

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ECOLOGIA, CONSERVAÇÃO E MANEJO DA VIDA SILVESTRE

**ALEXSANDER ARAÚJO AZEVEDO**

**FAUNA DE ABELHAS (HYMENOPTERA, APOIDEA) NOS CAMPOS RUPESTRES  
DA CADEIA DO ESPINHAÇO E BIOGEOGRAFIA DE ESPÉCIES ENDÊMICAS  
EM FORMAÇÕES CAMPESTRES ALTIMONTANAS  
DO CENTRO-LESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor.

Orientador: Fernando Amaral da Silveira

**BELO HORIZONTE  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2008**

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
APRESENTAÇÃO	
Introdução.....	11
Objetivos.....	17
Estrutura da Tese.....	18
Informações complementares.....	21
Referências bibliográficas.....	23
<b><u>Capítulo 1: Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação.</u></b>	
Resumo.....	30
Abstract.....	31
Introdução.....	32
Material e métodos	
Coleta de dados.....	34
Análise de dados.....	39
Resultados e discussão.....	40
Riquezas de espécies.....	53
Fauna de altitude e espécies endêmicas.....	55
Principais ameaças.....	56
Considerações finais.....	58
Agradecimentos.....	60
Referências bibliográficas.....	61

**Capítulo 2: The endemic bee fauna (Hymenoptera, Apoidea) of mountaintop grasslands and biogeographic relationships among highlands in central-east Brazil**

Abstract.....	69
Introduction.....	70
Material and methods	
Study sites.....	74
Data gathering.....	77
Analysis.....	78
Results.....	80
Discussion.....	87
Acknowledgements.....	93
References.....	94

**Apêndice: Two new species of *Centris (Trachina)* Klug, 1807 (Hymenoptera, Apidae) from the state of Minas Gerais, Brazil, with a note on *Centris pachysoma* Cockerell, 1919**

Abstract.....	102
Introduction.....	103
Material and methods.....	103
<i>Centris (Trachina) machadoi</i> sp. n.....	104
<i>Centris (Trachina) rupestris</i> sp. n.....	113
<i>Centris pachysoma</i> Cockerell, 1919.....	121
Acknowledgements.....	122
References.....	122

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado e apoio financeiro concedido à minha formação acadêmica e profissional.

À Conservação Internacional (CI-Brasil) pelo financiamento da etapa do projeto referente às amostragens realizadas na Cadeia do Espinhaço.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG-CRA-1263/05) pelo financiamento das viagens técnicas às coleções científicas - Coleção Entomológica “Padre Jesus Santiago Moure” do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (DZUP), Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ), Museu de Zoologia da USP (MZUSP) - e das expedições de coleta nas seguintes unidades de conservação: Parque Estadual do Ibitipoca e parques nacionais do Caparaó, Chapada dos Veadeiros, Itatiaia e da Serra da Canastra.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, pela oportunidade e por toda formação oferecida.

Ao Prof. Fernando A. Silveira, pelo convite de ingressar-me no Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas (Departamento de Zoologia – ICB/UFMG) e pelas tantas oportunidades de trabalho desde 1998. Por ter confiado a mim a gerência da coleção de abelhas que tanto amadureceu minha especialidade com o grupo. Por compartilhar a redação de publicações e pela orientação desta tese e de outros trabalhos técnico-científicos. Pelas sugestões e críticas que tanto contribuem para minha formação acadêmica e profissional.

Aos amigos do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas (Departamento de Zoologia – ICB/UFMG) pela colaboração nos processos de etiquetagem de parte do material (Andrezza, Roderic e Rodolfo) e de identificação de algumas abelhas (André Nemésio – Euglossina; Leandro Santos – *Megalopta*; Rafael Ferrari – *Colletes*). Aos queridos colegas e

amigos Carmen Lucía, Carolina, Danny Velez, Dora, Rafael, Roderic, Rodolfo e Viviane, pelo inestimável auxílio nas coletas de campo, pela convivência no laboratório e acima de tudo, pela amizade e bons momentos proporcionados. Ao Luiz Roberto (Nuno), com quem compartilhei no campo a alegria e a experiência de ter descoberto o abrigo noturno de machos de *Centris fuscata* no Parque Estadual do Rio Preto, e depois, a elaboração do artigo científico.

Ao iniciante Manuel (Miguilim), calouro de biologia da UFMG, pelo interesse e acompanhamento em algumas expedições a campo.

Aos pesquisadores da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Cândida Maria L. Aguiar, Viviane S. Pereira, Patrícia L. O. Rebouças e Miriam Gimenes pela parceria e por terem sido responsáveis pelas amostragens realizadas na Chapada Diamantina, Bahia.

Às professoras Cláudia M. Jacobi e Paulina M. Maia Barbosa (Departamento de Biologia Geral – ICB/UFMG) e ao Adriano Paglia (Conservação Internacional) por terem aceitado prontamente o convite para participarem da banca avaliadora do meu Exame de Qualificação.

Aos curadores e assistentes das coleções taxonômicas visitadas, Carlos Roberto F. Brandão e Beatriz W. T. Coelho (MZUSP), Miguel Angel Monné Barrios e Sandor Christiano Buys (MNRJ) e Gabriel A. R. Melo (DZUP), pela acolhida em suas instituições, pelo carinho, auxílio e confiança.

Aos especialistas da Universidade Federal do Paraná, pelo auxílio na identificação e/ou confirmação de algumas espécies de abelhas – à querida professora Danuncia Urban (Anthidiini, Eucerini e Protandrenini) e o estimado professor Gabriel A. R. Melo (diversos grupos), e aos pós-graduandos Antônio J. C. Aguiar (Tapinotaspidini), Felipe Vivallo (Centridini) e Kelli S. Ramos (*Psaenythia*).

Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) pela concessão de licenças de coleta nos parques estaduais (Biribiri, Ibitipoca, Itacolomi, Grão Mogol, Rio Preto e Rola Moça) e ao IBAMA pelas licenças de coleta nos parques nacionais (Caparaó, Chapada Diamantina, Chapada dos Veadeiros, Itatiaia e Serra da Canastra). Também agradeço enormemente todo o apoio logístico recebido nas referidas Unidades de Conservação estaduais e federais.

De modo particular, gostaria de enfatizar meu agradecimento a todos os chefes das Unidades de Conservação citadas acima, e de forma muito especial, ao Tonhão (Rio Preto), João Carlos (Ibitipoca), Estevão (Caparaó) e Daniel (Chapada dos Veadeiros), com quem tive mais contato e foram para mim grandes exemplos de profissionais dedicados e comprometidos com o trabalho. E também a todos os funcionários que facilitaram os trabalhos nas referidas Unidades de conservação, destacadamente, Rose (Itatiaia), Clarice (Ibitipoca) e Paola (Serra da Canastra). Um agradecimento muito fraterno a todos os funcionários do Parque Estadual do Rio Preto, sem dúvida nenhuma, um lugar muito especial para construir amizades. Destaco os carríssimos amigos Deco e Anísio, e todos os demais pela simplicidade e alegria em servir.

À Serra do Cabral Agro-Indústria (SCAI), na pessoa de Marcelo Flanzer, pela permissão concedida ao deslocamento pela propriedade da empresa na Serra do Cabral facilitando as amostragens do projeto.

À Prefeitura de Grão Mogol pela hospedagem concedida na cidade e apoios oferecidos, e de modo carinhoso, a Dona Geralda (Gera), a amável e saudosa zeladora do alojamento.

E às pessoas que me acolheram em seus lares e que me conquistaram em cada cidade que percorri durante as visitas técnicas às coleções taxonômicas: os amigos Tonhão, Claudivan e Felipe (Curitiba), Beatriz Coelho e Leonardo Versieux (São Paulo), Sr. Antônio e Zenaide, e minha prima recém descoberta Carolina (Rio de Janeiro); e durante as fantásticas expedições a campo: minha “prima de coração” Fernanda C. Azevedo (São Roque de Minas -

Serra da Canastra), Tio Flávio (Alto Paraíso de Goiás - Chapada dos Veadeiros) e Maria Helena (Joaquim Felício/Serra do Cabral - Pousada Sossego). A todos eles sou imensamente grato pelo carinho, amizade, hospitalidade e oportunidades. De modo muito especial, agradeço ainda à família do Hotel Itacambira, Sr. Geraldo e Sra. Claudovina (Dona Coló) e filhos, cuja hospitalidade caseira me encantou, tornando meu trabalho bastante prazeroso.

Aos guias Jorge, pela amizade e entusiasmo nas serras de Grão Mogol e Geraldo (Careca), por trilhar meus caminhos na aventura emocionante de conhecer a Serra do Talhado e as “Sete Quedas” (Serranópolis de Minas).

Ao amigo Marcelo F. Vasconcelos, “irmão das serras”, que tanto me inspira paixão pelos topos de montanha e pela arte naturalista.

Aos amigos do Coro Cantáridas (ICB/UFMG), pela alegria contagiante, por terem oferecido harmonia, equilíbrio e qualidade de vida durante meus primeiros dois anos do doutorado. Em especial os regentes Willstermann S. Coelho e Riane Menezes, pela dedicação e por lapidarem minha vocação de *Tenor*, oferecendo momentos inesquecíveis em apresentações nos eventos oficiais do ICB e da Escola de Música da UFMG, bem como nos demais Encontros de Corais.

Ao Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre por nortear os objetivos mais nobres a serem alcançados, aliando o desenvolvimento da ciência com efetivas práticas para a conservação da natureza. De modo especial aos amigos Joaquim (Quincas), Maíra, Edsel Jr. e Rafael, pela oportunidade de iniciarmos uma jornada conjunta inacreditavelmente rica em aprendizados humanos, científicos e institucionais. Particularmente, Maíra e Quincas, que além de esposa e irmão, foram também colegas e testemunhas das alegrias e angústias durante o desenvolvimento do doutorado. E aos demais pesquisadores, que representam o combustível da instituição.

Novamente um agradecimento todo especial à Máira, enquanto querida e amada esposa, instrumento de Deus na minha vida, por ter acompanhado de perto todas as etapas do doutorado, auxiliando-me nas expedições a campo e nos estudos, confortando-me nos momentos mais difíceis, com carinho e compreensão, sempre me estimulando a seguir com firmeza e dedicação. Aos meus queridos pais Wilson e Amanda Vitória, minha eterna gratidão por tudo, e também àqueles que me acolheram como um filho, Eugênio Marcos e Lúcia Maria. À toda família, meus sempre queridos, o meu muito obrigado.

A Deus..., que tanto abençoou-me com graças espirituais e materiais ao longo da minha vida, permitindo que eu chegasse até aqui, desenvolvendo a fé, a esperança e a caridade. Obrigado por confortar-me e auxiliar-me a suportar as fortes crises de dores na coluna que me assolaram nos últimos anos, bem como todas as dificuldades surgidas no decorrer da realização do doutorado, dando-me coragem para perseverar além do limite.

## RESUMO

O objetivo desta tese foi conhecer a riqueza, composição e distribuição geográfica em larga escala da fauna de abelhas dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço e investigar, os elementos endêmicos das formações campestres altimontanas e as relações históricas entre os maciços situados no centro-leste do Brasil, baseando-se na distribuição geográfica destes elementos. Coletas de abelhas ocorreram nos campos rupestres do Espinhaço entre outubro de 2004 e maio de 2006 e, nos campos altimontanos das serras da Mantiqueira (Itatiaia e Ibitipoca), do Caparaó, da Serra da Canastra e da Chapada dos Veadeiros, entre outubro de 2006 e abril de 2007. Dados adicionais também foram obtidos de fontes secundárias, compilando-se registros pontuais dispersos na literatura e listas de espécies de levantamentos de fauna, além do exame de espécimes depositados em coleções taxonômicas. Um número superior a 500 espécies foi registrado para o Espinhaço, para onde duas novas espécies foram descritas. A Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE) foi usada para detectar as relações biogeográficas entre 10 maciços (> 1000 m de altitude) da região estudada e uma unidade biogeográfica formada pelas regiões subtropical/temperada da América do Sul, com base na presença e ausência de 29 espécies de abelhas. Dois cladogramas de áreas igualmente parcimoniosos foram obtidos (63 passos, índice de consistência: 0,46 e índice de retenção: 0,55) exibindo os mesmos dois clados principais. O primeiro incluiu os maciços situados mais a sudeste (imersos no domínio da Floresta Atlântica) e as regiões subtropical/temperada da América do Sul, e o segundo, incluiu os maciços situados mais a noroeste (imersos no domínio do Cerrado). As unidades biogeográficas encontradas correspondem parcialmente com a hipótese de isolamento gradual dos maciços de acordo com aquecimento norte-sul, ocorrido após o último evento de glaciação.

**Palavras-chave:** abelhas, biogeografia, campos rupestres, campos de altitude, endemismo, PAE, Brasil.

## ABSTRACT

### **Bee fauna (Hymenoptera, Apoidea) in the *campos rupestres* of the Espinhaço range and biogeography of bee species endemic to mountaintop grasslands of central-east Brazil.**

The aim of this work is the comprehensive knowledge of the richness, composition and geographical distribution of the bee fauna of the *campos rupestres* (quartzite rocky grasslands) on the Espinhaço range, and to investigate the endemic elements in mountaintop grasslands and the historical relationships among the central-east Brazilian highlands, based on the geographical distribution of these elements. Bees were sampled in the *campos rupestres* of the Espinhaço range between October 2004 and May 2006 and, in the mountaintop grasslands of the Mantiqueira (Itatiaia e Ibitipoca), Canastra and Caparaó ranges and on the Veadeiros plateau, between October 2006 and April 2007. Additional data were also obtained from secondary sources, through the compiling of field and literature records and to data associated to specimens in taxonomic collections. More than 500 species were recorded for the Espinhaço range, from where two new species were described. Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) was employed to detect the biogeographical relationships among 10 high-altitude (> 1,000 m elevation) geographic areas and in an additional biogeographic unit composed of the subtropical/temperate regions of South America., based on the presence or absence of 29 species in the investigated areas. Two equally parsimonious area cladograms were obtained (63 steps, consistency index of 0.46 and retention index of 0.55), recognizing the same two major clades. The first included the southeasternmost massifs (immerse in the Atlantic Forest Domain), and the subtropical/temperate regions of South America, and the second one, included the northwesternmost massifs (immerse in the Cerrado domain). The biogeography units partially support the hypothesis of gradual isolation of massifs in accordance to a North-South regional heating, after the last glaciation event.

**Keywords:** Bees, biogeography, high-altitude grasslands, endemism, PAE, Brazil

## APRESENTAÇÃO

### Introdução

#### *As formações campestres altimontanas*

O relevo brasileiro possui cenários diversificados, como planícies em áreas de baixa altitude e regiões fortemente acidentadas representadas por cadeias de montanhas elevadas ou grandes maciços isolados. No sudeste do Brasil destacam-se, por exemplo, a Serra do Caparaó, na divisa de Minas Gerais e Espírito Santo, onde se eleva o pico da Bandeira (2.890 metros); a Serra da Mantiqueira, na divisa de Minas Gerais com os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, onde se encontra o Pico das Agulhas Negras (2.789 metros); e a Cadeia do Espinhaço, onde se encontram cumes como o Pico do Itambé (2.050 metros) e um conjunto de muitas serras que se estendem desde o Quadrilátero Ferrífero, no centro-sul de Minas Gerais, até a Chapada Diamantina, no centro da Bahia.

Em locais como estes predominam, nas porções mais elevadas, dois tipos de formações campestres altimontanas conhecidos como campos rupestres e campos de altitude. Estes ambientes possuem uma ampla variedade de fisionomias, variando desde áreas abertas cobertas por gramíneas, com vegetação herbáceo-arbustiva ocupando trechos de afloramentos rochosos e áreas brejosas, até locais com muitos arbustos e pequenas árvores. Embora possuam semelhanças fisionômicas e compartilhem alguns gêneros e espécies vegetais, os campos rupestres e os campos de altitude representam formações florísticas distintas (Eiten, 1992; Giuliatti *et al.*, 1997; Rizzini, 1997; Safford, 1999; Ribeiro & Walter, 1998).

Os campos rupestres destacam-se, por exemplo, pela ocorrência marcante de sempre-vivas e canelas-de-ema (Eriocaulaceae e Velloziaceae, respectivamente), além de vários outros grupos típicos, como Cyperaceae e Xyridaceae (Menezes & Giuliatti, 2000; Costa *et al.* 2008; Rapini *et al.*, 2008). Os campos de altitude, por sua vez, são dominados por grandes

touceiras de gramíneas, bambus-bengala (*Chusquea*) e possuem uma grande influência de elementos andinos em sua flora, com destaque para grupos de Asteraceae, Polypodiaceae e Melastomataceae (Martinelli & Orleans e Bragança, 1996; Safford, 1999; 2007).

Em relação à distribuição geográfica e aos domínios de vegetações vizinhas, os campos rupestres ocorrem a partir de 900 m de altitude, sobre rochas quartizíticas, principalmente na Cadeia do Espinhaço. São circundados pelo cerrado, principalmente na porção mineira, e pela caatinga, no norte de Minas Gerais e na Bahia (Giulietti *et al.*, 1997; Menezes & Giulietti, 2000). Eles também aparecem de forma disjunta em outras regiões do Brasil sob domínio do cerrado, como na Serra da Canastra, em Minas Gerais (Romero & Martins, 2002), e na região da Chapada dos Veadeiros e Serra dos Pirineus em Goiás (Mendonça *et al.* 1998). É importante ressaltar ainda, a existência de campos rupestres associados a afloramentos hematíticos, comuns no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais e na Serra dos Carajás (Pará), e que são chamados de campos ferruginosos (Jacobi & Carmo, 2008) ou vegetação/campo rupestre sobre canga (Silva *et al.*, 1996; Viana & Lombardi, 2007).

Os campos de altitude, por outro lado, são comumente encontrados acima de 1.800 m de altitude sobre rochas de granito, acima da linha de florestas na região de Mata Atlântica nas Serras da Mantiqueira e do Mar (Martinelli & Orleans e Bragança, 1996; Safford, 2007). Diferente, no entanto, é o caso das formações campestres da Serra do Ibitipoca, que apesar de se situarem no complexo da Mantiqueira (Gatto *et al.*, 1983), recebem a nomeação não só de campos de altitude (Almeida *et al.* 2004), mas, principalmente, de campos rupestres (Rodela, 1998).

Ambas as formações, além de possuírem grande biodiversidade, são consideradas centros de endemismos da flora e fauna neotropicais (Eiten, 1992; Giulietti & Pirani, 1988; Giulietti *et al.*, 1997; Safford, 1999; Vasconcelos, 2008). A composição florística pode variar em poucos metros de distância, com ocorrência de espécies microendêmicas, e formar

comunidades distribuídas de forma alternada, em mosaicos, abrangendo muitas serras (Alves & Kolbek, 1993). A densidade das espécies vegetais depende de características do substrato, tais como profundidade do solo, fertilidade e disponibilidade de água (Ribeiro & Walter, 1998; Rapini *et al.*, 2008). A alta riqueza e diversidade de espécies encontradas em montanhas tropicais são frequentemente atribuídas ao efeito da história climática e geológica sobre a evolução biótica; aos vários impactos ambientais sobre os mecanismos de adaptação; e à dispersão contínua da fauna e flora no tempo (Martinelli, 2007).

### ***O conhecimento da fauna de abelhas em áreas campestres altimontanas do Brasil***

Desde o final da década de 60, várias amostragens sistemáticas de abelhas foram realizadas no Brasil, mas poucos trabalhos apresentaram informações em larga escala geográfica ou cobriram ecossistemas inteiros. Além disso, somente uma pequena parte desses levantamentos foi publicada (ver revisão de Pinheiro-Machado *et al.*, 2002). Os estudos que analisaram um conjunto maior de informações a partir de uma compilação mais ampla de dados se resumem às faunas de abelhas do cerrado (Silveira & Campos, 1995; Azevedo, 2002), da caatinga (Zanella, 2000), e de abelhas de altitude do sudeste brasileiro (Silveira & Cure, 1993).

O trabalho de Silveira & Cure (1993) resumiu o conhecimento da fauna de abelhas dos campos altimontanos a partir da compilação de informações existentes até aquele momento. Posteriormente foram realizados outros poucos trabalhos de levantamento da fauna de abelhas nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, mas todos apresentaram informações obtidas em áreas restritas e concentradas notadamente na porção sul do maciço (Faria, 1994; Faria-Mucci *et al.*, 2003; Araújo *et al.*, 2006).

Levantamentos realizados em áreas restritas geram informações insuficientes para que sejam feitas generalizações ao caracterizar a fauna de uma região ou domínio fitofisionômico. Desse modo, o conhecimento da fauna de abelhas silvestres dos vários ecossistemas brasileiros ainda é bastante incipiente, sendo as formações campestres altimontanas um dos ambientes mais carentes de informações.

Além das informações obtidas nos trabalhos de levantamentos faunísticos, existem registros bastante esparsos na literatura, principalmente em trabalhos de revisão de grupos taxonômicos, acerca da fauna de abelhas de regiões elevadas do Brasil. Outra fonte de informações pontuais são os espécimes depositados em coleções de museus. Porém, isto dificulta muito a compilação e, conseqüentemente, o conhecimento das comunidades de abelhas que vivem nas formações campestres altimontanas, bem como a detecção de endemismos e a compreensão dos seus padrões de distribuição.

### ***Biogeografia das abelhas de altitude***

No Brasil, o único estudo biogeográfico disponível sobre a fauna de abelhas de altitude foi conduzido por Silveira & Cure (1993). Nesse trabalho, os autores apresentaram padrões de distribuição geográfica para a fauna de abelhas nas cadeias montanhosas do sudeste brasileiro, sem utilizar nenhum método de biogeografia analítica. As conclusões foram baseadas na comparação descritiva de amostras de duas áreas de altitude de Minas Gerais (Serra do Brigadeiro e Serra do Ibitipoca) com áreas baixas do entorno e em informações esparsas na literatura sobre distribuição de algumas espécies (maior detalhamento das informações é apresentado no capítulo 1). Desde então, nenhuma outra análise foi feita para avaliação dos padrões biogeográficos reconhecidos por aqueles autores, bem como, para esclarecer a associação apontada para algumas regiões geográficas.

Os limites da distribuição das espécies da fauna local e regional de abelhas podem ser definidos a partir da combinação de vários fatores físicos e biológicos, como a cobertura vegetal, a latitude, a altitude, regimes climáticos e fatores históricos (Michener, 1979; Silveira & Cure, 1993; Silveira & Campos, 1995; Azevedo, 2002). As flutuações climáticas ocorridas durante o período Quaternário e as conseqüências destas sobre a vegetação têm sido apontadas como importantes fatores determinantes dos padrões de distribuição observados entre as abelhas do sudeste brasileiro (Silveira & Cure, 1993; Silveira & Campos, 1995). As disjunções na distribuição de espécies que ocorrem apenas nos topos dos maciços sugerem que elas tivessem distribuições mais amplas no passado. Os períodos frios teriam favorecido o avanço de espécies de abelhas amplamente distribuídas nas regiões subtropicais e temperadas do sul do Brasil em direção ao norte, acompanhando a expansão de domínios vegetacionais subtropicais e temperados (Ab'Sáber, 1977; Brown & Ab'Saber, 1979). Com o aumento da temperatura e retração desta vegetação, aquelas espécies de abelhas teriam retornado a distribuição original, extinguindo-se nas áreas baixas, subsistindo como populações relictuais isoladas em refúgios climáticos no alto das serras.

### ***Hipótese de estudo e análise de dados***

O conhecimento da distribuição dos elementos endêmicos de altitude é importante para o entendimento dos fenômenos biogeográficos que resultaram na separação de táxons ao longo da história. Considerando que o aquecimento ocorrido após o último grande evento de glaciação teria avançado de norte para o sul no continente sul-americano, os maciços altitudinais devem ter se isolado climaticamente uns dos outros de forma gradativa, também de norte para o sul, sendo acompanhados pelo isolamento de elementos da sua fauna. Deste

modo, é possível que os padrões biogeográficos observados, hoje, para as abelhas endêmicas de altitude reflitam as relações históricas entre os topos de montanhas.

Para investigar esta hipótese, utilizou-se a Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE), um método de análise biogeográfica que vem sendo aplicado amplamente para estudar padrões de distribuição de táxons de diferentes grupos biológicos e para estabelecer as relações históricas entre unidades biogeográficas em diversas partes do mundo, como por exemplo, bacias hidrográficas, áreas de endemismo, continentes e ilhas (Aguilar-Aguilar *et al.*, 2003; Racheli & Racheli, 2004; Garraffoni *et al.* 2006; Hubert & Renno, 2006; Melo Santos *et al.*, 2007; Huang *et al.*, 2008).

Nesta análise, fazendo um paralelo com a análise cladística, as áreas de altitude são tomadas como “táxons terminais” e os elementos endêmicos de altitude de suas faunas são tratados como apomorfias e suas ausências como plesiomorfias. Analogamente à sistemática, o grupo externo é concebido hipoteticamente como sendo uma área sem a presença das apomorfias (táxons endêmicos das áreas de altitude). Em decorrência da análise cladística, esses elementos são caracterizados como autapomórficos (presentes apenas em uma área determinada); sinapomórficos (presentes em duas ou mais áreas devido à vicariância) ou homoplasias (presentes em um ou mais maciços devido, entre outros fatores, à dispersão).

O método gera um cladograma de áreas agrupando-as de acordo com os táxons compartilhados e a história comum entre elas (Rosen, 1988; Morrone & Crisci, 1995). Portanto, espera-se que a PAE efetuada neste trabalho revele um cladograma de áreas cujos maciços sejam agrupados de acordo com uma seqüência de separações históricas no sentido norte-sul, como discutido acima.

### ***Levantamento de dados***

Este trabalho reúne informações da fauna de abelhas dos campos altimontanos da Cadeia do Espinhaço (vários maciços, ver capítulo 1), da Chapada dos Veadeiros, e das serras da Canastra, do Caparaó e da Mantiqueira (inclui o maciço do Itatiaia e do Ibitipoca).

Além de estudar um número maior de áreas e regiões distintas, o método de amostragem no campo também foi realizado de forma diferente do habitualmente utilizado em trabalhos de levantamento de fauna de abelhas, visando maximizar o número de registros de espécies (ver detalhamento no capítulo 1). Deve-se destacar que são necessários grandes esforços de coleta para que a fauna local de abelhas seja bem caracterizada nesses ambientes, pois, apesar da facilidade oferecida à amostragem pela vegetação campestre, existe uma baixa densidade de indivíduos e uma elevada ocorrência de espécies raras. O levantamento de dados ocorreu, também, nos acervos das principais coleções entomológicas do país (ver capítulos 1 e 2) e com a busca de informações na literatura para obtenção do maior conjunto possível de registros da fauna de abelhas das regiões alvo.

### **Objetivos**

1 – Caracterizar a fauna de abelhas dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, quanto à riqueza em espécies e os padrões de distribuição, bem como revelar as ameaças para sua conservação no maciço;

2 – Conhecer os endemismos da fauna de abelhas das formações campestres altimontanas da região centro-leste do Brasil e seus padrões de distribuição;

3 – Investigar, sob uma perspectiva histórica, as relações biogeográficas entre os maciços da região centro-leste do Brasil, baseando-se na distribuição geográfica de espécies de abelhas endêmicas nas formações campestres altimontanas.

## **Estrutura da tese**

A tese está estruturada em dois capítulos e um apêndice, escritos no formato de artigos científicos de acordo com as normas de publicação específicas das revistas onde os trabalhos foram publicados ou serão submetidos para publicação.

Em 2005, quase a totalidade da porção mineira da Cadeia do Espinhaço recebeu, da Unesco, o título de Reserva da Biosfera, em reconhecimento à sua imensa riqueza biológica. Desde então, iniciaram-se atividades para sistematizar o conhecimento dessa biodiversidade, mapeando a distribuição de diversos grupos biológicos ao longo de toda a Cadeia, e também, para indicar as ameaças e as estratégias para a sua conservação (Silva *et al.* 2008). Apesar da reconhecida biodiversidade e dos endemismos de espécies, o Espinhaço representa uma grande lacuna de conhecimento não só para as abelhas, mas também para muitos grupos biológicos. Os poucos levantamentos da fauna de abelhas realizados foram notadamente concentrados na porção sul do maciço.

Neste sentido, o primeiro capítulo apresenta uma caracterização da fauna de abelhas dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, em relação à riqueza e a distribuição geográfica de suas espécies, bem como o compartilhamento de elementos da fauna com outros maciços do centro-leste brasileiro (Azevedo *et al.* 2008). O diagnóstico da fauna de abelhas contou com a compilação de um grande levantamento de informações sobre a fauna do maciço, obtidas a partir de fontes secundárias (informações associadas a espécimes depositados em coleções taxonômicas e registros na literatura) e por meio de coleta de dados primários (expedições de coleta realizadas em várias localidades entre outubro de 2004 e maio de 2006). Neste capítulo também são tratadas as principais ameaças para a conservação da fauna de abelhas nativas na região. Este capítulo será publicado em um número da revista *Megadiversidade*, dedicado à “Biodiversidade e Conservação da Cadeia do Espinhaço”. O trabalho contou com o financiamento da Conservação Internacional (CI-Brasil) e com a parceria de pesquisadores do

Laboratório de Entomologia, do Departamento de Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), que foram responsáveis pelas campanhas de campo na Chapada Diamantina (Bahia).

Em seguida, amostragens das faunas de abelhas foram feitas em campos rupestres e campos de altitude situados em outros maciços da região centro-leste do Brasil, a fim de buscar dados sobre a distribuição geográfica dos elementos tipicamente encontrados nestes ambientes. As amostragens aconteceram entre outubro de 2006 e abril de 2007, tendo sido efetuadas, neste período, duas expedições a cada uma das seguintes unidades de conservação estaduais e federais: Parque Nacional Chapada dos Veadeiros (GO), Parque Nacional da Serra da Canastra (MG), Parque Nacional do Caparaó (ES/MG), Parque Nacional do Itatiaia (MG/RJ) e Parque Estadual do Ibitipoca (MG). Esta etapa do trabalho, que também contou com compilação de informações obtidas em museus, teve o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

A ampliação do número de áreas de altitude inventariadas fora do Espinhaço e a compilação de informações na literatura permitiram o reconhecimento de um conjunto de espécies de abelhas que representa uma fauna endêmica dos campos altimontanos da região centro-leste do Brasil. O compartilhamento da biota entre as áreas estudadas foi investigado, empregando-se a Análise de Parcimônia de Endemismo (PAE), a fim de revelar os padrões biogeográficos das espécies endêmicas de altitude e a relação histórica entre os topos de montanhas da região. Estas informações são apresentadas no segundo capítulo.

Além desses capítulos, no apêndice da tese, é reproduzido um artigo onde são descritas duas espécies novas com ocorrência nas áreas estudadas (Azevedo & Silveira, 2005). Uma delas, *Centris rupestris*, é endêmica dos campos rupestres do Espinhaço e da Serra da Canastra e a outra, *Centris machadoi*, foi registrada em campos rupestres do Espinhaço e também em áreas de cerrado em baixas altitudes. Além destas, cinco outras espécies também

foram descritas recentemente, por outros autores, com base em material de ocorrência restrita ao Espinhaço (capítulo 1). Entretanto, das mais de 500 espécies registradas no Espinhaço, ainda existe um mínimo de 13 espécies não descritas, além de um grande número de espécies possivelmente novas dentre o material não identificado até espécie. A deficiência no conhecimento taxonômico dificulta a determinação precisa da distribuição geográfica das abelhas em geral, particularmente dos endemismos, uma vez que, na maioria das vezes, eles são pouco representados nas amostras. A descrição destas duas espécies contribui, assim, para um melhor conhecimento da fauna dos campos rupestres, possibilitando o mapeamento da sua distribuição geográfica e o uso de nomes válidos para trabalhos futuros.

## **Informações complementares**

Além de obter as informações apresentadas na tese, as expedições a campo também permitiram o desenvolvimento de outros trabalhos ao longo do doutorado. Embora não estejam diretamente ligados ao objetivo central da tese, os resultados relativos aos outros temas relacionados a abelhas nas áreas de estudo, tais como locais de nidificação, plantas e recursos visitados e comportamento, representaram uma importante fonte de conhecimento. Ressalto o achado, na primeira expedição de reconhecimento do Parque Estadual do Rio Preto (situado no Espinhaço), referente ao comportamento de machos de uma espécie de abelha nativa solitária (*Centris fuscata*) que utilizam a estrutura de ninhos de um passeriforme (*Phacellodomus rufifrons*) como local para dormitório noturno (Azevedo & Faria Jr, 2007).

É importante ressaltar, ainda, que o trabalho realizado durante a execução da tese, cobriu lacunas de conhecimento da diversidade da fauna de abelhas em várias regiões. Ao todo foram percorridos aproximadamente 25 mil quilômetros que inclui os trajetos de ida e vinda de Belo Horizonte à maioria das áreas de estudo e a circulação, nestas, para a coleta de abelhas. Os levantamentos contribuíram principalmente para conhecimento da diversidade do grupo alvo em unidades de conservação, considerada uma grande demanda dos parques de uma forma geral. Ao todo, foram amostrados sete parques estaduais e cinco nacionais, distribuídos no estado de Minas Gerais e em regiões limítrofes com o Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, e também nos estados da Bahia e Goiás, além de locais não incluídos em unidades de conservação. Além disto, o material coletado enriqueceu consideravelmente, numérica e taxonomicamente, a coleção de abelhas da UFMG.

Um grande trabalho de auxílio à curadoria das coleções taxonômicas do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ) e do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP), também foi efetuado paralelamente durante as visitas realizadas para a obtenção de registros de espécimes das regiões estudadas, como atividades

de identificação de material e de organização geral do acervo de abelhas das referidas instituições.

Entre as informações e resultados voltados para a conservação da natureza, destaco os dados obtidos durante o curso de campo de 2004 do programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre da UFMG, no Parque Estadual da Serra do Rola Moça, região metropolitana de Belo Horizonte. Além de terem contribuído para a elaboração do primeiro capítulo, como parte das informações apresentadas para o Espinhaço, os resultados obtidos nas expedições do curso também foram empregados para a elaboração do plano de manejo daquela unidade de conservação (Azevedo *et al.*, 2006). É importante destacar também, que o mapeamento da fauna de abelhas da Cadeia do Espinhaço (Azevedo *et al.*, 2008) integrou o diagnóstico do conhecimento da diversidade biológica, que vem subsidiando a definição de diretrizes para a conservação daquela cadeia, por meio do *Projeto Espinhaço Sempre Vivo* (Silva *et al.* 2008).

E por fim, enfatizo que o desenvolvimento desta tese estimulou de uma forma geral, um grande interesse e acúmulo de conhecimento sobre o Espinhaço. A forte atuação na região, em conjunto com outros pesquisadores, foi fundamental para inspirar a definição do *Programa Espinhaço*, um plano de ações específicas para a pesquisa em biodiversidade e conservação da Cadeia do Espinhaço, implantado pelo Instituto Biotrópicos de Pesquisa em Vida Silvestre. Este, por sinal, representa, concomitantemente com a elaboração da tese, um dos produtos mais importante do meu processo de doutoramento na área de Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre.

## Referências bibliográficas

- Ab'Sáber, A. N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Primeira aproximação. *Geomorfologia*, 52: 1-21.
- Aguilar-Aguilar, R., Contreras-Medina, R. & Salgado-Maldonado, G. 2003. Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) of Mexican hydrological basins based on helminth parasites of freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, 30: 1861-1872.
- Almeida, A. M, P. I. Prado & T. M. Lewinsohn. 2004. Geographical distribution of Eupatorieae (Asteraceae) in South-eastern and South Brazilian Mountain Ranges. *Plant Ecology*, 174: 163–181.
- Alves, R. J. V. & J. Kolbek. 1993. Penumbra rock communities in campo-rupestre sites in Brazil. *Journal of Vegetation Science*, 4: 357-366.
- Araújo, V.A., Y. Antonini & A. P. A. Araújo. 2006. Diversity of bees and their floral resources at altitudinal areas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology* 35 (1): 30-40.
- Azevedo, A. A. 2002. Composição de Faunas de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e da Flora Associada em Áreas de Cerrado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 52p.
- Azevedo, A. A. & F. A. Silveira. 2005. Two new species of *Centris* (*Trachina*) Klug, 1807 (Hymenoptera: Apidae) from the state of Minas Gerais, Brazil, with a note on *Centris pachysoma* Cockerell, 1919. *Lundiana* 6 (supplement): 41-48.
- Azevedo, A. A., M. F. Goulart, C. M. Jacobi, N. G. Fonseca & M. A. M. Jacob. 2006. Inventário da fauna de abelhas como subsídio para o plano de manejo do Parque Estadual da Serra do Rola Moça, Minas Gerais, Brasil. In: VII Encontro Sobre Abelhas, Ribeirão Preto. Faculdade de Filosofia e Letras de Ribeirão Preto.

- Azevedo A. A. & L. R. R. Faria-Jr. 2007. Nests of *Phacellodomus rufifrons* (Wied, 1821) (Aves, Furnariidae) as sleeping shelter for a solitary bee species (Apidae, Centridini) in southeastern Brazil. *Lundiana* 8 (1): 53-55.
- Azevedo, A. A., F. A. Silveira, C. M. L. Aguiar & V. S. Pereira. 2008. Fauna de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. *Megadiversidade*, 4 (1-2): 126-157.
- Brown, K. S., Jr. & A. N. Ab'Saber. 1979. Ice-age forest refuges and evolution in the neotropics: correlation of paleoclimatological, geomorphological and pedological data with modern biological endemism. *Paleoclimas*, 5: 1-30.
- Costa, F. N., M. Trovo & P. T. Sano. 2008. Eriocaulaceae na Serra do Espinhaço: riqueza, endemismos e ameaças. *Megadiversidade*, 4 (1-2): 89-97.
- Eiten, G. 1992. Natural Brazilian vegetation types and their causes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 64 (suppl. 1): 35-65.
- Faria, G. M. 1994. A Flora e a Fauna Apícola de um Ecossistema de Campo Rupestre, Serra do Cipó – MG, Brasil: Composição, Fenologia e suas Interações. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- Faria-Mucci, G. M., M. A. Melo & L. A. O. Campos. 2003. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. In G. A. R. Melo & I. Alves-dos-Santos (eds.). *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. pp 241-256. Editora UNESC. Criciúma.
- Garraffoni, A. R. S., Nihei, S. S. & Lana, P. C. 2006. Distribution patterns of Terebellidae (Annelida: Polychaeta): an application of Parsimony Analysis of Endemicity (PAE). *Scientia Marina*, 70S3: 269-276.

- Gatto, L.C.S., Ramos, V.L.S., Nunes, B.T.A., Mamede, L., Góes, M.H.B., Mauro, C.A., Alvarenga, S.M., Franco, E.M.S., Quirico, A.F. & Neves, L.B. (1983) Geomorfologia, Folhas SF. 23/34, Rio de Janeiro/Vitória. In: Projeto Radambrasil, Levantamento de Recursos Naturais, no. 32.
- Giulietti, A. M., J. R. Pirani & R. M. Harley. 1997. Espinhaço range region, eastern Brazil. In: Centers of plant diversity, a guide and strategy for their conservation, vol. 3. S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (eds.). Cambridge. Pp. 397-404.
- Giulietti, A. M. & J. R. Pirani. 1988. Patterns of geographical distribution of some plant species from Espinhaço range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (eds). Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns. pp. 39–69. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.
- Huang, X., Lei, F. & Qiao, G. 2008. Areas of endemism and patterns of diversity for aphids of the Qinghai-Tibetan Plateau and the Himalayas. *Journal of Biogeography*, 35: 230–240
- Hubert, N. & Renno, J. F. 2006. Historical biogeography of South American freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, 33: 1414–1436.
- Jacobi, C. M. & Carmo, F. F. 2008. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. *Megadiversidade*, 4 (1-2): 25-33.
- Martinelli, G. 2007. Mountain biodiversity in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 30: 587-597.
- Martinelli, G. & J. Orleans e Bragança. 1996. Campos de altitude. Rio de Janeiro. Editora Index.
- Mendonça, R. C., Felfili, J. M., Walter, B. M. T., Silva Júnior, M. C., Rezende, A. V., Filgueiras, T. S. & Nogueira, P. E. 1998. Flora Vascular do Cerrado. In: Sano, S. M. & Almeida, S. P. Cerrado ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina. Pp. 289-556.

- Menezes, N. L. & A. M. Giuliatti. 2000. Campos rupestres. In: Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais. Mendonça, M. P. & L. V. Lins (eds.). Fundação Biodiversitas e Fundação Zôo-botânica de Belo Horizonte. Belo Horizonte.
- Melo Santos, A. M., Cavalcanti, D. R., Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. 2007. Biogeographical relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography*, 34: 437–446
- Michener, C. D. 1979. Biogeography of bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 66: 227-347.
- Morrone, J.J. & Crisci, J.V. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26: 373–401.
- Pinheiro-Machado, C., I. Alves-dos-Santos, V. L. Imperatriz-Fonseca, A. M. P. Kleinert & F. A. Silveira. 2002. Brazilian bee surveys: State of knowledge, conservation and sustainable use. In: P. G. Kevan, & V. L. Imperatriz-Fonseca (eds). *Pollinating Bees – the conservation link between agriculture and nature*. pp. 115-129. Ministry of Environment. Brasília.
- Racheli, L. & Racheli, T. 2004. Patterns of Amazonian area relationships based on raw distributions of papilionid butterflies (Lepidoptera: Papilioninae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 82: 345–357.
- Rapini, A., P. L. Ribeiro, S. Lamber & J. R. Pirani. 2008. A Flora dos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade*, 4 (1-2): 16-24.
- Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter. 1998. Fisionomias do bioma cerrado, p. 89-166. In Sano, S. M. & S. P. Almeida (eds), *Cerrado - ambiente e flora*. EMBRAPA, Platina DF. 556p.
- Rizzini, C. T. 1997. *Tratado de fitogeografia do Brasil – aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2a ed. Âmbito Cultural Edições Ltda. Rio de Janeiro. 747p.

- Rodela, L. G. 1998. Cerrados de altitude e campos rupestres do Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais: distribuição e florística por subfisionomia da vegetação. *Revista do Departamento de Geografia*, 12: 163-189.
- Romero, R & Martins, A. B. 2002. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 25: 19-24.
- Rosen, B.R. 1988. From fossils to earth history: applied historical biogeography. *Analytical biogeography, an integrated approach to the study of animal and plant distributions* (ed. by A.A. Myers and P.S. Giller), pp. 437–481. Chapman and Hall, London.
- Safford, H. D. 1999. Brazilian páramos I. Introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, 26: 693–712.
- Safford, H. D. 2007. Brazilian páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 34:1701-1722.
- Silva, J. A., Machado, R. B., A. A. Azevedo, G. M. Drumond, M. F. Goulart, E. A. Moraes Jr., C. S. Martins, R. L. Fonseca & M. B. R. Neto. 2008. Identificação de áreas insubstituíveis na Cadeia do Espinhaço, estados de Minas Gerais e Bahia, Brasil. *Megadiversidade*, 4 (1-2): 248-270.
- Silva, M. F. F., Secco, R. S. & Lobo, M. G. A. 1996. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amazônica* 26 (2):17-44.
- Silveira, F. A. & J. R. Cure. 1993. High-altitude bee fauna of Southeastern Brazil: Implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 28: 47-55.
- Silveira, F. A. & M. J. O. Campos. 1995. Abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma discussão sobre a biogeografia das abelhas do cerrado. *Revista Brasileira de Entomologia* 39: 371-401.

- Vasconcelos, M. F., L. E. Lopes, C. G. Machado & M. Rodrigues. 2008. As aves dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço: diversidade, endemismo e conservação. *Megadiversidade*, 4 (1-2): 197-217.
- Viana, P.L. & Lombardi, J.A. 2007. Florística e caracterização dos campos rupestres sobre canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 58: 159-177.
- Zanella, F. C. V. 2000. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformes): a species list and comparative notes regarding their distribution. *Apidologie* 31: 579-592.

## CAPÍTULO 1

### **Fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação.**

#### **Serra do Espinhaço**

*“De tarde, como estava sendo, esfriava um pouco, por pejo de vento – o que vem da Serra do Espinhaço – um vento com todas as almas (...) Ali era um lugar longe e bonito, como que me acenava”*. Guimarães Rosa (1956)

*“Rochedos de uma cor parda mostram-se por toda parte e dão à paisagem um aspecto agreste e selvagem. Por todos os lados surgem nascentes de água e freqüentemente se ouve o ruído das águas correndo através dos rochedos. A vegetação muda várias vezes, segundo a elevação e a natureza do solo; mas, em parte nenhuma se vêem grandes florestas”*. Saint-Hilaire (1817)

---

Capítulo escrito em formato de artigo científico de acordo com as normas de publicação da revista “Megadiversidade”, e publicado no volume especial “Cadeia do Espinhaço: avaliação do conhecimento científico e prioridades de conservação”. Azevedo, A. A., F. A. Silveira, C. M. L. Aguiar & V. S. Pereira. 2008. Megadiversidade, 4 (1-2): 126-157.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a fauna de abelhas dos campos rupestres nas áreas de altitude da Cadeia do Espinhaço quanto à riqueza e à distribuição geográfica de suas espécies e à ocorrência de endemismos. Além disso, também foram apresentadas as principais ameaças para a conservação da fauna de abelhas nativas na região. Os dados foram obtidos a partir de fontes secundárias (informações associadas a espécimes depositados em coleções taxonômicas e registros na literatura) e por meio de coleta de dados primários (expedições de coleta realizadas em várias localidades da cadeia entre outubro de 2004 e maio de 2006). Ao todo foram coletados 2959 indivíduos pertencentes a cerca de 360 espécies. Somando estas informações aos dados secundários foram registradas pelo menos 515 espécies de abelhas, entre elas um mínimo de 13 espécies não descritas. Os totais são imprecisos devido ao grande número de espécies não identificadas nos resultados de levantamentos faunísticos publicados, principalmente de grupos que carecem de revisões taxonômicas. Os resultados das análises apontam para uma riqueza superior a 600 espécies e a necessidade de um esforço de coleta maior para se obter uma amostra que represente uma parcela substancial das faunas locais/regionais. As espécies de abelhas registradas no Espinhaço apresentam diferentes padrões de distribuição geográfica, já identificados na literatura, para as serras do sudeste brasileiro. Entre os grupos de espécies apontados, destacam-se aqueles representados pelas abelhas endêmicas das serranias do leste brasileiro, com compartilhamento de elementos da fauna entre o Espinhaço e outros maciços como as Serras da Canastra, Mantiqueira e do Caparaó, e aquele cujas espécies são comuns às áreas de altitude do sudeste e do planalto central. Embora existam registros de espécies potencialmente endêmicas do Espinhaço, ainda faltam informações para a determinação precisa sobre suas distribuições geográficas.

## **ABSTRACT**

This work attempts to characterize the wild-bee fauna of the rocky fields in the high altitudes of the Espinhaço mountain chain in respect to its species richness and geographic distribution and to presence of endemic species. The main threats to the conservation of the native bees in the region are also pointed out. Data were obtained from secondary sources (specimens in taxonomic collections and literature) and through collecting expeditions to several localities in the chain, between October 2004 and May 2006. A total of 2959 specimens belonging to 360 species were collected. Adding the information from secondary sources to that obtained in the field, at least 515 species were recorded, among which at least 13 are undescribed ones. Imprecision in these figures are due to the large number of unidentified species listed in published faunistic surveys, especially in groups lacking recent taxonomic reviews. Analyzes of the data suggest that more than 600 species occur in the Espinhaço chain and that additional collecting effort is needed for a good representation of the local/regional faunas. Geographic-distribution patterns of bee species recorded in the Espinhaço are those previously identified in the literature for the southeastern Brazilian mountains. Among them, are those bees endemic to these mountains, which occur in the Espinhaço chain and other mountain ranges in the region, as the Canastra, Mantiqueira and Caparaó, and those common to this region and the Brazilian Central Plateau. Although there are some records of bee species potentially endemic to the Espinhaço chain, more information is needed for the precise determination of their geographic ranges.

## INTRODUÇÃO

Os campos rupestres representam formações campestres herbáceo-arbustivas associadas a solos litólicos, predominantemente quartzíticos com afloramentos rochosos, e são marcados por uma grande diversidade biológica e pela ocorrência de endemismos, sobretudo de espécies vegetais (Giulietti & Pirani, 1988; Rapini *et al.*, 2008). Eles ocorrem de forma disjunta em algumas regiões do Brasil, como a Chapada dos Veadeiros, em Goiás, e a Serra da Canastra, em Minas Gerais. Eles se distribuem principalmente, entretanto, ao longo das porções mais elevadas da Cadeia do Espinhaço, em altitudes superiores a 900 metros, desde o norte da Chapada Diamantina, na Bahia, até a Serra de Ouro Branco, em Minas Gerais (Giulietti & Pirani, 1988; Rapini *et al.*, 2008).

O Espinhaço se estende por cerca de mil quilômetros e representa, em Minas Gerais, um divisor natural de dois importantes domínios da vegetação brasileira, os quais também são considerados *hotspots* mundiais em biodiversidade, o Cerrado e a Mata Atlântica (Myers *et al.*, 2000). Além disso, o Espinhaço também mantém contato com a Caatinga no norte de Minas Gerais e, principalmente, na Chapada Diamantina. Recentemente, a quase totalidade da porção mineira do maciço recebeu o título de Reserva da Biosfera (Unesco, 2005), em reconhecimento à sua imensa riqueza biológica. Entretanto, a Cadeia do Espinhaço representa, ainda, uma grande lacuna de conhecimento para muitos grupos biológicos, entre eles, as abelhas.

Silveira & Cure (1993) foram os primeiros a investigar a fauna de abelhas de altitude nas cadeias montanhosas do sudeste brasileiro. Eles notaram que as abelhas encontradas acima de 1200 m – 1400 m de altitude podiam ser divididas em três grupos principais, de acordo com sua distribuição geográfica: 1) abelhas que se encontram tanto em baixas altitudes nas regiões circunvizinhas, quanto no alto das serras; 2) espécies de abelhas amplamente distribuídas ao sul do paralelo 24° S e que estão ausentes nas áreas baixas ao norte do estado

do Paraná, reaparecendo em áreas de altitude acima de cerca de 1300 m nas serras do norte de São Paulo e no Rio de Janeiro e Minas Gerais. Elas teriam expandido sua distribuição em direção ao norte, acompanhando o avanço de domínios vegetacionais subtropicais durante períodos glaciais, possivelmente no Pleistoceno, e seriam representadas por populações relictuais nas serras do sudeste; 3) abelhas endêmicas das serras do sudeste brasileiro, cujas populações são isoladas em altitudes superiores a cerca de 1300 m de altitude, não ocorrendo nas áreas mais baixas entre elas. Estas espécies teriam se originado e evoluído nas montanhas do leste brasileiro. Além desses, aqueles autores chamam atenção para um quarto grupo de abelhas que ocorreriam nas áreas campestres das serranias do sudeste e no Planalto Central brasileiro. A associação entre essas duas regiões geográficas não é clara.

O conhecimento sobre a fauna de abelhas nas diversas regiões e fitofisionomias brasileiras deriva, em grande parte, de inventários realizados em áreas restritas e/ou periféricas, muitas vezes caracterizadas por baixo grau de conservação (revistos por Pinheiro-Machado *et al.*, 2002). Esses levantamentos sistemáticos privilegiam a padronização da amostragem para permitir a comparação de abundâncias e riquezas relativas. Neles, o sítio amostral é limitado a uma área restrita (geralmente, 1-2 ha) e o tempo amostral é fixado, sendo a coleta de abelhas feita durante caminhada ininterrupta, em que o coletor não permanece mais tempo em áreas ricas em abelhas do que em áreas pobres. Vantagens e desvantagens deste método são discutidas, por exemplo, por Sakagami *et al.* (1967) e Silveira & Godinez (1996).

Adotando uma estratégia diferente dos levantamentos acima, o objetivo principal deste trabalho foi conhecer a fauna de abelhas dos campos rupestres nas áreas de altitude da Cadeia do Espinhaço, buscando caracterizá-la quanto à riqueza e à distribuição geográfica de suas espécies e à ocorrência de endemismos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Coleta de dados**

Duas estratégias foram empregadas para obtenção dos dados avaliados neste trabalho — *a)* busca de dados secundários (informações associadas a espécimes depositados em coleções taxonômicas e registros na literatura) e *b)* levantamentos de dados primários (expedições de coleta em campo).

#### ***Informações disponíveis na literatura***

Trabalhos taxonômicos e de inventários faunísticos constituíram a principal bibliografia consultada para compor a lista de espécies de abelhas da Cadeia do Espinhaço (ver Tabela 1). Os trabalhos taxonômicos fornecem uma quantidade de registros relativamente reduzida, uma vez que não lidam especificamente com a fauna da Cadeia do Espinhaço. Por outro lado, fornecem dados de alta qualidade, já que as identificações das espécies são feitas por especialistas, freqüentemente no âmbito de revisões amplas, sendo, nesses casos, muito confiáveis. Além disto, apresentam dados relativamente completos sobre as distribuições geográficas de muitas espécies, já que, normalmente, examinam grandes amostras pertencentes aos acervos de diversas coleções, oriundas das mais diversas regiões.

Para Minas Gerais, onde se estende a maior porção dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, foram publicados, até o momento, os resultados de apenas alguns poucos inventários faunísticos, em sua maioria concentrados na porção mais ao sul do maciço, em áreas situadas nos municípios de Santana do Riacho (Faria, 1994), Ouro Preto (Faria-Mucci *et al.*, 2003; Araújo *et al.*, 2006) e Ouro Branco (Araújo *et al.*, 2006). A única amostragem fora desta região, realizada mais ao norte do estado, em São Gonçalo do Rio Preto (Nemésio & Faria-Jr. 2004), se restringiu a um grupo específico de abelhas (Euglossina — Apidae).

Igualmente incipiente é o conhecimento disponível sobre a fauna de abelhas dos campos rupestres da porção baiana do Espinhaço (Chapada Diamantina), que se baseia em apenas dois inventários realizados em áreas muito próximas, no município de Palmeiras (Almeida & Gimenes, 2002; Silva-Pereira & Santos, 2006).

Considerando que o alvo principal deste trabalho foi compilar as informações sobre as abelhas dos campos rupestres nas áreas mais elevadas do Espinhaço, não foram considerados em nossas análises os dados obtidos em áreas abaixo de 800 m de altitude e/ou em que os campos rupestres não fossem a vegetação predominante. Por isto, não foram computados os dados de uma das áreas de estudo de Almeida & Gimenes (2002), situada abaixo de 800 m de altitude, e os obtidos por Martins (1994) e Aguiar *et al.* (2005) (todos obtidos na Chapada Diamantina) e parte dos dados apresentados por Nemésio & Faria Jr. (2004), por terem sido coletados em ambientes outros que não os campos rupestres. Ressalta-se, porém, que os registros apresentados para a área da Serra de Sincorá (Morro do Pai Inácio) por Aguiar *et al.* (2005) e discutidos aqui correspondem aos publicados previamente por Almeida & Gimenes (2002). Além destes casos, também não foram utilizados aqui os registros da fauna de abelhas conhecidas popularmente como “indígenas sem ferrão” (Apidae: Meliponina) apresentados por Antonini (2005), pois além de existir erros de identificação de espécies, são apresentados, em sua maioria, dados secundários citados por nós diretamente das fontes originais.

### ***Informações disponíveis em coleções científicas***

Foram examinados exemplares de abelhas provenientes de localidades do Espinhaço, principalmente de sua porção sul, em três coleções científicas. A maioria desses exemplares encontra-se na Coleção Entomológica das Coleções Taxonômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Eles foram obtidos em levantamentos de fauna realizados por Silveira e colaboradores nas serranias da Zona Metalúrgica de Minas Gerais (Serras do Curral, da

Calçada, da Moeda, do Cachimbo e do Caraça), localizadas nos municípios de Belo Horizonte, Brumadinho, Moeda, Nova Lima e Catas Altas. Estes dados de ocorrência são apresentados aqui pela primeira vez. Outras coleções visitadas foram as do Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e do Museu de Zoologia da USP (MZUSP). As coleções da UFMG, da UFMG, da UFV e do MZUSP foram examinadas cuidadosamente e as informações de procedência de todos os exemplares coletados em localidades situadas indubitavelmente nos campos rupestres do Espinhaço foram registradas. Além destas coleções também foram examinados uma pequena amostra da Coleção Entomológica do Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana (MZUEFS), referente a abelhas da Chapada Diamantina. Adicionalmente, vários registros nos foram cedidos por G. A. R. Melo, de abelhas coletadas por ele e que se encontram, hoje, depositadas na Coleção Entomológica “Padre Jesús Santiago Moure” do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (DZUP).

### ***Expedições de coleta***

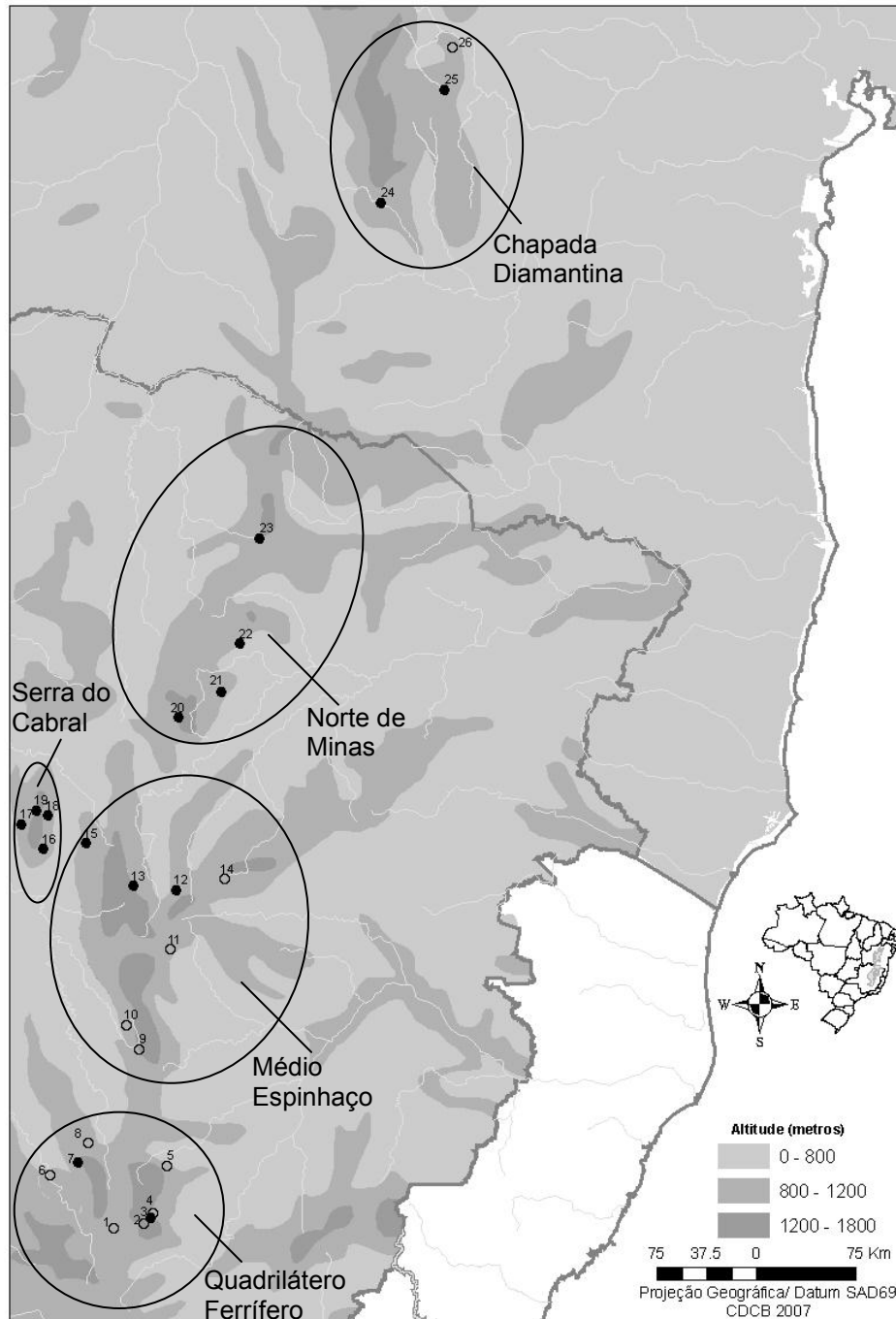
As áreas amostradas neste estudo foram escolhidas de forma a garantir amostragens bem distribuídas e em locais considerados lacunas de conhecimento. Procurou-se selecionar, ainda, áreas cuja vegetação nativa estivesse em bom estado de conservação, representando quatro grandes maciços da Cadeia do Espinhaço, que são separados uns dos outros por áreas situadas em altitudes inferiores a 800 m, chamados aqui de “Médio Espinhaço”, “Serra do Cabral”, “Norte de Minas” e “Chapada Diamantina” (Figura 1). Um quinto maciço, o “Quadrilátero Ferrífero” situado no extremo sul da cadeia e cujas áreas acima de 800 m são contínuas com as do Médio Espinhaço, foi tratado separadamente por apresentar características muito distintas dos demais maciços. No Quadrilátero Ferrífero, a vegetação de altitude desenvolve-se sobre a “canga” (concreções ferruginosas couraçadas e nodulares), constituindo campos

estrutural e floristicamente distintos daqueles que se desenvolvem sobre areia nos afloramentos quartzíticos do restante da Cadeia do Espinhaço (Rizzini, 1976 e 1979).

Apesar das coletas terem sido direcionadas ao conhecimento da fauna nos campos rupestres situados nas porções mais elevadas (geralmente acima de 1000 m de altitude), foram amostradas, também, zonas de transição com o cerrado (entre 800 m e 1200 m) em algumas localidades (Figura 1).

As amostragens foram efetuadas entre outubro de 2004 e maio de 2006 e foram categorizadas em coletas oportunísticas ou intensivas, de acordo com o esforço de coleta despendido em cada área de estudo (Tabela 2). As coletas foram feitas por dois ou mais coletores, com emprego de redes entomológicas. As abelhas foram capturadas sempre que avistadas, principalmente enquanto forrageavam nas flores. Os espécimes coletados durante este projeto estão depositados nas coleções entomológicas da Universidade Federal de Minas Gerais e da Universidade Estadual de Feira de Santana.

A heterogeneidade ambiental encontrada nos campos rupestres exige a amostragem de um grande número de pontos, já que as abelhas podem apresentar especializações quanto ao uso de recursos florais com padrão de distribuição agregado, e substratos de nidificação. Portanto, para maximizar o número de espécies registradas, não foi adotado o método habitualmente utilizado nos levantamentos sistemáticos de faunas locais de abelhas efetuados no Brasil. Para isto, os coletores percorriam extensas áreas em cada local de coleta, buscando ambientes diversos e permanecendo mais tempo em áreas onde a coleta produzia amostras mais abundantes e diversificadas de abelhas. Espécies facilmente identificáveis no campo foram coletadas apenas esporadicamente de forma a se obterem exemplares testemunhos de cada espécie para todas as localidades e todas as épocas de amostragem.



**Figura 1** - Distribuição das localidades nos maciços (elipses) onde há registros da fauna de abelhas ao longo da Cadeia do Espinhaço. Dados primários (●), obtidos nas coletas de campo (2004-2006) realizadas durante este projeto e dados secundários (○), obtidos a partir de coleções científicas e/ou literatura. **Abreviações:** ParNa = Parque Nacional; Pq. E. = Parque Estadual; S. = Serra. Minas Gerais: **1.** S. de Ouro Branco (Ouro Branco); **2.** Lavras Novas (Ouro Preto); **3.** Pq. E. do Itacolomi (Ouro Preto); **4.** Ouro Preto; **5.** S. do Caraça (Catas Altas); **6.** S. da Moeda (S. da Calçada - Brumadinho, Moeda); **7.** Pq. E. da S. do Rola Moça (Belo Horizonte, Brumadinho, Ibirité, Nova Lima – inclui a S. do Cachimbo); **8.** S. do Curral (Pq. das Mangabeiras - Belo Horizonte, Nova Lima); **9-10.** Serra do Cipó (Santana do Riacho); **11.** Pq. E. Pico do Itambé (Serro); **12.** Pq. E. do Rio Preto (São Gonçalo do Rio Preto); **13.** Pq. E. Biribiri (Diamantina); **14.** S. do Ambrósio (Itamarandiba); **15.** Curimataí (Buenópolis); **16-19.** S. do Cabral (Buenópolis, Francisco Dumont, Joaquim Felício, Lassance); **20.** Itacambira; **21.** Botumirim (Campina do Bananal); **22.** Pq. E. de Grão Mogol (Grão Mogol); **23.** S. do Talhado (Serranópolis de Minas); Bahia: **24.** Pico das Almas (Rio de Contas); **25.** S. do Esbarrancado (ParNa Chapada Diamantina - Mucugê); **26.** S. do Sincorá [Morro do Pai Inácio] e S. dos Brejões (Palmeiras).

## **Análise de dados**

A obtenção do número total de espécies registradas na Cadeia do Espinhaço é dificultada pelo grande número de espécies não identificadas listadas nos vários inventários de faunas locais e nas amostras obtidas durante a execução do presente projeto, principalmente em determinados táxons que carecem de revisão taxonômica (por exemplo, os gêneros *Tetrapedia*, *Ceratina*, *Augochlora* e *Augochloropsis*). Por isto, a riqueza total de espécies compiladas neste trabalho foi expressa através de uma estimativa do número mínimo de espécies registradas. Para se fazer esta estimativa, comparou-se, para cada gênero, o número de espécies identificadas com o maior número de espécies encontrado em um único lugar (incluindo espécies não identificadas). O maior número nestas comparações foi tomado como o número mínimo de espécies para cada gênero no Espinhaço. Espécies não identificadas só foram somadas às espécies identificadas quando puderam ser examinadas por um dos autores e claramente distinguidas das demais espécies incluídas em nossa listagem. A soma dos números mínimos de espécies obtidos para todos os gêneros é o número mínimo de espécies de abelhas registrado no Espinhaço — certamente, uma subestimativa da riqueza em espécies de abelhas desta Cadeia.

A avaliação da representatividade da amostra da fauna de abelhas obtida nas várias áreas da Cadeia do Espinhaço foi feita através do índice de correlação não paramétrica de Spearman entre o número de indivíduos coletados e o número de espécies obtido em cada área. Apenas as localidades amostradas no âmbito deste projeto foram utilizadas nesta análise por terem empregado mesma metodologia de coleta e esforço amostral comparável (Tabela 2). Partiu-se do pressuposto que, se todas as áreas estivessem bem amostradas, obter-se-ia uma baixa correlação (o número de indivíduos obtidos em cada área seria suficientemente grande para que grande parte das espécies existentes estivesse representada na amostra, independente do

tamanho desta). Por outro lado, uma correlação significativa indicaria que muitas das áreas com amostra pequena estariam ainda subamostradas.

Para avaliar a representatividade da amostra obtida para toda a Cadeia do Espinhaço, foi construída uma “curva do coletor” através de análise de Jackknife com 50 simulações aleatórias, utilizando o software EstimateS (<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>), incluindo todos os pontos de literatura e dados primários. Para esta análise, dados primários e secundários para uma mesma área/município foram aglutinados. Por outro lado, foram considerados apenas aqueles táxons identificados até espécie e as morfo-espécies que foram individualizadas nos gêneros. Com isto, evitou-se que a mesma espécie não identificada fosse contada como táxon diferente em cada local em que ocorresse. O mesmo procedimento de Jackknife foi utilizado para estimar a riqueza de espécies.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A lista de espécies de abelhas registradas na Cadeia do Espinhaço, com indicação das localidades e principais serras e/ou unidades de conservação nas quais elas foram encontradas, bem como as fontes de informação (coleções/publicações científicas) encontram-se na Tabela 1. A Tabela 2 mostra o número de espécies registrado e o tipo de amostragem (categorizado de acordo com o esforço de coleta despendido) em cada localidade.

**Tabela 1. Espécies de abelhas e localidades onde foram registradas na Cadeia do Espinhaço.** As fontes dos registros de ocorrência encontram-se entre parênteses após cada localidade. **Coleções científicas:** **DZUP** (Colecção Entomológica “Padre J. S. Moure”, Universidade Federal do Paraná); **MZUEFS** (Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Feira de Santana); **MZUSP** (Museu de Zoologia da USP); **UFMG** (Universidade Federal de Minas Gerais); e **UFV** (Museu de Entomologia, Universidade Federal de Viçosa); **Literatura:** número e referência citada ao pé da tabela; A ausência destas referências significa que todos os registros foram obtidos na coleção da UFMG. **Expedições a campo:** tratam-se das coletas de dados primários obtidos durante este projeto entre outubro de 2004 e maio de 2006.

As localidades da **Bahia** estão representadas por nomes de municípios (Mucugê, Morro do Chapéu), serras (Brejões, Esbarrancado, Sincorá) e região geográfica (Pico das Almas), e em **Minas Gerais** estão representadas por municípios (Botumirim, Diamantina, Itacambira, Ouro Preto), distritos (Lavras Novas – Ouro Preto; Curimataí - Buenópolis), serras (Ambrósio, Cabral, Cachimbo, Caraça, Cipó, Curral, Moeda, Ouro Branco, Talhado) e Parques Estaduais (Bibibiri, Grão Mogol, Itacolomi, Pico do Itambé, Rio Preto, Serra do Rola Moça). A localização e outras informações sobre os pontos de amostragem encontram-se na Figura 1.

Para construir a tabela abaixo, os exemplares obtidos de várias localidades e depositados na UFMG foram comparados com os exemplares obtidos nas campanhas de coleta do projeto, de forma a homogeneizar as suas identificações. O número total de espécies não identificadas em cada gênero foi estimado subtraindo-se o número de espécies identificadas no gênero do maior número de espécies não identificadas encontrado em uma única localidade. Em muitos casos esses valores devem subestimar a riqueza em espécies desses gêneros na Cadeia do Espinhaço.

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
	<b>ANDRENIDAE</b>		
	<b>OXAENINAE</b>		
01	<i>Oxaea flavescens</i> Klug, 1807	Curral, Cipó, Ouro Preto (3), Sincorá (MZUEFS)	Biribiri, Itacambira, Esbarrancado, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
02	<i>Oxaea schwarzi</i> Moure & Seabra, 1962		Itacambira
	<b>PANURGINAE</b>		
	<b>CALLIOPSINI</b>		
03	<i>Acampopoeum prinii</i> (Holmberg, 1884)	Caraça, Lavras Novas (10, UFMG), Moeda	Itacolomi, Rola Moça
04	<i>Callonychium</i> sp. n. 01		Pico das Almas
05	<i>Callonychium</i> sp. n. 02	Diamantina (DZUP)	Rio Preto
	<b>PROTANDRENINI</b>		
06	<i>Anthrenoides alffeni</i> Ducke, 1907	Ouro Preto (3)	
07	<i>Anthrenoides lavrensis</i> Urban, 2007	Lavras Novas (10, como <i>Anthrenoides</i> sp.; 23; DZUP)	
08	<i>Anthrenoides pinhalensis</i> Urban, 2005	Curral	
09	<i>Anthrenoides</i> sp. 01		Itacambira
10	<i>Anthrenoides</i> sp. 02		Rio Preto
11	<i>Anthrenoides</i> sp. 03	Caraça	Rola Moça
12	<i>Chaeturginus alexanderi</i> Ruz & Melo, 1999	Curral	
13	<i>Parapsaenythia serripes</i> (Ducke, 1908)	Caraça	
14	<i>Psaenythia capito</i> Gerstaecker, 1868	Caraça	
15	<i>Psaenythia</i> sp. 01	Lavras Novas (10, UFMG; DZUP)	
16	<i>Psaenythia</i> sp. 02	Moeda	
17	<i>Psaenythia</i> sp. 03		Itacambira
18	<i>Psaenythia</i> sp. 04		Biribiri
19	<i>Psaenythia</i> sp. 05		Pico das Almas
20	<i>Rhopitulus anomalus</i> (Moure & Oliveira, 1962)		
21	<i>Rhopitulus friesei</i> Ducke, 1907	Curral	
22-23	<i>Rhopitulus</i> spp. (duas espécies)	Curral	
	<b>PROTOMELITURGINI</b>		
24	<i>Protomeliturga</i> sp. n.		Itacambira
	<b>APIDAE</b>		
	<b>APINAE</b>		
	<b>ANTHOPHORINI</b>		
25	<i>Anthophora (Mystacanthophora) paranensis</i> Holmberg, 1903	Caraça (DZUP), Ouro Preto (3; UFMG)	
	<b>APINI</b>		
	<b>BOMBINA</b>		
26	<i>Bombus (Fervidobombus) atratus</i> Friese, 1913 <i>Nota:</i> é possível que entre o material examinado da Bahia, existam exemplares de <i>B. brevivillus</i> (a distribuição geográfica das duas espécies se sobrepõe e é de difícil separação taxonômica).	Curral, Caraça (11; UFMG), Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFMG); Ouro Preto (UFMG; 3), Ambrósio, Pico do Itambé, Moeda, Sincorá (2, como <i>Bombus</i> sp.)	Botumirim, Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Itacolomi, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral, Talhado
27	<i>Bombus (Fervidobombus) brasiliensis</i> Lepeletier, 1836	Caraça (MZUSP, UFMG), Ouro Preto (3), Moeda	Itacolomi, Rola Moça, Rio Preto
28	<i>Bombus (Fervidobombus) brevivillus</i> Franklin, 1913	Sincorá (2), Brejões (16)	
29	<i>Bombus (Fervidobombus) morto</i> (Swederus, 1787)	Curral, Caraça (11; UFMG), Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFMG); Ouro Preto (3; UFMG), Moeda	Grão Mogol, Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral

Continua...

**Tabela 1. (Continuação)**

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
30	EUGLOSSINA <i>Eufriesea nigrohirta</i> (Friese, 1899)	Curral, Caraça (MZUSP; UFMG), Cipó (9, como <i>Euplusia nigrohirta</i> ; UFMG), Lavras Novas (10, UFV), Sincorá (2), Brejões (16), Pico do Itambé, Moeda	Grão Mogol, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto
31	<i>Eufriesea violacea</i> (Blanchard, 1840)		Cabral
32-33	<i>Eufriesea</i> spp. (duas espécies)	Cipó (9, como <i>auriceps</i> e como sp. n.), Brejões (16)	Grão Mogol, Esbarrancado, Pico das Almas, Rio Preto
34	<i>Euglossa (Euglossa) cordata</i> (Linnaeus, 1758)	Brejões (af., 16)	
35	<i>Euglossa (Euglossa) fimbriata</i> Rebêlo & Moure, 1995	Caraça, Rio Preto (13)	
36	<i>Euglossa (Euglossa) leucotricha</i> Rebêlo & Moure, 1996	Caraça, Cipó	Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Talhado, Cabral
37	<i>Euglossa (Euglossa) melanotricha</i> Moure, 1967	Caraça, Cipó (9; UFMG), Rio Preto (13), Moeda	Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Cabral
?	<i>Euglossa (Euglossa) modestior</i> Dressler, 1982	Lavras Novas (10, UFV). <u>Nota:</u> Deve tratar-se de um erro de identificação, pois é uma espécie de distribuição amazônica.	
38	<i>Euglossa (Euglossa) securigera</i> Dressler, 1982	Caraça, Cipó (9)	
39	<i>Euglossa (Euglossa) truncata</i> Rebêlo & Moure, 1996	Caraça, Rio Preto (13)	
40	<i>Euglossa (Glossura) annectans</i> Dressler, 1982	Caraça	Cabral
41	<i>Euglossa (Glossura) imperialis</i> Cockerell, 1922	Rio Preto (13)	
?	<i>Euglossa</i> sp.	Sincorá (2), Ouro Branco (3)	
42	<i>Eulaema (Apeulaema) cingulata</i> (Fabricius, 1804)	Caraça	Esbarrancado
43	<i>Eulaema (Apeulaema) nigrita</i> Lepelletier, 1841	Curral, Caraça (MZUSP, UFMG), Cipó (9; UFMG), Ouro Branco (3), Ouro Preto (UFV; 3), Brejões (16), Rio Preto (13)	Grão Mogol, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
?	<i>Eulaema</i> sp.	Brejões (16)	
	MELIPONINA		
44	<i>Cephalotrigona capitata</i> (Smith, 1854)	Curral, Caraça	Rola Moça
45	<i>Friesella schroetkyi</i> (Friese, 1900)	Curral, Caraça	Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
46	<i>Frieseomelitta doederleini</i> (Friese, 1900)	Cipó (9, como cf. <i>flavicornis</i> ; UFMG)	Rio Preto, Cabral
47	<i>Frieseomelitta francoi</i> (Moure, 1946)	Sincorá (2), Brejões (16)	Esbarrancado
48	<i>Frieseomelitta languida</i> Moure, 1990		Rio Preto
49	<i>Frieseomelitta varia</i> (Lepelletier, 1836)	Cipó (9)	Curimataí, Rio Preto, Cabral
50	<i>Geotrigona subterranea</i> (Friese, 1901)	Curral, Caraça (UFMG; DZUP; 6), Cipó (6; UFMG), Cachimbo, Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (UFMG; 6), Brejões (16), Moeda	Biribiri, Itacambira, Esbarrancado, Itacolomi, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
?	<i>Geotrigona</i> sp.	Cipó (9, como sp.n.), Ouro Branco (3)	
51	<i>Leurotrigona muelleri</i> (Friese, 1900)	Curral, Caraça, Cipó (9), Cachimbo	Grão Mogol, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
52	<i>Melipona (Eomelipona) bicolor</i> Lepelletier, 1836	Curral, Caraça (UFMG; MZUSP, como <i>M. nigra</i> ), Ouro Branco (3)	
53	<i>Melipona (Melikerria) quinquefasciata</i> Lepelletier, 1836	Cipó (9, UFV; UFMG), Diamantina (14), Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3), Moeda	Grão Mogol, Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
54	<i>Melipona (Melipona) quadrifasciata</i> Lepelletier, 1836	Caraça, Cipó (9), Cachimbo, Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (UFMG; 3), Brejões (16), Ambrósio, Pico do Itambé	Itacambira, Pico das Almas, Rio Preto, Cabral
55	<i>Melipona (Michmelia) scutellaris</i> Latreille, 1811	Brejões (16)	
56	<i>Nannotrigona testaceicornis</i> (Lepelletier, 1836)	Curral	Grão Mogol, Itacambira, Rio Preto, Cabral
57	<i>Oxytrigona tataira</i> (Smith, 1863)		Grão Mogol, Rio Preto, Cabral
58	<i>Paratrigona lineata</i> (Lepelletier, 1836)	Curral, Cipó (5; 9; UFMG), Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3), Moeda	Curimataí, Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Talhado, Cabral
59	<i>Paratrigona subnuda</i> Moure, 1947	Curral, Caraça, Cachimbo, Ouro Branco (3), Ouro Preto (UFMG; 3; 5), Ambrósio, Pico do Itambé	Itacolomi, Rola Moça
60	<i>Partamona criptica</i> Pedro & Camargo, 2003	Caraça (MZUSP)	
61-62	<i>Partamona</i> spp. (pelo menos 2 espécies)	Caraça	Grão Mogol, Itacambira, Rio Preto, Cabral
63	<i>Plebeia droryana</i> (Friese, 1900)	Curral, Cipó, Cachimbo, Pico do Itambé, Moeda	Rola Moça
64	<i>Plebeia remota</i> (Holmberg, 1903)	Caraça (DZUP, UFMG)	
65	<i>Plebeia</i> sp. 01		Grão Mogol, Itacambira, Pico das Almas
66	<i>Plebeia</i> sp. 02		Grão Mogol, Cabral

Continua...

**Tabela 1. (Continuação)**

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
67	<i>Plebeia</i> sp. 03		Itacolomi
?	<i>Plebeia</i> sp.	Brejões (16)	
68	<i>Scaptotrigona bipunctata</i> (Lepelletier, 1836)	Caraça	Itacambira, Rio Preto, Cabral
69	<i>Scaptotrigona xanthotricha</i> Moure, 1950	Caraça, Cipó, Moeda	
70	<i>Scaura atlantica</i> Melo, 2004		Talhado
71	<i>Schwarziana quadripunctata</i> (Lepelletier, 1836)	Caraça, Cipó (9)	Itacolomi, Cabral
72	<i>Schwarzula timida</i> (Silvestri, 1902)		Curimataí
73	<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius, 1804)	Moeda	Rola Moça, Rio Preto, Cabral
74	<i>Tetragonisca angustula</i> (Latreille, 1811)	Curral, Ouro Preto (3)	Grão Mogol, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
75	<i>Trigona fulviventris</i> Guérin, 1835	Curral, Caraça, Ouro Preto (3), Pico do Itambé	Itacolomi, Rola Moça, Rio Preto
76	<i>Trigona fuscipennis</i> Friese, 1900		Botumirim, Cabral, Itacambira
77	<i>Trigona hyalinata</i> Lepelletier, 1836	Caraça (DZUP), Cipó, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV); Ouro Preto (UFMG; 3), Pico do Itambé	Rola Moça, Rio Preto, Cabral, Talhado
78	<i>Trigona recursa</i> Smith, 1863		Grão Mogol, Cabral
79	<i>Trigona spinipes</i> (Fabricius, 1793)	Curral, Caraça, Cipó (9; UFV), Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3), Sincorá (2), Brejões (16)	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Itacolomi, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral, Talhado
80	<i>Trigona truculenta</i> Almeida, 1984	Cipó	Cabral
?	<i>Trigona</i> sp.	Ouro Branco (3)	
81	<i>Trigonisca intermedia</i> Moure, 1990		Curimataí, Pico das Almas, Rio Preto, Cabral
	CENTRIDINI		
82	<i>Centris (Centris) aenea</i> Lepelletier, 1841	Curral, Cipó (9; UFMG), Mucugê (MZUSP), Ouro Branco (3), Ouro Preto (3), Brejões (16), Moeda	Curimataí, Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral,
83	<i>Centris (Centris) caxiense</i> Duce, 1907		Grão Mogol, Esbarrancado, Talhado, Cabral
84	<i>Centris (Centris) flavifrons</i> Fabricius, 1775	Mucugê (MZUSP)	Pico das Almas
85	<i>Centris (Centris) nitens</i> Lepelletier, 1841	Diamantina (UFV), Cipó (9; UFMG), Moeda	Curimataí, Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Rio Preto, Cabral
86	<i>Centris (Centris) obscurior</i> Michener, 1954	Moeda	Curimataí, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rio Preto, Cabral
87	<i>Centris (Centris) spilopoda</i> Moure, 1969	Cipó (9), Sincorá (2)	Curimataí, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
88	<i>Centris (Centris) varia</i> (Erichson, 1848)	Curral, Caraça, Cipó, Ouro Branco (3), Ouro Preto (3), Moeda	Grão Mogol, Itacolomi, Rola Moça, Rio Preto
89	<i>Centris (Centris) sp. 01</i>		Itacambira, Rola Moça, Rio Preto
90	<i>Centris (Centris) sp. 02</i>	Curral	
?	<i>Centris (Centris) sp.</i>	Cipó	Rio Preto
91	<i>Centris (Hemisiella) tarsata</i> Smith, 1874	Curral, Caraça (MZUSP; UFMG), Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Ouro Branco (3), Ouro Preto (3), Brejões (16), Moeda, Sincorá (MZUEFS)	Botumirim, Curimataí, Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral, Talhado
92	<i>Centris (Hemisiella) trigonoides</i> Lepelletier, 1841	Curral, Cipó, Moeda	Botumirim, Curimataí, Grão Mogol, Itacambira, Rio Preto, Talhado
93	<i>Centris (Hemisiella) vittata</i> Lepelletier, 1841	Curral	
94	<i>Centris (Hemisiella) sp. 01</i>	Moeda	
95	<i>Centris (Hemisiella) sp. 02</i>		Rio Preto
96	<i>Centris (Heterocentris) analis</i> (Fabricius, 1804)	Cachimbo, Moeda	Curimataí, Grão Mogol, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
97	<i>Centris (Heterocentris) sp. n.</i>	Curral	
98	<i>Centris (Melacentris) collaris</i> Lepelletier, 1841	Curral, Moeda	
99	<i>Centris (Melacentris) confusa</i> Moure, 1960	Curral, Cachimbo, Moeda	
100	<i>Centris (Melacentris) conspersa</i> Mocsáry, 1899	Caraça, Moeda	
101	<i>Centris (Melacentris) dimidiata</i> (Olivier, 1789)	Caraça	
102	<i>Centris (Melacentris) dorsata</i> Lepelletier, 1841	Caraça (MZUSP), Cipó (9)	Biribiri
103	<i>Centris (Melacentris) fluviatilis</i> (Friese, 1904)	Cipó	Grão Mogol
104-105	<i>Centris (Melacentris) lateritia</i> Friese, 1899		Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Cabral
	<i>Nota:</i> provavelmente trata-se de duas espécies		
106	<i>Centris (Melacentris) obsoleta</i> Lepelletier, 1841		Pico das Almas

Continua...

**Tabela 1. (Continuação)**

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
107	<i>Centris (Melacentris) violacea</i> Lepeletier, 1841	Curral, Cachimbo, Cipó (9; UFMG; UFV), Moeda	Itacambira, Rio Preto
108	<i>Centris (Melacentris) xanthocnemis</i> (Perty, 1833)	Curral	Grão Mogol, Pico das Almas
109	<i>Centris (Paracentris) burgdorfi</i> Friese, 1900	Curral, Cipó	Biribiri, Rio Preto, Cabral
110	<i>Centris (Paracentris) klugii</i> Friese, 1899	Caraça, Cipó (9; UFMG), Diamantina (UFV), Ouro Branco (3), Moeda	Itacambira, Esbarrancado, Itacolomi, Pico das Almas, Rio Preto
111	<i>Centris (Paracentris) xanthomelaena</i> Moure & Castro, 2001		Botumirim
112	<i>Centris (Ptilotopus) atra</i> Friese, 1900	Cipó	Cabral
113	<i>Centris (Ptilotopus) denudans</i> Lepeletier, 1841	Cipó	
114	<i>Centris (Ptilotopus) moerens</i> (Perty, 1833)	Cipó	
115	<i>Centris (Ptilotopus) scopipes</i> Friese, 1899	Curral, Ouro Branco (3), Moeda	Itacambira, Rola Moça
116	<i>Centris (Ptilotopus) sponsa</i> Smith, 1854	Mucugê (MZUSP)	Pico das Almas
117	<i>Centris (Trachina) spp. grupo fuscata</i> Lepeletier, 1841	Curral, Cipó (9; UFMG), Ouro Branco (3), Sincorá (2), Brejões (16), Moeda	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral, Talhado
118	<i>Centris (Trachina) longimana</i> Fabricius, 1804		Talhado
119	<i>Centris (Trachina) machadoi</i> Azevedo & Silveira, 2005	Rio Preto (4)	Esbarrancado, Itacambira
120	<i>Centris (Trachina) rupestris</i> Azevedo & Silveira, 2005	Cipó (4), Moeda (DZUP; UFMG; 4), Rio Preto (4), Morro do Chapéu (DZUP)	Biribiri, Grão Mogol, Cabral, Itacambira
121	<i>Centris (Trachina) similis</i> (Fabricius, 1804)	Cipó	
?	<i>Centris (Trachina) sp.</i>	Cipó (UFMG; 9, como <i>Centris</i> sp.1), Lavras Novas (10, UFV, como <i>Centris</i> sp.1)	
122	<i>Centris (Xanthemisia) bicolor</i> Lepeletier, 1841	Caraça (MZUSP); Cipó, Ouro Branco (3), Ouro Preto (3), Brejões (16), Moeda	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
123	<i>Centris (Xanthemisia) lutea</i> Friese, 1899	Caraça (MZUSP), Cipó (af, 9), Moeda	Grão Mogol, Rola Moça, Cabral
124	<i>Centris (Xanthemisia) sp. n.</i>	Curral, Cipó, Ouro Branco (3), Moeda	Biribiri, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Cabral
?	<i>Centris spp.</i>	Ouro Branco (3), Ouro Preto (3)	
125	<i>Epicharis (Anepicharis) dejeanii</i> Lepeletier, 1841	Cipó, Diamantina (UFV), Ouro Branco (3); Ambrósio, Moeda	Itacambira
126	<i>Epicharis (Cyphepicharis) sp.</i>	Ouro Branco (3)	
127	<i>Epicharis (Epicharana) flava</i> (Friese, 1900)	Curral, Cipó, Ouro Branco (3), Brejões (16)	Grão Mogol, Pico das Almas, Rola Moça, Cabral
128	<i>Epicharis (Epicharis) bicolor</i> Smith, 1854	Cipó, Brejões (16)	Biribiri, Grão Mogol, Itacolomi, Pico das Almas, Rio Preto, Cabral
129	<i>Epicharis (Epicharitides) cockerelli</i> (Friese, 1900)	Curral, Diamantina (UFV)	Rola Moça
130	<i>Epicharis (Epicharitides) iheringi</i> Friese, 1899	Cipó (UFMG; 9), Diamantina (UFV), Lavras Novas (10, UFV)	Biribiri, Itacambira, Cabral
131	<i>Epicharis (Epicharoides) picta</i> (Smith, 1874)	Cipó, Ouro Branco (3, como <i>grandior</i> )	Rio Preto
132	<i>Epicharis (Epicharoides) xanthogastra</i> (Moure & Seabra, 1959)		Grão Mogol
133	<i>Epicharis (Epicharoides) sp.</i>	Cipó	Itacambira, Rio Preto
134	<i>Epicharis (Triepicharis) analis</i> (Friese, 1899)	Cipó (9, como <i>schrottkyi</i> ; UFMG), Ouro Branco (3, como <i>schrottkyi</i> )	Itacambira, Pico das Almas, Cabral
?	<i>Epicharis spp.</i>	Ouro Preto (3)	
EMPHORINI			
135	<i>Ancylосcelis apiformis</i> (Fabricius, 1793)	Cipó	
136	<i>Ancylосcelis sp. 01</i>	Caraça	
137	<i>Ancylосcelis sp. 02</i>	Cachimbo, Moeda	
138	<i>Melitoma segmentaria</i> (Fabricius, 1804)	Caraça (DZUP, UFMG), Cipó, Ouro Branco (3), Moeda	Itacambira, Itacolomi, Rio Preto
139	<i>Melitoma sp. n.</i>	Caraça (DZUP; UFMG), Moeda (UFMG)	Itacolomi
140	<i>Melitoma sp. (pelo menos uma espécie)</i>	Cipó (9)	Rio Preto
ERICROCIDINI			
141	<i>Acanthopus excellens</i> Schrottky, 1902		Itacambira, Rola Moça
142	<i>Ctenioschelus goryi</i> (Romand, 1840)	Cipó	Grão Mogol, Pico das Almas, Rio Preto
143	<i>Cyphomelissa diabolica</i> (Friese, 1900)	Cachimbo	
144	<i>Eurytis funereus</i> Smith, 1874	Cipó (9, como <i>Hopliphora funereus</i> ), Lavras Novas (10, UFV)	Biribiri, Pico das Almas, Cabral
145	<i>Mesocheira bicolor</i> (Fabricius, 1804)	Cipó, Moeda	Curimataí, Biribiri, Rola Moça, Rio Preto
146	<i>Mesonychium asteria</i> (Smith, 1854)		Curimataí, Grão Mogol, Itacambira, Cabral
147	<i>Mesonychium caeruleescens</i> Lepeletier & Serville, 1825	Cipó (9; UFMG)	Biribiri, Itacambira, Rio Preto, Cabral
148	<i>Mesonychium litoreum</i> Moure, 1944	Cipó (9)	
149	<i>Mesonychium sp.</i>		Biribiri, Cabral

Continua...

Tabela 1. (Continuação)

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
150	<i>Mesoplia (Eomelissa) friesei</i> (Ducke, 1902)	Cipó	Rio Preto
151	<i>Mesoplia (Mesoplia) regalis</i> (Smith, 1854)		Grão Mogol
152	<i>Mesoplia (Mesoplia) rufipes</i> (Perty, 1833)	Cipó	Biribiri, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Cabral
	EUCERINI		
153	<i>Florilegus (Eufleurilegus) fulvipes</i> (Smith, 1854)		Itacambira
154	<i>Florilegus (Floriraptor) melectoides</i> (Smith, 1879)		Itacambira, Cabral
155	<i>Gaesischia anhidoides</i> Urban, 1968	Moeda (DZUP)	
156	<i>Gaesischia caracicola</i> Urban, 2007	Caraca (UFMG; 24)	
157	<i>Gaesischia cipoana</i> Urban, 2007	Cipó (UFMG; 24)	Itacambira
158	<i>Gaesischia flavochrysa</i> Michener, LaBerge & Moure, 1955	Curral, Caraca	
159	<i>Gaesischia nigra</i> Moure (1968)	Cipó (9)	Rola Moça
160	<i>Gaesischia patellicornis</i> (Ducke, 1910)		Itacambira
161	<i>Melissodes (Ecliptica) nigroaenea</i> (Smith, 1854)	Moeda, Ouro Preto (3)	
162	<i>Melissodes (Ecliptica) sexcincta</i> (Lepelletier, 1841)	Curral, Caraca, Moeda	
163	<i>Melissoptila aureocincta</i> Urban, 1968	Caraca	Pico das Almas
164	<i>Melissoptila cnecomola</i> (Moure, 1944)	Ouro Preto (3)	
165	<i>Melissoptila paranaensis</i> Urban, 1998	Ouro Preto (20)	
166	<i>Melissoptila pubescens</i> (Smith, 1879)	Curral	
167	<i>Melissoptila richardiae</i> Bertoni & Schrottky, 1910		Itacambira
168	<i>Melissoptila tandilensis</i> Holmberg, 1884	Lavras Novas (10, UFV)	
169	<i>Melissoptila vulpecula</i> Bertoni & Schrottky, 1910	Curral	Rola Moça
170	<i>Melissoptila</i> sp. (pelo menos uma espécie)	Sincorá (2)	Rio Preto
171	<i>Santiago mourei</i> Urban, 1989		Rio Preto
172	<i>Thygater (Thygater) analis</i> (Lepelletier, 1841)	Cipó, Ouro Branco (3), Moeda	Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Cabral
?	<i>Thygater</i> sp.	Ouro Branco (3)	
	EXOMALOPSISINI		
173	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) analis</i> Spinola, 1853	Curral, Caraca (MZUSP, UFMG), Cipó, Moeda, Sincorá (MZUEFS)	Itacambira, Esbarrancado, Rola Moça, Rio Preto
174	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) auropilosa</i> Spinola, 1853	Curral, Cipó, Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Moeda	Curimataí, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto
175	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) campestris</i> Silveira, 1996		Cabral
176	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) fernandoi</i> Moure, 1990		Pico das Almas
177	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) fulvofasciata</i> Smith, 1879		Grão Mogol, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
178	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) cf. subtilis</i> Timberlake, 1980	Curral	
179	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) cf. tomentosa</i> Friese, 1899	Cachimbo	
180	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) ypirangensis</i> Schrottky, 1910		Cabral
?	<i>Exomalopsis (Exomalopsis) sp.</i>	Cipó (9)	Cabral
181	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis) sp. n.</i>	Caraca	Itacambira
?	<i>Exomalopsis spp.</i>	Ouro Branco (3), Ouro Preto (3)	
	ISEPEOLINI		
182	<i>Isepeolus viperinus</i> (Holmberg, 1886)		Itacambira
	OSIRINI		
183	<i>Osirinus ruficrus</i> Melo & Zanella, 2003	Lavras Novas (10, DZUP)	
184	<i>Osirinus</i> sp.		Itacambira
185	<i>Osiris variegatus</i> Smith, 1854	Caraca (15, MZUSP)	
185-188	<i>Osiris spp.</i> (pelo menos 3 espécies)	Curral	
189	<i>Parepeolus</i> sp.	Curral	
190	<i>Protosiris caligneus</i> (Shanks, 1986)	Caraca (15, como <i>Osiris caligneus</i> , MZUSP)	
	RHATHYMINI		
191	<i>Rhathymus</i> sp.		Grão Mogol
	TAPINOTASPIDINI		
192	<i>Arhysoceble dichroopoda</i> Moure, 1948	Curral	Rola Moça
193	<i>Arhysoceble</i> sp.	Curral, Cipó (9, como cf. <i>huberi</i> ), Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV, como <i>dichroopoda</i> ), Moeda	Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto
194	<i>Chalepogenus</i> sp.	Cachimbo	
195	<i>Lophopedia nigrispinis</i> (Vachal, 1909)		Pico das Almas
196	<i>Lophopedia pygmaea</i> (Schrottky, 1902)	Curral, Caraca, Ambrósio	Rola Moça
197	<i>Lophopedia</i> sp. (pelo menos uma espécie)	Curral, Cipó (9), Lavras Novas (10, UFV)	Rola Moça, Rio Preto
198	<i>Monoecca pluricincta</i> (Vachal, 1909)	Lavras Novas (10, UFV), Moeda	Itacambira

Continua...

**Tabela 1. (Continuação)**

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
199	<i>Monoeca</i> sp. 01	Cipó	
200	<i>Monoeca</i> sp. 02	Moeda	
201	<i>Monoeca</i> sp. 03	Cipó	Rola Moça, Rio Preto
202	<i>Monoeca</i> sp. 04		Itacambira
203	<i>Monoeca</i> sp. 05		Rola Moça
204	<i>Monoeca</i> sp. 06		Curimataí, Biribiri, Itacambira
205	<i>Monoeca</i> sp. 07	Cipó, Moeda	Rio Preto
206	<i>Monoeca</i> sp. 08		Rio Preto
207	<i>Monoeca</i> sp. 09	Curral	
208	<i>Monoeca</i> sp. 10	Caraça (MZUSP)	
209	<i>Monoeca</i> sp. 11	Caraça (MZUSP)	
210	<i>Monoeca</i> sp. 12	Cipó (af. <i>brasiliensis</i> , DZUP)	
	? <i>Monoeca</i> sp.	Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV)	
211	<i>Paratetrapedia fervida</i> (Smith, 1879)	Curral, Caraça (MZUSP)	
212	<i>Paratetrapedia lugubris</i> (Cresson, 1878)		Rola Moça
213	<i>Paratetrapedia volatilis</i> (Smith, 1879)	Curral, Caraça (MZUSP; UFMG)	Itacolomi
214	<i>Paratetrapedia</i> sp. n.	Curral, Caraça (MZUSP), Cachimbo, Moeda	Curimataí, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Cabral
	? <i>Paratetrapedia</i> sp.	Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3)	
215	<i>Tapinotaspidoides serraticornis</i> (Friese, 1899)	Cipó (UFMG; DZUP), Diamantina (DZUP)	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Rio Preto, Cabral
	? <i>Tapinotaspidoides</i> sp.	Ouro Branco (3)	
216	<i>Trigonopedia glaberrima</i> (Friese, 1899)	Lavras Novas (10, UFV)	
217	<i>Trigonopedia oligotricha</i> Moure, 1941	Cipó (9)	
218-220	<i>Trigonopedia</i> spp. (pelo menos 3 espécies)	Curral, Caraça (MZUSP; UFMG), Cipó, Cachimbo, Moeda	Curimataí, Grão Mogol, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto
221	<i>Tropidopedia caracicola</i> Aguiar & Melo, 2007	Caraça (UFMG; 1)	
222	<i>Tropidopedia carinata</i> Aguiar & Melo, 2007	Cachimbo, Moeda, Lavras Novas (1)	Rio Preto
223	<i>Tropidopedia flavolineata</i> Aguiar & Melo, 2007		Rio Preto
224	<i>Tropidopedia nigrita</i> Aguiar & Melo, 2007	Caraça (1), Cipó (1)	
225	<i>Tropidopedia nigrocarinata</i> Aguiar & Melo, 2007		Rola Moça
226	<i>Tropidopedia punctifrons</i> (Smith, 1879)	Cipó	Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
227	<i>Xanthopedia iheringii</i> (Friese, 1899)	Caraça (MZUSP), Lavras Novas (af. <i>tricolor</i> 10, UFV), Moeda	Rola Moça, Rio Preto
228	<i>Xanthopedia larocai</i> (Moure, 1995)		Rola Moça
229	<i>Xanthopedia</i> sp. 01	Curral, Caraça (MZUSP; UFMG), Cipó, Cachimbo, Moeda	Itacambira, Grão Mogol, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto
230	<i>Xanthopedia</i> sp. 02	Curral, Caraça, Cipó, Cachimbo, Moeda	
	? <i>Xanthopedia</i> sp.	Cipó (9), Lavras Novas (10, UFV)	
231	Gênero n.	Cipó (DZUP)	Rio Preto
	TETRAPEDIINI		
232	<i>Coelioxoides</i> sp.	Caraça	
233-240	<i>Tetrapedia</i> spp. (pelo menos 8 espécies)	Curral, Caraça, Cipó (9; UFMG), Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Pico do Itambé, Moeda	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
	NOMADINAE		
	EPEOLINI		
241	<i>Triepeolus nobilis</i> (Friese, 1908)	Caraça (MZUSP)	
	NOMADINI		
242	<i>Nomada</i> cf. <i>polybioides</i> Ducke, 1908	Curral	
243	<i>Nomada</i> sp.	Curral	
	XYLOCOPINAE		
	CERATININI		
244	<i>Ceratina (Ceratimula) mulleri</i> Friese, 1910	Cipó (9)	
245	<i>Ceratina (Ceratimula) oxalidis</i> Schrottky, 1907	Cipó (cf., 9)	
246-250	<i>Ceratina (Ceratimula)</i> spp. (pelo menos 5 espécies)	Cipó (9), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Branco (3), Ambrósio	Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça
251	<i>Ceratina (Crewella) asuncionis</i> Strand, 1910	Cipó (9)	
252	<i>Ceratina (Crewella) gossypii</i> Schrottky, 1907	Cipó (9)	
253	<i>Ceratina (Crewella) paraguayensis</i> Schrottky, 1907	Cipó (9)	
254	<i>Ceratina (Crewella) sericea</i> Friese, 1910	Moeda	

Continua...

**Tabela 1. (Continuação)**

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
255-266	<i>Ceratina (Crewella)</i> spp. (pelo menos 12 espécies)	Caraça, Cipó, Ambrósio, Moeda	Botumirim, Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Itacolomi, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
267-270	<i>Ceratina (Rhysoceratina)</i> spp. (pelo menos 4 espécies)	Caraça, Moeda	Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto
?	<i>Ceratina</i> spp.	Cipó (9), Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3), Sincorá (2), Brejões (16)	
	<b>XYLOCOPINI</b>		
271	<i>Xylocopa (Cyroxylocopa) vestita</i> Hurd & Moure, 1963	Cipó, Brejões (16)	Biribiri, Grão Mogol, Pico das Almas
272	<i>Xylocopa (Dasyxylocopa) bimaculata</i> Friese, 1903	Caraça, Cipó	Grão Mogol, Itacolomi, Rio Preto
?	<i>Xylocopa (Dasyxylocopa)</i> sp.	Ouro Branco (3)	
273	<i>Xylocopa (Diaxylocopa) truxali</i> Hurd & Moure, 1963	Cipó, Cachimbo, Lavras Novas (10, UFV), Moeda	Grão Mogol, Rola Moça, Rio Preto
274	<i>Xylocopa (Monoxylocopa) abbreviata</i> Hurd & Moure, 1963	Curral, Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Moeda	Grão Mogol, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
275	<i>Xylocopa (Nanoxylocopa)</i> sp. n.	Cipó	Botumirim, Esbarrancado, Pico das Almas, Rio Preto
276	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) brasilianorum</i> (Linnaeus, 1767)	Curral, Caraça, Cachimbo, Lavras Novas (10, UFV), Pico do Itambé	Itacolomi, Rola Moça
277	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cearensis</i> Ducke, 1910	Curral	Grão Mogol, Esbarrancado, Rio Preto, Cabral
278	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) frontalis</i> (Olivier, 1789)	Curral, Diamantina	Cabral
279	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) grisescens</i> Lepeletier, 1841	Curral, Cipó, Brejões (16)	Curimataí, Itacambira, Grão Mogol, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
280	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cf. hirsutissima</i> Moidl, 1912	Curral, Cipó (9; UFMG), Moeda	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Rio Preto, Cabral
281	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) nigrocincta</i> Smith, 1854		Rio Preto
282	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) cf. ordinaria</i> Smith, 1874		Grão Mogol, Itacambira, Rio Preto
283	<i>Xylocopa (Neoxylocopa) suspecta</i> Moure & Camargo, 1988	Curral, Cipó	Rola Moça
284	<i>Xylocopa (Neoxylocopa)</i> sp.		Rio Preto, Cabral
?	<i>Xylocopa (Neoxylocopa)</i> sp.	Ouro Preto (3)	Esbarrancado
285	<i>Xylocopa (Schonnherria) macrops</i> Lepeletier, 1841	Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Ouro Preto (UFMG); Ambrósio, Moeda	Rola Moça, Rio Preto, Cabral
286	<i>Xylocopa (Schonnherria) muscaria</i> (Fabricius, 1775)	Caraça	
287	<i>Xylocopa (Schonnherria) subcyanea</i> Pérez, 1901	Curral, Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Moeda	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Cabral
288	<i>Xylocopa (Schonnherria) subzonata</i> Moure, 1949	Caraça, Cipó	Grão Mogol, Cabral
?	<i>Xylocopa (Schonnherria)</i> sp.	Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3)	
289	<i>Xylocopa (Stenoxycopa)</i> sp. n.	Ambrósio (17, como <i>artifex</i> ), Cipó, Moeda (17, como <i>artifex</i> )	Grão Mogol
290	<i>Xylocopa (Stenoxycopa)</i> sp.	Ouro Branco (3), Moeda	Cabral
291	<i>Xylocopa (Xylocopoda) cf. madida</i> Friese, 1925	Caraça, Pico do Itambé	
292	<i>Xylocopa (Xylocopsis) cf. finesta</i> Moidl, 1912		Cabral
?	<i>Xylocopa</i> sp.	Cipó (9), Ouro Branco (3), Ouro Preto (3)	
	<b>COLLETIDAE</b>		
	<b>COLLETINAE</b>		
293	<i>Colletes extensicornis</i> Vachal, 1909	Caraça (MZUSP), Moeda	Rio Preto
294	<i>Colletes meridionalis</i> Schrottky, 1902	Cipó (9)	
295	<i>Colletes rufipes</i> Smith, 1879	Caraça, Curral, Cipó (UFMG; 9), Lavras Novas (10, UFV)	Rola Moça
296	<i>Colletes rugicollis</i> Friese, 1900	Curral	Pico das Almas
297	<i>Colletes</i> sp. 01	Caraça (MZUSP), Cipó (9, como sp.n.), Moeda	Itacambira, Rio Preto, Rola Moça
298	<i>Colletes</i> sp. 02		Rio Preto
299	<i>Colletes</i> sp. 03	Curral, Caraça (MZUSP)	
300	<i>Rhynchocolletes albicinctus</i> Moure, 1943	Caraça (DZUP)	
	<b>DIPHAGLOSSINAE</b>		
	<b>CAUPOLICANINI</b>		
301	<i>Caupolicana</i> sp. n.	Cipó (9)	
302	<i>Ptiloglossa hemileuca</i> Moure, 1944	Lavras Novas (10, UFV)	Rio Preto, Cabral
303	<i>Ptiloglossa matutina</i> (Schrottky, 1904)	Cipó (UFMG; MZUSP)	
304	<i>Ptiloglossa</i> sp. (pelo menos uma espécie)	Cipó (9), Lavras Novas (10, UFV)	Rola Moça, Rio Preto
	<b>HYLAEINAE</b>		
305	<i>Hylaeus (Cephylaeus)</i> sp. 01		Pico das Almas
306	<i>Hylaeus (Cephylaeus)</i> sp. 02	Caraça	
307	<i>Hylaeus (Hylaeana)</i> spp. (pelo menos uma espécie)	Caraça, Moeda	

Tabela 1. (Continuação)

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
309	<i>Hylaeus (Hylaeopsis) tricolor</i> (Schrottky, 1906)	Lavras Novas (10, UFV)	
310	<i>Hylaeus (Hylaeopsis)</i> spp. (pelo menos uma espécie)	Caraça, Cachimbo	Itacolomi
311	<i>Hylaeus</i> sp.	Lavras Novas (10, UFV), Brejões (16)	
	PARACOLLETINAE		
312	<i>Halictanthrena malpighiacearum</i> Ducke, 1907	Caraça (DZUP), Cachimbo (cf. UFMG)	
313	<i>Hexanthes missionica</i> Ogloblin, 1948	Moeda	Rola Moça
314	<i>Nomiocolletes</i> sp. n. 01	Cipó (UFMG)	
315	<i>Nomiocolletes</i> sp. n. 02		Itacambira
316	<i>Perditomorpha iheringi</i> (Schrottky, 1910)	Curral	
317	<i>Perditomorpha leaena</i> (Vachal, 1909)	Curral (UFMG; UFV), Caraça, Moeda	
318	<i>Perditomorpha</i> sp. 01	Curral	
319	<i>Perditomorpha</i> sp. 02		Rio Preto
320	<i>Protodiscelis</i> sp.		Itacambira
321	<i>Tetraglossula</i> cf. <i>anthracina</i> (Michener, 1989)	Cipó	
?	<i>Tetraglossula</i> sp.	Ouro Branco (3)	
	XEROMELISSINAE		
322	<i>Chilicola (Oediscelis)</i> sp. 01	Cipó (9 - como <i>Oediscelis (Oediscelisca)</i> sp.n.), Moeda	
323	<i>Chilicola (Oediscelis)</i> sp. 02	Cachimbo	
324	<i>Chilicola (Oediscelis)</i> sp. 03		Grão Mogol
325-326	<i>Chilicola (Prosopoides)</i> sp. (pelo menos 2 espécies)	Curral, Cipó (9), Lavras Novas (10, UFV)	Grão Mogol
	HALICTIDAE		
	HALICTINAE		
	AUGOCHLORINI		
327	<i>Ariphanarthra</i> cf. <i>palpalis</i> Moure, 1951	Curral, Cachimbo	
328	<i>Augochlora (Augochlora) amphitrite</i> (Schrottky, 1909)	Caraça (MZUSP)	
329	<i>Augochlora (Augochlora) esox</i> (Vachal, 1911)	Curral, Moeda	
330	<i>Augochlora (Augochlora) foxiana</i> Cockerell, 1900	Caraça, Cachimbo	
331	<i>Augochlora (Augochlora) tantilla</i> Moure, 1943	Curral	
332-339	<i>Augochlora (Augochlora)</i> spp. (pelo menos 8 espécies)	Caraça, Cipó	Grão Mogol, Esbarrancado, Rio Preto, Rola Moça
340	<i>Augochlora (Oxystoglossella) morrae</i> Strand, 1910	Curral, Cachimbo, Moeda	Rola Moça
341	<i>Augochlora (Oxystoglossella) semiramis</i> (Schrottky, 1910)	Cipó (9)	
342	<i>Augochlora (Oxystoglossella) thalia</i> Smith, 1879	Curral, Moeda	
343	<i>Augochlora (Oxystoglossella)</i> sp.	Caraça	
?	<i>Augochlora</i> spp.	Lavras Novas (10, UFV), Sincorá (2), Brejões (16), Ambrósio	
344	<i>Augochlorella acarinata</i> Coelho, 2004	Ouro Preto (UFV, 8)	
345	<i>Augochlorella ephyra</i> (Schrottky, 1910)	Cipó (UFMG, 7; 9, como <i>Augochlorella</i> sp.)	
346	<i>Augochlorella tredecim</i> (Vachal, 1911)	Diamantina (7)	Grão Mogol
347	<i>Augochlorella una</i> Coelho, 2004	Moeda (UFMG, 8)	
348	<i>Augochlorella urania</i> (Smith, 1853)	Curral (UFMG, 7), Caraça (7)	
349	<i>Augochlorella</i> sp. 01	Cachimbo	
350	<i>Augochlorella</i> sp. 02		Itacambira
351	<i>Augochlorella</i> sp. 03		Rio Preto
?	<i>Augochlorella</i> spp.	Lavras Novas (10, UFV)	
352	<i>Augochloropsis bertonii</i> (Schrottky, 1909)	Caraça (MZUSP)	
353	<i>Augochloropsis brachycephala</i> Moure, 1943	Cachimbo	
354	<i>Augochloropsis callichroa</i> (Cockerell, 1900)	Cipó (9)	
355	<i>Augochloropsis</i> cf. <i>cleopatra</i> (Schrottky, 1902)	Curral, Caraça (MZUSP, UFMG), Cipó (9; UFV), Diamantina (UFV), Lavras Novas (10, UFV), Moeda	Grão Mogol, Rio Preto, Cabral
356	<i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell, 1900)	Diamantina (UFV)	
357	<i>Augochloropsis iris</i> (Schrottky, 1902)	Cachimbo, Caraça (MZUSP), Ouro Preto (UFV), Moeda	Itacolomi, Rola Moça
358	<i>Augochloropsis</i> cf. <i>melanochaeta</i> Moure, 1950	Curral, Cipó, Cachimbo, Moeda	
359	<i>Augochloropsis multiplex</i> (Vachal, 1903)	Curral, Cipó (UFMG; 9, como af. <i>multiplex</i> ), Cachimbo, Moeda	
360	<i>Augochloropsis patens</i> (Vachal, 1903)	Curral, Moeda	Cabral
361	<i>Augochloropsis</i> cf. <i>smithiana</i> (Cockerell, 1900)		Curimataí, Grão Mogol, Itacambira, Rio Preto, Cabral
362	<i>Augochloropsis</i> cf. <i>sparsilis</i> (Vachal, 1903)	Caraça (MZUSP; UFMG), Ouro Preto (UFV; UFMG)	
363	<i>Augochloropsis prognatha</i> Moure, 1944	Curral	

Continua...

**Tabela 1. (Continuação)**

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
364	<i>Augochloropsis cf. wallacei</i> (Cockerell, 1900)		Rio Preto
365-384	<i>Augochloropsis</i> spp. (pelo menos 20 espécies)	Curral, Caraça, Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3), Sincorá (2), Brejões (16), Ambrósio, Moeda	Botumirim, Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Itacolomi, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral, Talhado
385-387	<i>Ceratalictus</i> spp. (pelo menos 3 espécies)	Caraça, Cipó (9; UFMG), Cachimbo, Lavras Novas (10, UFV)	Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça
388	<i>Megalopta aegis</i> (Vachal, 1904)	Cipó	Rio Preto
389	<i>Megalopta amoena</i> (Spinola, 1853)		Esbarrancado
390	<i>Megalopta sodalis</i> (Vachal, 1904)	Cipó	
391	<i>Neocorynura oiospermi</i> (Schrottky, 1909)	Curral, Caraça	
392	<i>Neocorynura</i> sp. 01	Curral	
393	<i>Neocorynura</i> sp. 02	Caraça	
394	<i>Neocorynura</i> sp. 03	Ambrósio	Itacambira
395	<i>Neocorynura</i> sp. 04		Itacolomi
396	<i>Neocorynura</i> sp. 05		Itacolomi
397	<i>Neocorynura</i> sp. 06	Sincorá (MZUEFS)	Esbarrancado
?	<i>Neocorynura</i> sp.	Brejões (16)	
398	<i>Paroxystoglossa jocasta</i> (Schrottky, 1910)	Caraça, Cipó (9; UFMG), Diamantina (UFV), Moeda	Biribiri, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
?	<i>Paroxystoglossa</i> sp.	Lavras Novas (10, UFV)	
399-400	<i>Pereirapis</i> spp. (duas espécies)		Grão Mogol, Rola Moça
401-402	<i>Pseudaugochlora</i> grupo <i>graminea</i> (Fabricius, 1804) (pelo menos 2 espécies)	Curral, Caraça (MZUSP; UFMG), Cipó, Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3), Moeda, Sincorá (MZUEFS)	Grão Mogol, Esbarrancado, Itacolomi, Rola Moça
403	<i>Pseudaugochlora pandora</i> (Smith, 1853)	Rio Preto	
404-405	<i>Pseudaugochlora</i> spp. (pelo menos 2 espécies)	Ouro Branco (3)	Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Rio Preto, Cabral
406	<i>Rhectomia mourei</i> (Eickwort, 1969)	Curral, Caraça	
407	<i>Thectochlora alaris</i> (Vachal, 1904)	Caraça (DZUP); Lavras Novas (10, UFV), Moeda	Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
408	HALICTINI <i>Agapostemon chapadensis</i> Cockerell, 1900	Caraça (MZUSP), Cachimbo, Lavras Novas (10, UFV), Moeda	Itacambira, Rola Moça
409	<i>Agapostemon semimelleus</i> Cockerell, 1900	Caraça, Moeda	
410	<i>Caenohalictus incertus</i> (Schrottky, 1902)	Caraça (MZUSP)	
411	<i>Caenohalictus tessellatus</i> (Moore, 1940)	Caraça, Lavras Novas (10, UFV)	Esbarrancado, Pico das Almas, Rola Moça
?	<i>Caenohalictus</i> spp.	Brejões (16)	Itacolomi
412	<i>Dialictus osmioides</i> (Ducke, 1902)	Cipó (9)	
413	<i>Dialictus nanus</i> (Smith, 1879)	Curral (MZUSP)	
414	<i>Dialictus pabulator</i> (Schrottky, 1910)	Diamantina (cf., UFV), Cipó (9)	
415-425	<i>Dialictus</i> spp. (pelo menos 11 espécies)	Curral, Caraça, Cipó (9; UFMG), Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Brejões (16), Ambrósio, Moeda	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Itacolomi, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
426	<i>Habralictus</i> sp.	Caraça (MZUSP; UFMG)	
427	<i>Halictus (Seladonia)</i> sp.		Cabral
428	<i>Oragapostemon</i> sp.		Itacolomi
429	<i>Pseudagapostemon (Brasilagapostemon) fluminensis</i> (Schrottky, 1911)	Moeda	Rola Moça
430	<i>Pseudagapostemon (Brasilagapostemon)</i> sp.		Rola Moça
431	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) anasimus</i> Cure, 1989	Cipó (9)	
433	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) ochromerus</i> (Vachal, 1904)	Cipó (9), Diamantina (DZUP)	
432	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pissisi</i> (Vachal, 1903)	Ouro Branco (3, como <i>brasiliensis</i> )	
434	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) pruinosus</i> Moure & Sakagami, 1984	Lavras Novas (10, UFV), Moeda	Itacambira, Rio Preto, Rola Moça
435	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon)</i> sp. 01	Caraça	
436	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon)</i> sp. 02		Cabral, Itacambira, Rio Preto
437	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon)</i> sp. 03		Rola Moça
?	<i>Pseudagapostemon</i> sp.	Ouro Branco (3)	
438	<i>Sphecodes</i> sp. 01	Caraça	
439	<i>Sphecodes</i> sp. 02		Itacambira
?	<i>Sphecodes</i> sp.	Lavras Novas (10, UFV)	
?	Halictini n. det	Lavras Novas (10, UFV)	

Continua...

Tabela 1. (Continuação)

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
	MEGACHILIDAE		
	LITHURGINAE		
	LITHURGINI		
440	<i>Lithurgus huberi</i> Ducke, 1907	Cipó (9, como <i>Lithurge</i> )	
	MEGACHILINAE		
	ANTHIDIINI		
441	<i>Anthidium latum</i> Schrottky, 1902	Curral, Cipó (12)	
442	<i>Anthidium sertanicola</i> Moure & Urban, 1964	Curral (12; UFMG), Caraça (DZUP), Cipó (9), Moeda, Sincorá (2, como <i>Anthidium</i> sp.)	Itacambira
443	<i>Anthodiocetes megachiloides</i> Holmberg, 1903	Curral, Moeda	Rola Moça
444	<i>Austrostelis silveirai</i> Urban, 2006	Curral (22)	
445	<i>Dicranthidium aliceeae</i> Urban, 2002	Cipó (21)	Rio Preto
446	<i>Dicranthidium gregarium</i> (Schrottky, 1905)	Curral, Cipó (9), Cachimbo, Moeda	Itacambira, Rio Preto, Cabral
447	<i>Epanthidium aureocinctum</i> Urban, 1995	Cipó, Diamantina (18)	Biribiri, Rio Preto, Cabral
448	<i>Epanthidium tigrinum</i> (Schrottky, 1905)	Curral	Curimataí, Grão Mogol, Rio Preto
?	<i>Epanthidium</i> sp.	Cipó (9, como sp.n Urban MS)	
449	<i>Hypanthidium foveolatum</i> (Alfken, 1930)	Curral	
450	<i>Hypanthidium nigritulum</i> Urban, 1998	Curral (UFMG; DZUP)	Rio Preto
451	<i>Larocanthidium bilobatum</i> Urban, 1997	Curral, Cipó (19), Cachimbo, Brejões (16)	Itacambira, Rio Preto
452	<i>Larocanthidium emarginatum</i> Urban, 1997		Grão Mogol
453	<i>Larocanthidium ornatum</i> Urban, 1997	Curral	Curimataí, Itacambira
454	<i>Larocanthidium spinosum</i> Urban, 1997	Cipó (UFMG; 19)	Botumirim, Itacambira
455	<i>Moureanthidium subarenarium</i> (Schwarz, 1933)	Caraça (DZUP; UFMG)	
?	<i>Dianthidiini</i> gên. n.	Cipó (9)	
?	<i>Anthidiini</i> n. det.	Lavras Novas (10, UFV)	
	MEGACHILINI		
456	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys)</i> cf. <i>laevigata</i> Smith, 1854	Curral	
457	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys)</i> cf. <i>tolteca</i> Cresson, 1878	Caraça (MZUSP, como <i>C. pirata</i> ), Moeda	
458	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys)</i> sp. 01		Rio Preto
459	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys)</i> sp. 02		Grão Mogol, Rio Preto
460	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys)</i> sp. 03		Rola Moça
461	<i>Coelioxys (Acrocoelioxys)</i> sp. 04	Caraça (MZUSP, como <i>aculeata</i> )	
462	<i>Coelioxys (Cyrtoelioxys)</i> sp. 01		Itacambira
463	<i>Coelioxys (Cyrtoelioxys)</i> sp. 02		Itacambira
464	<i>Coelioxys (Cyrtoelioxys)</i> sp. 03		Itacambira
465	<i>Coelioxys (Cyrtoelioxys)</i> sp. 04	Moeda	
466	<i>Coelioxys (Glytocoelioxys)</i> sp.		Esbarrancado
467	<i>Coelioxys (Haplocoelioxys)</i> sp.		Biribiri, Rola Moça
468	<i>Coelioxys (Neocoelioxys)</i> sp.		Esbarrancado
469	<i>Coelioxys (Rhinocoelioxys)</i> cf. <i>clypeata</i> Smith, 1879	Curral	
470	<i>Coelioxys (Rhinocoelioxys)</i> sp.		Cabral
?	<i>Coelioxys</i> spp.	Cipó (9)	
471	<i>Megachile (Acentron) eburneipes</i> Vachal, 1904	Curral, Caraça, Moeda	
472	<i>Megachile (Acentron) tupinaquina</i> Schrottky, 1913	Caraça, Cipó, Diamantina (UFV)	
473-475	<i>Megachile (Acentron)</i> spp. (pelo menos 3 espécies)	Cipó (9; UFMG), Diamantina	Itacambira, Cabral
476	<i>Megachile (Austromegachile) antiqua</i> Mitchell, 1930	Curral	
477	<i>Megachile (Austromegachile) fascialis</i> Vachal, 1909	Curral, Moeda	
478	<i>Megachile (Austromegachile) susurrans</i> Haliday, 1836	Curral	Itacolomi
479	<i>Megachile (Austromegachile)</i> sp.	Cipó	
480	<i>Megachile (Austrosarus) diasi</i> Raw, 2003	Cachimbo, Moeda	Itacambira, Rola Moça
481	<i>Megachile (Austrosarus)</i> sp. af <i>diasi</i> Raw, 2003.	Curral, Caraça	Rio Preto
482	<i>Megachile (Austrosarus) frankieana</i> Raw, 2003	Cipó, Moeda	Biribiri, Itacambira
483	<i>Megachile (Austrosarus)</i> sp.	Cachimbo, Moeda	Biribiri, Itacambira, Cabral
484	<i>Megachile</i> cf. <i>(Austrosarus)</i> sp.		Grão Mogol
485	<i>Megachile (Chrysosarus) guaranítica</i> Schrottky, 1908	Cipó (9)	Cabral
486	<i>Megachile (Chrysosarus) pseudanthidioides</i> Moure, 1943	Curral	Rio Preto
487	<i>Megachile (Chrysosarus) tuberculifera</i> Schrottky, 1913	Caraça (MZUSP)	
?	<i>Megachile (Chrysosarus)</i> sp.	Cipó (9)	
488	<i>Megachile (Chrysosarus/Dactylomegachile)</i> sp.	Caraça, Cipó, Moeda	Biribiri, Botumirim, Grão Mogol, Itacambira, Esbarrancado, Pico das Almas, Rio Preto, Cabral, Rola Moça
489	<i>Megachile (Cressoniella)</i> cf. <i>rava</i> Vachal, 1908	Curral, Cipó, Moeda	Grão Mogol, Itacambira, Pico das Almas, Rola Moça, Rio Preto, Cabral

Continua...

**Tabela 1. (Continuação)**

	Taxa	Registros obtidos em coleções científicas e literatura	Expedições a campo
490-492	<i>Megachile (Dactylomegachile)</i> spp. (pelo menos 3 espécies)	Curral, Sincorá (2), Moeda	Esbarrancado, Itacolomi, Pico das Almas, Rola Moça
493	<i>Megachile (Leptorachina) laeta</i> Smith, 1853	Curral, Caraça, Moeda	Esbarrancado, Rio Preto, Cabral
494	<i>Megachile (Leptorachis) aetheria</i> Mitchell, 1930	Ambrósio, Moeda	
495	<i>Megachile (Leptorachis) aureiventris</i> Schrottky, 1902	Curral, Cachimbo, Moeda	Itacambira, Rola Moça, Cabral
496	<i>Megachile (Leptorachis) friesei</i> Schrottky, 1902	Curral	
497-499	<i>Megachile (Leptorachis)</i> spp. (pelo menos 3 espécies)	Ouro Preto (3), Moeda	Biribiri, Itacambira
500	<i>Megachile (Melanosarus) nigripennis</i> Spinola, 1841		Itacambira, Cabral
501	<i>Megachile (Moureapis) maculata</i> Smith, 1853	Caraça (UFMG, MZUSP), Cipó, Ambrósio, Pico do Itambé	Itacambira, Pico das Almas, Rio Preto
502	<i>Megachile (Moureapis) sp. 01</i>	Moeda	Itacambira
503	<i>Megachile (Moureapis) sp. 02</i>	Caraça, Cipó	Rio Preto
504	<i>Megachile (Neochelynia) brethesi</i> Schrottky, 1909	Cipó	Curimataí, Rola Moça
?	<i>Megachile (Neochelynia) sp.</i>	Ouro Branco (3)	
505	<i>Megachile (Pseudocentron) botucatuna</i> Schrottky, 1913	Cipó, Moeda	Grão Mogol, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
506	<i>Megachile (Pseudocentron) curvipes</i> Smith, 1853	Cipó (9)	Cabral
507	<i>Megachile (Pseudocentron) inscita</i> Mitchell, 1930	Cipó (9)	
508	<i>Megachile (Pseudocentron) terrestris</i> Schrottky, 1902	Curral, Caraça, Cipó (9; UFMG), Pico do Itambé, Moeda	Biribiri, Grão Mogol, Itacambira, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
509	<i>Megachile (Pseudocentron) sp. 01</i>		Biribiri, Grão Mogol, Rola Moça, Rio Preto, Cabral
510-512	<i>Megachile (Pseudocentron)</i> spp. (pelo menos 3 espécies)	Curral, Cipó (9; UFMG), Ouro Preto (3), Moeda	
513	<i>Megachile (Trichurochile) gracilis</i> Schrottky, 1902	Curral	Grão Mogol, Itacolomi
514	<i>Megachile (Tylomegachile) orba</i> Schrottky, 1913	Cipó	Curimataí, Biribiri
515	<i>Megachile iheringi</i> Schrottky, 1913	Cipó, Sincorá, Moeda, Pico das Almas (DZUP), Caraça (DZUP)	Itacambira, Pico das Almas, Rio Preto, Cabral
?	<i>Megachile</i> spp.	Cipó (9), Ouro Branco (3), Lavras Novas (10, UFV), Ouro Preto (3), Brejões (16)	

1. Aguiar & Melo (2007); 2. Almeida & Gimenes (2002); 3. Araújo *et al.* (2006); 4. Azevedo & Silveira (2005); 5. Camargo & Moure (1994); 6. Camargo & Moure (1996); 7. Coelho (2001); 8. Coelho (2004); 9. Faria (1994); 10. Faria-Mucci *et al.* (2003); 11. Moure & Sakagami (1962); 12. Moure & Urban (1964); 13. Nemésio & Faria Jr. (2004); 14. Schwarz (1932); 15. Shanks (1986); 16. Silva-Pereira & Santos (2006); 17. Silveira (2002); 18. Urban (1992); 19. Urban (1997); 20. Urban (1998); 21. Urban, 2002; 22. Urban (2006); 23. Urban (2007a); 24. Urban (2007b).

**Notas:** Caraça pertenceu ao município de Santa Bárbara (Shanks, 1986) e Cipó ao de Lagoa Santa (Urban, 1997), pertencendo, hoje, aos municípios de Catas Altas e Santana do Riacho, respectivamente.

**Tabela 2.** Localidades ao longo da Cadeia do Espinhaço com registros da fauna local de abelhas. **NE** = número de espécies; **NI** = número de espécimes coletados nas expedições deste projeto e em outros trabalhos de levantamento faunístico; **A** = tipo de amostragem [**O** – **oportunistica** (coletas casuais, < 40 horas e/ou de duração restrita a um curto período de tempo no ano); **I** - **intensiva** (pequeno número de amostragens mas, pelo menos, duas coletas, uma na estação seca e outra na chuvosa, com 40 ou mais horas de coleta); **S** – **sistemática** (coleta efetuada com periodicidade quinzenal ou mensal ao longo de pelo menos um ano em área restrita)]; **Fonte** = **1.** Dados esparsos na literatura (levantamentos faunísticos estão indicados com a referência dos trabalhos); **2.** Coleções. **Abreviações nas localidades:** Pq. E. = Parque Estadual; S. = Serra. A localização e outras informações sobre os pontos de amostragem encontram-se na legenda da Figura 1.

LOCALIDADES	Estado	NE <sup>a</sup>	NI <sup>a</sup>	A	Fontes
S. do Cipó	MG	171	-	O <sup>d</sup>	1, 2
Pq. E. do Rio Preto	MG	147	511	I	Este trabalho
S. do Curral	MG	141	-	S	1, 2
S. do Caraça	MG	125	-	S	1, 2
S. da Moeda	MG	118	-	S	1, 2
Itacambira	MG	120	560	I	Este trabalho
S. do Cipó	MG	119 <sup>e</sup> 107	- 632	O S	Faria, 1994
Pq. E. da S. do Rola-Moça	MG	115	406	O	Este trabalho
S. do Cabral	MG	111	369	I	Este trabalho
Lavras Novas	MG	90 <sup>e</sup> 71	- 572	O S	Faria-Mucci, 2003
Pq. E. de Grão Mogol	MG	88	267	I	Este trabalho
Pico das Almas	BA	80	337	I	Este trabalho
S. de Ouro Branco	MG	65	352	S	Araújo <i>et al.</i> 2005
S. do Esbarrancado	BA	51	222	O	Este trabalho
S. do Cachimbo	MG	50	-	S	2
Pq. E. Biribiri	MG	49	113	O	Este trabalho
Ouro Preto	MG	45	325	S	Araújo <i>et al.</i> 2005
S. dos Brejões	BA	38	413	S <sup>b</sup>	Pereira-Santos, 2006
Pq. E. do Itacolomi	MG	32	83	O	Este trabalho
S. do Sincorá	BA	19	70	I <sup>c</sup>	Almeida & Gimenes, 2002
Curimatai	MG	23	56	O	Este trabalho
Diamantina	MG	19	-	O	1, 2
S. do Ambrósio	MG	16	-	O	2
Pq. E. Pico do Itambé	MG	13	-	O	2
S. do Talhado	MG	13	15	O	Este trabalho
Botumirim	MG	11	20	O	Este trabalho

<sup>a</sup>*Apis mellifera*, espécie exótica e invasora, não foi considerada.

<sup>b</sup> Coleta sistemática, porém, desenvolvida durante apenas oito meses.

<sup>c</sup> Coleta intensiva, porém, desenvolvida apenas na estação seca.

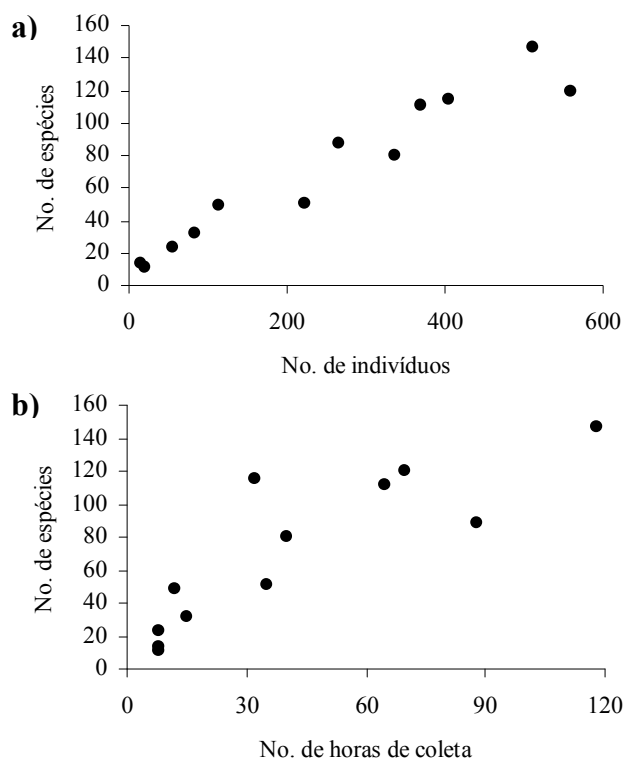
<sup>d</sup> Agrupamento de amostragens oportunistas, em várias épocas do ano, sem computação do tempo de coleta.

<sup>e</sup> Incluindo espécies das coletas sistemáticas e coletas oportunistas.

### **Riqueza de espécies**

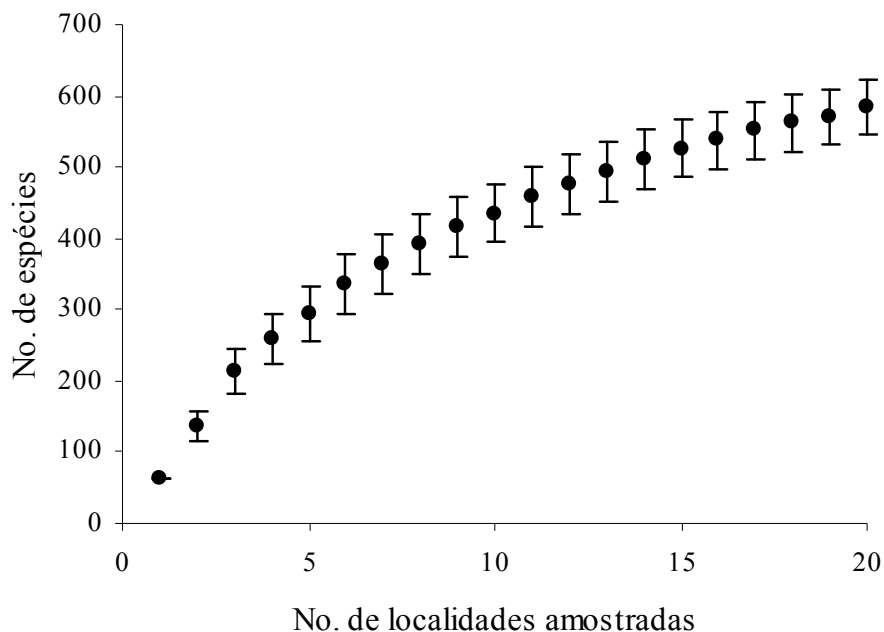
Durante as expedições realizadas no âmbito deste projeto, foram coletados 2.959 indivíduos pertencentes a cerca de 360 espécies. Somando a estas informações os dados obtidos nas fontes secundárias, o número mínimo de espécies de abelhas registradas para a Cadeia do Espinhaço totaliza 515 (Tabela 1).

Foi encontrada uma forte correlação entre o número de espécies e o esforço de coleta em cada localidade amostrada nas expedições deste projeto [medido pelo número de exemplares capturados ( $r_s = 0,98$ ;  $p < 0,0001$ ; Figura 2a) ou pelo número de horas de amostragem ( $r_s = 0,89$ ;  $p = 0,0001$ ; Figura 2b)]. Isto sugere que é preciso um esforço de coleta maior do que o empregado na maioria das áreas para se obter uma amostra que represente uma parcela substancial das faunas locais/regionais.



**Figura 2** – Efeito do esforço amostral estimado (**a** – como o número de indivíduos capturados; **b** – como número de horas de coleta) sobre o número de espécies registrado na fauna local de várias localidades na Cadeia do Espinhaço.

A análise de Jacknife, conduzida com base em 414 espécies cuja individualidade foi possível definir, estimou que a fauna de abelhas da Cadeia do Espinhaço seria composta por 584 espécies. A curva obtida (Figura 3) parece próxima da estabilização, sugerindo que a maior parte das espécies que ocorrem na Cadeia tenha sido registrada. Entretanto, alguns fatos sobre esta estimativa têm de ser avaliados. Em primeiro lugar, ela considerou apenas as espécies identificáveis. Se todas as espécies presentes nas várias amostras (inclusive as que não puderam ser identificadas até espécie – um mínimo de 515, em vez das 414 avaliadas) tivessem sido incluídas na análise, o número total estimado de espécies seria maior e o comportamento da curva poderia ter sido diferente. Em segundo lugar, ao se compor a curva com as várias localidades amostradas, presume-se que cada uma dessas localidades tenha sido convenientemente amostrada, o que não é verdade, como foi discutido acima. Com base nisto tudo, não seria exagero supor que a fauna de abelhas de toda a área de campo rupestre na Cadeia do Espinhaço ultrapasse, possivelmente bastante, 600 espécies.



**Figura 3** - Curva para as riquezas esperadas de espécies de abelhas a partir das amostras obtidas em várias localidades na Cadeia do Espinhaço (obtida pelo método de Jacknife).

### ***Fauna de altitude e espécies endêmicas***

Foram registradas espécies de abelhas representantes de todos os quatro grupos apresentados por Silveira & Cure (1993) com relação à sua distribuição nas cadeias montanhosas do sudeste brasileiro. As espécies do primeiro grupo (ocorrem em toda a região, independente da altitude) fazem parte da matriz faunística de grande parte do Brasil e constituem a maior parte da amostra obtida no Espinhaço. Alguns exemplos seriam, entre outros, *Oxaea flavescens*, *Bombus morio*, *Eulaema nigrita*, *Nannotrigona testaceicornis* e *Centris aenea*. Do segundo grupo (abelhas amplamente distribuídas na região subtropical e, no sudeste, restritas a altitudes elevadas), foram registradas algumas espécies no Espinhaço. Exemplos mais óbvios seriam *Anthophora paranensis*, *Augochloropsis iris*, *Bombus brasiliensis*, *Exomalopsis* sp.n., *Pseudagapostemon anasimus* e *P. pruinusus*). Um exemplo deste grupo descoberto mais recentemente (Stehmann & Semir, 2001) é *Hexanthes missionica*, única espécie de visitante floral e única polinizadora conhecida de *Calibrachoa elegans* (Solanaceae), espécie considerada ameaçada de extinção (Mendonça & Lins, 2000 – citada como *Petunia elegans*). O número de espécies representantes do terceiro grupo, abelhas endêmicas das serranias do leste brasileiro, é mais restrito. Em nossa amostra, há pelo menos cinco exemplos potenciais — *Centris (Trachina) rupestris*, *C. (Xanthemisia)* sp. n., *Eufriesea nigrohirta*, *Melitoma* sp.n. e *Halictanthrena malpighiacearum* que ocorrem tanto na Cadeia do Espinhaço quanto em outras áreas de altitude nesta região, como as Serras da Canastra, Mantiqueira e do Caparaó. Finalmente, do quarto grupo, (espécies comuns às áreas de altitude do sudeste e do planalto central), podemos citar apenas *Megachile iheringi* e *Xylocopa truxali*.

Uma determinação mais precisa das espécies endêmicas de áreas de altitude ou, especialmente, endêmicas da Cadeia do Espinhaço, é dificultada pela deficiência no conhecimento taxonômico (evidenciada pelo grande número de espécies não identificadas) e sobre a distribuição geográfica das abelhas em geral.

Além disso, entre as espécies apontadas como novas neste trabalho, há algumas que poderiam ser potencialmente endêmicas do Espinhaço. Porém, os registros são baseados em muito poucos exemplares (*Callonychium*, *Protomeliturga*, *Caupolicana*, *Nomiocolletes* etc), o que dificulta a determinação de sua distribuição. Caso semelhante é o de algumas espécies previamente descritas a partir de um pequeno número de exemplares restritos a uma única localidade do Espinhaço (*Anthrenoides lavrensis* – Lavras Novas; *Austrostelis silveirai* – Serra do Curral; *Gaesischia caracicola* – Serra do Caraça; *Gaesischia cipoana* e *Larocanthidium spinosum* – Serra do Cipó). Destas, apenas as duas últimas foram registradas, neste trabalho, em outras localidades aumentando as distribuições da porção sul do maciço Médio Espinhaço ao maciço Norte de Minas (Figura 1).

A análise das distribuições geográficas das espécies de meliponíneos, não corrobora a existência de espécies de Meliponina endêmicas dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço, como havia sido sugerido anteriormente por Antonini (2005), mesmo quando se consideram os seus contrafortes em altitudes inferiores a 800 m. *Melipona rufiventris*, citada como exemplo de espécie endêmica do Espinhaço, distribui-se amplamente pelos cerrados de Minas Gerais ao sul do rio Paracatu, extravasando as fronteiras estaduais a oeste e ao sul (Melo, 2003). Além disto, aparentemente, ela jamais foi registrada acima de 800 m de altitude no estado.

### ***Principais ameaças***

Entre as pressões antrópicas indicadas para a Cadeia do Espinhaço (Costa *et al.*, 1998), a mineração, as queimadas, a expansão imobiliária, a agropecuária e os reflorestamentos representam ameaças à sobrevivência da fauna nativa de abelhas. A ocupação antrópica é responsável pela destruição de substratos e sítios de nidificação (solo e vegetação) e pela

eliminação de fontes de alimento e de materiais que as abelhas utilizam para construir seus ninhos (plantas floríferas). O turismo desordenado pode também contribuir para a degradação, devido ao pisoteamento de áreas de nidificação e de fontes de alimento (plantas herbáceas) e aumento da incidência de queimadas, além de criar novas rotas para a erosão do solo, com a abertura de trilhas em encostas íngremes.

Um fator específico a se considerar seria o avanço da apicultura comercial com o uso da espécie exótica e invasora *Apis mellifera* (Apidae). Esta espécie foi observada em todas as áreas amostradas ao longo da Cadeia do Espinhaço. Embora os efeitos desta abelha sobre as comunidades nativas das várias regiões onde ela foi introduzida ainda sejam motivo de controvérsia (e.g. Butz Huryn, 1997; Moritz *et al.*, 2005), evidências têm sido apresentadas de que ela pode afetar direta ou indiretamente as abelhas nativas (e.g. Kerns *et al.*, 1998). Recentemente, vários trabalhos têm mostrado que colônias ferais e cultivadas de *A. mellifera* podem reduzir a fecundidade de outras abelhas (e.g. Paini & Roberts, 2005) e diminuir a abundância e até extinguir as espécies nativas (Kato *et al.*, 1999). Isto pode se dar pela simples redução da quantidade de recursos disponível nas flores ou pela interação, agressiva ou não, com outros insetos nas flores (e.g. Gross & Makay, 1998; Cairns *et al.*, 2005). Esses riscos parecem ser maiores onde as populações de *A. mellifera* tornam-se muito grandes devido à instalação de apiários comerciais, quando o impacto sobre a disponibilidade de alimentos para outras espécies pode se tornar especialmente crítica (Forup & Memmott, 2005; Paini & Roberts, 2005). Este fato é aceito até por autores, como Moritz *et al.* (2005), que minimizam o impacto da introdução de *A. mellifera* sobre as abelhas nativas. Outros efeitos potenciais preocupantes desta espécie sobre os campos rupestres seriam na facilitação da disseminação de plantas exóticas invasoras (e.g. Hanley & Goulson, 2003; Goulson & Derwent, 2004) e a diminuição do sucesso reprodutivo de plantas nativas (e.g. Gross & Makay, 1998; Hansen *et al.*, 2002; Kato & Kawakita, 2004).

Um caso específico deste último efeito foi registrado em uma planta nativa da Cadeia do Espinhaço, *Clusia arrudae* (Clusiaceae). Carmo *et al.* (2004) demonstraram que as operárias da abelha melífera retiram praticamente todo o pólen das flores masculinas desta planta, impedindo que a espécie polinizadora (*Eufriesea nigrohirta*) polinize efetivamente as flores femininas. Isto causaria uma redução do sucesso reprodutivo da planta, que produziria menos sementes por fruto quando as flores masculinas estão sendo intensamente visitadas pelas operárias de *Apis*. Além do impacto direto sobre outras abelhas não polinizadoras que utilizam o pólen de *C. arrudae* como alimento, a *A. mellifera* poderia, a longo prazo, reduzir a população da planta que, além de fonte de pólen para várias espécies nativas, é fonte de resina (material de construção de ninho) para sua polinizadora, *E. nigrohirta*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fauna de abelhas dos campos rupestres do Espinhaço, bem como de outras formações campestres altimontanas, é representada por uma baixa abundância das populações e elevado número de espécies raras. Por isto, embora a vegetação campestre ofereça maior facilidade à amostragem, em relação a ambientes florestais, grandes esforços de coleta ainda serão necessários para que sua fauna de abelhas seja bem caracterizada e distinguida daquelas dos ambientes vizinhos (Mata Atlântica, Cerrado e a Caatinga).

As faunas de abelhas, nos domínios da Mata Atlântica (e.g. Cure *et al.*, 1992, 1993) e Cerrado (e.g. Silveira & Campos, 1995; Carvalho & Bego, 1996; Azevedo, 2002) são relativamente homogêneas, apresentando, ainda, muitos elementos em comum, pelo menos até altitudes entre 800 m e 1000 m (Silveira & Cure, 1993). Assim, nesta faixa mais baixa, não se espera encontrar nenhum elemento característico ou endêmico da Cadeia do Espinhaço. Pode ser que a composição da fauna de abelhas do Espinhaço no Norte de Minas e

Chapada Diamantina seja influenciada, ainda, pela Caatinga, que, porém, tem sua fauna ainda pouco estudada (Zanella, 2000; Martins, 2002).

Mas, mesmo em áreas mais elevadas, muitas espécies podem utilizar os campos rupestres apenas como sítio complementar de forrageamento. Assim, por exemplo, *Bombus brasiliensis* normalmente nidifica sob a serrapilheira das matas (Laroça, 1972). Nas áreas altas do Espinhaço e de outras serras do sudeste brasileiro, provavelmente nidifica nas estreitas matas de galeria que sobem as ravinas, acompanhando os cursos de água, sendo encontrada, entretanto, coletando pólen e néctar nas flores dos campos rupestres.

Ressalta-se, assim, a necessidade de se conhecer os hábitos de vida (locais de nidificação e fontes alimentares) das espécies em geral para determinar quais espécies seriam encontradas exclusivamente nos campos rupestres. Faltam dados, entretanto, para uma análise mais precisa desta questão. A coleta criteriosa de dados sobre os ambientes em que cada abelha for registrada poderá nos possibilitar fazer associações mais precisas entre características ambientais e a presença de cada espécie.

## AGRADECIMENTOS

À Conservação Internacional (CI-Brasil) pelo financiamento do projeto. À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG-CRA-1263/05) pelo financiamento de viagens técnicas às coleções científicas. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF-MG) pela concessão de licenças de coletas (Números: 015-018/04; 19-20/05; 044-06) e apoio logístico nas Unidades de Conservação em Minas Gerais e ao IBAMA pela licença de coleta no Parque Nacional da Chapada Diamantina (Número: 044/2005). À Universidade Federal de Minas Gerais, à Universidade Estadual de Feira de Santana, e à Prefeitura de Grão Mogol pelo apoio logístico. Ao Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre da UFMG, pelo apoio conferido nas coletas realizadas no Pq. E. da Serra do Rola-Moça. Ao Cássio Soares (Biodiversitas) pela elaboração do mapa. Aos curadores Lúcio A. O. Campos (UFV) e Carlos Roberto F. Brandão (MZUSP). Aos especialistas da Universidade Federal do Paraná, Danuncia Urban, Gabriel A. R. Melo, Antônio J. C. Aguiar e Felipe Vivallo, pelo auxílio na identificação de alguns grupos de abelhas. Aos amigos do Laboratório de Sistemática e Ecologia de Abelhas (UFMG) pela colaboração na etiquetagem (Andrezza B. N. Oliveira) e identificação de parte de material (Leandro M. Santos – *Megalopta*; André Nemésio – Euglossina; Rafael Ferrari – *Colletes*) e ao Eduardo A. B. Almeida pela compilação de parte dos dados secundários. Aos pesquisadores Maíra F. Goulart, Roderic B. Martines, Carolina F. C. Yasbeck, Danny Vélez, Patrícia L. O. Rebouças e Miriam Gimenes, pelo inestimável auxílio nas coletas de campo.

## REFERÊNCIAS

- Aguiar, C. M. L., M. Gimenes & P. L. O. Rebouças. 2005. Abelhas (Hymenoptera, Apoidea). In: F.A. Junca, L. Funch & W. Rocha. Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. pp 259-281. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF.
- Aguiar, A. J. C. & G. A. R. Melo. 2007. Taxonomic revision, phylogenetic analysis, and biogeography of the bee genus *Tropidopedia* (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini). *Zoological Journal of the Linnean Society* 151: 511–554.
- Almeida, G. F. & M. Gimenes. 2002. Abelhas e plantas visitadas em áreas restritas de campo rupestre na Chapada Diamantina, Bahia. *Sitientibus ser. Ciências Biológicas* 2 (1/2): 11-16.
- Antonini, Y. 2005. Abelhas sem ferrão. In: A.C. Silva, L.C.V.S.F. Pedreira & P.A.A. Abreu (eds). Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes. pp 291-207. O Lutador. Belo Horizonte.
- Araújo, V.A., Y. Antonini & A. P. A. Araújo. 2006. Diversity of bees and their floral resources at altitudinal areas in the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology* 35 (1): 30-40.
- Azevedo, A. A. 2002. Composição de Faunas de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e da Flora Associada em Áreas de Cerrado de Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- Azevedo, A. A. & F. A. Silveira. 2005. Two new species of *Centris* (*Trachina*) Klug, 1807 (Hymenoptera: Apidae) from the state of Minas Gerais, Brazil, with a note on *Centris pachysoma* Cockerell, 1919. *Lundiana* 6 (supplement): 41-48.
- Butz Huryn, V. M. 1997. Ecological impacts of introduced honeybees. *Quarterly Review of Biology* 72: 275-297.

- Cairns, C. E., R. Villanueva-Gutiérrez, S. Koptur & D. B. Bray. 2005. Bee populations, forest disturbance, and Africanization in Mexico. *Biotropica* 37:686-692.
- Camargo, J. M. F. & J. S. Moure. 1994. Meliponinae Neotropicais: os gêneros *Paratrigona* Schwarz 1938 e *Aparatrigona* Moure, 1951 (Hymenoptera, Apidae). *Arquivos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* 32 (2): 33-109.
- Camargo, J. M. F. & J. S. Moure. 1996. Meliponini neotropicais: o gênero *Geotrigona* Moure, 1943 (Apinae, Apidae, Hymenoptera), com especial referência à filogenia e biogeografia. *Arquivos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* 33 (3): 95-161.
- Carmo, R. M., Franceschinelli, E. V. & F. A. Silveira. 2004. Introduced honeybees (*Apis mellifera*) reduce pollination success without affecting the resource taken by native pollinators. *Biotropica* 36 (3): 371-376.
- Carvalho, A. M. C. & L. R. Bego. 1996. Studies on Apoidea fauna of cerrado vegetation at the Panga Ecological Reserve, Uberlândia, MG, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 40: 147-156.
- Coelho, B. W. T. 2001. Revisão Sistemática de *Augochlorella* Sandhouse, 1937 (Hymenoptera, Halictidae, Augochlorini). Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, USP. Ribeirão Preto.
- Coelho, B. W. T. 2004. A review of the bee genus *Augochlorella* (Hymenoptera: Halictidae: Augochlorini). *Systematic Entomology* 29: 282-323.
- Costa, C. M. R., G. Herrmann, C. S. Martins, L. V. Lins & I. R. Lamas. 1998. Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para a sua Conservação. Fundação Biodiversitas. Belo Horizonte.

- Cure, J. R., M.Thiengo, F. A. Silveira & L. B. Rocha. 1992. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na Zona da Mata de Minas Gerais. III. Mata secundária na região de Viçosa (Hymenoptera, Apoidea). *Revista Brasileira de Zoologia* 9: 223-239.
- Cure, J. R., G. S. Bastos F<sup>o</sup>., M. J. F. Oliveira & F. A. Silveira. 1993. Levantamento da fauna de abelhas silvestres na Zona da Mata de Minas Gerais. 1 – Pastagem na região de Viçosa. *Revista Ceres* 40: 131-161.
- Faria, G. M. 1994. A Flora e a Fauna Apícola de um Ecossistema de Campo Rupestre, Serra do Cipó – MG, Brasil: Composição, Fenologia e suas Interações. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.
- Faria-Mucci, G. M., M. A. Melo & L. A. O. Campos. 2003. A fauna de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) e plantas utilizadas como fonte de recursos florais, em um ecossistema de campos rupestres em Lavras Novas, Minas Gerais, Brasil. In G. A. R. Melo & I. Alves-dos-Santos (eds.). *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. pp 241-256. Editora UNESC. Criciúma.
- Forup, M. L. & J. Memmott. 2005. The relationship between the abundances of bumblebees and honeybees in a native habitat. *Ecological Entomology* 30: 47-57.
- Giulietti, A.M. & J.R. Pirani. 1988. Patterns of geographical distribution of some plant species from Espinhaço range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (eds). *Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns*. pp. 39–69. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.
- Goulson, D. & L. C. Derwent. 2004. Synergistic interactions between an exotic honeybee and an exotic weed: pollination of *Lantana camara* in Australia. *Weed Research* 44: 195-202.
- Gross, C. L. & D. Makay. 1998. Honeybees reduce fitness of the pioneer shrub *Melastoma affine* (Melastomataceae). *Biological Conservation* 86:169-178.

- Hanley, M. E. & D. Goulson. 2003. Introduced weeds pollinated by introduced bees: cause or effect? *Weed Biology and Management* 3:204-212.
- Hansen, D. M., J. M. Olesen, & C. G. Jones. 2002. Trees, birds and bees in Mauritius: exploitative competition between introduced honey bees and endemic nectarivorous birds? *Journal of Biogeography* 29: 721-734.
- Kato, M. & A. Kawakita. 2004. Plant-pollinator interactions in New Caledonia influenced by introduced honey bees. *American Journal of Botany* 91:1814-1827.
- Kato, M., A. Shibata, T. Yasui, & H. Nagamasu. 1999. Impact of introduced honeybees, *Apis mellifera*, upon native bee communities in the Bonin (Ogasawara) Islands. *Researches on Population Ecology* 41:217-228.
- Laroca, S. 1972. Sobre a bionomia de *Bombus brasiliensis* (Hymenoptera, Apoidea). *Acta Biológica Paranaense* 1:7-28.
- Martins, C. F. 1994. Comunidade de abelhas (Hym., Apoidea) da caatinga e do cerrado com elementos de campo rupestre do Estado da Bahia, Brasil. *Revista Nordestina de Biologia* 9: 225-257.
- Martins, C. F. 2002. Diversity of the bee fauna of the Brazilian Caatinga. In: P. G. Kevan & V. L. Imperatriz-Fonseca (eds.). *Pollinating bees – the conservation link between agriculture and nature*. pp.131-134. Ministry of Environment. Brasília.
- Melo, G. A. R. 2003. Notas sobre meliponíneos neotropicais, com a descrição de três novas espécies (Hymenoptera, Apidae). In G. A. R. Melo & I. Alves-dos-Santos (eds.). *Apoidea Neotropica: Homenagem aos 90 anos de Jesus Santiago Moure*. pp 85-91. Editora UNESC. Criciúma.
- Mendonça, M. P. & L. V. Lins. 2000. Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais. Fundação Biodiversitas, Fundação Zoo-Botânica de Belo Horizonte. Belo Horizonte.

- Moritz, R. F. A., S. Härtel & P. Neumann. 2005. Global invasions of the western honeybee (*Apis mellifera*) and the consequences for biodiversity. *Ecoscience* 12: 289-301.
- Moure, J. S. & S. F. Sakagami. 1962. As mamangabas sociais do Brasil (*Bombus* Latr.) (Hymenoptera, Apoidea). *Studia Entomológica* 5 (1-4): 65-194.
- Moure, J. S. & D. Urban. 1964. Revisão das espécies brasileiras do gênero *Anthidium* Fabricius, 1804 (Hymenoptera, Apoidea). In: *Anais do II Congresso Latino-Americano de Zoologia*. pp. 93-114.
- Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. B. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- Nemésio, A. & L. R. R. Faria Jr. 2004. First assessment of the orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) at Parque Estadual do Rio Preto, a cerrado area in southeastern Brazil. *Lundiana* 5 (2): 113-117.
- Paini, D. R. & J. D. Roberts. 2005. Commercial honey bees (*Apis mellifera*) reduce the fecundity of an Australian native bee (*Hylaeus alcyoneus*). *Biological Conservation* 123: 103-112.
- Pinheiro-Machado, C., I. Alves-dos-Santos, V. L. Imperatriz-Fonseca, A. M. P. Kleinert & F. A. Silveira. 2002. Brazilian bee surveys: State of knowledge, conservation and sustainable use. In: P. G. Kevan, & V. L. Imperatriz-Fonseca (eds). *Pollinating Bees – the conservation link between agriculture and nature*. pp. 115-129. Ministry of Environment. Brasília.
- Rapini, A., P. L. Ribeiro, S. Lambert & J. C. Pirani. 2008. A Flora dos Campos Rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade*, 4 (1-2): 16-24.
- Rizzini, C. T. 1976. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*. Vol. 1 Aspectos ecológicos. HUCITEC & USP. São Paulo.

- Rizzini, C. T. 1979. Tratado de Fitogeografia do Brasil. Vol. 2 Aspectos sociológicos e florísticos. HUCITEC & USP. São Paulo.
- Sakagami, S. F., S. Laroca & J. S. Moure. 1967. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, series VI, Zoology 16(2): 253-291.
- Schwarz, H. F. 1932. The genus *Melipona*. The type genus of the Meliponidae or stingless bees. Bulletin of the American Museum of Natural History LXIII (IV):231-460 + X plates.
- Shanks, S. S. 1986. A revision of the neotropical bee genus *Osiris* (Hymenoptera: Anthophoridae). The Wasmann Journal of Biology 44 (1-2):1-56.
- Silva-Pereira, V. & G. M. M. Santos. 2006. Diversity in bee (Hymenoptera: Apoidea) and social wasp (Hymenoptera: Vespidae, Polistinae) community in “campos rupestres”, Bahia, Brazil. Neotropical Entomology 35 (2): 165-174.
- Silveira, F. A. 2002. The bamboo-nesting carpenter bee, *Xylocopa (Stenoxylocopa) artifex* Smith (Hymenoptera: Apidae), also nests in fibrous branches of *Vellozia (Velloziaceae)*. Lundiana 3 (1): 57-60.
- Silveira, F. A. & J. R. Cure. 1993. High-altitude bee fauna of Southeastern Brazil: Implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). Studies on Neotropical Fauna and Environment 28: 47-55.
- Silveira, F. A. & M. J. O. Campos. 1995. Abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma discussão sobre a biogeografia das abelhas do cerrado. Revista Brasileira de Entomologia 39: 371-401.
- Silveira, F. A. & L. M. Godínez. 1996. Systematic surveys of local bee faunas. Melissa — the Melittologist’s Newsletter, 9: 1-4.

- Stehmann, J. R. & J. Semir. 2001. Biologia reprodutiva de *Calibrachoa elegans* (Miers) Stehmann & Semir (Solanaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 24: 43-49.
- Urban, D. 1992. Espécies novas de *Epanthidium* Moure (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiinae). *Acta Biológica Paranaense* 21 (1-4): 1-21.
- Urban, D. 1997. *Larocanthidium* gen.n. de Anthidiinae do Brasil (Hymenoptera, Megachilidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 14 (2): 299-317.
- Urban, D. 1998. Espécies novas de *Melissoptila* Holmberg da América do Sul e notas taxonômicas (Hymenoptera, Anthophoridae). *Revista Brasileira de Zoologia* 15 (1): 1-46.
- Urban, D. 2002. Espécies novas de *Dicranthidium* Moure & Urban (Hymenoptera, Megachilidae) e chave para identificação das espécies. *Revista Brasileira de Zoologia* 19 (3): 637-643.
- Urban, D. 2006. Espécies novas de *Epanthidium* Moure e de *Austrostelis* Michener & Griswold (Hymenoptera, Apidae, Megachilina). *Revista Brasileira de Entomologia* 50 (1): 43-48.
- Urban, D. 2007a. Espécies novas de *Anthrenoides* Ducke (Hymenoptera, Andreninae) no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 51 (1): 23-34.
- Urban, D. 2007b. Três espécies novas de *Gaesischia* Michener, Laberge & Moure e notas sobre *Gaesischia melanaspis* Urban (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (2): 470-473.
- Zanella, F. C. V. 2000. The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformis): a species list and comparative notes regarding their distribution. *Apidologie* 31: 579-592.

## CAPÍTULO 2

**The endemic bee fauna (Hymenoptera, Apoidea) of mountaintop grasslands  
and biogeographic relationships among highlands  
in central-east Brazil**

---

Capítulo escrito em formato de artigo científico de acordo com as normas de publicação da revista “*The Journal of Biogeography*”.

## **ABSTRACT**

**Aim** To investigate the endemic bee fauna of mountaintop grasslands and the historic relationships among central-eastern Brazilian highlands.

**Location** Mountain ranges and plateaus of central-east Brazil.

**Methods** Bee surveys were conducted twice in five mountain ranges or plateaus, between October 2006 and April 2007. Bee species endemic to mountaintop grasslands were recognized using a database of the distribution of bee taxa, according to field and literature records and to data associated to specimens in taxonomic collections. Bee species were considered in the analysis according to the following distribution patterns: a) restricted to the mountaintop grasslands in target mountain ranges; b) restricted to the mountaintop grasslands in target mountain ranges and to lowlands above 24° latitude south in the subtropical and temperate regions of South America. A matrix was constructed containing records of 29 species in 10 high-altitude (> 1,000 m elevation) geographic areas and in an additional biogeographic unit composed of the subtropical/temperate regions of South America. Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) was applied to detect the relationships among areas.

**Results** Two equally parsimonious area cladograms were obtained (63 steps, consistency index of 0.46 and retention index of 0.55). Both recognized the same two major clades. The first included the southeasternmost mountain ranges (immersed in the Atlantic Forest Domain), and the subtropical/temperate regions of South America, and the second one, included the northwesternmost mountain ranges and plateaus immersed in the Cerrado domain.

**Main conclusions** The geographical distribution of endemic elements of high-altitude bee faunas indicates some biogeographic units among the central-east Brazilian highlands, whose hierarchical relationships partially support the hypothesis of gradual isolation of massifs in accordance to a north-south regional heating, after the last glaciation event.

**Keywords** Bees, mountaintop grasslands, endemism, PAE, historical biogeography, Brazil.

## INTRODUCTION

There are some extensive chains of high mountains in central-west and southeastern Brazil, isolated from one another as islands, emerging, some times abruptly, above the surrounding lowlands (Martinelli, 2007). Mountaintop grasslands exhibit a high level of species richness and are considered important centers of endemism (Giulietti & Pirani, 1988; Alves & Kolbek, 1994; Safford, 1999; Jacobi *et al.* 2007; Martinelli, 2007). These features of the tropical montane habitats are often considered effects of climatic and geological history on biotic evolution; of the various environmental impacts on species adaptation mechanisms; and of the continuous dispersal of fauna and flora in time (Martinelli, 2007).

Comparative studies characterizing vegetation and soils have developed interesting hypotheses for the relationships among these mountain ranges and for the distribution patterns of organisms living in them (Almeida *et al.*, 2004; Benites *et al.*, 2003; 2007; Safford, 1999 a e b; Gröger & Huber, 2007; Porembski *et al.*, 1998; Porembski, 2007; Ribeiro *et al.* 2007). Some other contributions also have been important to provide detailed documentation of the natural history of the southeastern Brazilian highlands, and in studying linkages between past processes and present ecological patterns in the mountain systems of the neotropics (*e.g.*, Behling, 1997; Behling & Lichte, 1997; Safford, 1999a, b, 2001; Behling *et al.* 2007).

Biogeographic patterns and speciation of several organisms in South America have been ascribed to the environmental instability of the regional ecosystem during the Quaternary, with dynamic conditions changing temperatures, precipitation and drainage systems (*e.g.*, Simpson-Vuilleumier, 1971; Brown, 1977; Gonçalves *et al.*, 2007). Past climatological and geological events that occurred in the late Pleistocene-Holocene (*ca.* 20.000 years before present) much influenced biological characteristics of the Neotropical mountains (Ab'Sáber, 1990). Palynological data suggest that the distribution of the present scattered high-altitude grasslands can be attributed largely to climate shifts occurred in that last glacial period

(Behling, 1998, 2002). Nowadays, these mountaintop ecosystems comprise a classical example of terrestrial archipelago (Safford, 2007). The occurrence of a cold climate within a tropical zone is often the basis for the insular nature of the vegetation and fauna in such areas. Thus, alternate cold and warm periods with the consequent alternate expansion and depression of semi-arid and forest vegetations may be responsible for the isolation and speciation of the high-altitude remnant populations, and would be the most important factor causing, for example, some of the geographic distribution patterns of the high-altitude bee fauna in southeastern Brazil (Silveira & Cure, 1993). Distribution limits of local and regional wild bee faunas are defined, in general, by several physical and biological characteristics of the environment, such as vegetation, latitude, altitude, climate, as well as, historic factors (Michener, 1979; Silveira & Cure, 1993).

In spite of the large number of Brazilian bee surveys carried out since the late 1960's, only few studies attempted to analyse data in a large geographical scale or covering a particular ecosystem (reviewed by Pinheiro-Machado *et al.*, 2002). Moreover, there is a great scarcity of studies concerning geographic distribution patterns of Brazilian bees, especially under a historical perspective. This approach has been conducted exclusively to reveal biogeographic patterns for eusocial bee species (*e.g.*, Camargo, 1996; Camargo & Moure, 1996; Camargo & Pedro, 2003; Pedro & Camargo, 2003).

Some biogeographic inferences for particular taxa can be found in taxonomic revisions (*e.g.*, Cure, 1989; Zanella, 2002; Aguiar & Melo, 2007). However, regarding the biogeography of bee communities, there is a first insight about the fauna at the transition of subtropical and temperate habitats (Wittmann & Hoffman, 1990), comparisons between the bee fauna of an open grassland in a restricted area in south Brazil and other similar environments (Gonçalves & Melo, 2005), and descriptions of biogeographic patterns of some of the major Brazilian ecosystems, as the Cerrado (Brazilian savanna – Silveira & Campos,

1995), the Caatinga (a xerophilous vegetation characteristic of Northeastern Brazil – Zanella, 2000) and the Campos Rupestres (the high-altitude grasslands on the quartzitic outcrops of the Espinhaço range – Azevedo *et al.* 2008). Similarly, there is just an incipient knowledge on high-altitude bee fauna, summarized by Silveira & Cure (1993). These authors recognized some geographic distribution patterns for the bee fauna of southeastern Brazil, without employing any analytical biogeographic method. Since then, no biogeographic analyses were done to investigate their findings.

Vicariant events, historical connections and dispersal routes are likely to affect a great number of species and produce some general distributional patterns. Thus, hypotheses of historical relationships among areas can be supported by endemic (synapomorphic) species, identified through Parsimony Analysis of Endemicity (PAE). This method groups areas (analogous to taxa in cladistics) by their shared endemic taxa (analogous to sinapomorphies), according to the most parsimonious solution, and propose common historical causes to explain these groupings (Rosen, 1988; Morrone & Crisci, 1995). A historical biogeographic method originally proposed by Rosen (1988), PAE have been applied worldwide to study distribution patterns of several organisms and to establish relationships among different biogeographic units, *e.g.*, quadrats, localities, areas of endemism, continents, islands (*e.g.*, Morrone, 1994; Aguilar-Aguilar *et al.*, 2003; Racheli & Racheli, 2004; Garraffoni *et al.* 2006; Melo Santos *et al.*, 2007; Huang *et al.*, 2008).

Disjunctions in the distribution of species endemic to high-altitude in southeastern Brazil suggests that mountaintops nowadays isolated from each other, were vegetationally and/or climatically connected in the past (Silveira & Cure, 1993). Their isolation probably occurred gradually, in accordance to the direction of the regional heating, after the last glaciation event, from north to south. So, we have hypothesized that present biogeographic patterns of the high-altitude bee fauna reflect the historical relationships among mountaintops.

This paper aims to investigate the endemic elements of bee faunas in mountaintop grasslands and the historical relationships among the central-east Brazilian highlands, based on the geographical distribution of these elements.

## MATERIALS AND METHODS

### *Study sites*

High-altitude bee faunas were surveyed in the following localities at mountain ranges and plateaus in central-east Brazil (Figure 1): Mantiqueira range: Itatiaia National Park and Ibitipoca State Park; Caparaó range: Caparaó National Park; Canastra range: Serra da Canastra National Park; Veadeiros plateau: Chapada dos Veadeiros National Park; Espinhaço range – secondary data of several localities surveyed by Azevedo *et al.* (2008).

The tops of all those mountain ranges and plateaus are covered by open grasslands (Table 1). Although these grasslands have received different names, they present a similar vegetational physiognomy composed basically of herbaceous vegetation with xeromorphical perennials, always rich in endemic species (Giulietti *et al.*, 1997; Safford, 1999a,b). On the other hand, these grassland types may be distinguished as different vegetational formations, based on geographic location, underlying geology, and their floristic composition, especially based on their unique or typical taxa (Rizzini, 1997; Safford, 1999; 2007).

Usually, the term “campos de altitude” – high-altitude grasslands – is employed to designate the scattered vegetation among the highest peaks above the treeline (*c.* 2000 m elevation) of the south-eastern Brazilian highlands, mainly in the Mantiqueira range (Safford, 2007). On the other hand, “campos rupestres” – rocky grasslands - is used for fields on higher slopes and mountaintops in central Brazilian mountain ranges (above *c.* 900 m elevation), especially in the Espinhaço range (Giulietti & Pirani, 1988). Finally, the term “campo rupestre sobre canga” – the ferruginous rocky fields – is also used locally to refer to the vegetation of the iron-rich mountaintops at the southernmost part of the Espinhaço range (Rizzini, 1997; Jacobi *et al.* 2007).



**Figure 1** Distribution of mountain ranges and plateaus above 1,000 m elevation in central-east Brazil. Regional terminology has been maintained. Equivalents in English to Portuguese terms are: “Serra” = mountain range; “Chapada” = plateau. Sample areas in two mountain ranges were divided in more than one massif: *Mantiqueira range* - Itatiaia and Ibitipoca; *Espinhaço range* - Quadrilátero Ferrífero; Mid Espinhaço; Serra do Cabral; Northern of Minas Gerais; Chapada Diamantina.

Most mountaintop grassland areas of the Espinhaço and Canastra ranges and of the Veadeiros plateau are surrounded by a lowland (< 900m) matrix of the Cerrado domain (Brazilian savanna). In the northernmost parts of the Espinhaço range (Chapada Diamantina), lowlands are dominated by the Caatinga domain (a xerofilous vegetation, characteristic of the semi-arid northeastern Brazil). Differently, high-altitude grasslands at the Caparaó and the Mantiqueira ranges are surrounded by the Atlantic Forest domain (Table 1). However, the highest forest-limit in Itatiaia massif (in the Mantiqueira range), around 2000 meters (Safford, 1999b, 2007), is higher than that in Caparaó, and much higher than that in Ibitipoca.

**Table 1.** Sampled massifs in Brazilian mountain ranges and plateaus, their surrounding vegetational domains, (“Cerrado” – Brazilian savanna; Caatinga – a xerofilous vegetation characteristic of the semi-arid northeastern Brazil), types of grasslands on their mountaintops (CA: “Campos de altitude” – high-altitude grasslands; CR: “Campos rupestres quartzíticos” – quartzitic rocky grasslands; CG “Campos rupestres sobre canga” – ferruginous rocky fields) and altitudinal ranges (meters above sea level). Regional terminology was maintained for the names of the massifs. Equivalentents in English to Portuguese terms are: “Serra” = mountain range; “Chapada” = plateau.

Mountain ranges and plateaus	Sampled massifs	Surrounding vegetational domain	Types of mountaintop grasslands	Altitudinal ranges
Mantiqueira	Itatiaia	Atlantic Forest	CA	2300-2600
	Ibitipoca	Atlantic Forest	CA/CR	1200-1700
Caparaó	Caparaó	Atlantic Forest	CA	1800-2900
Canastra	Serra da Canastra	Cerrado	CR	1200-1500
Veadeiros	Chapada dos Veadeiros	Cerrado	CR	800-1500
	Quadrilátero Ferrífero	Cerrado	CG	1000-1700
Espinhaço	Mid Espinhaço	Cerrado	CR	1000-1800
	Serra do Cabral	Cerrado	CR	900-1200
	Northern of Minas Gerais	Cerrado	CR	900-1200
	Chapada Dimantina	Caatinga	CR	900-1700

The set of mountain ranges studied also present different lithologies. Some of them are composed mainly by quartzite (the Espinhaço and Canastra ranges and the Veadeiros

plateau), whereas others are dominated by granite, migmatites and gneiss (Caparaó and Mantiqueira ranges). In the Mantiqueira range, there are also a few sparse quartzite areas, as in the Ibitipoca range (Benites *et al.*, 2003, 2005, 2007; Simas *et al.*, 2005).

### ***Data gathering***

Differently from systematic inventories commonly performed in Brazil, bee sampling was conducted in this study with the aim of maximizing the number of species recorded. As explained by Azevedo *et al.* (2008), considering the number and extension of the sampled areas, sample effort was not standardized, as no comparison was intended of the abundance or species diversity between areas (see Sakagami *et al.*, 1967 and Silveira & Godínez, 1996).

Bee surveys were conducted in five massifs (Caparaó, Chapada dos Veadeiros, Ibitipoca Itatiaia e Serra da Canastra). They were sampled twice between October 2006 and April 2007, with each campaign to each massif lasting at least three days (Table 1). During each campaign, two or three collectors walked extensively, searching for bees, especially on flowers. Specimens found were captured, killed in ethyl acetate, identified and deposited in the Entomological Collection of the Taxonomic Collections of the Universidade Federal de Minas Gerais.

Distributional data for bee species potentially endemic to the mountain grasslands were also obtained by compiling records in the taxonomic literature and in published faunistic surveys (Cure, 1989; Wittmann & Hoffman, 1990; Silveira & Cure, 1993; Silveira *et al.* 2002; Gonçalves & Melo, 2005; Moure *et al.* 2007 and literature listed by Azevedo *et al.* 2008) and by the examination of specimens from taxonomic collections [Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal do Paraná (DZUP), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ) and Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP)].

## *Analysis*

### Delimitation of the geographical units:

Because mountain range and plateaus do not have discreet boundaries, as do lakes or islands, the regions employed as biogeographic units for the analysis in this work were mostly continuous highland areas separated from all other by intervening lowlands (below 800 m elevation). Two such biogeographic units were separated from a contiguous one by other vegetational-physiognomy type or by a specific environmental characteristic of the altitudinal area (see below). Moreover, different altitudinal gradients were considered in each highland, according to the relief and the lower limits of the mountaintop grasslands (Table 1).

The Espinhaço range was subdivided in five distinct massifs, following Azevedo *et al.* (2008). In spite of being continuous in altitude ranges to the “Mid Espinhaço”, the Quadrilátero Ferrífero (Iron Quadrangle) was treated separately, due to the different substrate for its vegetation (the ironstone outcrops – “canga”), as compared to the quartzite/arenite substrate of most of the rest of the Espinhaço range. Despite the fact that the Itatiaia and the Ibitipoca massifs belong, both, to the Mantiqueira range (Gatto *et al.*, 1983), they were considered as different biogeographic units, due to the occurrence of rocky grasslands in the later (Rodela, 1998), instead of the high-altitude grasslands present in Itatiaia, as well as for the extensive intervening forest separating their altitudinal grasslands (Figure 1; Table 1).

Thus, 10 biogeographic areas, named according to regional terminology (“Serra” = mountain range; “Chapada” = plateau), were defined as isolated massifs within five distinct mountain ranges and plateaus. An additional biogeographic unit was the subtropical and temperate regions of South America, which apparently have been environmentally connected with the highlands of central-east Brazil in the past (Behling, 1998). Bee-faunistic relationships between these regions were already suggested by Silveira & Cure (1993).

### Selection of taxa:

Only bee species presenting one of the two following distribution patterns, previously described by Silveira & Cure (1993), were selected for analyses: a) species with distributions restricted to the mountaintop grasslands of the mountain ranges of central-east Brazil ; and b) species with occurrence restricted, in central-east Brazil , to the mountaintop grasslands, but which are also present above 24° latitude south in the subtropical and temperate regions of South America.

Since taxa found in a single area (equivalent to autapomorphies in cladistic analyses) are not useful in assessing biogeographic relationships, they were not included in the data matrix. There were nine such species recorded in only one massif in the Espinhaço range (Table 2). Besides these species, *Centris (Paracentris) tricolor* Friese, 1899, once suggested to occur in the Mid Espinhaço massif (Moure, personal communication to Silveira & Cure, 1993), was also not included. This species was not found by Azevedo *et al.* (2008) and its geographic distribution is most probably restricted to South Brazil (Wittmann & Hoffman, 1990) and other countries in southern South America (Zanella, 2002; Moure *et al.*, 2007).

### Data analysis:

A data matrix (area-taxon), where cells were coded “0”, for absence, or “1” for presence of a given taxon in a particular area, was employed in a Parsimony Analysis of Endemicity (PAE – Rosen, 1988; Morrone & Crisci, 1995). The analysis was carried out applying the ie\* option of Hennig86 version 1.5 (Farris, 1988), which finds all equally most parsimonious trees possible for a given matrix. The cladograms were rooted using the lowlands (hypothetical area), which cells were all coded with zeros, as outgroup. A strict consensus cladogram was obtained from the resulting most parsimonious trees.

## RESULTS

### *Endemic elements of the bee faunas in the mountaintop grasslands*

Thirty eight species, 13 of which undescribed, were recorded exclusively in the mountaintop grasslands and never in the intervening lowlands, at least in central-east Brazil (Table 2). Of those, 24 species are restricted to the mountaintops of this region and the remaining 14 ones are also found, regardless of altitude, in subtropical and temperate regions of South America. Examples of the latter are *Bombus brasiliensis*, *Centris klugii* and *Pseudagapostemon anasimus*.

Among bee species whose distributions are restricted to the mountaintop grasslands of central-east Brazil, sixteen are known only from the campos rupestres of the Espinhaço range. No species are known to be endemic of any other of the studied mountain ranges. Six species were restricted to the Espinhaço and to the other mountain ranges and plateaus surrounded by the Cerrado domain (Canastra and Veadeiros): *Augochlorella una*; *Nomiocolletes* sp. n. 01; *Centris rupestris*, *Centris* sp. n.; *Xylocopa abbreviata*; *Xylocopa truxali*. Only *Eufriesea nigrohirta* and the apparently undescribed species of *Melitoma* were found on mountain ranges immerse both in the Atlantic Forest domain and in the Cerrado domain.

The records for bee species in each biogeographic unit are shown in Table 3. Among the endemic bee species recognized, most were recorded (42% to 58% of the total of bee species recorded) in three of the Espinhaço-range massifs (Quadrilátero Ferrífero, Mid Espinhaço and Northern of Minas Gerais), whereas all other massifs had few endemic records (8% to 24%).

**Table 2** Bee species endemic to the mountaintop grasslands of central-east Brazilian mountain ranges and plateaus. Numbered species are the ones employed in the analysis (Table 3); the others are known only from a single massif each in the Espinhaço range (Azevedo *et al.* 2008) and were excluded from the analysis because they are uninformative.

No	Taxon
	<b>Andrenidae</b>
	<i>Anthrenoides lavrensis</i> Urban, 2007
	<i>Callonychium</i> sp. n. 01
	<i>Callonychium</i> sp. n. 02
	<i>Protomeliturga</i> sp. n
	<b>Apidae</b>
01	<i>Anthophora (Mystacanthophora) paranensis</i> Holmberg, 1903
02	<i>Bombus (Fervidobombus) brasiliensis</i> Lepeletier, 1836
03	<i>Centris (Paracentris) klugii</i> Friese, 1899
04	<i>Centris (Trachina) rupestris</i> Azevedo & Silveira, 2005
05	<i>Centris (Xanthemisia)</i> sp. n
06	<i>Eufriesea nigrohirta</i> (Friese, 1899)
07	<i>Exomalopsis (Phanomalopsis)</i> sp. n.
	<i>Gaesischia caracicola</i> Urban, 2007
08	<i>Gaesischia cipoana</i> Urban, 2007
09	<i>Melissoptila tandilensis</i> Holmberg, 1884
10	<i>Melitoma</i> sp. n. *
11	<i>Xylocopa (Diaxylocopa) truxali</i> Hurd & Moure, 1963
12	<i>Xylocopa (Monoxylocopa) abbreviata</i> Hurd & Moure, 1963
13	<i>Xylocopa (Nanoxylocopa)</i> sp. n. 01
14	<i>Xylocopa (Schonnherria) subzonata</i> Moure, 1949
15	<i>Xylocopa (Stenoxylocopa)</i> sp. n. 02
	<b>Colletidae</b>
	<i>Caupolicana</i> sp. n.
16	<i>Halictanthrena malpighiacearum</i> Ducke, 1907
17	<i>Hexanthes missionica</i> Ogloblin, 1948
18	<i>Nomiocolletes</i> sp. n. 01
	<i>Nomiocolletes</i> sp. n. 02
19	<i>Tetraglossula anthracina</i> (Michener, 1989)
	<b>Halictidae</b>
20	<i>Augochlorella una</i> Coelho, 2004
21	<i>Augochloropsis brachycephala</i> Moure, 1943
22	<i>Augochloropsis iris</i> (Schrottky, 1902)
23	<i>Paroxystoglossa jocasta</i> (Schrottky, 1910)
24	<i>Pseudagapostemon (Brasilagapostemon) fluminensis</i> Schrottky, 1911
25	<i>Pseudagapostemon (Pseudagapostemon) anasimus</i> Cure, 1989
	<b>Megachilidae</b>
	<i>Austrostelis silveirai</i> Urban, 2006
	<i>Dicranthidium alicae</i> Urban, 2002
26	<i>Larocanthidium spinosum</i> Urban, 1997
27	<i>Megachile (Chrysosarus/Dactylomegachile)</i> sp. n. 01
28	<i>Megachile (Pseudocentron)</i> sp. n. 02
29	<i>Megachile (?) iheringi</i> Schrottky, 1913

\* This is the species referred to by Silveira & Cure (1993) as “Emphorini sp”.

**Table 3.** Area-taxon matrix employed in the Parsimony Analysis of Endemicity. Presence or absence of species in a given area is indicated, respectively by 1 or 0. Regional names for the massifs were maintained. Equivalent in English to Portuguese terms are: “Serra” = mountain range; “Chapada” = plateau).

Geographic areas	TAXA*																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Lowlands (outgroup)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Subtropical/temperate regions	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	
Itatiaia	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0		
Ibitipoca	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Caparaó	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Serra da Canastra	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
Chapada dos Veadeiros	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1		
Quadrilátero Ferrífero	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
Mid Espinhaço	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	
Northern Minas Gerais	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	
Serra do Cabral	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	
Chapada Diamantina	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1

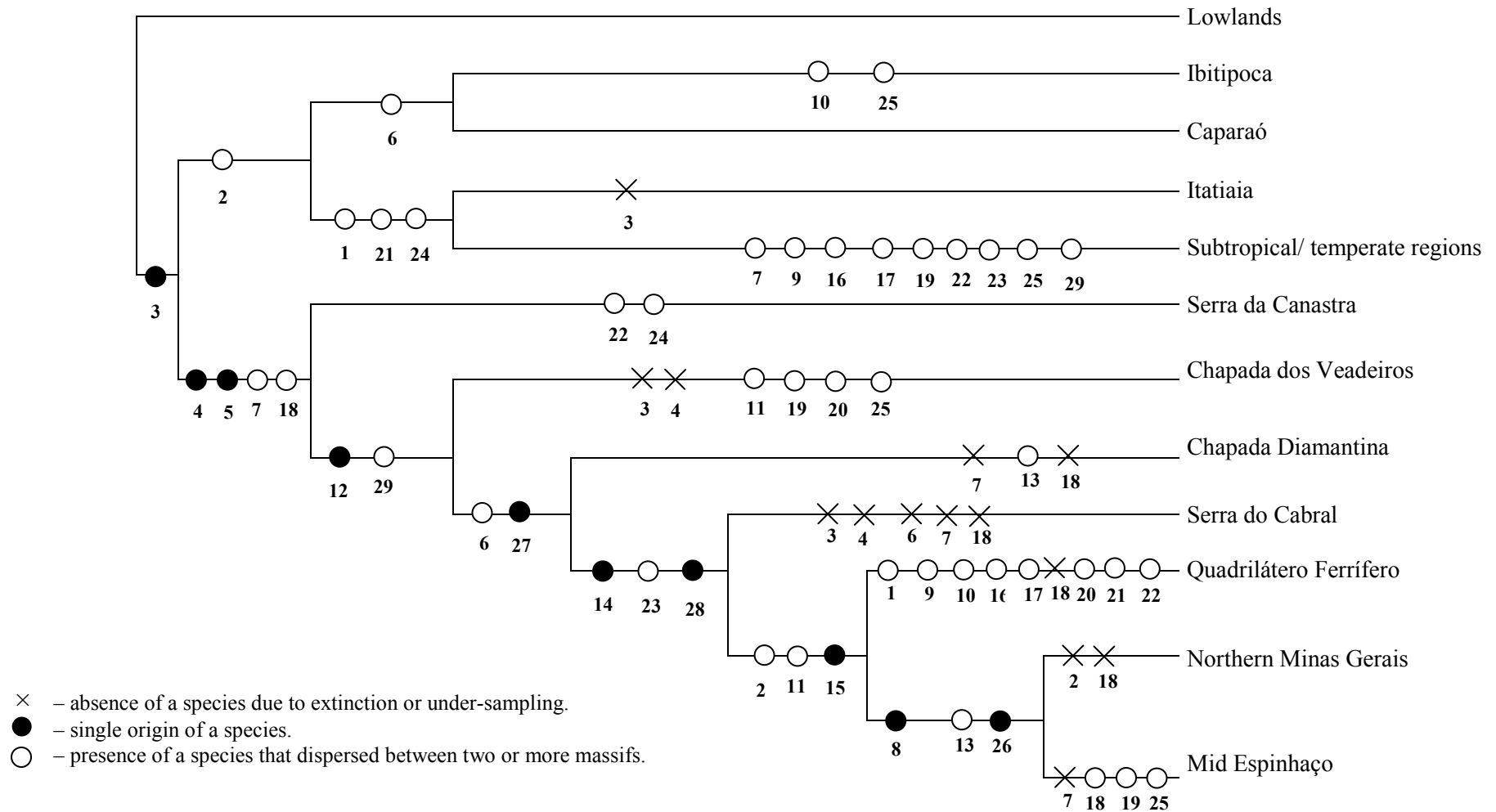
\* **Taxa:** **1.** *Anthophora paranensis*; **2.** *Bombus brasiliensis*; **3.** *Centris klugii*; **4.** *Centris rupestris*; **5.** *Centris* sp. n.; **6.** *Eufriesea nigrohirta*; **7.** *Exomalopsis* sp. n.; **8.** *Gaesischia cipoana*; **9.** *Melissoptila tandilensis*; **10.** *Melitoma* sp. n.; **11.** *Xylocopa truxali*; **12.** *Xylocopa abbreviata*; **13.** *Xylocopa* sp. n. 01; **14.** *Xylocopa subzonata*; **15.** *Xylocopa* sp. n. 02; **16.** *Halictanthrena malpighiacearum*; **17.** *Hexanthes missionica*; **18.** *Nomiocolletes* sp. n. 01; **19.** *Tetraglossula anthracina*; **20.** *Augochlorella una*; **21.** *Augochloropsis brachycephala*; **22.** *Augochloropsis iris*; **23.** *Paroxystoglossa jocasta*; **24.** *Pseudagapostemon fluminensis*; **25.** *Pseudagapostemon anasimus*; **26.** *Larocanthidium spinosum*; **27.** *Megachile* sp. n. 01; **28.** *Megachile* sp. n. 02; **29.** *Megachile iheringi*.

### **Biogeographic relationships among altitudinal massifs**

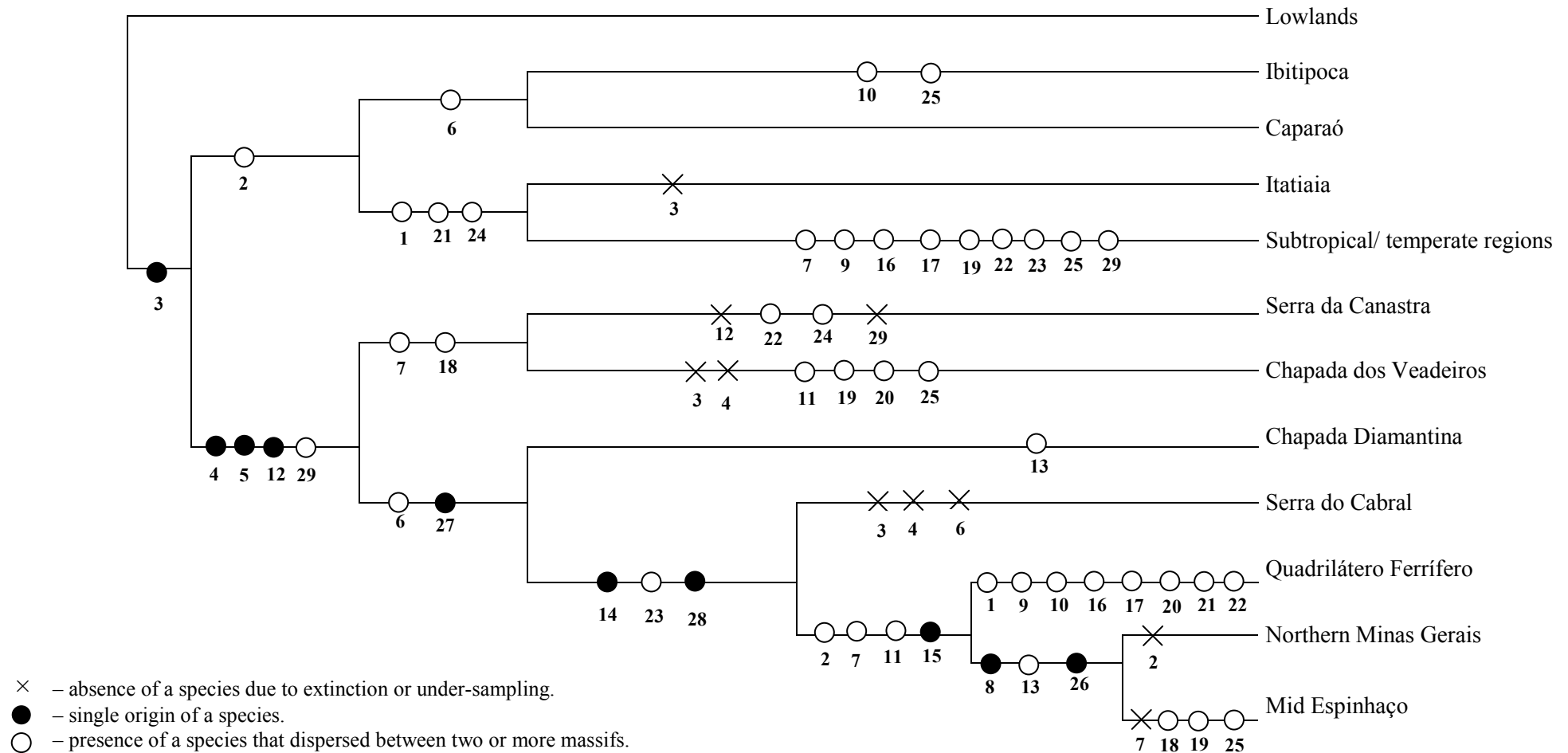
The Parsimony Analysis of Endemicity was conducted based on the distribution data for 29 species. The analysis yielded two equally parsimonious area cladograms with 63 steps, consistency index of 0.46 and a retention index of 0.55 (Figure 2). The consensus tree for these cladograms is shown in Figure 3.

Ten nested area-groups were distinguished in both cladograms, which differed only by placement of two areas – Chapada dos Veadeiros and Serra da Canastra – which occurred in distinct, sequential nodes in the first tree (Figure 2a) and as a distinctive group in the second one (Figure 2b). Both cladograms showed a basal dichotomy defining two major biogeographic historic units. The first unit included the southeasternmost biogeographic areas (the Mantiqueira and the Caparaó ranges), immersed in the Atlantic Forest domain, and the subtropical/temperate regions of South America. The second one included the northwesternmost areas (massifs of the Canastra and Espinhaço ranges and of the Veadeiros plateau), immersed in the Cerrado domain.

The first unit is further subdivided, thus breaking the Mantiqueira range in two portions, a southern one (Itatiaia) linked to the subtropical/temperate regions of South America, and a northern one (Ibitipoca), linked to the Caparaó range. In the second unit, the five massifs of the Espinhaço range formed a distinct historical sub-unit in which they occupied the same relative positions in both cladograms. The relationships of the remaining areas in this clade, Chapada dos Veadeiros and Serra da Canastra, were different in the two cladograms (Figure 2a and 2b). In the first, the Canastra is sister to all other areas in the unit, followed by Veadeiros, which is sister to the remaining areas. In the second cladogram, they form a sub-unit, sister to all other areas.

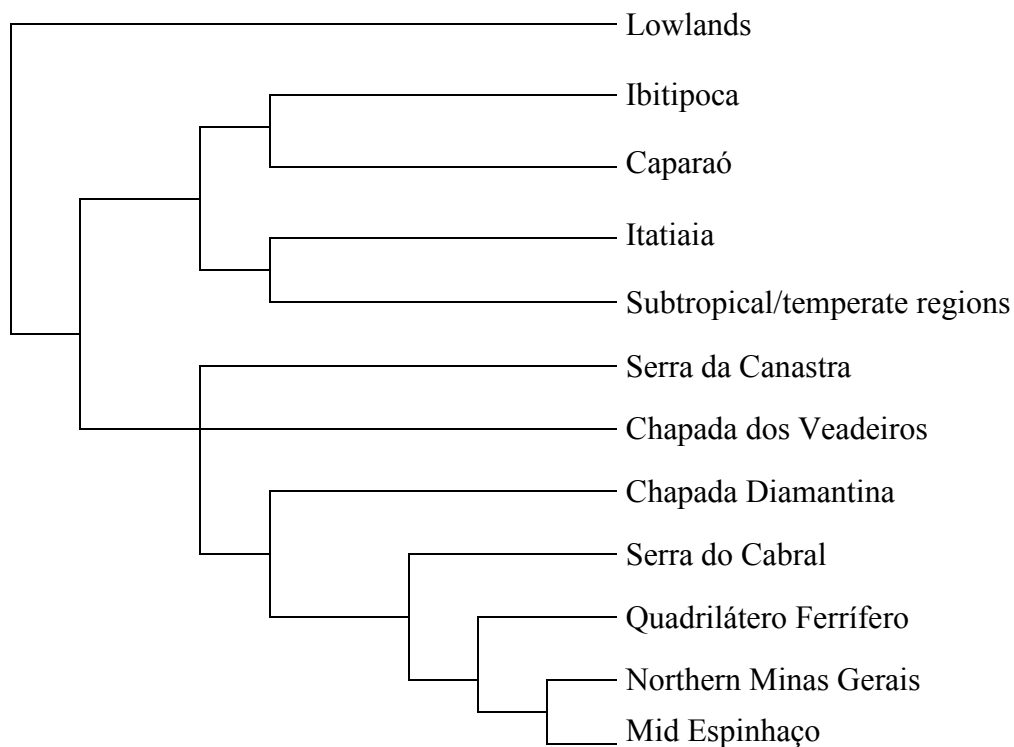


**Figure 2a** One of two parsimonious area cladograms obtained by applying Parsimony Analysis of Endemicity (63 steps, consistency index 0.46 and retention index 0.55). Geographic areas were represented by massifs named according to regional terminology (“Serra” = mountain range; “Chapada” = plateau). Some massifs belong to the same mountain range: **Mantiqueira range** - Itatiaia and Ibitipoca; **Espinhaço range** - Quadrilátero Ferrífero; Mid Espinhaço; Serra do Cabral; Northern of Minas Gerais; Chapada Diamantina. **Bee taxa:** 1. *Anthophora paranensis*; 2. *Bombus brasiliensis*; 3. *Centris klugii*; 4. *Centris rupestris*; 5. *Centris* sp. n.; 6. *Eufriesea nigrohirta*; 7. *Exomalopsis* sp. n.; 8. *Gaesischia cipoana*; 9. *Melissoptila tandilensis*; 10. *Melitoma* sp. n.; 11. *Xylocopa truxali*; 12. *Xylocopa abbreviata*; 13. *Xylocopa* sp. n. 01; 14. *Xylocopa subzonata*; 15. *Xylocopa* sp. n. 02; 16. *Halictanthrena malpighiacearum*; 17. *Hexanthea missionica*; 18. *Nomiocolletes* sp. n. 01; 19. *Tetraglossula anthracina*; 20. *Augochlorella una*; 21. *Augochloropsis brachycephala*; 22. *Augochloropsis iris*; 23. *Paroxystoglossa jocasta*; 24. *Pseudagapostemon fluminensis*; 25. *Pseudagapostemon anasimus*; 26. *Larocanthidium spinosum*; 27. *Megachile* sp. n. 01; 28. *Megachile* sp. n. 02; 29. *Megachile iheringi*



**Figure 2b** One of two parsimonious area cladograms obtained by applying Parsimony Analysis of Endemicity (63 steps, consistency index 0.46 and retention index 0.55). Geographic areas were represented by massifs named according to regional terminology (“Serra” = mountain range; “Chapada” = plateau). Some massifs belong to the same mountain range: **Mantiqueira range** - Itatiaia and Ibitipoca; **Espinhaço range** - Quadrilátero Ferrífero; Mid Espinhaço; Serra do Cabral; Northern of Minas Gerais; Chapada Diamantina. **Bee taxa:** 1. *Anthophora paranensis*; 2. *Bombus brasiliensis*; 3. *Centris klugii*; 4. *Centris rupestris*; 5. *Centris* sp. n.; 6. *Eufriesea nigrohirta*; 7. *Exomalopsis* sp. n.; 8. *Gaesischia cipoana*; 9. *Melissoptila tandilensis*; 10. *Melitoma* sp. n.; 11. *Xylocopa truxali*; 12. *Xylocopa abbreviata*; 13. *Xylocopa* sp. n. 01; 14. *Xylocopa subzonata*; 15. *Xylocopa* sp. n. 02; 16. *Halictanthrena malpighiacearum*; 17. *Hexanthes missionica*; 18. *Nomiocolletes* sp. n. 01; 19. *Tetraglossula anthracina*; 20. *Augochlorella una*; 21. *Augochloropsis brachycephala*; 22. *Augochloropsis iris*; 23. *Paroxystoglossa jocasta*; 24. *Pseudagapostemon fluminensis*; 25. *Pseudagapostemon anasimus*; 26. *Larocanthidium spinosum*; 27. *Megachile* sp. n. 01; 28. *Megachile* sp. n. 02; 29. *Megachile iheringi*.

The origin (by speciation or dispersion) and disappearance (by extinction or undersampling) of species were indicated for each branch of the cladograms (Figures 2a,b). Ten species arose just once (e.g., *Centris rupestris* and *Centris* sp. n.), while most species appeared independently twice or more times in the trees, indicating probable dispersion events or extinction in some of the massifs. Four species had different distributional hypotheses in the two cladograms, according to the relationships between the Chapada dos Veadeiros and the Serra da Canastra (*Xylocopa abbreviata*, *Megachile iheringi*, *Nomiocolletes* sp. and *Exomalopsis* sp. n.).



**Figure 3** Strict consensus area-cladogram of two equally parsimonious trees based on the presence of 29 endemic bee species. Some massifs belong to the same mountain range: ***Mantiqueira range*** - Itatiaia and Ibitipoca; ***Espinhaço range*** - Quadrilátero Ferrífero; Mid Espinhaço; Serra do Cabral; Northern of Minas Gerais; Chapada Diamantina.

## DISCUSSION

### *Endemic elements in the bee fauna of mountaintop grasslands*

Relatively high species richness was recorded in the mountaintop grasslands of the mountain ranges in central-east Brazil, but most of the species found are also common in the surrounding lowlands and, in many cases, are widely distributed in Brazil, as noticed in previous works (Silveira & Cure, 1993; Azevedo *et al.* 2008). Thus, in a sample of more than 500 species recorded by Azevedo *et al.* (2008) in the rocky grasslands of the Espinhaço range, less than 3% were suggested to be potential endemisms.

The number of endemic species, however, is probably higher than we can currently recognize. The discovery of endemic species belonging to small genera such as *Nomiocolletes*, *Callonichium*, *Protomelliturga*, and *Caupolicana*, reflects the scarcity of taxonomic knowledge and a potentially large number of endemic species in these highland environments. It is possible, for instances, that more of the many unidentified species (*ca.* 40% for the Espinhaço range alone — Azevedo *et al.*, 2008) are endemic species. Their recognition, however, would demand extensive revisions of large genera such as *Augochlora*, *Augochloropsis*, *Ceratina* and *Tetrapedia*.

Moreover, many species are difficult to collect because they are a) very small and inconspicuous; b) highly seasonal with short adult life-spans; c) specialized on few flower taxa; and/or d) due to their low populational densities. In sampling extensive areas such as those studied here, many such species, including endemic ones, are probably missed in one, several or all areas where they occur.

The potential rarity of endemic species in the mountaintop grasslands is supported by the fact that descriptions of some of them were based in a few specimens from a single locality and they are still known only from their type specimens and type locality (*e.g.*, *Austrostelis silveirai*, *Anthrenoides lavrensis* and *Gaesischia caracicola*).

On the other hand, it is important to consider that some of the absences in the data matrix probably just represent absences in the samples due to insufficient sampling effort, and not absences in the areas themselves. This may explain, for instances, why intensively studied areas, such as some of those in the Espinhaço range (Azevedo *et al.* 2008), have greater number of endemic bee species than other mountain ranges. Moreover, the relatively large-scale geographic sampling showed to be important in expanding the known geographic ranges of some species, such as *Gaesischia cipoana* and *Larocanthidium spinosum* from southernmost Mid Espinhaço to Northern Minas Gerais massif (Azevedo *et al.* 2008).

Finally, knowledge on bee-plant relationships and bee habitats may contribute to the recognition of bee species with close association to these mountaintop grasslands or whether they use this environment only as an additional foraging site. In some cases, distribution of bees is limited by the occurrence of host flowers (Michener, 1979, Silveira & Cure, 1993). Thus, the absence of some floral sources on which bee species depend may suggest the absence of such bee species in certain local assemblages. An interesting example is *Hexanthes missionica*, widespread in southern Brazil (Wittmann & Hoffman, 1990; Gonçalves & Melo, 2005; Moure *et al.*, 2007) and with a disjunct distribution in the ferruginous rocky fields of the Quadrilátero Ferrífero (Espinhaço range). Its occurrence in this area is obligatorily associated to the presence of *Calibrachoa elegans* (Solanaceae), an herbaceous plant species also with restrict distribution, which flowers are the only food source for these bees and are visited only by them in the Quadrilátero Ferrífero (Stehmann & Semir, 2001). Other strong bee-plant relationship in the rocky grasslands seem to exist between species of *Nomiocolletes* and species of Eriocaulaceae and Xyridaceae, which are among the most typical plants in this high-altitude environment. However, such kind of information is still too scanty. Among the potentially endemic species presented in this work, there is some information compiled only for *Eufriesea nigrohirta* (Nemésio, 2005).

### ***Geographical records***

The trees had a remarkably high degree of homoplasies, which indicate possible dispersal or local extinction events or, alternatively, lack of complete information due to undersampling. Although the presence of a species in a basal position with subsequent disappearance in apical branches may indicate a wider distribution in the past and extinction in some areas after vicariant events, most such cases in both trees are probably best explained as resulting from undersampling. Thus, most such absences indicate areas where given species do occur but where they were not recorded. This is especially true for small, inconspicuous bees (*e.g.*, *Nomiocolletes* in some massifs of the Espinhaço range). This also would explain the restriction of some small species with low dispersal ability to terminal branches (*e.g.*, *Augochlorella una*, recorded only in the Chapada dos Veadeiros and in the Quadrilátero Ferrífero). Absences might also indicate areas where the species had never occurred (*e.g.*, *Exomalopsis* sp. n. in the Chapada Diamantina and in the Serra do Cabral).

In respect to dispersal events, in general, bees fly well and would be rather successful at crossing barriers, such as water or areas that are climatically or vegetationally inhospitable. Thus, except for highly social bees (Meliponina, Apidae), which disperse swarming, an individual female transported across a barrier might be able to nest, reproduce, and establish a population (Michener, 1979). Therefore, dispersal between adjacent massifs may be relatively easy mainly for large bees. The distribution of *Bombus brasiliensis*, for example, suggests dispersal events from southeasternmost areas to the southern massifs of the Espinhaço range (Quadrilátero Ferrífero and Mid Espinhaço).

### ***Relationships among altitudinal massifs***

Hypotheses of relationships among geographic areas, such as those suggested by our analysis, have their value increased if they are confirmed by the analysis of other data sets and/or if they can be related to specific geological or palaeoclimatological explicative events. The two major historic geographic units derived from the first branching in the area cladograms obtained here seem to coincide with two of the biogeographic components or areas of endemism identified by Camargo and coll. based on the phylogenetic analyses of different genera of Meliponina (Apidae, Apini) (Camargo, 1996; Camargo & Moure, 1996; Pedro & Camargo, 2003; Camargo & Pedro, 2003). These areas, called SEAm (Southeastern Amazonia and including all central and northeastern Brazil) and Atl (Atlantic Forest) were also indicated by phylogenetic analyses of groups of flies and primates by Amorim & Pires (1996). However, no geological event explaining that regional separation was indicated in those works. Probably, the same events could have defined those components as the biogeographic units recognized here. Unfortunately, there is a lack knowledge looking for missing local barriers.

Despite of the great extension of the Espinhaço range (*ca.* 1200 km) from the southernmost Quadrilátero Ferrífero to the northernmost Chapada Dimantina, its five massifs composed a large single unit, suggesting a large and well defined biogeographic component. One probable factor explaining this is that the *campos rupestres* of the Espinhaço range are more continuous than those in other mountain ranges, especially, if compared with the more isolated *campos de altitude*, immerse in the montane forests of the Atlantic Forest domain. This could favor dispersal events between massifs in the Espinhaço range. The basalmost position of the Chapada Diamantina in the Espinhaço range biogeographic component is congruent with the hypothesis of gradual isolation of massifs according to a North-South

regional heating, after the last glaciation event, between 9,500 – 5,000 years ago (Ledru *et al.*, 1996).

In the same way, the succession of vicariant events among the areas in the southeasternmost geographic unit may be partially explained by the gradual isolation of massifs from north to south during climatic warming. Palaeopalynological data indicate that grasslands were dominant in altitudes as low as 700 m during dry cold periods. In such periods, humid forests retracted and were replaced by grasslands and open savanna-like vegetation that expanded their distributions north and eastward (Behling, 1998, 2002). The onset of warm, humid climates in the early and middle Holocene (10.000-3.000 years before present) initiated the re-expansion of forests into higher altitudes and latitudes, while grasslands and open formations retracted southward and upward on mountain slopes (Behling, 2002; Behling *et al.*, 2005). At this point, the mountain tops, which probably offered cool-environmental refugia for these grassland communities, became increasingly isolated as the coldest altitudinal zones shifted to even higher elevations, following the increasing temperatures of the late Holocene (Rizinni, 1979).

On the other hand, observed relationships between the fauna of the campos rupestres of the Espinhaço range and that of mountain ranges in central Brazil, parallel similar distribution patterns in plants (Giulietti & Pirani, 1988) and may have been defined by the same geological and/or palaeoclimatic events. In the same way, relationships between the bee fauna of these regions and those of other open vegetation in southern Brazil had already been suggested (Silveira & Cure, 1993; Gonçalves & Melo, 2005). The undescribed species of *Exomalopsis* is an example of such a distributional pattern, in which the species occur in the subtropical region and mountain ranges immerse in the Cerrado (Serra do Espinhaço, Serra da Canastra and Chapada dos Veadeiros) but not in the mountains immerse in the Atlantic Forest.

The present study demonstrates the utility of the geographical records of the endemic high-altitude bee fauna in contributing to define some of the main biogeographic units already recognized to the southern Neotropical region. Historic relationships among the central-east Brazilian highlands seem to be partially supported by past climatological dynamic in the region, after the last glaciation. However, the knowledge of past geological events will be important to understand other different ways that defined some historic units, especially the sub-units. A more accurate biogeographical analysis should be undertaken in the future by considering a larger data set, incorporating more endemic elements of the mountaintops bee faunas and other geographical areas. Thus, some gaps on bee distribution may be solved, and the past routes of faunistic interchange may be also clarified.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

This paper is part of the first author's doctoral thesis presented at the Graduate Program in Ecology and Wildlife Conservation & Management of the Universidade Federal de Minas Gerais. We thank the "Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais" (FAPEMIG-CRA-1263/05) and Conservation International – Brasil for the financial support to this project and the "Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico" (CNPq) for the fellowship granted to AAA (process number 131662/2001-5). We also thank the curators and keepers of the bee collections in the following institutions MZUSP (Dr. Carlos Roberto F. Brandão), MNRJ (Dr. Miguel Angel Monné Barrios) and DZUP (Dr. Gabriel A. R. Melo) for allowing for specimen examination and loan. We also acknowledge the Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG) and IBAMA for permission to collect and logistical support in their conservation units. We are also grateful to Dra. Maíra Figueiredo Goulart for assistance in all field works.

## REFERENCES

- Ab'Sáber, A.N. (1990). Paleoclimas quaternários e pré-história da América tropical. II. *Revista Brasileira de Biologia*, **50**, 821-831.
- Aguiar, A.J.C. & Melo, G.A.R. (2007). Taxonomic revision, phylogenetic analysis, and biogeography of the bee genus *Tropidopedia* (Hymenoptera, Apidae, Tapinotaspidini). *Zoological Journal of the Linnean Society*, **151**, 511-554.
- Aguilar-Aguilar, R., Contreras-Medina, R. & Salgado-Maldonado, G. (2003) Parsimony Analysis of Endemicity (PAE) of Mexican hydrological basins based on helminth parasites of freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, **30**, 1861-1872.
- Almeida, A.M, Prado, P.I. & Lewinsohn, T.M. (2004) Geographical distribution of Eupatorieae (Asteraceae) in South-eastern and South Brazilian Mountain Ranges. *Plant Ecology*, **174**, 163–181.
- Alves, R.J.V. & Kolbek, J. (1994) Plant species endemism in savanna vegetation on table mountains (Campo Rupestre) in Brazil. *Vegetatio*, **113**, 125–139.
- Amorim, D.S. & Pires, M.R.S. (1996) Neotropical biogeography and a method for maximum biodiversity estimation, p. 183-219. In: C. E. M. Bicudo & N. A. Menezes (eds.). Biodiversity in Brazil, a first approach. São Paulo, CNPq, 326 p.
- Azevedo, A.A., Silveira, F.A., Aguiar, C.M.L. & Pereira, V.S. (2008) Fauna de Abelhas (Hymenoptera, Apoidea) nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço (Minas Gerais e Bahia, Brasil): riqueza de espécies, padrões de distribuição e ameaças para conservação. *Megadiversidade*, 4 (no prelo).
- Behling, H. (1997) Late Quaternary vegetation, climate and fire history from the tropical mountain region of Morro de Itapeva, SE Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **129**, 407–422.

- Behling, H. (1998) Late Quaternary vegetational and climatic changes in Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, **99**, 143-156.
- Behling, H. (2002) South and Southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **177**, 19–27.
- Behling, H., Lichte, M. (1997) Evidence of dry and cold climatic conditions at glacial times in tropical SE Brazil. *Quaternary Research*, **48**, 348–358.
- Behling, H., Pillar, V. D., Bauermann, S.G., (2005) Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, **133**, 235–248.
- Behling, H., Dupont L., Safford H. D. & Wefer G. (2007) Late Quaternary vegetation and climate dynamics in the Serra da Bocaina, southeastern Brazil. *Quaternary International*, **161**, 11–31.
- Benites, V.M., Caiafa, A.N., Mendonça, E.S., Schaeffer, C.E.G.R. & Ker J.C. (2003) Solos e vegetação nos Complexos Rupestres de Altitude da Mantiqueira e do Espinhaço. *Revista Floresta e Ambiente*, **10**, 76-85.
- Benites, V.M., Mendonça, E.S., Schaefer, C.E.G.R., Novotny, E.H., Reis, E.L. & Ker, J.C. (2005) Properties of black soil humic acids from high altitude rocky complexes in Brazil. *Geoderma*, **127**, 104-113.
- Benites, V.M., Simas, F.N.B., Schaefer, C.E.G.R., Santos, H.G. & Mendonça, B.A.F. (2007) Soils associated to rock outcrops in the highlands of Serras da Mantiqueira and Espinhaço, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**, 569-577.
- Brown, K.S. Jr. (1977) Centros de evolução, refúgios quaternários e conservação de patrimônios genéticos na Região Neotropical: padrões de diferenciação em Ithomiinae (Lepidóptera-Nymphalidae). *Acta Amazônica*, **7**, 75-137.

- Camargo, J.M.F. (1996) Meliponini Neotropicais (Apinae, Apidae, Hymenoptera): Biogeografia Histórica. In: Anais do II Encontro Sobre Abelhas de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, SP. p. 107-121.
- Camargo, J.M.F. & Moure, J.S. (1996). Meliponini neotropicais: o gênero *Geotrigona* Moure, 1943 (Apinae, Apidae, Hymenoptera), com especial referência à filogenia e biogeografia. *Arquivos de Zoologia*, **33**, 95–161.
- Camargo, J.M.F. & Pedro, S.R.M. (2003) Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae, Apinae) – bionomia e biogeografia. *Revista Brasileira de Entomologia*, **47**, 311–372.
- Cure, J.R. (1989) Revisão de *Pseudagapostemon* Schrottky e descrição de *Oragapostemon*, gen. n. (Hymenoptera, Halictidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, **33**, 229-335.
- Farris, J.S. (1988) Henning86, version 1.5. Published by the author, Port Jefferson Station, New York.
- Garraffoni, A.R.S., Nihei, S.S. & Lana, P.C. (2006) Distribution patterns of Terebellidae (Annelida: Polychaeta): an application of Parsimony Analysis of Endemicity (PAE). *Sientia Marina*, **70S3**, 269-276.
- Gatto, L.C.S., Ramos, V.L.S., Nunes, B.T.A., Mamede, L., Góes, M.H.B., Mauro, C.A., Alvarenga, S.M., Franco, E.M.S., Quirico, A.F. & Neves, L.B. (1983) Geomorfologia, Folhas SF. 23/34, Rio de Janeiro/Vitória. In: Projeto Radambrasil, Levantamento de Recursos Naturais, no. 32.
- Giulietti, A.M. & Pirani, J.R. (1988) Patterns of geographical distribution of some plant species from Espinhaço range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: P.E. Vanzolini & W.R. Heyer (eds). Proceedings of a workshop on Neotropical distribution patterns. pp. 39–69. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro.

- Giulietti, A.M., Pirani, J.R. & Harley, R.M. (1997) Espinhaço range region, eastern Brazil. In: Centers of plant diversity, a guide and strategy for their conservation, vol. 3. S. D. Davis, V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton (eds.). Cambridge. Pp. 397-404.
- Gonçalves, R.B. & G.A.R. Melo (2005) A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apidae s.l.) em uma área restrita de campo natural no Parque Estadual de Vila Velha, Paraná: diversidade, fenologia e fontes florais de alimento. *Revista Brasileira de Entomologia*, **49** (4), 557-571.
- Gonçalves, P.R., Myers, P., Vilela, J.F. & Oliveira, J.A. (2007) Systematics of species of the genus *Akodon* (Rodentia: Sigmodontinae) in southeastern Brazil and implications for the biogeography of the campos de altitude. *Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan*, **197**, 1-24.
- Gröger, A. & Huber, O. (2007) Rock outcrop habitats in the Venezuelan Guayana lowlands: main vegetation types and floristic components. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**, 599-609.
- Huang, X., Lei, F. & Qiao, G. (2008) Areas of endemism and patterns of diversity for aphids of the Qinghai-Tibetan Plateau and the Himalayas. *Journal of Biogeography*, **35**, 230–240
- Jacobi, C.M., Carmo, F.F., Vincent, R.C. & Stehmann, J.R. (2007) Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, **16**, 2185-2200.
- Ledru, M.P., Soares Braga, P.I., Soubiés, F., Fournier, M., Martin, L., Suguio, K., Turcq, B. (1996) The last 50,000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* **123**, 239-257.

- Martinelli, G. (2007) Mountain biodiversity in Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**, 587-597.
- Melo Santos, A. M., Cavalcanti, D. R., Silva, J. M. C. & Tabarelli, M. (2007) Biogeographic relationships among tropical forests in north-eastern Brazil. *Journal of Biogeography*, **34**, 437–446
- Michener, C.D. (1979) Biogeography of bees. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **66**, 227-347.
- Morrone, J.J. (1994) On the identification of areas of endemism. *Systematic Biology*, **43**, 438-441.
- Morrone, J.J. & Crisci, J.V. (1995) Historical biogeography: introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **26**, 373–401.
- Moure, J.S., Urban, D. & Melo, G.A.R. (2007) *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*. Sociedade Brasileira de Entomologia. Curitiba. 1058p.
- Nemésio, A. (2005) Description of the male *Eufriesea nigrohirta* (Friese, 1899) (Hymenoptera: Apidae: Euglossina) with comments on the holotype, species biology and distribution. *Lundiana*, **6**, 41-45.
- Pedro, S.R.M & Camargo, J.M.F. (2003) Meliponini neotropicais: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, **41** (supl. 1), 1-117.
- Pinheiro-Machado, C., Alves do Santos, I., Imperatriz-Fonseca, V.L., Kleinert, A.M.P. & Silveira, F.A. (2002) Brazilian Bee Surveys: State of Knowledge, Conservation and Sustainable Use. IN: Kevan P & Imperatriz Fonseca VL (eds) - Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature - Ministry of Environment / Brasília. p.115-129.

- Porembski, S. (2007) Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**, 579-586.
- Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemüller, R. & Barthlott, W. (1998) Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Diversity and Distributions*, **4**, 107–119.
- Racheli, L. & Racheli, T. (2004) Patterns of Amazonian area relationships based on raw distributions of papilionid butterflies (Lepidoptera: Papilioninae). *Biological Journal of the Linnean Society*, **82**, 345–357.
- Ribeiro, K.T., Medina, B.M.O. & Scarano, F.R. (2007) Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, **30**, 623-639.
- Rizzini, C.T. (1997) Tratado de fitogeografia do Brasil – aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2a ed. Âmbito Cultural Edições Ltda. Rio de Janeiro. 747p.
- Rodela, L.G. (1998) Cerrados de altitude e campos rupestres do Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais: distribuição e florística por subfisionomia da vegetação. *Revista do Departamento de Geografia*, **12**, 163-189.
- Rosen, B.R. 1988. From fossils to earth history: applied historical biogeography. Analytical biogeography, an integrated approach to the study of animal and plant distributions (ed. by A.A. Myers and P.S. Giller), pp. 437–481. Chapman and Hall, London
- Sakagami, S.F., Laroça, S. & Moure, J.S. (1967) Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, series VI, Zoology*, **16** (2), 253-291.
- Safford, H. D. 1999a. Brazilian páramos I. Introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography*, **26**, 693–712.

- Safford, H. D. 1999b. Brazilian páramos II. Macro- and mesoclimate of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. *Journal of Biogeography*, 26, 713–737.
- Safford, H. D. 2001. Brazilian páramos III. Patterns and rates of postfire regeneration in the campos de altitude. *Biotropica*, 33, 282–302.
- Safford, H. D. 2007. Brazilian páramos IV. Phylogeography of the campos de altitude and affinities with high mountain climates of the tropical Andes and Costa Rica. *Journal of Biogeography* 34:1701-1722.
- Silveira, F.A. & Cure, J.R. (1993) High-altitude bee fauna of southeastern Brazil: implications for biogeographic patterns (Hymenoptera: Apoidea). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, **28**, 47-55.
- Silveira, F.A. & Campos, M.J.O. (1995) Abelhas silvestres (Hymenoptera: Apoidea) de Corumbataí (SP) e Paraopeba (MG) e uma discussão sobre a biogeografia das abelhas do cerrado. *Revista Brasileira de Entomologia*, **39**, 371-401.
- Silveira, F.A. & Godínez, L.M. (1996). Systematic surveys of local bee faunas. *Melissa — the Melittologist's Newsletter*, **9**, 1-4.
- Silveira, F.A., Melo, G.A.R. & Almeida, E.A.B. (2002) Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação. Belo Horizonte: Fernando Silveira.
- Simas, F.N.B., Schaefer, C.E.G.R., Fernandes Filho, E.I., Chagas, A.C. & Brandão, P.C. (2005) Chemistry, mineralogy and micropedology of highland soils on crystalline rocks of the Serra da Mantiqueira, southeastern Brazil. *Geoderma*, **125**, 187- 201.
- Simpson-Vuilleumier, B (1971). Pleistocene changes in the fauna and flora of South America. *Science*, 173, 771-780.
- Stehmann, J.R. & Semir, J. (2001). Biologia reprodutiva de *Calibrachoa elegans* (Miers) Stehmann & Semir (Solanaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, **24**, 43-49.

- Wittmann, D. & Hoffman, M. (1990) Bees of Rio Grande do Sul Southern Brazil (Insecta, Hymenoptera, Apoidea). *Iheringia, Serie Zoologia*, **70**, 17-43.
- Zanella, F.C.V. (2000) The bees of the Caatinga (Hymenoptera, Apoidea, Apiformis): a species list and comparative notes regarding their distribution. *Apidologie*, **31**, 579-592.
- Zanella, F.C.V. (2002) Sistemática, filogenia e distribuição geográfica das espécies sul-americanas de *Centris* (*Paracentris*) Cameron, 1903 e de *Centris* (*Penthemisia*) Moure, 1950, incluindo uma análise filogenética do “grupo *Centris*” sensu Ayala 1998 (Hymenoptera, Apoidea, Centridini). *Revista Brasileira de Entomologia*, **46**, 435-488.

## APÊNDICE

**Two new species of *Centris (Trachina)* Klug, 1807 (Hymenoptera: Apidae)  
from the state of Minas Gerais, Brazil, with a note  
on *Centris pachysoma* Cockerell, 1919**

### **Abstract**

Two new bee species belonging in *Centris (Trachina)* Klug, 1807 – *C. machadoi* sp. n., and *C. rupestris* sp. n. – are described and some of their characters are illustrated. Comments on the identity of *C. pachysoma* Cockerell, 1919 are also presented.

**Keywords:** bees, *Centris*, *Trachina*, Centridini, taxonomy, Neotropics

---

Capítulo escrito em formato de artigo científico de acordo com as normas de publicação da revista “Lundiana”. Autoria: Alexsander A. Azevedo & Fernando A. Silveira. 2005. Lundiana 6 (supplement): 41-48. *Received:* 12.VIII.2005 - *Accepted:* 08.IX.2005 - *Distributed:* 04.XI.2005.

## **Introduction**

Representatives of the subgenus *Trachina* Klug are distributed from Argentina and Uruguai (Roig-Alsina, 2000), north to Mexico (Snelling, 1984, Michener, 2000). This subgenus includes about 15 species (Michener, 2000), of which the nine occurring in Central America and Mexico were revised by Snelling (1984). Five species were listed for Brazil by Silveira et al. (2002) – *C. longimana* Fabricius, 1804, *C. similis* (Fabricius, 1804), *C. fuscata* Lepeletier, 1841; *C. dentata* Smith, 1854 and *C. proxima* Friese, 1899. The first three are widely distributed in this country but it passed unnoticed to Silveira et al. (2002) that the last two were considered to be synonyms by Michener (1954) and Snelling (1984).

In revising the species of *Trachina* occurring in Brazil, two new species were found among material collected in faunistic inventories and pollination studies in the state of Minas Gerais. These two species are described below, taking advantage of the opportunity to pay homage to Dr. Angelo Machado and to make their names available for publication of papers currently in preparation.

## **Material and methods**

The species described below are easily distinguished from all other species currently recognized in *Trachina* (e.g. Moure, 1960; Michener, 1951, 1954; Snelling, 1974, 1984). They were confronted with the identification keys and compared with published descriptions and redescriptions of species in *Trachina* and other subgenera of *Centris* and to notes on their types available in the literature (Friese, 1901; Schrottky, 1902; Cockerell, 1919; Michener, 1951; Moure, 1960; Snelling, 1974, 1984; Roig-Alsina, 2000). No extensive examination of specimens from out of the Brazilian state of Minas Gerais was carried out for this paper, with most specimens examined being those in the main collection in the state (Universidade Federal de Minas Gerais, in Belo Horizonte – UFMG). A few specimens in the collection of

the Universidade Federal do Paraná, in Curitiba, Brazil (UFPR) were available and were also included in this study. Hereafter, the acronyms between brackets above are used for reference to those collections. Acronyms of other institutions where type specimens were deposited are: Snow Entomological Collection of the Natural History Museum of the University of Kansas, in Lawrence, USA (SNOW); Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, in São Paulo, Brazil (MZUSP).

Special terms in the descriptions of species are: Metasomatic terga and sterna are referred to as T1, T2, T3, etc and S1, S2, S3, etc, respectively; the antennal flagellomeres are referred to as F1, F2, etc. The *antennocular distance* is the distance between the outer margin of the antennal socket and the internal margin of the compound eye; the *clypeocellar distance* is the distance between the lower margin of the mid ocellus and the superior margin of the clypeus; the *interantennal distance* is the shortest distance between the inner margins of the antennal sockets and *ocellocular distance* is the shortest distance between the external margin of the lateral ocellus and the internal margin of the compound eye.

***Centris (Trachina) machadoi* sp. n.**

(Figs. 1, 3, 5, 7)

*C. machadoi* can be distinguished from the other species of *Trachina* by the following set of characters: In both sexes – body approximately 2.0 cm in length; dorsal hairs of thorax homogeneously fulvous; tegula with a large posterolateral yellow spot on the external margin; pubescence on hind tibia and basitarsus completely black; metasoma black; pubescence on all terga withish. In female – labrum totally black; pilosity on T4 and T5 sparse, composed of long, simple hairs; primary basitibial plate elliptic, elongate and with an acuminate apex, its disc with a shallow, shining depression near the apical margin of the secondary plate;

secondary plate distinct with transverse margin. In male – basal half and lateral parts of clypeus micro-reticulate and densely punctate; pilosity on T4 sparse, composed of simple hairs; ventral process of hind femur produced as a broad and short spine; spine on anterior margin of hind tibia relatively short and pointed; internal margin of hind tibia ending as a carina, behind spur. See also the note on *C. pachysoma* Cockerell, below.

In using Schrottky's (1902) key for the species of *Centris* in the state of São Paulo, both male and female of *C. machadoi* are identified as *C. furcata* (Fabricius, 1804) [= *C. dimidiata* (Olivier, 1789)], which is a *Melacentris* (Moure, 1960).

#### **FEMALE (Holotype)**

**Structure and measurements** (mm) – approximate body length 20.0; length of forewing 15.0; head width 6.08; head length 3.9; labrum 1.7 times as wide as long ( $1.6 \times 0.96$ ); length of clypeus 1.28; clypeocellar distance 1.68; ocellocular distance 0.67; midocellar diameter 0.42; length of F1-F4 1.2, 0.35, 0.4, 0.4; interantennal distance 1.10; antennocular distance 0.7; clypeus protuberant; ocellocular distance greater ( $1.6 \times$ ) than diameter of mid ocellus. Mandible tridentate (first tooth longer than others, third one wider than second), its upper inner carina ending near third tooth and forming a fourth small tooth; primary basitibial plate elliptic and elongate with acuminate apex, its disc with a shallow shining depression near apical margin of secondary plate; secondary plate distinct with transverse margin; surface of pygidial plate micro-reticulate, its margins well delimited, gently incurved, its apex narrowly truncate.

**Body color** – black, except yellow on: basal third of mandible; inverted “T” mark on clypeus; lower paraocular area; spots on anterior surface of scape; small basal spots on front and mid tibiae; large posterolateral spot on the external margin of tegula. Wings fuscous and

hyaline, veins and pterostigma black. Distitarsi, tarsal claws and tibial spurs blackish-ferruginous.

**Pubescence** – whitish-yellow on frons, paraocular area, labrum, upper portions of gena and mesepisternum, dorsal surface of T1 and sterna; on coxa, trochanter and femur of all legs; on posterior fringe and external surface of front tibia; fulvous on vertex behind ocelli, dorsal surface of thorax, base and median longitudinal strip of mid tibia, and on apical fringes of T5 and T6; white on lateral and lower portions of gena, on ventral portion of mesepisternum, on lateral surface of propodeum and on T2-T5; fuscous on midleg, on anterior, posterior and apical margins and on internal surface of tibia, on external surface of basitarsus, on internal surface of tarsus, except for basitarsal comb; on hind legs, on tibial scopa and tarsus; dark-ferruginous on anterior and internal surfaces of tibia and front basitarsus; on anterior surface and posterior fringe of tibia and comb of basitarsus of midlegs.

Pubescence, on labrum, long, coarse, simple, sub-erect on apex, short, branched and more sparse on rest; on clypeus, simple, minute and sparse on disc, becoming longer and coarser toward sides, branched near base; on lower and mid paraocular area, frons, supraclypeal area and behind ocelli, densely plumose, more sparse on lower paraocular area; on upper paraocular area, fine, short and sparse; on preoccipital fringe, long, densely plumose, shorter laterally; on gena, long, plumose and sparse, shorter on upper gena and shorter and semi-erect along posterior eye margin; plumose, very dense and erect, on thorax, dorsally and laterally on meso and metepisterna and propodeum, longer and sparser on lower areas and on propodeum; on ventral areas of thorax, simple, long, fine and sparse, intermixed with long, fine, branched hairs, specially anteriorly; on posterior fringes of front femur, tibia and basitarsus, coarse, very long and simple, intermixed with fine, long and simple hairs and with fine, short and branched hairs, shortening toward apex on femur and basally on tibia; on external surface of front and mid tibiae, simple, semi-decumbent (except a median

longitudinal band of plumose hairs in the middle of mid tibia), coarser, longer and denser on mid tibia; on dorsal, ventral and anterior surfaces of all femora, simple, short and sparse, except anterior surface of hind femur, longer, denser and branched and its ventral surface longer and branched; on posterior surface of mid femur, short, fine, sparse and simple, intermixed with longer plumose hairs; on hind femur, fine, short, dense and decumbent apically and dorsad on posterior surface and long and branched basally and ventrad on posterior surface; on anterior surface of front tibiae, composed of lightly curved, pointed bristles; on anterior surface of front basitarsus and internal surface of mid basitarsus, coarse, dense and long; forming combs of flat setae on anterior margin of front and mid basitarsi; forming combs of coarse bristles on apical margins of front and mid basitarsi; on posterior surface of front basitarsus, as a patch of short plumose hairs; on external surface of mid basitarsus, dense, short and plumose, intermixed with coarse simple bristles; on tibial and basitarsal scopae composed of a mixture of simple and plumose hairs; on posterior internal surface of hind tibia forming brush of short erect bristles, gently curved downwards with flat, v-shaped apices, longer along internal margin; on internal surface of hind basitarsus, forming brush of long bristles bent downwards; on dorsal surface of T1, plumose and dense laterally, simple, shorter and sparser on mid longitudinal band; on T2, T3 and T5, short, simple, fine and semi-decumbent, on T5 with long hairs intermixed; long, simple and sub-erect on T4; longer laterally on T4 and T5, with shorter plumose hairs; marginal band of T2-T4 ill-defined, receding from tergal margin medially; apical fringe of T5, dense and plumose; on T6 dense, composed of long, flat bristles on the sides of the pygidial plate; on disc of S2-S5, short, fine, erect and sparse, shorter and decumbent laterad and leaving a glabrous longitudinal mid line on S2 and S3, forming long submarginal fringes of branched hairs on S2-S6, interrupted on mid on S2, longer on S4.

**Punctures** – on labrum, fine and dense on disc, coarser toward base, the integument smooth and shining; on clypeus, moderately fine and dense basally, along epistomal suture, fine and sparse toward sides and apex and leaving a mid longitudinal band impunctate, integument micro-reticulate basally and on disc, smooth and shining on sides; on supraclypeal area, moderately fine and dense; on lower paraocular area, minute and very sparse, denser close to antennal socket; on upper paraocular area, fine and sparse, denser and coarser toward frons, integument micro-rugulate, shining near lateral ocellus; on vertex, fine and moderately dense; on gena, very fine and moderately sparse along eye margin, coarser and denser toward occipital margin; on mesosoma, hidden by pubescence; on dorsal surface of T1 and T5, very fine and sparse; on T2, fine and dense, on T3 coarser and denser, on T4 coarser and sparse; on T1-T5 integument micro-reticulate and shining; on S2-S4 moderately fine and sparse, S2-S3 with median impunctate apical area smooth and shining, denser on S5.

## **MALE**

**Structure and measurements** (mm) – approximate body length 22.0; length of forewing 15.0; head width 5.56; head length 3.9; labrum 1.5 times as wide as long ( $1.6 \times 1.04$ ); length of clypeus 1.15; clypeocellar distance 1.6; ocellocular distance 0.35; midocellar diameter 0.43; length of F1-F4 1.15, 0.27, 0.32, 0.35; interantennal distance 0.9; antennocular distance 0.35; ocellocular distance shorter ( $0.8\times$ ) than diameter of mid ocellus. Clypeus protuberant; mandibular teeth hidden on specimen (in other paratypes, tridentate, first tooth longer than others, third larger than second, broad and biangulate; inner superior carina ending near third and forming a fourth tooth); ventral process of hind femur produced as broad and short spine; anterior margin of hind tibia with a relatively short, pointed, submedian spine; internal margin of hind tibia ending as a carina, behind spur; hind basitarsus with carina along posterior margin ending as a spine among pilosity; pygidial plate absent.

**Body color** – black, with yellow areas distributed similarly to those described for females, except labrum, yellow but for apical margin; transverse marginal stripe of clypeus broader; right tegula ferruginous with yellow marginal-line; left tegula with large yellow posterolateral spot on external margin. Wings fuscous and hyaline, veins and pterostigma black. Distitarsi, tarsal claws and tibial spurs blackish-ferruginous.

**Pubescence** – whitish-yellow, on frons, paraocular area, vertex behind ocelli, labrum, upper portion of gena, sides and ventral portion of mesepisternum, dorsal surface of T1, coxa and trochanter of all legs, external surface of mid tibia and on front femur; yellow on dorsal surface of thorax; white on lower portion of gena, lateral surface of propodeum, margin of T2 and T3, all of T4-T6 and on all sterna; fuscous on anterior and internal surfaces and posterior fringe of mid tibia (except a line of shorter, reddish-fuscous hairs), on mid tarsus, hind tibia and hind tarsus and on disc of T2; reddish-fuscous on anterior and internal surfaces and on posterior fringe of front tibia and front basitarsus, on external surface and line of short hairs on posterior fringe of mid tibia and on hind femur.

Pubescence, on labrum, dense, short and plumose with some fine, erect bristles intermixed; on clypeus, long, simple and erect, intermixed with short, plumose hairs on lateral margins; on disc, fine, short and simple; on lower paraocular area, finely branched; on mid paraocular area, frons, supraclypeal area and behind ocelli, densely plumose; on upper paraocular area, very fine, minute and sparse; on preoccipital fringe, long, densely plumose, shorter laterally; on gena, long, plumose and dense; on mesossoma, dense and plumose, sparser on ventral areas, shorter on mesoscutum and disc of scutellum, finer and sparser on propodeum; on posterior fringes of front femur, front and mid tibia and basitarsi, dense, fine and plumose, longer on tibia and basitarsi; on external surface of front and mid tibiae, simple, semi-decumbent, denser on mid tibia; anterior surface of front femur and dorsal surface of mid femur, finely branched; dorsal surface of front femur, minute and simple; anterior surface

of mid femur, minute and finely branched; on anterior surfaces of front tibiae, short, semi-erect, pointed bristles; anterior surfaces on front basitarsus, long, lightly curved, semi-erect, coarse, bristles; apically, on ventral surface of mid trochanter and basally on ventral surface of mid femur, dense, short, semi-erect and simple, forming brush; on internal surface of mid basitarsus, long, semi-erect, pointed, thin bristles; on external surface of mid basitarsus, thin, semi-erect, dense and plumose; on hind femur, plumose, fine and sparse on all surfaces; on internal surface of hind tibia forming a brush of thin, short, erect bristles, gently curved downwards with flat, v-shaped apices; on internal surface of hind basitarsus, forming brush of long bristles bent downwards; on anterior and posterior fringes of hind tibia and basitarsus, long, plumose and dense, shorter basally on tibia; on dorsal surface of T1, long, plumose and dense laterally, short, thin and sparse on a mid longitudinal band; on T2 and T3, minute, simple, fine and decumbent; on T4, thin, simple and semi-erect, plumose on sides; on T5 and T6, simple and suberect intermixed with long and plumose hairs, denser laterally; on T7, dense, simple, fine, decumbent intermixed with branched hairs on pigdial area; on S2-S5, semi-erect, long, fine and plumose, sparser on S2 and S3.

***Punctures*** – on labrum, fine and moderately dense on disc, dense on apical margin, integument smooth and shining; on clypeus, moderately fine and dense basally, along epistomal suture, progressively coarser and sparser toward sides and apex and leaving a mid longitudinal band impunctate, the integument micro-reticulate, except smooth and shining on apical margin and laterally along epistomal suture; on lower paraocular area, fine and sparse; on upper paraocular area, moderately fine and sparse, denser close to antennal socket and toward frons, integument micro-rugulate and shining near lateral ocellus; on gena, fine and dense; on mesosoma, hidden by pubescence; on dorsal surface of T1, very fine and sparse; on T2-T4, fine and dense, on T5 sparse and on T6 dense, integument of T1-T6 micro-reticulate and shining; on S2-S4 moderately fine and dense; on apical sterna hidden by pubescence.

**Holotype** – female, “sucupira-preta, Faz[enda]. Vargem Grande, 8538-25987”; “Bocaiúva MG, BRASIL 11/08/2003, A.A.Azevedo”; “*Centris machadoi* Azevedo & Silveira, sp.n. HOLOTYPUS”. Deposited at UFMG.

**Paratypes** – same locality and date as holotype: 6 ♀♀ and 2 ♂♂ (A. A. Azevedo, 8538-25978, 25979, 25980, 25981, 25982, 25986 and 8538-25983, 25985); 3 ♀♀, 4 ♂♂ (R. M. Carmo, 8539-25994, 25995, 25996 and 8539-25990, 25991, 25992, 25993). From Brasilândia de Minas, MG, Brazil, July 30, 1999: 1 ♀ (A.A.Azevedo, 4784-13179). From Itacambira, MG, Brazil, October 01, 2005: 1 ♂ (A.A.Azevedo, 10537-30679); 1 ♂ (C.F.Cardoso, 10539-30714). From São Gonçalo do Rio Preto (Pq. Es. Rio Preto), MG, Brazil, September 13, 2003: 1 ♀ (Y. Antonini, 9089-27145). From Januária (Pq. Nac. do Peruaçu, Lagoa Form[osa]), MG, Brazil, August 03, 2003: 1 ♀ (Y. Antonini). Deposited at UFMG, MZUSP, UFPR and SNOW.

**Comments** – All specimens examined were collected in the *cerrado* domain and mostly during the dry season (July – October). The specimens collected in Bocaiúva, including the holotype, were captured on flowers of *Bowdichia virgilioides* (Fabaceae – the “sucupira-preta”), at a disturbed area of cerrado. No information on bionomy exists for this species.

**Etymology** – the species is named after Dr. Angelo B. M. Machado.



**Figures 1-6** - Clypeus and labrum of female *Centris machadoi* (1) and *C. rupestris* (2); clypeus and labrum of male *C. machadoi* (3) and *C. rupestris* (4); lateral views of female *C. machadoi* (5) and *C. rupestris* (6).

***Centris (Trachina) rupestris* sp. n.**

(Figs. 2, 4, 6, 8)

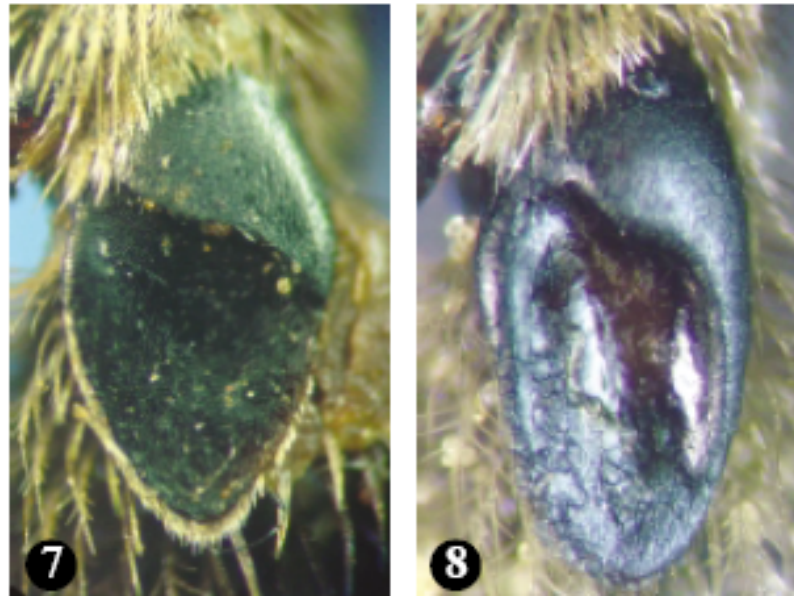
*C. rupestris* can be distinguished from other species of *Trachina* by the following set of characters: In both sexes – approximate body length 1.5 cm; metasoma black. In female – primary basitibial plate deeply convex, spoon-like; secondary plate much reduced, restricted to right basal portion, not overhanging primary plate; scopa predominantly black on basitarsus, withish-yellow on tibia. In male – apex of clypeus sparsely punctate, smooth and shining; hairs on hindlegs, mostly withish on tibia and mostly black on basitarsus; ventral process of hind femur flat and triangular; spine on anterior margin of hind tibia close to spur base, short and blunt; pygidial plate illdefined.

In using Schrottky's (1902) key for the species of *Centris* in the state of São Paulo, males of *C. rupestris* are identified as *C. bicolor* Lepeletier, 1841 which is a *Xanthemisia* (Silveira et al. 2002), and the female as *C. furcata* (Fabricius, 1804) [= *C. dimidiata* (Olivier, 1789)], a *Melacentris* (Moure, 1960). This species also superficially resembles *C. (Paracentris) xanthomelaena* Moure & Castro, 2001 and *C. (Xanthemisia) bicolor* Lepeletier, 1841 for the equivalent body size, the black metasomatic terga and for the bright yellow thoracic pilosity. It can be easily distinguished from those species, though, by the subgeneric characters.

**FEMALE (Holotype)**

**Structure and measurements** (mm) – approximate body length 15.0; length of front wing 11.0; head width 5.0; head length 2.9; labrum 1.3 times as wide as long ( $1.2 \times 0.9$ ); length of clypeus 1.4; clypeocellar distance 1.2; ocellocular distance 0.6; midocellar diameter 0.40; length of F1-F4 1.08, 0.24, 0.30, 0.30; interantennal distance 0.90; antennocular

distance 0.55. Clypeus protuberant; mandible quadridentate, teeth homogeneously paced, the first larger than the others; primary basitibial plate deeply concave (spoon-like), secondary basitibial plate much reduced, indistinct and restricted to the right basal portion of the primary plate and not overhanging it; pygidial plate narrow and acuminate.



**Figures 7-8** - Basitibial plates of female *Centris machadoi* (7) and *C. rupestris* (8).

**Body color** – black, except: yellow on basal two-thirds of mandible; large spot on basal half of labrum; spot on anterior surface of scape; lower paraocular area; inverted “T” mark on clypeus; small basal spots on front and mid tibiae. Tegula translucent and ferruginous with yellow lateral marginal-line and yellow posterior spot. Wings fuscous and hyaline; wing veins blackish-brown, lighter toward wing apex; pterostigma black. Distitarsi, tarsal claws, and tibial spurs blackish-ferruginous.

**Pubescence** – whitish-yellow on frons, paraocular area, vertex behind ocelli, labrum, upper portion of gena, lower side of mesepisternum, dorsal surface of T1, coxa and trochanter of all legs, on all front and mid femora, posterior fringe and external surface of front and mid tibiae (except on anterior margin of mid tibia), long curved bristles posteriorly on external

surface of front and mid tarsi (less evident on mid basitarsus), anterior and posterior surfaces and apex of hind femur, tibial scopa and a line of long hairs before fringe of T5; yellow on upper third of mesepisternum and dorsal surface of thorax (on this, hairs with ferruginous tips); white on mid and lower portion of gena, ventral portion of mesepisternum, lateral surface of propodeum, lateral margin of T2 and T3 (on T2, extending postero-laterally to tergal base), apical margin of T4, T5 and on apical margin of sterna; fuscous on superior paraocular area, frons below ocelli, preoccipital fringe, anterior and internal surfaces of front tibia and basitarsus, anterior and internal surfaces of mid tibia and tarsus, except on basal portion of posterior fringe, infero-basal posterior surface of hind femur, posterior surface of hind tibia and all hind tarsus, T2 and T3, except laterally on the apical fringe, disc of T4 and apical fringes of T5 and T6 with mixture of yellow bristles; blackishferruginous on posterior surface of front tarsus and on basitarsal comb.

Pubescence, on labrum forming an apical tuft of coarse, simple, erect bristles; short and plumose forming lateromarginal fringes and sparsely distributed on disc; on clypeus, long, simple and erect on lateral margins, shortening toward apex, plumose and short laterally on the base, fine and short on disc; on lower and mid paraocular area, frons, supraclypeal area and on tuft behind mid ocellus, densely plumose, more sparse on lower paraocular area; on upper paraocular area, fine, short and sparse; on preoccipital fringe, long, finely plumose, shorter laterally; on gena, long, plumose and dense, decumbent along posterior eye margin; dorsally on thorax, laterally on meso and metepisterna and propodeum, plumose, very dense and erect, longer, finer and sparser on lower areas and on propodeum; on ventral areas of thorax, simple, long, fine and sparse; on posterior fringes of front femur and tibia, simple, long, fine and sparse, with shorter plumose hairs intermixed; on external surface of front and mid tibiae, simple, semi-decumbent, on mid tibia coarser and denser and with a mid longitudinal band of short plumose hairs intermixed on apical half; on anterior surfaces of

front and mid tibiae and front basitarsus and on internal surface of mid basitarsus, composed of lightly curved, pointed bristles, shorter and finer on anterior margins of tibiae, coarser on front basitarsus and mid tibia; forming combs of flat setae on anterior margin of front and mid basitarsi; forming combs of coarse bristles on apical margins of all tarsomeres of front and mid basitarsi; on external surface of front basitarsus, composed of long, coarse setae curved backwards over a posterior fringe of plumose hairs; on external surface of mid basitarsus dense, short and plumose; on tibial and basitarsal scopae, composed by a mixture of simple and plumose hairs; on internal surface of hind tibia, forming brush of short erect bristles, gently curved downwards with flat, v-shaped apices, longer along internal margin; on internal surface of hind basitarsus, forming brush of long bristles bent downwards; on dorsal surface of T1, plumose, fine and long, finer and shorter on a narrow, mid, longitudinal band and denser laterally; on T2 and T3, simple, fine and semierect; on T4, similar to that on T2 and T3, more erect, with longer hairs intermixed, longer laterally, forming complete and sparse submarginal band of thin, sub-erect, poorly branched hairs; on T5, similar to that on T4, with dense apical fringe composed of densely-plumose hairs; on T6, dense, composed of long, flat bristles on the sides of the pygidial plate; on discs of S2-S6, sparse, erect and pointed, shorter on S5 and S6, denser on S6; forming submarginal, decumbent fringe on S2 and S3, longer and sub-erect on S4 and S5, with long, plumose hairs apically curved downwards on S6.

***Punctures*** – on labrum, fine and sparse on disc, coarse and dense toward sides and apex, leaving an impunctate basal band, the integument smooth and shining; on clypeus, moderately fine and dense basally, along epistomal suture, progressively coarser, beveled, and sparse toward sides and apex and leaving the apical margin and a mid longitudinal band impunctate, the integument micro-reticulate basally, smooth and shining elsewhere; on supraclypeal area, moderately fine and dense, minute and sparse near antennal socket; on lower paraocular area, minute and very sparse, fine and dense closer to antennal socket; on

upper paraocular area, moderately fine, dense and shallow, denser and fine toward frons; on vertex, moderately fine and dense, finer and sparse toward lateral ocellus, leaving small impunctate area near the ocellus, the integument micro-reticulate and shining; on gena, fine and dense, finer and denser along posterior margin of eye; on mesoscutum, moderately fine and dense on disc, the integument micro-reticulate and shining; on ventral portion of mesepisternum, moderately coarse and dense, with fine, dense punctures intermixed; on rest of mesosoma, hidden by pubescence; on dorsal surface of T1, very fine and sparse, integument micro-reticulate and somewhat dull; on T2 and T3, fine and dense, integument micro-reticulate and shining; on T4 and T5, moderately fine and moderately dense, beveled, integument shining, on T4 with micro-reticulate areas; narrow marginal bands smooth and shining on T1-T4; S2-S4, moderately fine and sparse; S5 denser; S2-S5 with an ill-defined mid longitudinal band impunctate, smooth and shining.

## **MALE**

*Structure and measurements* (mm) – approximate body length 12.0; length of anterior wing 12.0; head width 4.4; head length 2.9; labrum 1.3 times as wide as long ( $1.18 \times 0.9$ ); length of clypeus 1.2; clypeocellar distance 1.28; ocellocular distance 0.27, shorter ( $0.7\times$ ) than diameter of mid ocellus; midocellar diameter 0.37; length of F1-F4 1.05, 0.2, 0.3, 0.3; interantennal distance 0.6; antennocular distance 0.35. Clypeus protuberant; mandible tridentate (first tooth longer than others, third broader than second and biangulate); ventral process of hind femur, flat and triangular; spine on anterior margin of hind tibia close to spur base, short and blunt; hind basitarsus with carina along posterior margin produced as an apical spine among hairs; pygidial plate ill-defined, its surface smooth and shining, its margins fused to tergal surface.

**Body color** – black, with yellow areas distributed as described for females, except labrum, yellow but for apical margin; yellow stripes on clypeus, wider; left tegula without yellow posterior spot. Wings, distitarsi, tarsal claws, and tibial spurs as described for female.

**Pubescence** – whitish-yellow on frons, paraocular area, vertex behind ocelli, labrum, upper portion of gena, lower side of mesepisternum, dorsal surface of T1, all of S1-S2; coxae of all legs; trochanter of front and, partly, of mid and hind legs, posterior fringe of front femur, posterior fringe of front and mid tibiae and basitarsi (on mid leg, only basally on basitarsus), external surface of all tibiae (except on anterior margin of mid tibia); on anterior and dorsal surfaces of hind femur and on a longitudinal band on external surface of hind tibia; yellow on upper third of mesepisternum and dorsal surface of thorax; white on lower portion of gena, ventral portion of mesepisternum, lateral surface of propodeum, lateral margin of T2-T4, sparse marginal fringe of T4 and on all of T5 and T6; fuscous on upper paraocular area, frons below ocelli, preoccipital fringe, ventral surface of front femur, all surfaces of mid femur except apically, ventral and posterior surface of hind femur, on anterior and internal surfaces of all tibiae and basitarsi (on hind legs, all basitarsi) and all distitarsi, part of mid and hind trochanters, all of T2, T3, except laterally, T4 except for sparse apical fringe, some long bristles on mid disc of T5 and T6 and on all S3-S6.

Pubescence, on labrum, long, fine, simple, erect bristles on apex, short and plumose forming lateromarginal fringe; longer and sparsely distributed on disc; on clypeus, long, simple and erect on lateral margins, shortening toward apex, plumose laterally on base, very fine and short on disc; on lower and mid paraocular area, frons and supraclypeal area, sparse and plumose; behind ocelli, dense and plumose; on upper paraocular area, minute and sparse; on preoccipital fringe, long, plumose, shorter laterally; on gena, long, plumose and dense; dorsally and laterally on mesosoma, plumose, dense and erect; on ventral areas of thorax, plumose, long, fine and sparse; on posterior fringes of front femur and tibia, fine and plumose,

longer and sparser on tibia; on external surface of front and mid tibiae, simple, semi-decumbent, denser on mid tibia; on anterior surfaces of front tibia and front basitarsus, composed of lightly curved, pointed bristles, shorter and finer on tibia; apically, on ventral surface of mid trochanter and basally on ventral surface of mid femur, dense, semi-erect, very short and simple, forming brush; on posterior fringe of mid femur, moderately long and sparse; on posterior fringes of mid tibia and basitarsus, long, dense and plumose; anterior and posterior surfaces on mid femur, finely plumose, short and sparse; on hind femur, plumose and sparse on all surfaces; on internal surface of hind tibia forming a brush of erect bristles, gently curved downwards with flat, v-shaped apices; on internal surface of hind basitarsus, forming brush of long bristles bent downwards; on anterior and posterior fringes of hind tibia and basitarsus, long, plumose and dense, shorter basally on tibia and apically on basitarsus; on dorsal surface of T1, plumose, fine, long and sparse, denser toward sides; on T2-T5, fine, mostly simple, semi-erect and moderately sparse, longer and more erect toward T5, finely plumose laterally; on T2, finally plumose basally; on T3 with submarginal line of branched hairs medially; on T4-T6 with branched hairs intermixed; on T7, finely plumose and appressed on sides of pygidial plate; on sterna, long, plumose, sparse and erect; on S2 with curved apices.

**Punctures** – on labrum, fine and sparse on disc, finer and dense toward sides and apex, leaving a narrow transverse impunctate basal band, integument smooth and shining; on clypeus, moderately fine and dense basally, along epistomal suture, progressively coarser, beveled, and sparse toward sides and apex and leaving a mid longitudinal band impunctate, integument micro-reticulate basally, smooth and shining elsewhere; on supraclypeal area, moderately fine and very dense; on lower paraocular area, minute and sparse, moderately fine and dense near antennal socket; on upper paraocular area and frons, moderately fine and dense; on vertex between eye and lateral ocellus, fine and dense, integument micro-reticulate;

on gena, minute and sparse on a mostly impunctate band along posterior margin of eye, fine and dense elsewhere; on mesoscutum, moderately coarse and very dense, integument shining and obscurely micro-reticulate on disc; on scutellum, moderately coarse and dense, integument smooth and shining; on rest of mesosoma, hidden by pubescence; on mid dorsal surface of T1, fine and sparse, integument micro-rugulate and shining, denser toward sides; on T2-T5, moderately dense and fine, denser on T2, coarser and sparser toward T6, integument micro-reticulate and shining; on T3 with micro-reticulate areas, mostly restricted to apical depression; T1-T4 with narrow margins smooth and shining; S4-S5 fine and dense.

**Holotype female** – “*Chamaechrista semaphora*, S[erra]. do Cipó, 7788-23499”; “Santana do Riacho MG, BRASIL 02/06/2001, M. F. Goulart”; “*Centris rupestris* Azevedo & Silveira, sp.n., HOLOTYPUS”. Deposited at UFMG.

**Paratypes** – same locality and date as holotype: 5 ♀♀ and 1 ♂ (A. A. Azevedo, 7773-23449, 7778-23465, 7779-23472, 7780-23479, 7782-23486 and 7776-23457), 2 ♀♀ (B. A. Ribeiro, 7796-23517, 7801-23531), 2 ♀♀ (M. F. Goulart, 7787-23497, 7790-23507); same locality as holotype, May 27, 1998: 2 ♂♂ and 1 ♀ (R. M. Carmo, 2257-7107, 2264-7122 and 2258-7108), (1,270 m) 1 ♂ (R. S. Oliveira, 2348-7290); June 3, 1998: 1 ♀ (R. Oliveira & R. M. Carmo, 2316-7227). From Brumadinho (S. da Moeda – 20°05’ S, 43°59’ W, 1400 m), MG, Brazil, June 6, 1998: 1 ♂ (F. A. Silveira, 2277-7139); May 23, 1998: 3 ♂♂ (G. A. R. Melo). From Itacambira, MG, Brazil, October 01, 2005: 2 ♂♂ (A.A.Azevedo, 10538-30680/30681) and 1 ♀ (A.A.Azevedo, 10538-30682). From São Gonçalo do Rio Preto (Pq. E. do Rio Preto), MG, Brazil, August 17, 2002: 1 ♀ (Y. Antonini). From 18 km West of Capitólio (20°38’ S, 46°13’ W, 950 m), MG, Brazil, May 15, 1999: 2 ♂♂ (G. A. R. Melo). Deposited at UFMG, UFPR, MZUSP and SNOW.

**Variation** – the yellow, mid longitudinal line of clypeus may be reduced to a short line isolated inside the largely dark clypeus, which, in this case, contains two lateral yellow maculae.

**Comments** – Many of the specimens were captured on flowers of *Chamaecrista semaphora* (Fabaceae), an endangered species endemic to the Serra do Cipó (Mendonça & Lins, 2000). All known specimens were collected above 950 m altitude, at the so called “campos rupestres” (rocky fields) of southeastern Brazil, in May, June, August and October, mostly during the regional dry season.

**Etymology** – *rupestris* is a reference to the species habitat (see “Comments,” above).

### ***Centris pachysoma* Cockerell, 1919**

When Moure (1945) erected the subgenus *Paremisia* (= *Trachina*), he included *C. pachysoma* in it with uncertainty, since he had not seen its type. His decision was followed later by Michener (1951). The description of *C. pachysoma* by Cockerell (1919) suggests a female bee resembling both *C. similis* and *C. machadoi*. However, the following set of characters in Cockerell’s description distinguishes his *C. pachysoma* from *C. machadoi*: “labrum pale yellow, with a large pale brown spot” (completely black in *C. machadoi*); “clypeus with lower margin broadly rufous” (in *C. machadoi*, completely black); “hair of apical part of abdomen pale, beginning on middle of fourth segment, that at extreme apex red” (in *C. machadoi*, the pilosity is pale on all terga). All these characters, however, apply to *C. similis*. Characters in Cockerell’s (1919) description of *C. pachysoma* distinguishing it from *C. similis*, on the other hand, are not as convincing: “mandible largely yellow” (in *C. similis*, yellow only basally); “tegulae ferruginous” (blackish brown in *similis*). All other characters listed by Cockerell can be applied for all or most species of *Trachina*, although no

subgenusdefining character was mentioned by him. Thus, the evidence at hand suggests that *C. pachysoma* may be a synonym of *C. similis*.

### **Acknowledgements**

This paper is dedicated to the outstanding Brazilian entomologist and environmentalist, Dr. Angelo B. M. Machado, in comemoration of his 70th birthday. We would like to thank Gabriel A. R. Melo for the information on the specimens in the UFPR collection, and to Blandina Viana and Ednaldo C. Neves for the loan of a paratype of *C.xanthomelaena* from the collection of the Universidade Federal da Bahia. The Brazilian council for scientific and technological development (CNPq) granted a doctoral scholarship to A.A.Azevedo.

### **References**

- Cockerell, T. D. A. 1919. Bees in the Collection of the United States National Museum. – 3. **Proceedings of the United States National Museum, 55:** 167-221.
- Friese, H. 1900 (1901). Monographie der Bienengattung *Centris* (s. lat.). **Annalen des K. K. naturhistorischen Hofmuseums, 15:** 237-350.
- Mendonça, M. P. & Lins, L. V. 2000. **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais.** Belo Horizonte, Biodiversitas/Fundação Zôo-Botânica de Belo Horizonte. 157p.
- Michener, C. D. 1951. Subgeneric groups of *Hemisia* (Hymenoptera, Apoidea). **Journal of the Kansas Entomological Society, 24:** 1-11.
- Michener, C. D. 1954. Bees of Panamá. **Bulletin of the American Museum of Natural History, 104:** 1-175.

- Michener, C. D. 2000. **The Bees of the World**. Baltimore & London, Johns Hopkins University Press, 913 pp.
- Moure, J. S. 1945. Apoidea da coleção de Conde Amadeu A. Barbiellini. II (Hym. Apoidea). **Revista de Entomologia**, **16**: 394-414.
- Moure, J. S. 1960. Notes on the types of the Neotropical bees described by Fabricius (Hymenoptera: Apoidea). **Studia Entomologica**, **3**: 97-160.
- Roig-Alsina, A. 2000. Claves para las especies argentinas de *Centris* (Hymenoptera, Apidae), con descripción de nuevas especies y notas sobre distribución. **Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales**, **2**: 171-193.
- Schrottky, C. 1902. Ensaio sobre as abelhas solitárias do Brazil. **Revista do Museu Paulista**, **5**: 330-613.
- Silveira, F. A., Melo, G. A. R. & Almeida, E. A. B. 2002. **Abelhas Brasileiras – Sistemática e Identificação**. Belo Horizonte, edição do autor, 253p.
- Snelling, R. R. 1974. Notes on the distribution and taxonomy of some North American *Centris*. **Los Angeles County Museum Contributions in Science**, **259**: 1-41.
- Snelling, R. R. 1984. Studies on the taxonomy and distribution of American centridine bees (Hymenoptera: Anthophoridae). **Los Angeles County Museum Contributions in Science**, **347**: 1-69.