados

Um total de 54 traços individuais foi construído, contudo, *Eurysternus caribaeus*, *Canthon histrio*, *Trichillum externepunctatum*, *Diabroctis mimas*, *Dichotomius nisus*, *Dichotomius lycas* e *Ontherus appendiculatus* não foram incluídos para análise que visavam gerar os traços generalizados, porque são espécies de ampla distribuição. Enquanto que *Deltorhinum armatum*, *Canthidium sladeni* e *Dichotomius ingens*, por serem espécies que somente ocorrem na região de estudo, não foram incluídas na análise para obter os traços generalizados.

O padrão de distribuição identificado no presente trabalho é maioritariamente localizado na região Neotropical. Observaram-se dois padrões principais de distribuição das espécies analisadas, que estão relacionados com tipos vegetacionais que nelas ocorrem. O primeiro foi em formações abertas da sub-região Chaquenha *sensu* Morrone (2006), onde foram registrados 12 traços generalizados. O segundo foi em formações florestais, sub-região amazônica *sensu* Morrone (2006), três traços generalizados foram estabelecidos e na sub-região Paranaense *sensu* Morrone (2006), oito traços generalizados foram estabelecidos (**ver figura 3**).

**Figura 3.** Representação do padrão de distribuição dos traços generalizados em três sub-regiões Chaquenha (esquerda), Amazônica (no meio) e Paranaense (direita).



## Traços Generalizados

Traço generalizado A. Cerrado; baseado em *Canthon planus*, *Canthon fortmarginatus*, *Canthon muticus*, *Canthon multipunctatum*, *Deltochillum cupreicolle*, *Isocoprís hypocríta* e *Ontherus virescens*.

Traço generalizado B. Chaco; baseado em *Coprophanaeus bonariensis* e *Dichotomius cuprinus*.

Traço generalizado C. Cerrado + Floresta Paranaense; baseado em *Anomiopus mourai*, *Ateuchus striatulus*, *Besourenge amarillai*, *Diabroctis mirabilis*, *Dendropaemon viridipennis*, *Isocoprís foveolatus*, *Ontherus dentatus* e *Oxysternon palemo*.

Traço generalizado D. Cerrado + Chaco + Floresta Paranaense; baseado em *Canthidium kelleri*, *Canthon edentulus*, *Canthon maldonadoi*, *Dichotomius sexdentatus*, *Malagoniella astyanax* e *Phanaeus kirbyi*.

Traço generalizado E. Cerrado + Floresta Paranaense + Floresta *Araucaria angustifolia*; baseado em *Ontherus carinicollis* e *Trichillum adjunctum*.

Traço generalizado F. Cerrado + Chaco + Floresta Paranaense + Mata Atlântica Brasileira; baseado em *Coprophanaeus ensifer*, *Eurysternus jessopi*, *Deltochillum pseudoicarus* e *Phanaeus palaeno*.

Traço generalizado G. Cerrado + Chaco + Floresta Paranaense + Mata Atlântica Brasileira + Floresta *Araucaria angustifolia* + Pampa; baseado em *Canthon virens*, *Canthon chalibaeus* e *Gromphas inermis*.

Traço generalizado H. Cerrado + Chaco + Floresta Paranaense + Mata Atlântica Brasileira + Caatinga; baseado em: *Eurysternus nigrovirens* e *Generidium cryptops*.

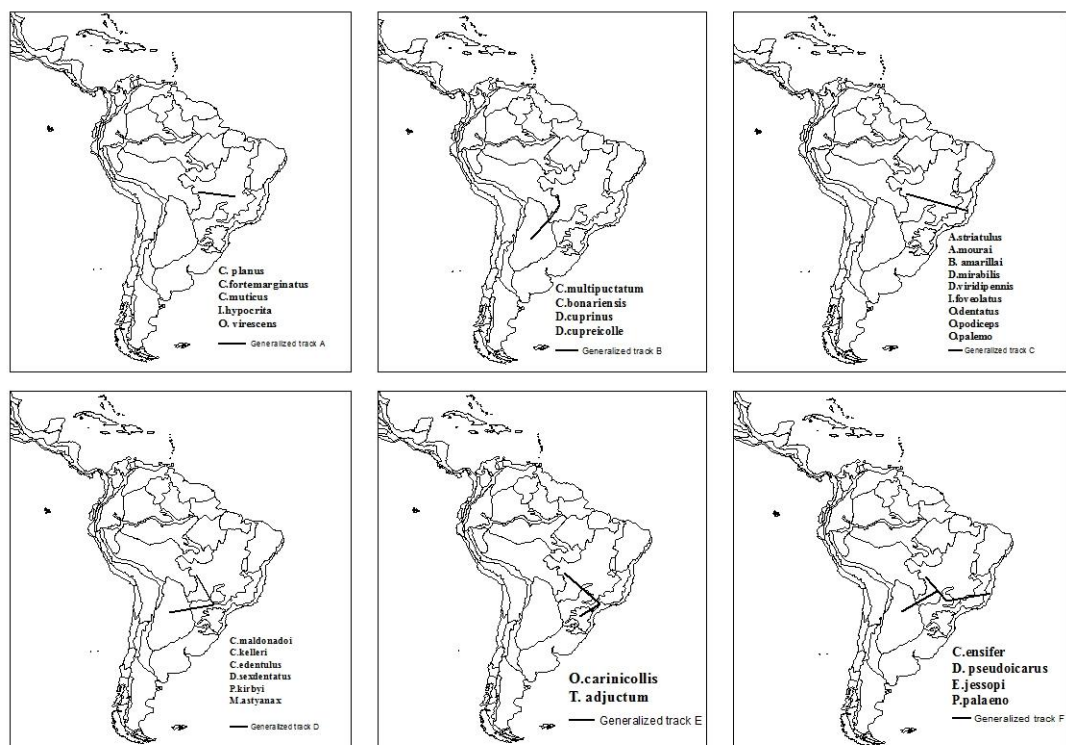
Traço generalizado I. Cerrado + Floresta Paranaense + Mata Atlântica Brasileira + Floresta *Araucaria angustifolia* + Caatinga; baseado em *Generidium bidens*, *Ontherus podiceps* e *Ontherus ulcopygus*.

Traço generalizado J. Cerrado + Tapajós-Xingu; baseado em *Phanaeus melibaeus* e *Oxysternon spiniferum curvispinum*.

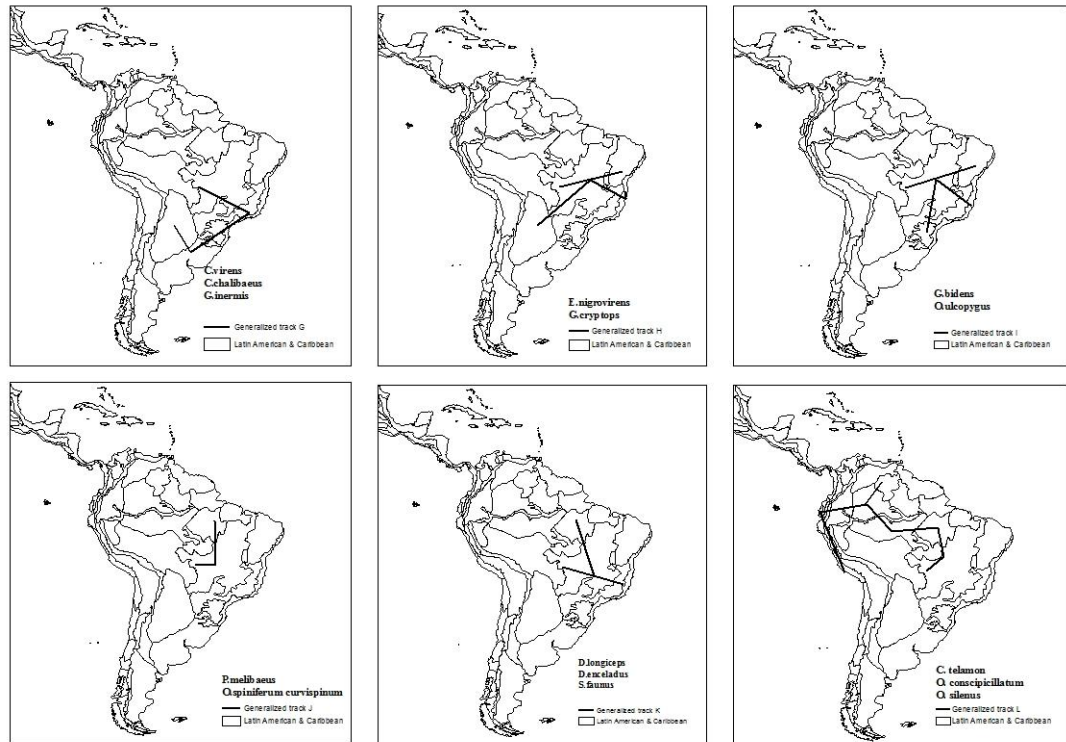
Traço generalizado K. Cerrado + Tapajós-Xingu + Floresta Paranaense; baseado em *Deltochillum enceladus*, *Dichotomius longiceps* e *Sulcophanaeus faunus*.

Traço generalizado L. Cerrado + Oeste do Equador + Tapajós-Xingu + Madeira + Imeri + Guiana + Deserto Peruano Costeiro; baseado em *Coproghanaeus telamon*, *Oxysternon conspicipillatum* e *Oxysternon silenus*.

**Figura 4:** Traços generalizados das espécies da subfamília Scarabaeinae, apresentando os diferentes componentes bióticos registradas na borda entre as províncias do Pantanal e do Cerrado.







## Discussão

Componentes bióticos de besouros rola-bostas que ocorrem no Cerrado, os quais no presente trabalho foram observados em formações savânicas altas da borda entre o Cerrado e o Pantanal, podem ser interpretados como resultado de um longo processo de formação de savanas americanas, as quais devem ter expandido e retraído na sua extensão durante os ciclos climáticos do Quaternário (Prado & Gibbs, 1993). Durante o arrefecimento da temperatura, períodos secos, as formações savânicas expandiram para a Amazônia, enquanto que as florestas retraíram para refúgios ecológicos periféricos. O mesmo foi notado em períodos de alta precipitação, onde as florestas úmidas se expandiram, enquanto que as savanas retraíram para áreas próximas nas quais hoje elas são encontradas (Mayle *et al.*, 2000; Pennington *et al.*, 2000).

Atualmente é notável que o efeito das flutuações climáticas no Quaternário tardio sobre as formações abertas no Brasil Central não se restringiu apenas na expansão e contração de savanas e florestas, mas também incluiu um complexo de mudanças na diagonal de formações secas (Oliveira & Marquis, 2002). Cerrado, florestas tropicais, florestas úmidas e floresta *Araucaria* foram estabelecidas em várias épocas, e até mesmo em certas áreas da atual província do Cerrado (Pennington *et al.*, 2000). Para além das flutuações climáticas, outros fatores tais como tipo de solo, pressão e



distúrbios biológicos poderiam ter causado um profundo efeito no paleoambiente (Ratter *et al.*, 1988; Prado & Gibbs, 1993). Essas modificações todas do meio, provavelmente teriam condicionado uma diferenciação taxonômica suficiente para causar o endemismo dessas espécies no Cerrado.

Os componentes bióticos do Chaco foram observados em planícies de formações savânicas da região em estudo. A zona baixa da Chapada dos Guimarães sofre a subsidência do Chaco, fenômeno este que estaria muito ligado à formação do Pantanal e efeitos do soerguimento dos Andes (Silva, 1995 Zanella, 2002). O mesmo fenômeno da subsidência do Chaco registrado na região em estudo garante a manutenção da flora e fauna típica do Chaco. As espécies de besouros rola-bostas registradas nessa região são comuns a sua observância na zona Sul do Pantanal. O estudo notou que a fauna de besouros rola-bostas registrados na zona Austral do Pantanal não tem relação com a fauna amazônica como era de se esperar, de acordo com a regionalização biogeográfica de Morrone (2006). Contudo, é comum observar a fauna amazônica de besouros rola-bostas na região norte da província do Pantanal. Portanto, os resultados sugerem que a Zona Sul do Pantanal poderia fazer parte da província do Chaco.

Na região de estudo, as formações florestadas representam intrusões florísticas da Floresta Amazônica e Mata Atlântica em formações savânicas (Oliveira-Filho, & Ratter, 1986). Por outro lado, um considerável número de espécies de besouros rola-bostas com uma ocorrência disjunta (Amazônica e Paranaense), sugere a existência de uma *paleofloresta* na qual se assume que durante o período de clima árido, particularmente o Pleistoceno, as florestas úmidas reduziram-se em números pequenos de refúgios em regiões onde as condições métricas prevaleceram (Haffer, 1982; 2008). As formações florestais no Cerrado formam uma verdadeira rede de conexão entre as sub-regiões Amazônica e Paranaense (Daly & Prance, 1989; Cabrera & Willink, 1973; Veloso, 1966). Assim, sugerimos que as conexões dos dois biomas, através de manchas de mata úmida e matas de galeria na borda entre o Cerrado e o Pantanal, garantem a sobrevivência dos besouros rola-bostas típicos de ocorrência Amazônica e Paranaense.

## **Conclusão**

Com base nas inferências de eventos históricos que teriam acontecido no passado, é possível notar o grande papel das flutuações climáticas no Quaternário como processos vicariantes que estariam explicando o atual padrão de distribuição dos besouros rola-bostas da borda entre as províncias do Pantanal e do Cerrado. A mesma região foi considerada um nó biogeográfico, por incluir representantes de componentes bióticos de besouros rola-bostas que provêm de origens biogeográficas diferentes. Contudo, a região Sul do Pantanal registrou fauna de besouros rola-bostas que não tem relação com a fauna amazônica, por isso, sugerimos a inclusão da região Sul do Pantanal na província biogeográfica do Chaco.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao CNPq/MCT-MZ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/Ministério de Ciência e Tecnologia de Moçambique) pelo financiamento da bolsa de estudo do primeiro autor (processo n°. 190868/2011-2) e ao CNPq pelo financiamento da bolsa de pós-doutorado do segundo autor. Agradecemos ainda à rede ComCerrado (SISBIOTA – CNPq/MCT) e Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pelo suporte financeiro no trabalho de campo, bem como ao pessoal do Laboratório de Scarabaeoidologia-UFMT que ajudou no trabalho de campo e triagem do material coletado.

## Referências

- Ab'Sáber NA. 1988. O Pantanal Mato-Grossense e a teoria dos refúgios. *Rev. Bras. Geog.* 50: 517-518
- Cabrera AL, Willink A. 1973. A. Biogeografia de America Latina. *Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos*, Washington, p.120.
- Cardoso MCS, Carvalho CJB. 2007. Áreas de endemismo de *Gaylussacia* h.b.k., 1818 (Ericaceae, Ericales) *Arq. Mus. Nac.* 65:2, 177-185.
- Cracraft J. 1972. Continental drift and Australian avian biogeography. *Emu* 72:171-174.
- Cracraft J.1973. Continental drift, paleoclimatology, and the evolution and biogeography of birds. *J. Zool.* 169:455-545.
- Craw RC, Grehan JR, Heads MJ. 1999. Panbiogeography: Tracking the history of life. *Oxford Biogeography series* 11, New York and Oxford. 229 p.
- Croizat L. 1958. Panbiogeography. Published by the author, Caracas. 1731 p.
- Croizat L. 1964. Space, time, form: The biological synthesis. *Published by the author*, Caracas. 881 p.
- Croizat L. 1976. Biogeografía analítica y sintética (“Panbiogeografía”) de las Américas. *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales*, Tomo 35, 103: 890 p.
- Daly DC, Prance GT. 1989. Brazilian Amazon. In: Campbell, DG & Hammond, HD. (eds.) Floristic inventory of tropical countries: the state of plant systematics, collections, and vegetation, plus recommendations for the future. *New York Botanic Garden*, New York, p. 402-426.
- Darlington, PJ. 1957. Zoogeography: the Geographical Distribution of Animals. *John Wiley*, New York.
- Haffer J. 2008. Hypotheses to explain the origin of species in Amazonia. *Braz. J. Biol.*, 68:4, <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500003>.

- Haffer J, Prance GT. 2002. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica, *Est. Avanç.* 16: 46.
- Haffer J. 1969. Speciation in Amazonian forest birds. *Sci.* 165:131-137.
- Haffer J. 1982. General aspects of the refuge theory. Pp. 6-24, In G. T. Prance (ed.), *Biological Diversification in the Tropics. Columbia University Press, New York.*
- Halffter G. 1991. Historical and ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera. Scarabaeidae. Scarabaeinae). *Fol. Ento. Mex.* 82: 195-238.
- Lawrence JF, Newton Jr. AF. 1982. Evolution and classification of beetles. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 13: 261-290.
- Martínez IM, Vásquez AA. 1995. Influencia de algunos factores ambientales sobre la reproducción em *Canthon cyanellus cyanellus* (Coleoptera:Scarabaeidae:Scarabaeinae). *Elytr.* 9: 5-13.
- Mayr E. 1944. Timor and the colonization of Australia by birds. *Emu* 44:1 13-130.
- Mayle FE, Burbridge B, Killeen TJ. 2000. Millennial-scale dynamics of southern Amazonian rainforests. *Sci.* 290:2291-2294.
- Morrone JJ. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Rev. Bras. Entom.* 48:149-162.
- Morrone JJ. 2006. Biogeographic Areas and Transition Zones of Latin America and the Caribbean Islands based on Panbiogeographic and Cladistic Analyses of the Entomofauna *Annu. Rev. Entom.* 51:467-94.
- Morrone JJ. 2009. Evolutionary biogeography: An integrative approach with case studies. *Columbia University Press, Nueva York, 301 p.*
- Oliveira PS, Marquis RJ. 2002. The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna. *Columbia University Press, New York, New York.*

Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 1986. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). *Rev. Bras. Bot.* 9: 207-223.

Oliveira-Filho AT, Ratter JA. 1995. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Edinb. J. Bot.* 52:141-194.

Pinto JRR, Oliveira-Filho AT. 1999. Perfil florístico e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil. *Revista Brasil. Bot* 22(1): 53-67.

Pinto JRR, Hay JV. 2005. Mudanças florísticas e estruturais na comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, Brasil *Rev. Bras. Bot.* 523-539.

Pennington RT, Prado DE, Pendry CA. 2000. Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *J. Biog.* 27: 261-273.

Prado DE, Gibbs PE. 1993. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. *Ann. Miss. Bot. Gard.* 80: 902–927.

Prance GT. 1982. Biological Diversification in the Tropics. *Columbia University Press*, New York.

Ratter JA, Pott A, Pott VJ, Da Cunha, CN, Haridasan M. 1988. Observations on woody vegetation types in the Pantanal and at Corumbá , Brazil. *Roy. Bot. Gard. Edin.* 45 (3): 503–525.

Silva MC. 1995. Biogeographic analysis of the South American avifauna. *Steen.* 21: 49-67.

Simpson GG. 1965. The Geography of Evolution. *Chilton Books*, Philadelphia, Pennsylvania.

Vaz-de-Mello FZ, Edmonds WD, Ocampo FC, Schoolmeesters P. 2011. A multilingual key to the genera and subgenera of the subfamily Scarabaeinae of the New World (Coleoptera: Scarabaeidae), *Zoot.* 2854: 1–73.

Veloso HP. 1966. Atlas florestal do Brasil. *Ministério da Agricultura*, Rio de Janeiro. 166p.

Zanella FCV. 2002. Systematics and biogeography of the bee genus *Caenonomada* Ashmead 1899 (Hymenoptera: Apidae: Tapinotaspidini). *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 37: 249- 261.

### **Conclusões gerais:**

- a) Os componentes bióticos de besouros rola-bostas da borda entre o Pantanal e o Cerrado incluem representantes que provêm de diferentes origens biogeográficas, sendo assim, a região foi considerada como um nó biogeográfico para besouros rola-bostas. Contudo, a região Sul do Pantanal registrou fauna de besouros rola-bostas que não tem relação com a fauna amazônica, por isso, sugerimos a inclusão da região Sul do Pantanal na província do Chaco.
  
- b) Os besouros rola-bostas responderam à variação de altitude, onde as formações savânicas altas apresentaram espécies de distribuição predominantemente associada à província biogeográfica de Cerrado, enquanto que as áreas savânicas baixas apresentaram maioritariamente espécies de distribuição no Chaco ou Chaco + Cerrado. Por outro lado, as áreas florestais da região apresentam fauna de besouros rola-bostas predominantemente de distribuição amazônico.

## Apêndice

**Figura 5.** Traços Individuais de 54 espécies de besouros rola-bostas envolvidas nas análises panbiogeográficas.

