

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA

**Importância de cupins na dieta e diversidade de lagartos em áreas de  
Cerrado**

Gabriel Corrêa Costa

Brasília-DF  
2005

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Ecologia

**Importância de cupins na dieta e diversidade de lagartos em áreas de  
Cerrado**

Orientador: Guarino Rinaldi Colli, Ph.D.

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciências  
Biológicas da Universidade de Brasília como  
parte dos requisitos necessários para a obtenção  
do Título de Mestre em Ecologia

Brasília-DF  
2005

Trabalho realizado com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ecologia pelo Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade de Brasília.

APROVADO POR:

---

Prof. Ph.D. Guarino Rinaldi Colli

---

Prof. Ph.D. Reginaldo Constantino

---

Prof. Dr. Marcio Roberto Costa Martins

# ÍNDICE

## **Agradecimentos**

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio familiar e pela compreensão e confiança nas minhas escolhas.

Ao meu professor e orientador Guarino Rinaldi Colli, que em todos os momentos em que precisei de atendimento, sempre se apresentou disponível e acessível, tendo invariavelmente a capacidade de equacionar minhas questões com explicações sempre claras e pacientes.

Ao professor Reginaldo Constantino que me deu todo apoio necessário para trabalhar com os cupins.

A todos os colegas do laboratório de Herpetologia, que sempre estiveram presentes através de ajuda no trabalho de campo, no laboratório e em seminários e discussões que ajudaram a enriquecer esse trabalho.

À Juliana Coelho Brandão e Carlos Barros Araújo, pela companhia e ajuda no trabalho de campo com os cupins.

À minha namorada Mariana, pelo amor, carinho e companheirismo, que sem dúvida foram fundamentais nesses anos da minha vida.

A todos os colegas de graduação e pós-graduação da UnB.

Ao CNPq e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia pelo apoio financeiro.

## **Resumo**

Neste trabalho, eu discuto a importância de cupins na dieta e diversidade de lagartos do Cerrado, testando a hipótese originalmente proposta para os desertos Australianos de que a diversidade de cupins pode promover a diversidade de lagartos. Ainda, discuto fatores responsáveis pela ingestão de cupins, como: abundância local dos cupins e modo de forrageamento dos lagartos. O modo de forrageamento dos lagartos parece ter pouca influência no consumo de cupins, por outro lado, outros fatores como uso do microhabitat e detecção química das presas podem ser determinantes. Apesar de existir uma associação positiva entre o número de espécies de lagartos e cupins nas localidades do Cerrado estudadas, os lagartos consomem cupins independentemente de suas abundâncias no ambiente e não existe segregação entre as espécies de lagartos no consumo de cupins. Portanto, os resultados não suportam a hipótese de que a alta diversidade de cupins promove uma alta diversidade de lagartos. A diferença na diversidade de lagartos entre o Cerrado e os desertos Australianos pode ser explicada por uma combinação de fatores como variação da área e latitude controlando as taxas de especiação e fatores ecológicos locais moderando as taxas de extinção.

## Introdução

Lagartos são um grupo de animais bastante diverso, ocorrendo em todos os continentes, exceto na Antártida. Em todos os diferentes habitats onde ocorrem, a maioria das espécies se alimenta de artrópodes (Pianka e Vitt, 2003). Uma das categorias de presas mais comum na dieta dos lagartos são os cupins.(Vitt *et al.*, 2003c). Cupins são insetos sociais da ordem Isoptera, conhecidos pela sua grande importância econômica como praga de madeiras. Entretanto, eles possuem um papel fundamental nos ecossistemas naturais promovendo a ciclagem de nutrientes e a formação de solos (Eggleton *et al.*, 1996), modificando a estrutura do habitat e influenciando a distribuição de plantas e animais (Lawton, 1997). Além disso, os cupins são uma importante fonte de alimento para um grande número de organismos (Wood e Sands, 1978).

Em um estudo com lagartos no deserto de Kalahari, Huey e Pianka (1981) observaram que o modo de forrageamento exerce uma forte influência em outros aspectos da ecologia desses organismos, especialmente na dieta e reprodução. Esses autores sugeriram que lagartos forrageadores ativos ingerem uma maior proporção de presas sedentárias e distribuídas de forma agrupada no ambiente, como cupins. No entanto, em um estudo realizado com lagartos na Amazônia, Magnusson *et al.* (1985) encontraram influência do modo de forrageamento na reprodução, porém o consumo de cupins não foi como o esperado.

Em assembléias de lagartos na Austrália, África e América do Norte, os cupins são um recurso utilizado por muitas espécies. No Kalahari existem diversas espécies em que a proporção de cupins na dieta ultrapassa 50% em volume, podendo chegar até mesmo a 90%, especialmente nos gêneros *Eremias*, *Typhlosaurus*, e *Chondrodactylus* (Pianka,



1986). As assembléias de lagartos na Austrália também dependem muito de cupins, principalmente os gêneros *Ctenotus*, *Diplodactylus* and *Egernia* (Pianka, 1986). Nessas localidades, os cupins são provavelmente o recurso alimentar mais importante.

As paisagens áridas do continente Australiano possuem uma das faunas de lagartos mais ricas do mundo. Na tentativa de explicar esse padrão, Morton e James (1988) propuseram que a alta diversidade de lagartos é fruto de três fatores: 1) produtividade primária imprevisível, que favorece organismos ectotérmicos (lagartos) sobre organismos endotérmicos (aves e mamíferos); 2) alta riqueza e abundância de cupins, que fornecem alimento para uma grande variedade de lagartos, inclusive espécies noturnas; e 3) presença de arbustos e árvores esparsas que fornecem abrigo e microhabitat para espécies arbóreas e de folhíço. Um resumo esquemático da hipótese de Morton e James (1988) é mostrado na Fig. 1.

Pianka (1989) concordou que os fatores 1 e 3 descritos acima possivelmente influenciaram a diversidade de lagartos da Austrália, no entanto encontrou pouca evidência para o fator 2. Ao analisar a dieta dos lagartos dos desertos Australianos e do Kalahari, Pianka encontrou que os lagartos do Kalahari dependem mais acentuadamente dos cupins do que nos desertos Australianos, no entanto, a diversidade de lagartos na Austrália é muito maior.

Muitos trabalhos recentes em ecologia têm dado considerável atenção para esse assunto e, em última instância, na questão mais crítica envolvida: a diversidade é mais influenciada por fatores ecológicos locais ou por fatores históricos? (Chase, 2003; Cornell e Lawton, 1992; Lawes e Eeley, 2000). Muitos estudos encontraram que as diferenças na diversidade local são proporcionais a diferenças na diversidade continental, ou seja, que a diversidade local é determinada como uma sub-amostra da diversidade regional, com isso

sugerindo um papel mais importante aos fatores históricos (Caley e Schluter, 1997; Schluter e Ricklefs, 1993; Westoby, 1993).

Mesmo o Cerrado não sendo um deserto, ele tem muitas semelhanças com as paisagens áridas da Austrália: uma vegetação savânica, solos pobres e ricos em alumínio, a frequente ação de fogo e uma grande diversidade de cupins. Os cupinzeiros de algumas espécies como *Cornitermes cumulans* podem chegar a densidades impressionantes e já foi sugerido que essa espécie pode desempenhar um papel de espécie-chave no ecossistema (Redford, 1984).

Esse trabalho tem como objetivo testar a hipótese proposta por Morton e James (1988) de que a alta diversidade de cupins pode promover a alta diversidade de lagartos, utilizando dados da diversidade de lagartos e cupins em diversas localidades do Cerrado brasileiro e dados da dieta das espécies de lagartos, determinando a importância de cupins na dieta e diversidade de lagartos no Cerrado e identificado fatores que influenciam no consumo de cupins pelos lagartos.

## **Material e Métodos**

### *Área de Estudo*

O Cerrado é um bioma com vegetação do tipo savana que originalmente cobria cerca de 25% do território brasileiro. A fisionomia da vegetação varia de campos de gramíneas com poucas árvores até vegetações de árvores altas e dossel fechado. Diferentes fitofisionomias do Cerrado são denominados ao longo de um gradiente de densidade crescente de arbustos e árvores: campo limpo, campo sujo, campo de murundus, campo cerrado, cerrado *stricto sensu* e cerradão. A precipitação varia entre 1000-2000 mm por ano e é altamente previsível, tendo uma estação chuvosa e outra seca, bem definidas. A

temperatura média anual varia entre 20-22 °C, os solos são ácidos, pobres em nutrientes e ricos em alumínio. Incêndios naturais são comuns na estação seca. Para uma revisão recente sobre o Cerrado ver Oliveira e Marquis (2002).

### *Localidades de Estudo*

Foram conduzidos inventários de cupins e lagartos nas seguintes localidades: Alvorada do Norte (14° 48' S, 46° 49' W), Brasília (15° 46' S, 47° 55' W), Chapada dos Guimarães (15° 25' S, 55° 45' W), Dianópolis (11° 50' S, 46° 50' W), Guajará-Mirim (10° 48' S, 65° 22' W), Novo Progresso (9° 21' S, 54° 54' W), Paracatu (17° 13' S, 46° 52' W), Paranã (12° 38' S, 47° 47' W), Pimenta Bueno (11° 39' S, 61° 12' W), São Domingos (13° 24' S, 46° 19' W) e Vilhena (12° 43' S, 60° 07' W) (Figura 2). As localidades Alvorada do Norte, Brasília, Chapada dos Guimarães, Dianópolis, Paracatu, Paranã e São Domingos estão localizadas no Cerrado do Brasil central, enquanto que Guajará-Mirim, Novo Progresso, Pimenta Bueno e Vilhena são fragmentos isolados de Cerrado no sul e sudoeste da Amazônia (Fig. 2).

Em Alvorada do Norte, Paranã e São Domingos, as coletas foram feitas durante duas expedições de campo: a primeira, de 23 de agosto a primeiro de outubro de 2003, a segunda, de três de março a quatro de abril de 2004, com duração de 10 dias em cada localidade. Em Paracatu, as coletas foram realizadas entre 16 de outubro e primeiro de dezembro de 2001. Em Novo Progresso, as coletas aconteceram em duas expedições, uma entre 21 de junho e cinco de julho de 2002 e a outra entre 15 de setembro e 17 de outubro de 2003. Em Vilhena, as coletas foram realizadas de 20 de agosto a 22 de setembro de 1999. Em Pimenta Bueno as coletas foram realizadas entre primeiro de julho e 24 de agosto de 2000 e, em Guajará-Mirim, entre 27 de dezembro de 2000 e três de fevereiro de 2001.

Os dados de Chapada dos Guimarães foram obtidos da literatura (Alho, 2000). Os dados de Brasília foram obtidos das coleções Herpetológica (CHUNB) e de Isoptera (UNB) da Universidade de Brasília. À exceção de Brasília e Chapada dos Guimarães, os inventários de cupins e lagartos foram realizados simultaneamente.

### *Métodos de coleta*

Lagartos foram coletados utilizando armadilhas de queda com cercas-guia (exceto Guajará-Mirim, que possuía solo rochoso). Foram instalados 25 pontos de armadilhas, cada ponto consistindo de quatro baldes enterrados no chão em forma de Y e ligados por uma lona plástica de cinco metros de comprimento e meio metro de altura, enterrada no chão. Cada ponto foi colocado a uma distância aproximada de 20 metros do ponto anterior. As armadilhas foram checadas diariamente. Um esforço adicional foi realizado para coletar lagartos em diversos microhabitats, manualmente ou com o uso de espingardas.

Depois de coletados, os animais foram sacrificados com injeção de Tiopental<sup>®</sup>, medidos e fixados com formol 10%. Todos os espécimes coletados foram depositados na Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUNB).

Os cupins foram coletados por inspeção manual do ambiente, procurando por ninhos e microhabitats comumente utilizados como: folhiço, troncos caídos, madeira em decomposição e camada superficial do solo. Ainda, em todas as localidades exceto Brasília, Chapada dos Guimarães e Dianópolis, foram delimitados transectos de 50m X 10m. Os transectos foram divididos em cinco seções e em cada seção duas pessoas coletavam durante 20 minutos. Todas as amostras coletadas compreenderam diversos espécimes de soldados, operários e castas reprodutivas, quando disponíveis. Diferentes amostras, em geral, representaram diferentes colônias. Em todas as áreas foi utilizada a mesma

metodologia e, em cada área, foram amostrados no mínimo três transectos. Todas as amostras foram fixadas em etanol 80% e depositadas na Coleção de Isoptera da Universidade de Brasília (UNB). O número médio de amostras de cada gênero de cupim, por transecto, foi usado como medida de abundância para cada localidade.

### *Dieta*

Os estômagos dos lagartos foram removidos e seu conteúdo analisado utilizando uma lupa. As presas foram identificadas até o nível de ordem, com exceção dos cupins que foram separados e identificados até gênero. Quando as presas estavam inteiras, foram medidos o comprimento e largura utilizando um paquímetro Mitutoyo® e seus volumes foram estimados através da fórmula do volume de um elipsóide:

$$V = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{l}{2}\right)^2 \left(\frac{c}{2}\right)$$

Onde  $l$  é a largura da presa e  $c$  é o comprimento da presa. Foram calculadas as porcentagens numéricas, volumétricas e de frequência (ocorrência) de cada categoria de presa para os estômagos agrupados. Para os cupins, calculei o índice de importância que consiste na média das importâncias volumétrica, numérica e frequência (George e Hadley, 1979). A identificação dos cupins da dieta até espécie em muitos casos não foi possível pela condição do material ou ausência de soldados. No entanto, mesmo identificados até gênero é possível ter uma boa estimativa da abundância relativa dos cupins no ambiente e, ainda, de aspectos ecológicos como uso de microhabitats e modo de forrageamento.

*Análises Estatísticas*

Para determinar se existe uma associação entre o número de espécies de lagartos e o número de espécies de cupins, foi realizada uma análise de correlação entre a riqueza desses dois grupos nas localidades. No cálculo da riqueza de cupins, foram utilizadas as amostragens por inspeção manual e nos transectos. Foi realizada uma análise de regressão para produzir um modelo preditivo da riqueza de lagartos em função da riqueza de cupins. Essas análises foram realizadas com o software SAS vs 8.2 para Windows.

Para determinar se os lagartos se alimentam das espécies mais abundantes de cupins, foi realizada uma análise de correspondência canônica (CCA), uma análise multivariada de ordenação que relaciona dois conjuntos de dados maximizando suas correlações (Ter Braak, 1986). Nessa análise foi utilizada a média das abundâncias dos cupins como variável independente e o índice de importância dos gêneros de cupins na dieta dos lagartos como variável dependente. As espécies de cupins foram agrupadas em gêneros e foram utilizadas apenas as abundâncias registradas nos transectos. Inicialmente foi realizada uma análise agrupando todas as localidades, onde a abundância dos gêneros de cupins nos transectos em cada localidade foi usada como variável independente e a abundância dos gêneros de cupins nos estômagos de todos os lagartos de cada localidade foi usada como variável dependente, desse modo permitindo acessar a relação entre a abundância de cupins no ambiente e na dieta das assembléias de lagartos. Em seguida, foram realizadas análises separadas para cada localidade onde a abundância dos gêneros de cupins nos transectos foi usada como variável dependente e a abundância dos gêneros de cupins nos estômagos de cada espécie de lagartos foi usada como variável dependente, nesse caso sendo possível observar diferenças de consumo de cupins pelas diferentes espécies dentro de uma mesma localidade. Espécies com um tamanho amostral menor que

cinco foram retiradas das análises. Em todas as análises foram realizados testes de Monte Carlo com 9.999 permutações para verificar a significância da relação entre os dois conjuntos de dados, com o software Canoco 4.5.

Para investigar a presença de padrões não aleatórios de sobreposição de nicho com relação ao consumo de cupins foi utilizado o módulo “Niche Overlap” do software EcoSim (Gotelli e Entsminger, 2004). Nesse tipo de análise os dados consistem de uma matriz na qual cada espécie é uma linha e cada coluna é uma categoria de presa (no caso gênero de cupim). Os valores colocados na matriz representam os índices de importância de cada gênero de cupim para cada espécie. A matriz é então reorganizada produzindo padrões aleatórios de sobreposição de nicho. Foram utilizadas as seguintes opções no EcoSim: índice de sobreposição de nicho de Pianka (Pianka, 1973), algoritmo de aleatorização dois (RA2) e 9.999 permutações. Em seguida, foi feita uma análise de correlação entre o número de espécies de lagartos que consomem cupins e a média da sobreposição de nicho em cada localidade.

## **Resultados**

A riqueza de cupins nas 11 localidades do Cerrado variou de 22 espécies em Guajará-Mirim a 75 em Brasília (Tabela 1), excluindo as espécies de habitats florestais. A riqueza de lagartos variou de três espécies em Guajará-Mirim a 22 em Brasília e Chapada dos Guimarães (Tabela 2). Houve uma associação positiva entre a riqueza de cupins e a riqueza de lagartos nas áreas amostradas (Figura 3).

Muitas espécies de lagartos do Cerrado incluíram cupins em sua dieta, principalmente *Ameiva ameiva*, *Cnemidophorus* spp., *Gymnodactylus geckoides*, *Mabuya* spp. e *Tropidurus* spp. (Tabela 3). A maior importância de cupins na dieta foi observada em

*Cnemidophorus* sp. de Alvorada do Norte e muitas espécies em diferentes localidades tiveram índices de importância maiores que 25 (Tabela 3).

Muitos gêneros de cupins foram coletados nos transectos e os mais abundantes foram *Nasutitermes*, *Velocitermes*, *Armitermes*, *Heterotermes* e *Termes*. No entanto, houve muita variação com relação à abundância nas localidades (Tabela 4). Não houve associação entre o consumo de gêneros de cupins pelos lagartos e suas abundâncias nas localidades estudadas (Tabela 5 e Fig. 4). Por exemplo, em Novo Progresso, o gênero de cupim mais abundante nos transectos foi *Nasutitermes* (Tabela 4), enquanto que *Armitermes*, *Atlantitermes* e *Heterotermes* foram os mais consumidos pelos lagartos.

À exceção de Paranã, não houve associação entre a abundância de gêneros de cupins nos transectos e sua importância na dieta dos lagartos, ou seja, os lagartos se alimentaram dos cupins independentemente da sua abundância no ambiente em sete das oito localidades amostradas (Tabela 5). A associação encontrada em Paranã é explicada principalmente pelo alto consumo do gênero de cupim mais abundante (*Velocitermes*) pelo lagarto *Phyllopezus pollicaris* e esta associação foi responsável por 66,03% da correlação entre os dois conjuntos de dados (Fig 5).

Em nenhuma localidade a sobreposição média de nicho (utilização de gêneros de cupins na dieta dos lagartos) diferiu significativamente do que seria esperado ao acaso (Tabela 6). Isso indica que não houve segregação de nicho pelas espécies de lagartos quanto ao recurso cupins. Ainda, a análise de correlação mostrou que não existe associação entre o número de espécies de lagartos que consomem cupins e a sobreposição média de nicho ( $R = 0.33$ ;  $p = 0.93$ ), indicando que a sobreposição de nicho não diminuiu com o aumento do número de espécies de lagartos que consomem cupins.



## Discussão

A diversidade local de cupins no Cerrado é muito maior que nos desertos australianos, onde varia de três a 20 espécies dependendo do microhabitat, sendo a média em torno de 10 espécies (Morton, 1993; Watson *et al.*, 1978). A densidade de cupins nos desertos australianos pode chegar a 800 colônias por hectare (Morton, 1993), o que é comparável às estimativas para o Cerrado brasileiro onde a densidade de cupins pode variar de 336 até 776 colônias por hectare (Gontijo e Domingos, 1991; Mathews, 1977; Redford, 1984).

Apesar da sua rica fauna de cupins, a diversidade local de lagartos no Cerrado é bem menor que nos desertos australianos. Excluindo os ambientes florestais, a diversidade local de lagartos no Cerrado raramente ultrapassa 20 espécies (Colli *et al.*, 2002, esse trabalho), por outro lado, nos desertos Australianos podem coexistir mais de 40 espécies em algumas localidades (Pianka, 1969; Pianka, 1986). Entre as espécies de lagartos do Cerrado, o geckonídeo *Gymnodactylus geckoides* possui a maior proporção volumétrica de cupins no estômago, chegando a 81% (Colli *et al.*, 2003). Lagartos do gênero *Cnemidophorus* também consomem cupins em grandes quantidades, a proporção volumétrica variando de 11% a 41% (Mesquita e Colli, 2003a; Mesquita e Colli, 2003b).

Cupins são presas sedentárias e agrupadas no ambiente, que tendem a ser mais ingeridas por lagartos forrageadores ativos (Huey e Pianka, 1981). Nesse estudo foi encontrada alta proporção de cupins nos estômagos de lagartos forrageadores ativos como *Ameiva ameiva* e *Cnemidophorus* spp. No entanto, em áreas de floresta Amazônica, lagartos forrageadores ativos como *Kentropyx* spp (Vitt, 1991b; Vitt *et al.*, 2001a), *Prionodactylus eigenmanni* (Vitt *et al.*, 2001b) e até mesmo *Ameiva ameiva* (Vitt *et al.*, 2000a), mostraram baixa proporção de cupins na dieta. Ainda, eu encontrei uma alta

proporção de cupins na dieta de forrageadores do tipo senta-espera como *Tropidurus* spp. Vitt (1993) também encontrou alta proporção de cupins na dieta de algumas populações de *Tropidurus* spp em enclaves de vegetação aberta na Amazônia. Esses resultados, somados à ausência de cupins na dieta de forrageadores ativos como Gymnophthalmidae no Cerrado e Amazônia e Teiidae na Amazônia, sugerem a influência de outros fatores na ingestão de cupins, que não o modo de forrageamento.

Dados de abundância de cupins na Amazônia são escassos (Constantino, 1992). No Cerrado, os poucos trabalhos disponíveis sugerem uma alta densidade de cupins (Gontijo e Domingos, 1991; Mathews, 1977; Redford, 1984). No entanto, dificilmente as diferenças no consumo de cupins entre lagartos de Cerrado e Amazônia serão explicadas apenas pela diferença na abundância de cupins nesses dois biomas. A importância de cupins na dieta de lagartos de diferentes famílias na Amazônia, incluindo Scincidae (Vitt e Blackburn, 1991), Gekkonidae (Vitt *et al.*, 2000b; Vitt e Zani, 1997), Teiidae (Vitt, 1991b; Vitt *et al.*, 2001a), Gymnophthalmidae (Vitt *et al.*, 2001b) e Tropiduridae (Vitt *et al.*, 1997), é muito menor que em populações ou táxons aparentados no Cerrado (Tabela 7). Esse padrão também já foi registrado em outros grupos taxonômicos: o dentrobatídeo *Epipedobates flavopictus*, endêmico do Cerrado, ingere uma proporção de cupins muito maior do que seus parentes próximos na Amazônia (Biavati *et al.*, 2004). Embora os lagartos do Cerrado mostrem uma alta proporção de cupins na dieta, as proporções encontradas nas espécies de desertos são muito maiores (Pianka, 1986). Considerando que a diversidade de cupins no Cerrado é maior que nos desertos, a melhor explicação para a baixa ingestão de cupins quando comparada aos lagartos de deserto é a alta disponibilidade de outros tipos de presa no Cerrado (Pinheiro *et al.*, 2002). Da mesma forma, isso pode também explicar a baixa ingestão de cupins na Amazônia, onde a disponibilidade de outros tipos de presas altamente

energéticas como gafanhotos, aranhas e baratas é ainda maior (Steege *et al.*, 2003). Por outro lado, esses tipos de presas podem ser menos abundantes nos desertos, o que torna cupins o melhor recurso disponível (Austin *et al.*, 2004).

Os resultados mostram que, em áreas de Cerrado, os lagartos utilizam os cupins independentemente de sua abundância no ambiente. Este fato pode ser explicado de duas maneiras: 1) as espécies mais abundantes de cupins podem não ser preferidas pelos lagartos, por razões energéticas, de digestibilidade ou palatabilidade; 2) as espécies mais abundantes de cupins não são facilmente acessíveis para os lagartos, por não serem facilmente encontradas fora dos ninhos ou por utilizarem microhabitats não utilizados pelos lagartos, ou ainda, as espécies menos abundantes são mais acessíveis.

Com relação à primeira explicação, é sabido que muitas espécies de cupins possuem defesas químicas (Prestwich, 1984) e a discriminação de substâncias químicas é um caráter histórico que influencia muitos aspectos da ecologia dos lagartos (Vitt *et al.*, 2003c). De fato, entre os gêneros mais abundantes de cupins coletados nesse estudo se encontram *Nasutitermes*, *Velocitermes* e *Armitermes*, cujos soldados apresentam compostos químicos que são utilizados para a defesa da colônia (Prestwich, 1984). O segundo argumento também é válido, já que a maioria das espécies de cupins são ativas no período da noite, enquanto que a maioria das espécies de lagartos são exclusivamente diurnas. No entanto, alguns grupos de cupins podem ser encontrados durante o dia forrageando na liteira ou superfície do solo, em áreas sombreadas, principalmente espécies dos gêneros *Syntermes*, *Velocitermes*, *Ruptitermes*, *Rhynchoterme*s e *Cornitermes* (Constantino, com. pessoal). Esses gêneros foram, de fato, os mais comuns na dieta dos lagartos do Cerrado. No entanto, a maioria deles não está entre os mais abundantes nos transectos. Portanto, características

ecológicas como padrões de utilização de microhábitat e modo de forrageamento dos cupins podem ser fatores determinantes no consumo de cupins pelos lagartos.

Morton e James (1988) especularam que uma fauna rica e abundante de cupins pode permitir uma maior partilha de recursos entre as espécies de lagartos promovendo uma diversificação de gêneros especialistas em cupins. Essa visão assume que a especialização da dieta em parte da fauna de cupins é adaptativa, permitindo a coexistência de mais espécies de lagartos, implicando um papel ativo da diversidade de cupins na radiação adaptativa de lagartos. Na hipótese original de Morton e James (1988) eles atestam que a diversidade de cupins poderia influenciar na diversidade de cupins de duas maneiras; 1) uma ou poucas espécies abundantes de cupins poderiam servir de alimento para um grande número de espécies de lagartos e/ou 2) a alta riqueza de cupins permitiria que diferentes espécies de lagartos se especializassem em diferentes espécies de cupins. Os dados do Cerrado mostram que os lagartos não estão se alimentando das espécies mais comuns de cupins e que não existe segregação de nicho entre os lagartos com relação ao consumo de cupins. Embora os cupins sejam um importante recurso para as assembléias de lagartos do Cerrado, não existe evidência que suporte a idéia que a diversidade de cupins promoveu a diversidade de lagartos.

A abundância de cupins pode não ter sido a força maior que promoveu a radiação adaptativa dos lagartos (Morton e James, 1988 p. 250). No entanto, uma fauna abundante e diversa de cupins pode ter atuado moderando taxas de extinção permitindo a coexistência de mais espécies (Morton, 1993) e isso pode ter acontecido da mesma forma no Cerrado. A fauna diversa de cupins pode permitir a persistência de linhagens divergentes que eventualmente se tornam simpátricas, ajudando a aumentar a diversidade local de espécies. Fatores históricos como flutuações climáticas e propriedades intrínsecas das linhagens de

lagartos podem ter operado juntos em escala regional (adicionando espécies), enquanto que fatores ecológicos locais como fauna rica e abundante de cupins e diversidade estrutural do ambiente podem ter atuado em escala local (moderando extinções).

Considerando que a diversidade continental é similar entre a Austrália e a América do Sul e que a diversidade local de cupins é muito maior na última, então porque o Cerrado possui uma fauna de lagartos mais pobre do que a da Austrália? Claramente, o Cerrado possui mais pré requisitos para permitir a coexistência de mais espécies de lagartos que a Austrália: é estruturalmente mais diverso, mais produtivo, está sujeito a perturbações ocasionais como fogo e possui uma fauna abundante e diversa de cupins e outros artrópodes. Portanto, parece improvável que fatores operando em escala local sejam responsáveis por esse padrão de diversidade. Três explicações são concebíveis para a reduzida diversidade de lagartos no Cerrado em relação aos desertos Australianos.

Primeiro, existe uma incerteza taxonômica muito grande em alguns taxa que ocorrem no Cerrado, como por exemplo *Cnemidophorus*, *Mabuya* e os *Gymnophthalmidae*. Muitas espécies crípticas podem existir, no entanto, provavelmente esses números irão afetar mais a diversidade em escala regional do que local.

Segundo, pode ser argumentado que existem diferenças nas taxas de especiação e extinção que são intrínsecas às linhagens de lagartos presentes nos dois continentes. Isso foi colocado em questão por Losos (1994) para explicar a diferença na diversidade de lagartos entre os desertos da Austrália e da América do Norte. No entanto, para se fazer esse tipo de comparação não se deve utilizar uma sub-amostra geográfica de uma determinada linhagem, como fez Losos comparando *Teiidae* da América do Norte com *Scincidae* da Austrália (Losos, 1994). As comparações devem envolver grupos monofiléticos para evitar a tendência de outros fatores como tamanho das áreas, por exemplo: os desertos da

América do Norte abrangem uma área muito menor do que os desertos Australianos, que cobrem cerca de 70% do continente, e existe uma correlação entre área e número de espécies (Williamson, 1990). Além disso, grupos mais inclusivos tendem a conter mais membros, sendo assim, as linhagens que estão sendo comparadas devem possuir postos equivalentes, algo que nem sempre é possível de se obter. No entanto, não é necessário invocar propriedades intrínsecas de linhagens para se explicar a diferença entre o Cerrado e os desertos Austrália visto que não existem linhagens (famílias, por exemplo) restritas ao Cerrado e, em escala continental, a América do Sul e a Austrália possuem o mesmo número de espécies de lagartos (Figura 6).

Terceiro, e a explicação que considero mais favorável, os desertos Australianos cobrem uma área geográfica ( $\pm 5,600,000 \text{ km}^2$ ) muito maior que o Cerrado ( $\pm 1,500,000 \text{ km}^2$ ) e áreas maiores podem fornecer mais oportunidades para especiação (Jablonski, 1993; James e Shine, 2000). Por exemplo, as distribuições das espécies podem estar mais sujeitas à fragmentação devido a gradientes ambientais ou simplesmente à probabilidade de eventos de vicariância em áreas maiores. Caso a diversidade local seja apenas uma sub-amostra da diversidade regional, como sugerido por Westoby (1993), localidades de ecossistemas maiores tenderão a exibir uma diversidade maior que ecossistemas menores, desde que outros fatores não variem muito como latitude, por exemplo. Caso alguma migração aconteça após a divergência em novas formas, então o contraste entre a diversidade de áreas maiores e menores será ainda maior. Esses aspectos têm sido negligenciados em discussões anteriores sobre as diferenças continentais entre a fauna de lagartos de desertos. O fato de que os desertos Australianos são maiores que os desertos da América do Norte e do Kalahari e que a maior parte dos desertos da Austrália e do Kalahari estão situados em

latitudes menores que os desertos da América do Norte é consistente com as diferenças observadas na diversidade de lagartos (Austrália > Kalahari > América do Norte). Portanto, um efeito de área e latitude, controlando as taxas de especiação e extinção, pode ser suficiente para explicar os padrões de diversidade de lagartos nos três continentes e no Cerrado.

### Referências Bibliográficas

- Alho, C. J. 2000. *Fauna Silvestre da Região do Rio Manso-MT*. Edições IBAMA & Eletronorte, Brasília, DF. 268 p.
- Austin, A. D., Yeates, D. K., Cassis, G., Fletcher, M. J., Salle, J. L., Lawrence, J. F., McQuillan, P. B., Mound, L. A., Bickel, D. J., Gullan, P. J., Hales, D. F. e Taylor, G. S. 2004. Insects ‘Down Under’ – Diversity, endemism and evolution of the Australian insect fauna: examples from select orders. *Australian Journal of Entomology*, **43**: 216–234.
- Biavati, G. M., Wiederhecker, H. C. e Colli, G. R. 2004. Diet of *Epipedobates flavopictus* (Anura: Dendrobatidae) in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology*, **38**: 510-518.
- Caley, M. J. e Schluter, D. 1997. The relationship between local and regional diversity. *Ecology*, **78**: 70-80.
- Chase, J. M. 2003. Community assembly: when should history matter? *Oecologia*, **136**: 489-498.
- Colli, G. R., Bastos, R. P. e Araújo, A. F. B. 2002. The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a*

- Neotropical Savanna*, P. S. Oliveira and R. J. Marquis (eds.). Columbia University Press, New York, NY. p.000-000
- Colli, G. R., de Araújo, A. F. B., da Silveira, R. e Roma, F. 1992. Niche partitioning and morphology of two syntopic *Tropidurus* (Sauria: Tropiduridae) in Mato Grosso, Brazil. *Journal of Herpetology*, **26**: 66-69.
- Colli, G. R., Mesquita, D. O., Rodrigues, P. V. V. e Kitayama, K. 2003. The ecology of the gecko *Gymnodactylus geckoides amarali* in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology*, **37**: 694-706.
- Constantino, R. 1992. Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in brazilian amazonia. *Biotropica*, **24**: 420-430.
- Cornell, H. V. e Lawton, J. H. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *The Journal of Animal Ecology*, **61**: 1-12.
- Duellman, W. E. 1979. The South American herpetofauna: a panoramic view. In: *The South American Herpetofauna: its Origin, Evolution, and Dispersal*, W. E. Duellman (ed.), The Museum of Natural History, The University of Kansas, Lawrence, Kansas. p.1-28
- Eggleton, P., Bignell, D. E., Sands, W. A., Mawdsley, N. A., Lawton, J. H., Wood, T. G. e Bignell, N. C. 1996. The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, **351**: 51-68.
- George, E. L. e Hadley, W. F. 1979. Food and Habitat Partitioning between Rock Bass (*Ambloplites-Rupestris*) and Smallmouth Bass (*Micropterus-Dolomieu*) Young of the Year. *Transactions of the American Fisheries Society*, **108**: 253-261.



- Gontijo, T. A. e Domingos, D. J. 1991. Guild distribution of some termites from cerrado vegetation in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, **7**: 523-529.
- Gotelli, N. J. e Entsminger, G. L. 2004. EcoSim: Null models software for ecology. Jericho, VT, Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
- Huey, R. B. e Pianka, E. R. 1981. Ecological Consequences of Foraging Mode. *Ecology*, **62**: 991-999.
- Jablonski, D. 1993. The tropics as a source of evolutionary novelty through geological time. *Nature (London)*, **364**: 142-144.
- James, C. D. e Shine, R. 2000. Why are there so many coexisting species of lizards in Australian deserts? *Oecologia*, **125**: 127-141.
- Lawes, M. J. e Eeley, H. A. C. 2000. Are local patterns of anthropoid primate diversity related to patterns of diversity at a larger scale? *Journal of Biogeography*, **27**: 1421-1435.
- Lawton, J. H. 1997. The role of species in ecosystems: aspects of ecological complexity and biological diversity. In: *Biodiversity: An Ecological Perspective*, T. Abe, S. A. Levin, and M. Higashi (eds.). Springer, New York. p.228-325
- Losos, J. B. 1994. Historical contingency and lizard community ecology. In: *Lizard Ecology: Historical and Experimental Perspectives*, L. J. Vitt and E. R. Pianka (eds.). Princeton University Press, Princeton, New Jersey. p.319-333
- Magnusson, W. E., Depaiva, L. J., Darocha, R. M., Franke, C. R., Kasper, L. A. e Lima, A. P. 1985. The Correlates of Foraging Mode in a Community of Brazilian Lizards. *Herpetologica*, **41**: 324-332.
- Mathews, A. G. A. 1977. *Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 267 p.

- Mesquita, D. O. e Colli, G. R. 2003a. The ecology of *Cnemidophorus ocellifer* (Squamata, Teiidae) in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology*, **37**: 498-509.
- Mesquita, D. O. e Colli, G. R. 2003b. Geographical variation in the ecology of populations of some Brazilian species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae). *Copeia*, **2003**: 285-298.
- Morton, S. R. 1993. Determinants of diversity in animal communities of arid Australia. In: *Species Diversity in Ecological Communities, Historical and Geographical Perspectives*, R. E. Ricklefs and D. Schluter (eds.). The University of Chicago Press, Chicago. p.159-169
- Morton, S. R. e James, C. D. 1988. The diversity and abundance of lizards in arid Australia: a new hypothesis. *The American Naturalist*, **132**: 237-256.
- Oliveira, P. S. e Marquis, R. J. 2002. *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York, NY. p.
- Pianka, E. R. 1969. Habitat specificity, speciation, and species density in Australian desert lizards. *Ecology*, **50**: 498-502.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **4**: 53-74.
- Pianka, E. R. 1986. *Ecology and Natural History of Desert Lizards: Analyses of the Ecological Niche and Community Structure*. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey. 208 p.
- Pianka, E. R. 1989. Desert lizard diversity: additional comments and some data. *The American Naturalist*, **134**: 344-364.
- Pianka, E. R. e Vitt, L. J. 2003. *Lizards: windows to the evolution of diversity*. University of California Press, Berkeley. 346 p.

- Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D. e Bandeira, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecol*, **27**: 132-136.
- Prestwich, G. D. 1984. Defense-Mechanisms of Termites. *Annual Review of Entomology*, **29**: 201-232.
- Redford, K. H. 1984. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica*, **18**: 125-135.
- Schluter, D. e Ricklefs, R. E. 1993. Convergence and the regional component of species diversity. In: *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives*, R. E. Ricklefs and D. Schluter (eds.). The University of Chicago Press, Chicago. p.230-240
- Steege, H. T., Pitman, N., Sabatier, D., Castellanos, H., Van Der Hout, P., Daly, D. C., Silveira, M., Phillips, O., Vasquez, R., Van Andel, T., Duivenvoorden, J., Oliveira, A. A., Ek, R., Lilwah, R., Thomas, R., Van Essen, J., Baider, C., Maas, P., Mori, S., Terborgh, J., Vargas, P. N., Mogollón, H. e Morawetz, W. 2003. A spatial model of tree  $\alpha$ -diversity and -density for the Amazon. *Biodiversity and Conservation*, **12**: 2255 - 2277.
- Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology*, **67**: 1167-1179.
- Ter Braak, C. J. F. e Smilauer, P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). pp. 500). Ithaca, NY, USA,
- Vitt, L. J. 1991a. Ecology and life history of the scansorial arboreal lizard *Plica plica* (Iguanidae) in Amazonian Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, **69**: 504-511.

- Vitt, L. J. 1991b. Ecology and life history of the wide-foraging lizard *Kentropyx calcarata* (Teiidae) in Amazonian Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, **69**: 2791-2799.
- Vitt, L. J. 1993. Ecology of isolated open-formation *Tropidurus* (Reptilia: Tropiduridae) in Amazonian lowland rain forest. *Canadian Journal of Zoology*, **71**: 2370-2390.
- Vitt, L. J., Avila-Pires, T. C. S., Esposito, M. C., Sartorius, S. S. e Zani, P. A. 2003a. Sharing Amazon Rainforest Trees: Ecology of *Anolis punctatus* and *A. transversalis* (Squamata: Polychrotidae). *Journal of Herpetology*, **37**: 276-285.
- Vitt, L. J., Avilla-Pires, T. C. d., Zani, P. A., Sartorius, S. S. e Espósito, M. C. 2003b. Life above ground: ecology of *Anolis fuscoauratus* in the Amazon rain forest, and comparisons with its nearest relatives. *Canadian Journal of Zoology*, **81**: 142-156.
- Vitt, L. J. e Blackburn, D. G. 1991. Ecology and life history of the viviparous lizard *Mabuya bistriata* (Scincidae) in the Brazilian Amazon. *Copeia*, **1991**: 916-927.
- Vitt, L. J. e Colli, G. R. 1994. Geographical ecology of a neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, **72**: 1986-2008.
- Vitt, L. J., Pianka, E. R., Cooper, W. E. e Schwenk, K. 2003c. History and the global ecology of squamate reptiles. *American Naturalist*, **162**: 44-60.
- Vitt, L. J., Sartorius, S. S., Ávila-Pires, T. C. e Espósito, M. C. 2001a. Life at the river's edge: ecology of *Kentropyx altamazonica* in brazilian Amazonia. *Canadian Journal of Zoology*, **79**: 1855-1865.
- Vitt, L. J., Sartorius, S. S., Ávila-Pires, T. C. S., Espósito, M. C. e Miles, D. B. 2000a. Niche segregation among sympatric Amazonian teiid lizards. *Oecologia*, **122**: 410-420.

- Vitt, L. J., Sartorius, S. S., Avilla-Pires, T. C. d. e Espósito, M. C. 2001b. Use of time, space, and food by the gymnophthalmid lizard *Prionodactylus eigenmanni* from the western Amazon of Brazil. *Canadian Journal of Zoology*, **76**: 1681-1688.
- Vitt, L. J., Souza, R. A., Sartorius, S. S., Avilla-Pires, T. C. d. e Espósito, M. C. 2000b. Comparative ecology of sympatric *Gonatodes* (Squamata: Gekkonidae) in western Amazon of Brazil. *Copeia*, **2000**: 83-95.
- Vitt, L. J. e Zani, P. A. 1996. Ecology of the elusive tropical lizard *Tropidurus* [= *Uracentron*] *flaviceps* (Tropiduridae) in lowland rain forest of Ecuador. *Herpetologica*, **52**: 121-132.
- Vitt, L. J. e Zani, P. A. 1997. Ecology of the nocturnal lizard *Thecadactylus rapicauda* (Sauria: Gekkonidae) in the Amazon region. *Herpetologica*, **53**: 165-179.
- Vitt, L. J., Zani, P. A. e Avila-Pires, T. C. S. 1997. Ecology of the arboreal tropidurid lizard *Tropidurus* (= *Plica*) *umbra* in the Amazon region. *Canadian Journal of Zoology*, **75**: 1876-1882.
- Vitt, L. J., Zani, P. A., Avila-Pires, T. C. S. e Esposito, M. C. 1998. Geographical ecology of the gymnophthalmid lizard *Neusticurus ecleopus* in the Amazon rainforest. *Canadian Journal of Zoology*, **76**: 1671-1680.
- Vitt, L. J., Zani, P. A., Caldwell, J. P. e Carrillo, E. O. 1995. Ecology of the lizard *Kentropyx pelviceps* (Sauria: Teiidae) in lowland rain forest of Ecuador. *Canadian Journal of Zoology*, **73**: 691-703.
- Watson, J. A. L., Barret, R. A. e Lendon, C. 1978. Termites. In: *Physical and Biological Features of Kunoth Paddock in Central Australia*, W. A. Low (ed.), CSIRO Aust., Division of Land Resources Management, Tech. Pap. 4, Melbourne. p.101-108

- Westoby, M. 1993. Biodiversity in Australia compared with other continents. In: *Species Diversity in Ecological Communities, Historical and Geographical Perspectives*, R. E. Ricklefs and D. Schluter (eds.). The University of Chicago Press, Chicago. p.170-177
- Williamson, M. M. 1990. Relationship of species number to area, distance and other variables. In: *Analytical Biogeography: an Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions*, A. A. Myers and P. S. Giller (eds.). Chapman and Hall, London. p.91-115
- Wood, T. G. e Sands, W. A. 1978. The role of termites in ecosystems. In: *Production Ecology of Ants and Termites*, M. V. Brian (ed.), Cambridge University Press, Cambridge. p.245-292

Tabela 1- Composição de espécies de 11 assembléias de cupins em localidades de Cerrado. 1) Guajará-Mirim; 2) Pimenta Bueno; 3) Vilhena; 4) Novo Progresso; 5) Chapada dos Guimarães; 6) Dianópolis; 7) Paranã; 8) São Domingos; 9) Alvorada do Norte; 10) Brasília; 11) Paracatu.

Espécies de Cupim	Localidades										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Kalotermitidae</b>											
<i>Glyptotermes</i> sp.	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-
<i>Incisitermes</i> sp.	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Neotermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neotermes zanzibaricus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Rugitermes</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Rhinotermitidae</b>											
<i>Coptotermes testaceus</i>	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dolichorhinotermes longilabius</i> *	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Heterotermes longiceps</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X
<i>Heterotermes sulcatus</i>	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
<i>Heterotermes tenuis</i>	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
<i>Rhinotermes marginalis</i> *	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
<b>Serritermitidae</b>											
<i>Serritermes serrifer</i>	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X
<b>Termitidae: Apicotermitinae</b>											
<i>Anoplotermes</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aparatermes</i> spp.	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Grigiotermes bequaerti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Grigiotermes metoecus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Grigiotermes</i> spp.	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-
<i>Ruptitermes reconditus</i>	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X
<i>Ruptitermes</i> sp.	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
<i>Tetimatermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<b>Termitidae: Nasutitermitinae</b>											
<i>Agnathotermes glaber</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Angularitermes clypeatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Angularitermes orestes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Angularitermes tiguassu</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Armitermes cerradoensis</i>	-	-	-	X	-	X	X	-	X	X	-
<i>Armitermes euamignathus</i>	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
<i>Armitermes holmgreni</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Armitermes lanei</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Armitermes manni</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Armitermes peruanus</i>	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Armitermes projectidens</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Armitermes</i> sp.	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-
<i>Armitermes teevani</i> *	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Atlantitermes osborni</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Atlantitermes raripilus</i>	-	X	X	X	-	X	-	-	X	X	X
<i>Atlantitermes snyderi</i>	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-

<i>Atlantitermes</i> sp.	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Atlantitermes stercophilus</i>	X	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Coatitermes kartaboensis</i>	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Coatitermes</i> sp.	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Constrictotermes cavifrons</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Constrictotermes cyphergaster</i>	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Convexitermes manni</i>	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	-
<i>Convexitermes nigricornis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornitermes bequaerti</i>	-	X	X	-	X	X	-	-	-	X	X
<i>Cornitermes cumulans</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Cornitermes silvestrii</i>	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-
<i>Cornitermes snyderi</i>	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Cornitermes</i> sp.	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Cornitermes villosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cornitermes weberi</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cortaritermes silvestrii</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Cortaritermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Curvitermes minor</i>	X	-	X	-	X	X	-	-	X	X	X
<i>Curvitermes odontognathus</i>	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	-
<i>Cyranotermes timuassu</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Cyrilliotermes cashassa</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyrilliotermes cupim</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Cyrilliotermes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cyrilliotermes strictinasus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Diversitermes aporeticus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Diversitermes diversimiles</i>	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X
<i>Embiraetermes festivellus</i>	-	-	X	X	X	-	X	-	X	X	X
<i>Embiraetermes heterotypus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Embiraetermes neotenicus</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Embiraetermes parvirostris</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Embiraetermes silvestrii</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
<i>Ereymatermes rotundiceps</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Labiatermes brevilabius</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	X	X
<i>Labiatermes labralis*</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Labiatermes leptothrix</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-
<i>Labiatermes longilabius</i>	-	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-
<i>Labiatermes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Nasutitermes banksi</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes bivalens</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Nasutitermes bolivari</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes corniger*</i>	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	X	X	X	X	-	X	X	-	X	X	X
<i>Nasutitermes ephratae</i>	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-
<i>Nasutitermes gaigei</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes guayanae*</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes kemneri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nasutitermes macrocephalus</i>	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-



<i>Nasutitermes major</i>	-	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes octopilis</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes peruanus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes similis</i>	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nasutitermes surinamensis</i> *	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes unduliceps</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Nasutitermes wheeleri</i>	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Noirotitermes noiroti</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Paracornitermes emersoni</i>	-	X	-	-	X	X	X	X	-	X	-
<i>Paracornitermes laticephalus</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X
<i>Paracornitermes orthocephalus</i>	-	-	X	-	X	-	X	X	X	-	-
<i>Parvitermes bacchanalis</i>	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Procornitermes araujo</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	X
<i>Procornitermes triacifer</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
<i>Rhynchotermes diphyes</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Rhynchotermes nasutissimus</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X
<i>Rhynchotermes nyctobius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Rhynchotermes</i> sp.	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Rotunditermes bragantinus</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Subulitermes microsoma</i>	-	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X
<i>Subulitermes</i> spp.	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	X
<i>Syntermes aculeosus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syntermes barbatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Syntermes grandis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Syntermes insidians</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Syntermes molestus</i>	-	X	X	-	-	-	-	X	-	X	X
<i>Syntermes nanus</i>	-	-	X	-	X	X	-	X	-	X	-
<i>Syntermes praececellens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Syntermes spinosus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syntermes wheeleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Triangularitermes triangulariceps</i> *	X	X	X	X	-	-	-	-	X	X	-
<i>Velocitermes glabrinotus</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Velocitermes heteropterus</i>	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Velocitermes paucipilis</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Velocitermes</i> sp. A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Velocitermes</i> sp. B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Velocitermes</i> spp.	-	-	X	X	X	-	X	X	X	X	-
<b>Termitidae: Termitinae</b>											
<i>Amitermes nordestinus</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	-
<i>Amitermes</i> sp.	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Cavitermes parmae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Cavitermes parvicavus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crepititermes verruculosus</i>	-	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X
<i>Cylindrotermes brevipilosus</i>	-	-	X	-	X	X	-	-	-	X	X
<i>Cylindrotermes flangiatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrotermes nordenskiöldi</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-

<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrotermes</i> sp.	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	-
<i>Dentispicoterme globicephalus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Dentispicoterme</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Dihoplotermes inusitatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Dihoplotermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Genuotermes spinifer</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-
<i>Inquilinitermes fur</i>	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X
<i>Inquilinitermes microcerus</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X
<i>Microcerotermes exiguus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Microcerotermes indisdictus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcerotermes</i> sp.	X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-
<i>Microcerotermes strunckii</i>	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	X
<i>Neocapritermes araguaia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Neocapritermes bodkini</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes braziliensis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes</i> cf. <i>talpa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Neocapritermes opacus</i>	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Neocapritermes parvus</i>	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes pulmilis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Neocapritermes talpoides</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes taracua*</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orthognathotermes aduncus</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X
<i>Orthognathotermes gibberorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Planicapritermes planiceps*</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spinitermes allognathus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	X
<i>Spinitermes robustus</i>	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
<i>Spinitermes</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Spinitermes trispinosus</i>	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Termes ayri</i>	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-
<i>Termes bolivianus</i>	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Termes</i> cf. <i>hispaniolae</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Termes medioculatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza total de espécies	27	59	62	27	64	44	37	30	39	76	55
Riqueza de espécies de Cerrado	22	52	54	23	64	41	37	30	38	75	55

\*Espécies típicas de ambientes florestais.

Tabela 2 - Composição de espécies de 11 assembléias de lagartos em localidades de Cerrado. 1) Guajará-Mirim; 2) Pimenta Bueno; 3) Vilhena; 4) Novo Progresso; 5) Chapada dos Guimarães; 6) Dianópolis; 7) Paranã; 8) São Domingos; 9) Alvorada do Norte; 10) Brasília; 11) Paracatu.

Espécies de Lagartos	Localidades										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Anguidae</b>											
<i>Ophiodes striatus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
<b>Geckonidae</b>											
<i>Briba brasiliana</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
<i>Gonatodes humeralis</i> *	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
<i>Lygodactylus klugei</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-
<b>Gymnophthalmidae</b>											
<i>Bachia bresslaui</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Bachia cacerensis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bachia dorbigny</i> *	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cercosaura ocellata</i>	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Colobosaura modesta</i>	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X
Gymnophthalmidae sp.*	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iphisa elegans</i> *	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micrablepharus atticolus</i>	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Micrablepharus. maximiliani</i>	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	-
<i>Pantodactylus albostrigatus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Pantodactylus schreibersii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Prionodactylus eigenmanni</i> *	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<b>Hoplocercidae</b>											
<i>Hoplocercus spinosus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
<b>Leiosauridae</b>											
<i>Enyalius sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<b>Polychrotidae</b>											
<i>Anolis meridionalis</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Anolis nitens</i>	-	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-
<i>Anolis ortonii</i> *	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Anolis sp.*</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Iguana iguana</i>	-	-	-	X	X	-	X	X	X	-	-
<i>Polychrus acutirostris</i>	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X	X
<b>Scincidae</b>											
<i>Mabuya dorsivittata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Mabuya frenata</i>	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Mabuya guaporicola</i>	-	-	-	X	-	X	X	-	X	X	X
<i>Mabuya heathi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Mabuya nigropunctata</i>	-	X	X	-	X	-	X	X	-	X	X
<i>Mabuya sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-

**Teiidae**

<i>Ameiva ameiva</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cnemidophorus cf ocellifer</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	X	X	X
<i>Cnemidophorus mumbuca</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Cnemidophorus parecis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kentropyx altamazonica*</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kentropyx calcarata*</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Kentropyx paulensis</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Kentropyx vanzoi</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tupinambis merianae</i>	-	X	X	-	X	-	X	X	X	X	X
<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Tupinambis rufescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Tupinambis teguixin*</i>	-	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-
<b>Tropiduridae</b>											
<i>Stenocercus caducus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Stenocercus sp.</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus cf oreadicus</i>	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-
<i>Tropidurus guarani</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus insulanus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus itambere</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Tropidurus sp.</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus torquatus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Riqueza total de espécies	5	11	16	8	25	8	13	16	9	22	17
Riqueza de espécies de Cerrado	3	6	12	7	22	8	12	16	9	22	17

\*Espécies típicas de ambientes florestais.

Tabela 3 - Importância de cupins na dieta de lagartos em áreas de Cerrado. N% = proporção numérica, V% = proporção volumétrica, F% = proporção de estômagos contendo cupins. Número de estômagos analisados para cada espécie aparece entre parênteses.

Localidade/Espécie	N%	V%	F%	Índice de importância
Alvorada do Norte				
<i>Ameiva ameiva</i> (15)	70.68	1.86	20.00	30.84
<i>Cnemidophorus</i> sp (55)	79.16	57.37	89.09	75.21
<i>Colobosaura modesta</i> (7)	10.00	1.12	14.29	6.60
<i>Mabuya heathi</i> (5)	33.33	21.86	20.00	25.06
<i>Micrablepharus maximiliani</i> (18)	10.00	7.87	5.56	7.81
<i>Tropidurus oreadicus</i> (43)	6.71	0.56	6.98	4.75
Novo Progresso				
<i>Ameiva ameiva</i> (50)	26.80	0.91	12.00	13.24
<i>Tropidurus insulanus</i> (61)	28.96	14.06	21.31	21.44
Guajará-Mirim				
<i>Ameiva ameiva</i> (86)	45.92	17.06	36.05	33.01
<i>Tropidurus</i> sp (122)	19.16	4.36	15.57	13.03
Paracatu				
<i>Ameiva ameiva</i> (43)	14.13	3.76	2.33	6.74
<i>Anolis meridionalis</i> (43)	0.76	4.72	2.44	2.64
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (18)	76.04	18.08	33.33	42.49
<i>Mabuya frenata</i> (19)	3.45	0.35	5.26	3.02
<i>Tropidurus itambere</i> (132)	8.93	1.68	6.06	5.56
Paranã				
<i>Ameiva ameiva</i> (23)	76.34	3.39	47.83	42.52
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (105)	88.08	57.44	70.87	72.13
<i>Gymnodactylus geckoides</i> (71)	79.42	50.18	54.93	61.51
<i>Mabuya guaporicola</i> (6)	53.57	16.62	50.00	40.06
<i>Mabuya nigropunctata</i> (7)	55.00	9.87	14.29	26.39
<i>Phyllopezus pollicaris</i> (18)	53.62	13.42	22.22	29.76
<i>Tropidurus torquatus</i> (1)	81.01	58.74	100.00	79.92
<i>Tropidurus oreadicus</i> (45)	39.98	17.33	24.44	27.25
Pimenta Bueno				
<i>Ameiva ameiva</i> (115)	48.48	4.25	0.00	21.58
<i>Kentropyx altamazonica</i> (32)	16.67	2.18	25.00	14.61
São Domingos				
<i>Coleodactylus meridionalis</i> (13)	25.00	6.02	15.38	15.47
<i>Gymnodactylus geckoides</i> (56)	63.90	37.01	24.53	41.81
<i>Mabuya</i> sp (30)	88.61	29.15	34.48	50.75
<i>Phyllopezus pollicaris</i> (18)	21.43	14.37	5.88	13.89
<i>Tropidurus torquatus</i> (4)	16.67	33.53	25.00	25.07
<i>Tropidurus oreadicus</i> (11)	46.84	12.24	18.18	25.75
Vilhena				
<i>Ameiva ameiva</i> (97)	35.63	6.45	19.59	20.55
<i>Cnemidophorus parecis</i> (101)	83.48	46.65	76.53	68.89
<i>Micrablepharus atticulus</i> (40)	3.92	0.79	2.50	2.40

Tabela 4 - Valor médio de ocorrência dos gêneros de cupins nos transectos. Número de transectos realizados em cada área aparece entre parênteses. Alv: Alvorada do Norte, Nov: Novo Progresso, Gua: Guajará-Mirim, Par: Paranã, Prc: Paracatu, Pim: Pimenta Bueno, Sdo: São Domingos, Vil: Vilhena, total: média da ocorrência em todas as localidades.

Gêneros de cupins	Localidades								Total
	Alv (3)	Nov (6)	Gua (9)	Par (3)	Prc (18)	Pim (9)	Sdo (3)	Vil (9)	
<b>Kalotermitidae</b>									
<i>Glyptotermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22
<i>Neotermes</i>	-	-	-	-	-	0.08	-	-	0.08
<b>Rhinotermitidae</b>									
<i>Coptotermes</i>	0.67	-	-	-	0.17	-	-	0.11	0.32
<i>Dolichorhinotermes</i>	-	0.17	-	-	-	-	-	0.56	0.37
<i>Heterotermes</i>	3.00	5.83	0.22	0.67	0.89	0.33	0.33	0.67	1.49
<b>Serritermitidae</b>									
<i>Serritermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22
<b>Termitidae</b>									
<i>Agnathotermes</i>	-	-	0.22	-	-	-	-	-	0.22
<i>Angularitermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Anoplotermes</i>	-	-	-	-	1.28	1.17	-	0.44	0.96
<i>Aparatermes</i>	-	-	-	-	0.67	0.17	-	-	0.42
<i>Armitermes</i>	0.33	5.67	2.78	1.67	4.39	1.25	-	2.11	2.60
<i>Atlantitermes</i>	-	0.83	0.11	-	0.44	0.08	-	0.22	0.34
<i>Coatitermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.44	0.44
<i>Constrictotermes</i>	-	-	-	2.00	0.22	-	-	-	1.11
<i>Cornitermes</i>	1.33	-	-	4.33	0.33	0.17	-	0.44	1.32
<i>Cortaritermes</i>	-	-	-	-	0.50	-	-	-	0.50
<i>Crepititermes</i>	0.33	-	-	-	-	0.08	-	1.11	0.51
<i>Curvitermes</i>	-	-	0.11	-	0.33	0.17	-	0.11	0.18
<i>Cylindrotermes</i>	0.67	-	-	0.67	0.39	-	1.33	0.22	0.66
<i>Cyranotermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Cyrilliotermes</i>	-	-	-	-	0.11	-	-	-	0.11
<i>Dentiscicotermes</i>	-	-	-	-	0.11	-	-	-	0.11
<i>Dihoplotermes</i>	-	-	-	-	0.17	-	-	-	0.17
<i>Diversitermes</i>	-	-	-	-	2.17	0.33	1.00	-	1.17
<i>Embiratermes</i>	0.67	-	-	-	0.78	-	-	0.22	0.56
<i>Grigiotermes</i>	-	-	-	0.67	0.44	0.75	-	-	0.62
<i>Inquilinitermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Labiatermes</i>	-	-	-	2.00	0.83	0.17	-	-	1.00
<i>Microcerotermes</i>	0.67	-	0.22	1.67	0.17	0.33	1.67	0.33	0.72
<i>Nasutitermes</i>	18.33	11.17	5.56	10.33	1.67	13.17	21.33	4.56	10.77
<i>Neocapritermes</i>	-	0.83	-	0.67	0.22	0.75	0.33	-	0.56
<i>Orthognathotermes</i>	-	-	-	-	0.33	-	-	-	0.33
<i>Paraconvexitermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22
<i>Parvitermes</i>	-	-	-	-	0.33	0.08	0.67	-	0.36
<i>Planicapritermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22

<i>Procornitermes</i>	-	-	-	-	0.67	-	-	-	0.67
<i>Rhynchotermes</i>	0.33	-	-	1.67	0.50	-	1.33	-	0.96
<i>Ruptitermes</i>	0.33	-	-	-	0.06	-	0.33	-	0.24
<i>Spinitermes</i>	-	-	-	0.67	1.83	-	0.33	0.56	0.85
<i>Subulitermes</i>	1.33	-	-	1.00	0.33	-	0.33	0.44	0.69
<i>Syntermes</i>	-	-	-	0.33	0.06	0.08	0.33	0.11	0.18
<i>Termes</i>	5.67	3.50	0.44	0.33	0.89	-	1.00	0.33	1.74
<i>Tetimatermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Velocitermes</i>	0.67	1.00	-	11.33	1.89	0.25	4.33	0.67	2.88

Tabela 5 - Resultados das análises de correspondência canônica (CCA) entre as médias das abundâncias dos cupins nos transectos (variável independente) e o índice de importância dos gêneros de cupins na dieta dos lagartos (variável dependente). *F* e *P* são parâmetros do teste de Monte Carlo realizado com 9.999 permutações e indicam a significância da associação entre os dois conjuntos de dados.

<b>Área</b>	<b><i>F</i></b>	<b><i>P</i></b>
Todas localidades	<0.0001	1.00
Alvorada do Norte	0.37	0.37
Novo Progresso	0.64	0.52
Guajará-Mirim	8.61	0.08
Paracatu	0.82	0.47
Paranã	2.35	0.02*
Pimenta Bueno	0.15	0.69
São Domingos	0.63	0.60
Vilhena	0.74	0.49



Tabela 6 - Resultados da análise com o programa EcoSim, utilizando o módulo “Niche Overlap”, com os dados de dieta (índice de importância de cada gênero de cupim). Foram utilizadas 9.999 permutações da matriz original. p: probabilidade do valor médio de sobreposição de nicho da matriz original ser menor ou igual ao valor esperado pela distribuição das médias de sobreposição de nicho.

<b>Localidade</b>	<b># espécies de lagartos*</b>	<b>Média observada</b>	<b>Média das simulações</b>	<b>p</b>
Alvorada do Norte	6	0.400	0.125	0.978
Cachimbo	2	0.311	0.408	0.470
Guajará-Mirim	2	0.754	0.374	0.752
Paracatu	5	0.274	0.233	0.688
Paranã	8	0.328	0.228	0.959
Pimenta Bueno	2	0.025	0.297	0.401
São Domingos	6	0.414	0.262	0.931
Vilhena	3	0.237	0.318	0.271

\* Espécies de lagarto que possuíam cupins na dieta.

Tabela 7 – Importância de cupins na dieta de diversas espécies de lagartos no Cerrado e Amazônia.

Família/Espécie	Importância de cupins		Fonte
	Amazônia	Cerrado	
<b>Teiidae</b>			
<i>Ameiva ameiva</i>	1.00* <sup>2</sup>	26.70* <sup>1</sup>	(Vitt e Colli, 1994), Esse estudo.
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	-	58.31* <sup>1</sup>	Esse estudo, (Mesquita e Colli, 2003a).
<i>Kentropyx altamazonica</i>	0.16 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2001a)
<i>Kentropyx calcarata</i>	1.52 <sup>2</sup>	-	(Vitt, 1991b)
<i>Kentropyx pelviceps</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 1995)
<b>Polychrotidae</b>			
<i>Anolis fuscoauratus</i>	5.9 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2003b)
<i>Anolis meridionalis</i>	-	2.64 <sup>1</sup>	Esse estudo
<i>Anolis punctatus</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2003a)
<i>Anolis transversalis</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2003a)
<b>Scincidae</b>			
<i>Mabuya guaporicola</i>		40.06 <sup>1</sup>	Esse estudo
<i>Mabuya nigropunctata</i>	2.58* <sup>2</sup>	26.39 <sup>1</sup>	(Vitt e Blackburn, 1991), esse estudo
<i>Mabuya</i> sp		50.75 <sup>1</sup>	Esse estudo
<b>Gymnophthalmidae</b>			
<i>Colobosaura modesta</i>	-	6.60 <sup>1</sup>	Esse estudo
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	-	7.81 <sup>1</sup>	Esse estudo
<i>Neusticurus ecleopus</i>	9.42* <sup>2</sup>		(Vitt <i>et al.</i> , 1998)
<i>Prionodactylus eigenmanni</i>	0.125* <sup>2</sup>	-	
<b>Geckonidae</b>			
<i>Gonatodes hasemani</i>	6.06 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2000b)
<i>Gonatodes humeralis</i>	5.29 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2000b)
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	-	54.46* <sup>1</sup>	(Colli <i>et al.</i> , 2003), Esse estudo
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	-	21.82* <sup>1</sup>	Esse estudo
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	0.05 <sup>2</sup>	-	(Vitt e Zani, 1997)
<b>Tropiduridae</b>			
<i>Tropidurus flaviceps</i>	0.00	-	(Vitt e Zani, 1996)
<i>Tropidurus itambere</i>	-	5.56 <sup>1</sup>	Esse estudo
<i>Tropidurus oreadicus</i>	-	26.5* <sup>1</sup>	Esse estudo
<i>Tropidurus plica</i>	0.00	-	(Vitt, 1991a)
<i>Tropidurus spinulosus</i>	-	2.97 <sup>1</sup>	(Colli <i>et al.</i> , 1992)
<i>Tropidurus umbra</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 1997)

\*Media entre duas ou mais populações.

<sup>1</sup>Índice de importância.<sup>2</sup>Proporção volumétrica.

### Legenda das Figuras

Figura 1: Resumo esquemático da hipótese de Morton (1988) para a diversidade de lagartos da Austrália. Modificado de Morton (1988).

Figura 2: Mapa da América do Sul mostrando as localidades de estudo. Os limites aproximados do Cerrado correspondem à área cinza do mapa.

Figura 3: Regressão entre a riqueza de lagartos e cupins das localidades ( $y = -0,4 + 0,28x$ ;  $F = 10,53$ ,  $p = 0,01$ ,  $r^2 = 0,54$ )

Figura 4: Gráfico da análise de correlação canônica (CCA) realizada com todas as localidades. O gênero mais importante na dieta dos lagartos em cada localidade pode ser visto na figura. A posição de cada localidade indica a força da associação com os gêneros de cupins. Ocorrências perto do centro do gráfico (0, 0) indicam baixa associação com algum gênero de cupim, ou uma associação positiva com uma combinação específica de gêneros de cupim. Por outro lado, ocorrências periféricas indicam altas associações com algum gênero de cupim ou uma associação ocasional, particularmente para aquelas espécies com baixa ocorrência (Ter Braak e Smilauer, 2002).

Figura 5: Gráfico da análise de correlação canônica (CCA) para a área Paranã. Os gêneros mais abundantes de cupins foram *Velocitermes*, consumidos principalmente por *Phyllopezus pollicaris*; *Nasutitermes*, consumido principalmente por *Ameiva ameiva* e *Cornitermes*, consumido principalmente por *Gymnodactylus geckoides* e *Cnemidophorus ocellifer*.

Figura 6: Relação espécie área para lagartos da Austrália e América do Sul. Número de espécies indicam diversidade local (cerca de 10km<sup>2</sup>), diversidade regional (ecossistema) e diversidade total (continente). Diversidades local e regional são do Cerrado, na América do

Sul e das regiões áridas da Austrália. Dados retirados de (Colli *et al.*, 2002; Duellman, 1979; Morton, 1993; Westoby, 1993).

Fig1

Fig2

Fig 3

Fig 4



Fig 5

Fig 6

## Anexo I

Manuscrito submetido à revista Austral Ecology

## **Lizards and Termites Revisited**

Guarino R. Colli<sup>1</sup>, Reginaldo Constantino<sup>2</sup>, and Gabriel C. Costa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Corresponding author: Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, 70910-900 Brasília, DF BRASIL, e-mail: gcolli@unb.br. Fone/Fax 55-61-307-2265 r 21.

<sup>2</sup>Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, 70910-900 Brasília, DF BRASIL, e-mail: constant@unb.br

<sup>3</sup>Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, 70919-970 Brasília, DF BRASIL, e-mail: costagc@unb.br

**Running title:** Lizards and Termites Revisited

**Abstract and Key words**

We evaluate the hypothesis, originally proposed for arid Australia, that abundant and diverse termite assemblages can promote lizard radiation, based on a reappraisal of published data and on new data from the Cerrado biome in central Brazil. We found a positive correlation between termite and lizard richness in the Cerrado area. However, termite abundance and diversity cannot actively drive lizard speciation, but can be important in maintaining lizard diversity. The Cerrado shares with arid Australia a rich and abundant termite fauna, but local Cerrado lizard assemblages are relatively impoverished. We suggest that differences in lizard diversity between Cerrado and arid Australia may be explained by a combination of variations in area and latitude controlling speciation rates and present-day ecological factors moderating extinction rates.

**Key words:** diversity, lizard, termite, Cerrado, Brazil.

## Introduction

Arid landscapes of Australian continent bear one of the richest lizard faunas of the world. In an attempt to explain this diversity, Morton and James (1988) argued that lizard diversity is the outcome of three factors: 1) uncertain primary productivity, which favors ectothermic (lizards) over endothermic (birds and mammals) consumers; 2) high termite abundance and diversity, which provides food for a variety of lizards, including nocturnal species; 3) presence of shrubs and sparse trees, which provides niches for arboreal and litter-dwelling species.

This hypothesis was evaluated by Pianka (1989), who agreed that factors 1 and 3 above could have fostered lizard diversity, but found little evidence for factor 2 by comparing the lizard and termite faunas of arid Australia and the Kalahari. Pianka pointed out that lizards depend more heavily on termites in the Kalahari than in arid Australia, even though the lizard fauna is less diverse in the Kalahari. Aside from what can be inferred from lizard stomach contents, no data were presented on termite abundance or diversity in the Kalahari. A key question underlying this discussion is whether diversity is more affected by contemporary or by historical factors? (Cornell & Lawton, 1992; Lawes & Eeley, 2000; Chase, 2003).

Several studies have shown that local diversity is constrained by regional diversity suggesting a more prominent role of evolutionary history in determining community structure and species richness (Schluter & Ricklefs, 1993; Westoby, 1993; Caley & Schluter, 1997). Likewise, Losos (1994) argued that differences in lizard diversity between Australia and North America may be unrelated to proximate environmental factors, but determined by intrinsic properties of the lineages present on the two continents. James and

Shine (2000) found that the great diversity of *Ctenotus* in Australia arid-zone compared with the mesic-habitats reflects the fact that the arid-zone has a more larger area.

Although the Cerrado is not a desert, it does share some characteristics with arid Australia: a savanna-like vegetation; poor, acidic and aluminum-rich soils; the frequent action of fire; and termites being a diverse and prominent group. In Cerrado the termitaria of some species, such as the mound building termite *Cornitermes cumulans*, can reach impressive densities and it has been suggested they may act as keystone species (Redford, 1984). Morton and James (1988) postulated that high termite diversity might allow lizards to specialize on different termite species with different habits, allowing resource partitioning and promoting lizard radiation. We test this hypothesis based on lizard and termite assemblages from the Brazilian Cerrado.

## **Methods**

### *Study area*

The Cerrado biome has a savanna-like vegetation, which originally covered 12% of South America. The vegetation varies from extensive grasslands with few trees to grasslands with dense stands of stunted trees, forming a nearly closed canopy in some areas. Several different kinds of Cerrado are recognized along a gradient of increasing density of trees and shrubs: campo limpo, campo sujo, campo de murundus, campo cerrado, cerrado *stricto sensu*, and cerradão. Precipitation is usually 1,000-2,000 mm per year and is highly predictable, with a well-defined dry season with little or no rain. Annual temperatures average 20-22°C. Soils are usually acidic, poor in nutrients and rich in aluminum. Sporadic fires are common during the dry season. For a recent review of the Cerrado biome see Oliveira and Marquis (2002).

### *Study sites*

We surveyed termites and lizards in the following Cerrado localities Guajará-Mirim (10° 48' S, 65° 22' W), Pimenta Bueno (11° 39' S, 61° 12' W), Vilhena (12° 43' S, 60° 07' W), Novo Progresso (9° 21' S, 54° 54' W), Chapada dos Guimarães (15° 25' S, 55° 45' W), Dianópolis (11° 50' S, 46° 50' W), Paranã (12° 38' S, 47° 47' W), São Domingos (13° 24' S, 46° 19' W), Alvorada do Norte (14° 48' S, 46° 49' W), Brasília (15° 46' S, 47° 55' W), and Paracatu (17° 13' S, 46° 52' W) (Figure 1).

In Alvorada do Norte, Paranã and São Domingos we collected during two field trips of 10 days in each locality, in August/2003 and in March/2004. In Paracatu we surveyed in six areas during October and November/2001. In Novo Progresso we collected during two expeditions, one in August/2002 and other in September/2003, in Vilhena we collected in three areas during August and September/1999, in Pimenta Bueno we collected in four areas during July and August/2000 and in Guajará-Mirim we collected during December/2000 and January/2001. Data on Chapada dos Guimarães were taken from literature (Alho, 2000). In Brasília lizards and termites were sampled during several years of study by the authors. Termite and lizard surveys were made during the same expeditions in all other areas.

Alvorada do Norte, Brasília, Chapada dos Guimarães, Paracatu, Paranã, Dianópolis, and São Domingos are all located in the core region of Cerrado. The other localities: (Vilhena, Novo Progresso, Guajará-Mirim, and Pimenta Bueno) are peripheral isolates of Cerrado in south and southwestern Amazon (Figure 1). These areas have some different physical characteristics, however have a great fauna and flora similarity with areas from the Cerrado core region. The map in figure 1 was prepared with the Generic Mapping Tool (GMT) (Wessel & Smith 1998).



### *Collecting methods*

In each site, lizards were collected with 25 pitfall traps arrays (except Guajará-Mirim, which was over rocky soil). Each array consisted of four buckets placed in a Y configuration (one at the center and three at the ends) and arrays were placed along a transect, 30 m apart from each other. Traps were inspected daily. Additional effort was made to collect species that do not fall into pitfall traps, by haphazard sampling.

After capture we brought lizards to a field laboratory, humanely killed them with an injection of Tiopental<sup>®</sup>, and measured, and fixed with 10% formalin. All specimens were deposited in the Herpetological Collection of the University of Brasília (CHUNB).

Termites were collected by manual inspection of the areas, looking for nests and searching several microhabitats such as wood, leaf litter, fallen logs, soil and termite tunnels. Samples were fixed in 80% ethanol and deposited in the termite collection at the Universidade de Brasília (UNB).

### *Statistical Analyses*

To determine if an association exists between lizard and termite richness, we performed an analysis of correlation. To build a predictive model of lizard diversity as a function of termite diversity, we used a linear regression analysis. All statistical analyses were made with SAS vs 8.2 for Windows.

## **Results and Discussion**

Termite diversity in 11 Cerrado localities (Table 1) excluding forest species, ranged from 22 in Guajará-Mirim to 75 in Brasília. A rough estimate of the regional richness of termites in the Cerrado biome is more than 250, including forest habitats, and more than

200 for the "cerrado" physiognomy alone (Constantino, in press). We surveyed only 11 localities and collected more than 150 species (Table 1). Therefore termite diversity in Cerrado may still be underestimated.

Lizard richness varied from 3 in Guajará-Mirim to 22 in the Brasília and Chapada dos Guimarães (Table 2). There was a positive association between termite and lizard richness ( $R = 0.734$ ,  $p = 0.01$ ;  $y = -0.4 + 0.28x$ ) (Figure 2).

Local termite diversity in the Cerrado is much higher than in arid Australia, where it ranges from three species in a riparian habitat to 20 species in a tall shrubland, averaging around 10 (Watson *et al.*, 1978; Morton, 1993). According to Morton (1993), the density of termitaria in arid Australia can reach 800/ha in some areas, an estimate comparable to those from the Cerrado where published data indicate densities of termitaria ranging from 336/ha in "campo limpo" to 776/ha in "cerradão" (Mathews, 1977; Redford, 1984; Gontijo & Domingos, 1991).

In spite of its rich termite fauna, the Cerrado supports impoverished local lizard assemblages when compared to arid Australia. This and other studies indicate that lizard richness in open vegetation in the Cerrado Biome is around 20 species and that regional diversity should be around 50 species (Colli *et al.*, 2002). In this study we collected 44 species in open Cerrado physiognomies (Table 2). This result suggests that the Cerrado lizard fauna may also be underestimated. In contrast, lizard assemblages in arid Australia can bear 50 species (Pianka, 1969; Pianka, 1986).

Among Cerrado lizards, the gecko *Gymnodactylus geckoides* contains the largest volumetric proportion of termites in the stomach, reaching 81% (Colli *et al.*, 2003c). The whiptails *Cnemidophorus* spp. also have high volumetric proportions of termites in their diet, varying from 11% to 41% (Mesquita & Colli, 2003a; Mesquita & Colli, 2003b). These

proportions are similar to, or higher than, those recorded by James (1991) for five sympatric *Ctenotus* skinks in central Australia, which varied from 2.6% in *C. cf. helenae* to 28.5% in *C. pantherinus*. However, dietary specialization on termites by *Cnemidophorus* was not paralleled by *Cnemidophorus* diversification in the Cerrado, even considering taxonomic uncertainties within this group (Colli *et al.*, 2003a; Colli *et al.*, 2003b). Most likely, the lack of an adaptive radiation of *Cnemidophorus* similar to that of *Ctenotus* and *Lerista* is unrelated to proximal environmental factors (Losos, 1994; James & Shine, 2000).

Morton and James (1988) argued that termites, a group that forages at night, have contributed to the radiation of nocturnal species by providing abundant resources. However, despite a diverse and abundant termite fauna, only three nocturnal lizard species occur in the Cerrado, the geckos *Gymnodactylus geckoides*, *Hemidactylus mabouia*, and *Phyllopezus pollicaris* (Colli *et al.*, 2002).

An important consideration is the proportion of the termite fauna available to lizards as prey, since lizards, are not capable of opening termitaria. Among termites commonly found in the Cerrado, several groups forage on the soil surface without protective tunnels. These include several species in the genera *Syntermes*, *Velocitermes*, *Ruptitermes*, *Rhynchotermes*, *Parvitermes*, and *Nasutitermes*, which usually forage at night but can occasionally be found on the surface during the day under the shade of trees or among the litter. Furthermore, alates of all termites are available to lizards during the flight periods at the beginning of the rainy season. Stomach contents show that many lizards do eat lots of alates in this season (Vitt & Colli, 1994; Mesquita & Colli, 2003b).

Morton and James (1988) suggested that rich and abundant termite faunas may allow a more fine resource partitioning among lizard species, and could have promoted the diversification of termite specialist genera. This view assumes that the dietary

specialization on portions of the termite fauna is adaptive, by allowing more lizard species to coexist, and implies that termite diversity patterns had an active role in lizard radiation. We found a positive association between termite and lizard richness in Cerrado. However, even though we did not falsify Morton and James (1988) hypothesis, our results do not imply a cause and effect relationship, since termite and lizard richness can both be associated with other variables, such as soil or vegetation heterogeneity. To further explore this issue it is necessary, for example, to study lizard diets and determine if different species tend to consume different species of termites or if most lizard species tend to consume a few abundant species of termites.

If members of a speciose lizard genus arose in allopatry, the empirically best supported mode of speciation for vertebrates (Lynch, 1989), the origin of the preference of a lizard species for a certain segment of the termite fauna could have arisen by two scenarios. First, in allopatry, as a by-product of ecological characteristics of the area inhabited by a diverging isolated population; e.g. the range of species A splits and one of the populations diverges in dietary preferences due to dissimilarities between the two areas. Second, in sympatry, to prevent excessive niche overlap between ecologically similar congeneric species; e.g. species B migrates and becomes sympatric with its congener and ecological counterpart species A and one of them or both differentiate in terms of dietary preferences. In the first scenario, dietary specialization of a lizard species is not an adaptation, but an exaptation (Gould & Vrba, 1982) for coexistence. It did not evolve in response to excessive niche overlap because it improved the lizard species ability to live with other species, but rather pre-adapted the lizard species for coexistence. Only in the second scenario can dietary specialization be regarded as adaptive for coexistence,

assuming that termites were an important limiting resource. Seemingly, that is not the case for the Cerrado, which has a diverse, and abundant termite fauna.

In both scenarios delineated above the dietary niche specialization results from the production of a new lizard species, and not vice-versa. Therefore, the abundance of termites can not have been a "major driving force" (Morton & James, 1988 p. 250) behind the radiation of termite specialist lizard genera; it cannot actively drive the speciation machine. Nevertheless, a diverse and abundant termite fauna can moderate extinction rates by allowing more species to coexist (Morton, 1993), This may explain the positive correlation between termite and lizard richness. The diverse termite fauna may permit continued persistence of diverging lineages which may eventually become sympatric, augmenting the local pool of species. We postulate, contra Morton (1993, p.168), that factors that promoted the radiation of lizards in arid Australia operate on a regional level and are distinct from those that allow high local diversities. Historical incidents, such as climatic fluctuations, and intrinsic properties of lizard lineages would operate together at the regional level (adding species), while factors such as rich and abundant termite faunas and structural habitat diversity would operate at the local level (moderating extinction). We see no reason to claim that "... the evidence places unique historical circumstance in a subordinate position to ecological forces" (Morton, 1993, p.169).

Considering that continental lizard diversities are similar between South America and Australia and that local termite diversity is much higher in South America, then why does the Cerrado support impoverished lizard assemblages relative to arid Australia? Clearly, the Cerrado is much more suited to allow the coexistence of several lizard species than arid Australia: it is structurally more diverse and more productive; it is subjected to periodic disturbances as fires; and it harbors an abundant and diverse termite and arthropod

fauna. Therefore, it seems unlikely that factors operating on a local scale are responsible for these diversity patterns. Three explanations are suggested for the reduced lizard diversity in the Cerrado relative to arid Australia.

First, there are taxonomical uncertainties in some Cerrado taxa, such as *Cnemidophorus*, *Mabuya*, and the Gymnophthalmidae. Several cryptic species may exist, but their recognition will likely affect regional diversity more than local diversity numbers in the Cerrado.

Second, it can be argued that there are intrinsic differences in speciation and extinction rates between lizard lineages present on the two continents. This was advanced by Losos (1994) to explain differences in lizard diversity between Australian and North American deserts. However, we argue that when making such comparisons one can not take a geographic subsample of the lineage, as Losos did by comparing teiids from North American deserts with skinks from Australian deserts (Losos, 1994). Comparisons must involve the entire lineages to avoid being biased by other factors such as differences in the size of the areas; e.g. North American deserts cover a much smaller area than Australian deserts, which represent about 70% of the continent, and there is a correlation between area and species number (Williamson, 1990). Nevertheless, given that more inclusive groups will tend to contain more members, the lineages being compared must be of equivalent ranks, something not always easy to ascertain. We see no need to invoke intrinsic differences between lineages to explain contrasts in lizard diversities between the Cerrado and arid Australia, given that there are no lizard lineages (families, for consistency with other works) restricted to the Cerrado and, on a continental basis, South America and Australia have roughly equivalent numbers of lizard species (Figure. 3).

Third, and the explanation we favor, arid Australia covers a much broader geographical area ( $\pm 5,600,000 \text{ km}^2$ ) than the Cerrado ( $\pm 1,500,000 \text{ km}^2$ ) and larger areas may provide more opportunities for speciation (Jablonski, 1993; James & Shine, 2000). For instance, species ranges may be more subjected to fragmentation due to the existence of more environmental gradients or simply to the greater likelihood of historical incidents in a larger area. If local diversity is brought about merely by subsampling of regional diversity, as suggested by Westoby (1993), localities of larger ecosystems will tend to exhibit higher diversities than those from smaller ecosystems, provided that other factors such as latitude are not too dissimilar. If some faunal mixing (migration) is allowed after the divergence of new forms, the contrast in local diversity between large and small ecosystems may be even greater. These aspects have been neglected in discussions of continental differences in desert lizard diversity. The fact that Australian deserts are larger than North American and the Kalahari desert, and that most of Australian deserts and the Kalahari sit on lower latitudes than North American deserts is consistent with the observed differences in lizard diversity (Australia > Kalahari > North America). Hence, an area and a latitude effect, controlling speciation and extinction rates, may suffice to account for the desert lizard diversity patterns in the three continents and in the Cerrado.

### **Acknowledgments**

This work was supported by CNPq research fellowships (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) to GRC (# 302343/88-1), and RC ((# 301423/87-3), and a master's fellowship to GCC. Field work was supported by PROBIO/MMA. We thank Laurie Vitt for critical reading of the manuscript.

## References

- Alho C. J. (2000) *Fauna Silvestre da Região do Rio Manso-MT*. Edições IBAMA & Eletronorte, Brasília, DF.
- Caley M. J. & Schluter D. (1997) The relationship between local and regional diversity. *Ecology* **78**, 70-80.
- Chase J. M. (2003) Community assembly: when should history matter? *Oecologia* **136**, 489-498.
- Colli G. R., Bastos R. P. & Araújo A. F. B. (2002) The character and dynamics of the Cerrado herpetofauna. In: *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna* (eds P. S. Oliveira & R. J. Marquis) pp. 000-000. Columbia University Press, New York, NY.
- Colli G. R., Caldwell J. P., Costa G. C., Gainsbury A. M., Garda A. A., Mesquita D. O., Filho C. M. M. R., Soares A. H. B., Silva V. N., Valdujo P. H., Vieira G. H. C., Vitt L. J., Werneck F. P., Wiederhecker H. C. & Zatz M. G. (2003a) A new species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae) from the Cerrado biome in central Brazil. *Occasional Papers of the Oklahoma Museum of Natural History* **14**, 1-14.
- Colli G. R., Costa G. C., Garda A. A., Kopp K. A., Mesquita D. O., Péres Jr A. K., Valdujo P. H., Vieira G. H. C. & Wiederhecker H. C. (2003b) A critically endangered new species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae) from a Cerrado enclave in southwestern Amazonia, Brazil. *Herpetologica* **59**, 76-88.
- Colli G. R., Mesquita D. O., Rodrigues P. V. V. & Kitayama K. (2003c) The ecology of the gecko *Gymnodactylus geckoides amarali* in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology* **37**, 694-706.



- Constantino R. (in press) Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado. In: *Biodiversidade, Ecologia e Conservação do Cerrado* (eds A. Scariot, J. C. Souza-Silva & J. M. Felfili) pp. 000-000. EMBRAPA-CENARGEN, Brasília, Distrito Federal.
- Cornell H. V. & Lawton J. H. (1992) Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. *The Journal of Animal Ecology* **61**, 1-12.
- Duellman W. E. (1979) The South American herpetofauna: a panoramic view. In: *The South American Herpetofauna: its Origin, Evolution, and Dispersal* (ed, W. E. Duellman) pp. 1-28. The Museum of Natural History, The University of Kansas, Lawrence, Kansas.
- Gontijo T. A. & Domingos D. J. (1991) Guild distribution of some termites from cerrado vegetation in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **7**, 523-529.
- Gould S. J. & Vrba E. (1982) Exaptation- a missing term in the science of form. *Paleobiology* **8**, 4-15.
- Jablonski D. (1993) The tropics as a source of evolutionary novelty through geological time. *Nature (London)* **364**, 142-144.
- James C. D. (1991) Temporal variation in diets and trophic partitioning by coexisting lizards (*Ctenotus*:Scincidae) in central Australia. *Oecologia* **85**, 553-561.
- James C. D. & Shine R. (2000) Why are there so many coexisting species of lizards in Australian deserts? *Oecologia* **125**, 127-141.
- Lawes M. J. & Eeley H. A. C. (2000) Are local patterns of anthropoid primate diversity related to patterns of diversity at a larger scale? *Journal of Biogeography* **27**, 1421-1435.

- Losos J. B. (1994) Historical contingency and lizard community ecology. In: *Lizard Ecology: Historical and Experimental Perspectives* (eds L. J. Vitt & E. R. Pianka) pp. 319-333. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Lynch J. D. (1989) The gauge of speciation: on the frequencies of modes of speciation. In: *Speciation and its Consequences* (eds D. Otte & J. A. Endler) pp. 527-553. Sinauer Associates Inc., Sunderland, Massachusetts.
- Mathews A. G. A. (1977) *Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Mesquita D. O. & Colli G. R. (2003a) The ecology of *Cnemidophorus ocellifer* (Squamata, Teiidae) in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology* **37**, 498-509.
- Mesquita D. O. & Colli G. R. (2003b) Geographical variation in the ecology of populations of some Brazilian species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae). *Copeia* **2003**, 285-298.
- Morton S. R. (1993) Determinants of diversity in animal communities of arid Australia. In: *Species Diversity in Ecological Communities, Historical and Geographical Perspectives* (eds R. E. Ricklefs & D. Schluter) pp. 159-169. The University of Chicago Press, Chicago.
- Morton S. R. & James C. D. (1988) The diversity and abundance of lizards in arid Australia: a new hypothesis. *The American Naturalist* **132**, 237-256.
- Oliveira P. S. & Marquis R. J. (2002) *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. Columbia University Press, New York, NY.
- Pianka E. R. (1969) Habitat specificity, speciation, and species density in Australian desert lizards. *Ecology* **50**, 498-502.

- Pianka E. R. (1986) *Ecology and Natural History of Desert Lizards: Analyses of the Ecological Niche and Community Structure*. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
- Pianka E. R. (1989) Desert lizard diversity: additional comments and some data. *The American Naturalist* **134**, 344-364.
- Redford K. H. (1984) The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica* **18**, 125-135.
- Schluter D. & Ricklefs R. E. (1993) Convergence and the regional component of species diversity. In: *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives* (eds R. E. Ricklefs & D. Schluter) pp. 230-240. The University of Chicago Press, Chicago.
- Vitt L. J. & Colli G. R. (1994) Geographical ecology of a neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **72**, 1986-2008.
- Watson J. A. L., Barret R. A. & Lendon C. (1978) Termites. In: *Physical and Biological Features of Kunoth Paddock in Central Australia* (ed, W. A. Low) pp. 101-108. CSIRO Aust., Division of Land Resources Management, Tech. Pap. 4, Melbourne.
- Westoby M. (1993) Biodiversity in Australia compared with other continents. In: *Species Diversity in Ecological Communities, Historical and Geographical Perspectives* (eds R. E. Ricklefs & D. Schluter) pp. 170-177. The University of Chicago Press, Chicago.
- Williamson M. (1990) Relationship of species number to area, distance and other variables. In: *Analytical Biogeography: an Integrated Approach to the Study of Animal and Plant Distributions* (eds A. A. Myers & P. S. Giller) pp. 91-115. Chapman and Hall, London.

**Figure legends**

Figure 1: Map of South America showing the study sites. The approximate limits of the Cerrado Biome correspond to the gray area.

Figure 2: Regression of the number of lizard species and the number of termite species.

Equation line:  $y = -0.4 + 0.28x$  ( $F = 10.53$ ,  $p = 0.01$   $r^2 = 0.54$ ).

Figure 3-Species-area relationships for Australian and South American lizards. Species numbers indicate local diversity (about 10 km<sup>2</sup>), regional diversity (ecosystem) and total diversity (continent). Local and regional diversities are from the Cerrado, in South America, and from arid regions, in Australia data from (Duellman, 1979; Morton, 1993; Westoby, 1993), Colli, unpubl. Data).

Table 1. Composition of termite assemblages in 11 Cerrado sites. 1) Guajará-Mirim; 2) Pimenta Bueno; 3) Vilhena; 4) Novo Progresso; 5) Chapada dos Guimarães; 6) Dianópolis; 7) Paranã; 8) São Domingos; 9) Alvorada do Norte; 10) Brasília; 11) Paracatu. See figure 1.

Termite Species	Localities										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Kalotermitidae</b>											
<i>Glyptotermes</i> sp.	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-
<i>Incisitermes</i> sp.	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Neotermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neotermes zanclus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Rugitermes</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Rhinotermitidae</b>											
<i>Coptotermes testaceus</i>	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dolichorhinotermes longilabius</i> *	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Heterotermes longiceps</i>	-	-	-	-	X	-	-	X	-	X	X
<i>Heterotermes sulcatus</i>	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-
<i>Heterotermes tenuis</i>	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
<i>Rhinotermes marginalis</i> *	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
<b>Serritermitidae</b>											
<i>Serritermes serrifer</i>	-	-	X	-	X	-	X	-	X	X	X
<b>Termitidae: Apicotermatinae</b>											
<i>Anoplotermes</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aparatermes</i> spp.	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Grigiotermes bequaerti</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Grigiotermes metoecus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Grigiotermes</i> spp.	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-
<i>Ruptitermes reconditus</i>	-	-	X	-	X	-	-	X	-	X	X
<i>Ruptitermes</i> sp.	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-
<i>Tetimatermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<b>Termitidae: Nasutitermitinae</b>											











<i>Neocapritermes bodkini</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes braziliensis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes cf. talpa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Neocapritermes opacus</i>	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Neocapritermes parvus</i>	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes pulmilis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Neocapritermes talpoides</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes taracua*</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Orthognathotermes aduncus</i>	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	X
<i>Orthognathotermes gibberorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Planicapritermes planiceps*</i>	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spinitermes allognathus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	-	-	X	-	X	X	-	-	X	X	X
<i>Spinitermes robustus</i>	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-
<i>Spinitermes sp.</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Spinitermes trispinosus</i>	-	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Termes ayri</i>	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-
<i>Termes bolivianus</i>	X	-	X	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Termes cf. hispaniolae</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Termes medioculatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total species richness	27	59	62	27	64	44	37	30	39	76	55
Cerrado species richness	22	52	54	23	64	41	37	30	38	75	55

\*Species typical from forest habitats

Table 2. Composition of lizard assemblages in 11 Cerrado sites. 1) Guajará-Mirim; 2) Pimenta Bueno; 3) Vilhena; 4) Novo Progresso; 5) Chapada dos Guimarães; 6) Dianópolis; 7) Paranã; 8) São Domingos; 9) Alvorada do Norte; 10) Brasília; 11) Paracatu. See figure 1.

Lizard Species	Localities										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Anguidae</b>											
<i>Ophiodes striatus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
<b>Geckonidae</b>											
<i>Briba brasiliana</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
<i>Gonatodes humeralis</i> *	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-
<i>Lygodactylus klugei</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Phylopezus polycaris</i>	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-
<b>Gymnophthalmidae</b>											
<i>Bachia bresslaui</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Bachia cacerensis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bachia dorbigny</i> *	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cercosaura ocellata</i>	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Colobosaura modesta</i>	-	-	-	X	X	-	-	X	X	-	X
Gymnophthalmidae sp.*	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iphisa elegans</i> *	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micrablepharus atticolus</i>	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	X
<i>Micrablepharus. maximiliani</i>	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	-
<i>Pantodactylus albostrigatus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Pantodactylus schreibersii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Prionodactylus eigenmanni</i> *	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vanzosaura rubricauda</i>	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<b>Hoplocercidae</b>											



<i>Stenocercus caducus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Stenocercus</i> sp.	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus</i> cf <i>oreadicus</i>	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-
<i>Tropidurus guarani</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus insulanus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus itambere</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Tropidurus</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus torquatus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Total species richness	5	11	16	8	25	8	13	16	9	22	17
Cerrado species richness	3	6	12	7	22	8	12	16	9	22	17

---

\*Species typical from forest habitats

Fig1

Fig 2

Fig 3



## Anexo II

Manuscrito em preparação

## **The importance of termites in the diet of Cerrado lizards**

Gabriel C. Costa<sup>1</sup>, Guarino R. Colli<sup>2</sup> and Reginaldo Constantino<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pós -graduação em Ecologia, Universidade de Brasília 70919-970 Brasília, DF BRASIL,  
e-mail: costagc@unb.br

<sup>2</sup>Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, 70910-900 Brasília, DF BRASIL,  
e-mail: grcolli@unb.br

<sup>3</sup>Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, 70910-900 Brasília, DF BRASIL,  
e-mail: constant@unb.br

**Key words:** lizard, termite, diet, Cerrado.

**Running title:** Termites in lizard diet.

**Abstract**

We investigate factors that influence the ingestion of termites by Cerrado lizards and test the hypothesis that high termite diversity can lead to high lizard diversity. Cerrado lizards have a high proportion of termites in their stomachs, however desert lizards from Australia and Kalahari have a much higher proportion when compared to Cerrado and Amazon. This could be result from the higher abundance of other prey types in Cerrado and Amazon.

Foraging mode seems to have little influence in the ingestion of termites by Cerrado lizards and other factors such as microhabitat use, chemical discrimination, and ecology of termites may be determinant. Cerrado lizards consumes termites independently of their abundance in the environment and there is no segregation among Cerrado lizards in terms of the utilization of termite genera. Hence, there is no evidence for the hypothesis that termite diversity can lead to lizard diversity, and the great diversity of Australian deserts may be due to historical reasons rather than present day ecological effects.

## Introduction

Lizards occur in all continents except Antarctica and most species feed on arthropods (Pianka & Vitt, 2003). Worldwide, one of the most common prey types of lizards are termites (Vitt *et al.*, 2003c). Termites are social insects well known by their economical importance as wood plagues; however they have an important role in natural ecosystems promoting nutrient cycles and soil formation (Eggleton *et al.*, 1996) and modifying habitat structure, which can influence the distribution of plants and animals (Lawton, 1997). They are also an important food resource for several organisms (Wood & Sands, 1978).

Foraging mode plays an important role in the overall ecology of lizards, especially in diet and reproduction, and active foraging species tend to prey on items that are sedentary and patchily distributed in the environment, such as termites, relative to sit and wait species (Huey & Pianka, 1981). Magnusson *et al.* (1985) studied an assemblage of Amazon savanna lizards and concluded that foraging mode is associated with reproductive traits, as predicted by Huey and Pianka (1981), but failed to find an association between foraging activity and ingestion of termites.

In desert lizard assemblages from Africa, Australia, and North America termites are widely exploited by many species, sometimes in large proportions. In the Kalahari, the volumetric proportion of termites in lizard guts can reach over 90%, especially in the genera *Eremias*, *Typhlosaurus*, and *Chondrodactylus* (Pianka, 1986). In Australian arid zones, lizard assemblages also depend heavily on termites, the greater volumetric proportions occurring in the genera *Ctenotus*, *Diplodactylus*, and *Egernia* (Pianka, 1986). In these lizard assemblages, termites are probably the most important food resource.

The Australian arid zone bears one of the world's most diverse lizard fauna and local richness can reach 50 species (Pianka, 1969; Pianka, 1986). To explain this diversity, Morton (1988) formulated a complex hypothesis where the high termite diversity in Australia would be the determining factor for lizard adaptative radiation. Later studies did not agree with Morton (1988) and proposed other explanations for the high lizard diversity in arid Australia (Pianka, 1989; James & Shine, 2000; Colli *et al.*, submitted). However, no study so far was able to provide an empirical test that could refute or corroborate Morton's (1988) hypothesis.

Herein we investigate termite consumption by lizard species in eight Cerrado localities, determining the importance of termites for these lizard assemblages and identifying factors that promote termite consumption, such as local termite abundance and richness and lizard foraging behavior. We also provide an empirical test of Morton's (1988) hypothesis based on local termite diversity and termite ingestion by Cerrado lizards.

## **Material and Methods**

### *Study site*

We surveyed termites and lizards in the following Cerrado localities: GOIÁS STATE: Alvorada do Norte (14° 48' S, 46° 49' W), São Domingos (13° 24' S, 46° 19' W); MINAS GERAIS STATE: Paracatu-MG (17° 13' S, 46° 52' W); PARÁ STATE: Novo Progresso (09° 21' S, 54° 54' W); RONDÔNIA STATE: Guajará-Mirim (10° 48' S, 65° 22' W), Pimenta Bueno (11° 39' S, 61° 12' W), Vilhena (12° 43' S, 60° 07' W); TOCANTINS STATE: Paranã (12° 38' S, 47° 47' W) (Figure 1). Alvorada do Norte, Paracatu, Paranã, and São Domingos are all located in the core region of Cerrado, whereas Guajará-Mirim, Novo Progresso, Pimenta Bueno, and Vilhena are peripheral Cerrado isolates in south and southwestern Amazon.

In Alvorada do Norte, Paranã, and São Domingos, we collected during two field trips, the first from 23/August/2003 to 01/October/2003, and the second from 03/March/2004 to 04/April/2004. We spent 10 days in each locality. In Paracatu, we collected from 16/October/2001 to 01/December/2001. In Novo Progresso, we collected during two field trips, the first from 21/June/2002 to 05/July/2002, and the second from 15/September/2003 to 17/October/2003. In Vilhena, we collected from 20/August/1999 to 22/September/1999. In Pimenta Bueno, we collected from 01/July/2000 to 24/August/2000. In Guajará-Mirim we collected from 27/December/2000 to 03/February/2001.

#### *Collecting Methods*

In each locality, we collected lizards with 25 pitfall traps arrays (except Guajará-Mirim, which was over rocky soil). Each array consisted of four buckets arranged in a Y (one at the center and three at the ends). We placed arrays along a transect, approximately 20 m apart from each other, and inspected them daily. We also used haphazard sampling, searching the environment for lizards and collecting them by hand or with a shotgun. In the laboratory, we humanely killed live individuals with an injection of Tiopental<sup>®</sup>, measured and fixed them with 10% formalin. We housed all specimens at the Coleção Herpetológica da Universidade de Brasília (CHUNB).

We manually collected termites by inspection of the areas, digging nests and searching several microhabitats such as wood, leaf litter, fallen logs, soil, and termite tunnels. To estimate termite abundance in each locality, we sampled termites along at least three 50m x 10m transects and averaged the abundance of termite genera in all transects. We divided each transect into five sections and, in each section, two people collected

during 20 minutes. We fixed all termite samples in 80% ethanol and deposited them in the Coleção de Isoptera da Universidade de Brasília (UNB).

### *Lizard Diet*

We removed stomachs by dissection and examined their contents under a stereomicroscope. We identified prey items usually to the ordinal level, recorded the body length and width (0.01 mm) of intact items with a digital caliper, and estimated prey volume (V) as an ellipsoid:

$$V = \frac{4}{3} \pi \left( \frac{l}{2} \right) \left( \frac{w}{2} \right)^2$$

where w = prey width and l = prey length. We calculated numeric and volumetric percentages of each prey category for pooled stomachs. We also calculated the numeric, volumetric, and frequency (occurrence) proportions of termite genera in the diet of all lizard species, taking the mean value of these proportions as an “importance index”.

### *Statistical Analysis*

To investigate if lizards consume termites according to their abundance in the environment we performed a Canonical Correspondence Analysis (CCA), which is a multivariate technique that relates two data sets maximizing their correlations (Ter Braak, 1986). We used the mean abundance value of termite genera collected in transects as independent variables and the importance index of termite genera in lizard diet as dependent variables. First, we made an analysis grouping all sampled localities with the abundance of termite genera in each locality as the independent variables and the importance index of termite genera in all species of a given locality as the dependent

variables. This analysis tested the association between termite abundance in the environment vs. termite importance in lizard diets. Further, we performed separate analyses for each locality where the abundance of termite genera in transects was used as independent variable and importance index of termite genera for each lizard species was used as dependent variables. This analysis allowed the observation of differences in termite consumption among lizard species. In all analyses we performed Monte Carlo tests with 9,999 permutations to test the significance of the relationship between the two data sets. All analyses were made with the software Canoco 4.5 for Windows.

To investigate the presence of nonrandom patterns of niche overlap, we used the Niche Overlap Module of the software EcoSim (Gotelli & Entsminger, 2004). The data in this analysis consists of a matrix in which species are in rows and prey categories are in columns (in this case termite genera). Entries in the matrix represent the importance index of prey categories. The matrix is reshuffled to produce random patterns of niche overlap. We used the following options of EcoSim: Pianka's niche overlap index (Pianka, 1973), randomization algorithm two (RA2) and 9,999 permutations of the original matrix. Furthermore, to investigate if in areas with greater lizard diversity there is a lower niche overlap, we performed a correlation analysis between the mean observed niche overlap and the number of lizards that use termite as prey. The correlation analysis was made in SAS vs 8.2 for Windows.

## **Results**

Local termite diversity ranged from 27 species in Guajará-Mirim and Novo Progresso to 62 species in Vilhena (Table 1), whereas local lizard diversity varied from five species in Guajará-Mirim to 17 in Paracatu and São Domingos (Table 2). Most lizard



species had termites in their guts, especially *Ameiva ameiva*, *Cnemidophorus* spp, *Gymnodactylus geckoides*, *Mabuya* spp, and *Tropidurus* spp (Table 3). The highest importance index for termites was recorded in *Cnemidophorus* sp from Alvorada do Norte (Table 3).

Many termite genera were collected in transects and the most abundant ones were: *Nasutitermes*, *Velocitermes*, *Armitermes*, *Heterotermes*, and *Termes*. However, there was great variation in the abundance among localities (Table 4). The Canonical Correspondence Analysis (CCA) using all localities detected no association between the importance of termite genera in lizard stomachs and the abundance of termite genera in the study localities (Table 5 and Fig. 2). For instance, in Novo Progresso, the most abundant termite genus was *Nasutitermes* and the most common termite genus in lizard stomachs were *Armitermes*, *Atlantitermes* and *Heterotermes*.

With the exception of Paranã, there was no association between the abundance of termite genera in transects and their importance in lizard diets, i.e., lizards used termite genera independently of their abundance in seven of the eight localities samples (Table 5). The association found in Paranã is explained mainly by the high consumption of the most abundant termite genus (*Velocitermes*) by the lizard *Phyllopezus pollicaris*; this association was responsible for 66.03% of the total variation in the data set (Fig 3)

In none of the localities sampled the mean niche overlap among lizard species (based on importance of termite genera in lizard diets) differed significantly from the expected by chance (Table 6). This indicates lack of segregation among lizard species in terms of termite consumption. Further, there was no association between the number of species that used termites in each assemblage and mean niche overlap ( $R = 0.33$ ;  $p = 0.93$ ),

indicating that niche overlap did not decrease as the number of lizard species that use termites increased.

## Discussion

Many lizard species in the Cerrado assemblages we sampled showed a high consumption of termites, in agreement with previous studies, specially *Gymnodactylus geckoides* (Colli *et al.*, 2003) and *Cnemidophorus* spp (Mesquita & Colli, 2003b). Nevertheless, some taxa such as species of Gymnophthalmidae rarely consume termites. Termites, being sedentary and clumped, are more prone to be consumed by active foraging lizards (Huey & Pianka, 1981). We found a great proportion of termites in the stomachs of active foraging species, such as *Ameiva ameiva* and *Cnemidophorus* spp, however, in Amazonian forest, the active forager *s Kentropyx* spp (Vitt, 1991b; Vitt *et al.*, 2001a), *Prionodactylus eigenmanni* (Vitt *et al.*, 2001b) and even *Ameiva ameiva* (Vitt *et al.*, 2000a) show very low consumption of termites. Further, we also found that termites are an important component of the diets of sit and wait foragers, such as *Tropidurus* spp. Vitt (1993) also reported high termite consumption by some populations of *Tropidurus* spp in open vegetation enclaves in the Amazon. These results, and the absence of termites in the diets of active foragers such as Gymnophthalmidae in the Cerrado and Amazon, and Teiidae in the Amazon, suggest the influence of other factors in the consumption of termites, independent of foraging mode.

Data on termite abundance in the Amazon are scarce (Constantino, 1992). In Cerrado, the few works available suggest a high density of termites (Mathews, 1977; Redford, 1984; Gontijo & Domingos, 1991). However, differences in termite consumption between Amazon and Cerrado lizards cannot be explained only by differences in termite

abundance. The importance of termites in the diet of Amazon lizards, including Scincidae (Vitt & Blackburn, 1991), Gekkonidae (Vitt & Zani, 1997; Vitt *et al.*, 2000b), Teiidae (Vitt, 1991b; Vitt *et al.*, 2001a), Gymnophthalmidae (Vitt *et al.*, 2001b) and Tropiduridae (Vitt *et al.*, 1997), is much lower than in their Cerrado relatives (Table 7). This has also been documented in other taxonomic groups: the dendrobatid *Epipedobates flavopictus*, a Cerrado endemic, consume termites in much higher proportions than its Amazonian close relatives (Biavati *et al.*, 2004).

Although Cerrado lizards have a high proportion of termites in their diet, the consumption of termites by desert lizards in the Kalahari and arid Australia is much higher (Pianka, 1986). Considering that termite diversity is higher in Cerrado, we suggest that the lowest consumption of termites relative to desert lizards is best explained by the higher availability of other prey types in Cerrado (Pinheiro *et al.*, 2002). This can also explain the low consumption of termites in the Amazon, where the availability of other energetically rewarding prey such as grasshoppers, spiders, and cockroaches is even greater (Steege *et al.*, 2003). On the other hand, these prey types may be less abundant in deserts, making termites the best available resource (Austin *et al.*, 2004).

Our results show that Cerrado lizards are consuming termites independently of their abundance in the environment. We advance two explanations for this pattern: 1) the most abundant termite species may not be preferred by lizards, for energetic, digestibility or palatability reasons; 2) the most abundant termite species are not be accessible to lizards, being rarely found outside nests, being found in microhabitats not commonly used by lizards, and/or the least abundant termite species are more accessible.

The most common termite genera found in the lizard diets support the second argument described above. Most termite species are active during night time. However,

several groups can be found during daylight among leaf litter and in the soil surface, specially species of the genera: *Syntermes*, *Velocitermes*, *Ruptitermes*, *Rhynchotermes*, *Cornitermes* and *Nasutitermes* (Constantino, personal observation). These genera are in fact, the most common in Cerrado lizards diet. We suggest that ecological characteristics, especially in patterns of microhabitat use by lizards and foraging behavior by termites, may be the factors that dictate which termite species are being consumed by lizards. Also, chemical discrimination might be important to explain differences among lizard species on termite consumption, since many termite species have chemical defenses (Prestwich, 1984) and chemical discrimination is a historical trait that affected many aspects of lizard ecology (Vitt *et al.*, 2003c). However, this issue should be investigated more deeply in future studies.

Morton and James (1988) postulated that high termite diversity could promote lizard diversity by two different mechanisms: first, one or few abundant termite species may supply food for many different lizard species, and second, different termite species with different habits may provide food for different lizard species, allowing resource partitioning for coexistence. Our data from the Cerrado indicates that lizards consume termites independently of their abundance and that there is no segregation among lizard species concerning the consumption of termites. Although termites are an important food resource for Cerrado lizard assemblages, there is no evidence suggesting they can promote lizard adaptative radiation. We agree with Colli *et al.* (submitted) and also James (2000) that historical factors, such as area and latitude effects may be the main factors behind the radiation of Australia's diverse lizard fauna.

## **Acknowledgements**

We thank Juliana C. Brandão and Carlos B. Araújo for field work assistance. This work was supported by a Cnpq (Conselho Nacional de Pesquisa Científica) master's fellowship to GCC and research fellowships from CNPq to GRC (# 302343/88–1) and RC (#). Field work was funded by PROBIO/MMA.

## References

- Austin A. D., Yeates D. K., Cassis G., Fletcher M. J., Salle J. L., Lawrence J. F., McQuillan P. B., Mound L. A., Bickel D. J., Gullan P. J., Hales D. F. & Taylor G. S. (2004) Insects 'Down Under' – Diversity, endemism and evolution of the Australian insect fauna: examples from select orders. *Australian Journal of Entomology* **43**, 216–234.
- Biavati G. M., Wiederhecker H. C. & Colli G. R. (2004) Diet of *Epipedobates flavopictus* (Anura: Dendrobatidae) in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology* **38**, 510–518.
- Colli G. R., Constantino R. & Costa G. C. (submitted) Lizards and Termites Revisited. *The American Naturalist*
- Colli G. R., de Araújo A. F. B., da Silveira R. & Roma F. (1992) Niche partitioning and morphology of two syntopic *Tropidurus* (Sauria: Tropiduridae) in Mato Grosso, Brazil. *Journal of Herpetology* **26**, 66–69.
- Colli G. R., Mesquita D. O., Rodrigues P. V. V. & Kitayama K. (2003) The ecology of the gecko *Gymnodactylus geckoides amarali* in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology* **37**, 694–706.
- Constantino R. (1992) Abundance and diversity of termites (Insecta: Isoptera) in two sites of primary rain forest in Brazilian Amazonia. *Biotropica* **24**, 420–430.

- Eggleton P., Bignell D. E., Sands W. A., Mawdsley N. A., Lawton J. H., Wood T. G. & Bignell N. C. (1996) The diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, southern Cameroon. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* **351**, 51-68.
- Gontijo T. A. & Domingos D. J. (1991) Guild distribution of some termites from cerrado vegetation in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* **7**, 523-529.
- Gotelli N. J. & Entsminger G. L. (2004) EcoSim: Null models software for ecology. Jericho, VT, Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
- Huey R. B. & Pianka E. R. (1981) Ecological Consequences of Foraging Mode. *Ecology* **62**, 991-999.
- James C. D. & Shine R. (2000) Why are there so many coexisting species of lizards in Australian deserts? *Oecologia* **125**, 127-141.
- Lawton J. H. (1997) The role of species in ecosystems: aspects of ecological complexity and biological diversity. In: *Biodiversity: An Ecological Perspective* (eds T. Abe, S. A. Levin & M. Higashi) pp. 228-325. Springer, New York.
- Magnusson W. E., Depaiva L. J., Darocha R. M., Franke C. R., Kasper L. A. & Lima A. P. (1985) The Correlates of Foraging Mode in a Community of Brazilian Lizards. *Herpetologica* **41**, 324-332.
- Mathews A. G. A. (1977) *Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil*. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro.
- Mesquita D. O. & Colli G. R. (2003a) The ecology of *Cnemidophorus ocellifer* (Squamata, Teiidae) in a neotropical savanna. *Journal of Herpetology* **37**, 498-509.

- Mesquita D. O. & Colli G. R. (2003b) Geographical variation in the ecology of populations of some Brazilian species of *Cnemidophorus* (Squamata, Teiidae). *Copeia* **2003**, 285-298.
- Morton S. R. & James C. D. (1988) The diversity and abundance of lizards in arid Australia: a new hypothesis. *The American Naturalist* **132**, 237-256.
- Pianka E. R. (1969) Habitat specificity, speciation, and species density in Australian desert lizards. *Ecology* **50**, 498-502.
- Pianka E. R. (1973) The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* **4**, 53-74.
- Pianka E. R. (1986) *Ecology and Natural History of Desert Lizards: Analyses of the Ecological Niche and Community Structure*. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
- Pianka E. R. (1989) Desert lizard diversity: additional comments and some data. *The American Naturalist* **134**, 344-364.
- Pianka E. R. & Vitt L. J. (2003) *Lizards: windows to the evolution of diversity*. University of California Press, Berkeley.
- Pinheiro F., Diniz I. R., Coelho D. & Bandeira M. P. S. (2002) Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. *Austral Ecol* **27**, 132-136.
- Prestwich G. D. (1984) Defense-Mechanisms of Termites. *Annual Review of Entomology* **29**, 201-232.
- Redford K. H. (1984) The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica* **18**, 125-135.
- Steege H. T., Pitman N., Sabatier D., Castellanos H., Van Der Hout P., Daly D. C., Silveira M., Phillips O., Vasquez R., Van Andel T., Duivenvoorden J., Oliveira A. A., Ek R.,

- Lilwah R., Thomas R., Van Essen J., Baider C., Maas P., Mori S., Terborgh J., Vargas P. N., Mogollón H. & Morawetz W. (2003) A spatial model of tree  $\alpha$ -diversity and -density for the Amazon. *Biodiversity and Conservation* **12**, 2255 - 2277.
- Ter Braak C. J. F. (1986) Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis. *Ecology* **67**, 1167-1179.
- Ter Braak C. J. F. & Smilauer P. (2002) CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). pp. 500). Ithaca, NY, USA,
- Vitt L. J. (1991a) Ecology and life history of the scansorial arboreal lizard *Plica plica* (Iguanidae) in Amazonian Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **69**, 504-511.
- Vitt L. J. (1991b) Ecology and life history of the wide-foraging lizard *Kentropyx calcarata* (Teiidae) in Amazonian Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **69**, 2791-2799.
- Vitt L. J. (1993) Ecology of isolated open-formation *Tropidurus* (Reptilia: Tropiduridae) in Amazonian lowland rain forest. *Canadian Journal of Zoology* **71**, 2370-2390.
- Vitt L. J., Avila-Pires T. C. S., Esposito M. C., Sartorius S. S. & Zani P. A. (2003a) Sharing Amazon Rainforest Trees: Ecology of *Anolis punctatus* and *A. transversalis* (Squamata: Polychrotidae). *Journal of Herpetology* **37**, 276-285.
- Vitt L. J., Avilla-Pires T. C. d., Zani P. A., Sartorius S. S. & Espósito M. C. (2003b) Life above ground: ecology of *Anolis fuscoauratus* in the Amazon rain forest, and comparisons with its nearest relatives. *Canadian Journal of Zoology* **81**, 142-156.
- Vitt L. J. & Blackburn D. G. (1991) Ecology and life history of the viviparous lizard *Mabuya bistriata* (Scincidae) in the Brazilian Amazon. *Copeia* **1991**, 916-927.
- Vitt L. J. & Colli G. R. (1994) Geographical ecology of a neotropical lizard: *Ameiva ameiva* (Teiidae) in Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **72**, 1986-2008.



- Vitt L. J., Pianka E. R., Cooper W. E. & Schwenk K. (2003c) History and the global ecology of squamate reptiles. *Am. Nat.* **162**, 44-60.
- Vitt L. J., Sartorius S. S., Ávila-Pires T. C. & Espósito M. C. (2001a) Life at the river's edge: ecology of *Kentropyx altamazonica* in Brazilian Amazonia. *Canadian Journal of Zoology* **79**, 1855-1865.
- Vitt L. J., Sartorius S. S., Ávila-Pires T. C. S., Espósito M. C. & Miles D. B. (2000a) Niche segregation among sympatric Amazonian teiid lizards. *Oecologia* **122**, 410-420.
- Vitt L. J., Sartorius S. S., Avilla-Pires T. C. d. & Espósito M. C. (2001b) Use of time, space, and food by the gymnophthalmid lizard *Prionodactylus eigenmanni* from the western Amazon of Brazil. *Canadian Journal of Zoology* **76**, 1681-1688.
- Vitt L. J., Souza R. A., Sartorius S. S., Avilla-Pires T. C. d. & Espósito M. C. (2000b) Comparative ecology of sympatric *Gonatodes* (Squamata: Gekkonidae) in western Amazon of Brazil. *Copeia* **2000**, 83-95.
- Vitt L. J. & Zani P. A. (1996) Ecology of the elusive tropical lizard *Tropidurus* [= *Uracentron*] *flaviceps* (Tropiduridae) in lowland rain forest of Ecuador. *Herpetologica* **52**, 121-132.
- Vitt L. J. & Zani P. A. (1997) Ecology of the nocturnal lizard *Thecadactylus rapicauda* (Sauria: Gekkonidae) in the Amazon region. *Herpetologica* **53**, 165-179.
- Vitt L. J., Zani P. A. & Avila-Pires T. C. S. (1997) Ecology of the arboreal tropidurid lizard *Tropidurus* (= *Plica*) *umbra* in the Amazon region. *Canadian Journal of Zoology* **75**, 1876-1882.
- Vitt L. J., Zani P. A., Avila-Pires T. C. S. & Esposito M. C. (1998) Geographical ecology of the gymnophthalmid lizard *Neusticurus ecleopus* in the Amazon rainforest. *Canadian Journal of Zoology* **76**, 1671-1680.

- Vitt L. J., Zani P. A., Caldwell J. P. & Carrillo E. O. (1995) Ecology of the lizard *Kentropyx pelviceps* (Sauria: Teiidae) in lowland rain forest of Ecuador. *Canadian Journal of Zoology* **73**, 691-703.
- Wood T. G. & Sands W. A. (1978) The role of termites in ecosystems. In: *Production Ecology of Ants and Termites* (ed, M. V. Brian) pp. 245-292. Cambridge University Press, Cambridge.



<i>Grigiotermes</i> spp.	-	X	X	-	X	X	X	-
<i>Ruptitermes reconditus</i>	-	-	X	-	-	X	-	X
<i>Ruptitermes</i> sp.	-	-	-	-	X	X	X	-
<i>Tetimatermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	X

**Termitidae: Nasutitermitinae**

<i>Agnathotermes glaber</i>	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Angularitermes clypeatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Angularitermes orestes</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Angularitermes tiguassu</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Armitermes cerradoensis</i>	-	-	-	X	X	-	X	-
<i>Armitermes euamignathus</i>	-	X	X	X	X	-	X	X
<i>Armitermes holmgreni</i>	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Armitermes manni</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Armitermes peruanus</i>	-	X	-	-	X	-	-	-
<i>Armitermes projectidens</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Armitermes</i> sp.	X	-	-	X	-	X	X	-
<i>Armitermes teevani</i>	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Atlantitermes osborni</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Atlantitermes raripilus</i>	-	X	X	X	-	-	X	X
<i>Atlantitermes snyderi</i>	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Atlantitermes</i> sp.	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Atlantitermes stercophilus</i>	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Coatitermes kartaboensis</i>	-	X	X	-	-	-	-	-

<i>Coatitermes</i> sp.	-	X	X	X	-	-	-	-
<i>Constrictotermes cavifrons</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Constrictotermes cyphergaster</i>	-	-	-	-	X	X	X	X
<i>Convexitermes nigricornis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Cornitermes bequaerti</i>	-	X	X	-	-	-	-	X
<i>Cornitermes cumulans</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cornitermes silvestrii</i>	-	-	X	X	X	X	X	-
<i>Cornitermes snyderi</i>	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Cornitermes villosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cornitermes weberi</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cortaritermes silvestrii</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Cortaritermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Curvitermes minor</i>	X	-	X	-	-	-	X	X
<i>Curvitermes odontognathus</i>	-	X	X	-	X	-	X	-
<i>Cyranotermes timuassu</i>	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Cyrelliotermes cashassa</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Cyrelliotermes cupim</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cyrelliotermes strictinasus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Diversitermes aporeticus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Diversitermes diversimiles</i>	-	-	-	-	-	X	X	X
<i>Embriatermes festivellus</i>	-	-	X	X	X	-	X	X
<i>Embriatermes heterotypus</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Embriatermes neotenicus</i>	X	X	-	-	-	-	-	-

<i>Embiratermes parvirostris</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Ereymatermes rotundiceps</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Labiatermes brevilabius</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Labiatermes emersoni</i>	-	X	-	-	X	X	-	-
<i>Labiatermes labralis</i>	X	X	X	-	-	-	-	-
<i>Labiatermes laticephalus</i>	-	-	-	-	-	X	-	X
<i>Labiatermes leptothrix</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Labiatermes longilabius</i>	-	X	-	-	X	-	X	-
<i>Labiatermes orthocephalus</i>	-	-	X	-	X	X	X	-
<i>Labiatermes sp.</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Nasutitermes banksi</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Nasutitermes bivalens</i>	X	-	-	-	-	-	X	-
<i>Nasutitermes corniger</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes coxipoensis</i>	X	X	X	X	X	-	X	X
<i>Nasutitermes ephratae</i>	X	X	-	-	X	-	X	-
<i>Nasutitermes gaigei</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes guayanae</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes kemneri</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nasutitermes macrocephalus</i>	-	-	X	-	X	X	X	-
<i>Nasutitermes major</i>	-	X	X	X	-	-	-	-
<i>Nasutitermes octopilis</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes peruanus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes similis</i>	X	X	-	X	-	-	-	-

<i>Nasutitermes</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nasutitermes surinamensis</i>	-	X	-	X	-	-	-	-
<i>Nasutitermes unduliceps</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nasutitermes wheeleri</i>	-	X	X	X	-	-	-	-
<i>Parvitermes bacchanalis</i>	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Procornitermes araujoi</i>	-	-	-	-	X	X	-	X
<i>Rhynchotermes nasutissimus</i>	-	-	-	-	-	X	X	X
<i>Rotunditermes bragantinus</i>	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Subulitermes microsoma</i>	-	X	X	X	X	-	X	X
<i>Subulitermes</i> spp.	-	-	X	X	-	X	-	X
<i>Syntermes aculeosus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Syntermes grandis</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Syntermes insidians</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Syntermes molestus</i>	-	X	X	-	-	X	-	X
<i>Syntermes nanus</i>	-	-	X	-	-	X	-	-
<i>Syntermes spinosus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Triangularitermes triangulariceps</i>	X	X	X	X	-	-	X	-
<i>Velocitermes glabrinotus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Velocitermes heteropterus</i>	-	X	X	X	X	X	X	X
<i>Velocitermes paucipilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Velocitermes</i> sp. A	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Velocitermes</i> sp. B	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Velocitermes</i> spp.	-	-	X	X	X	X	X	-

**Termitidae: Termitinae**

<i>Amitermes nordestinus</i>	-	-	-	-	X	-	X	-
<i>Cavitermes parmae</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Cavitermes parvicavus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Crepititermes verruculosus</i>	-	X	X	X	-	-	X	X
<i>Cylindrotermes brevipilosus</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Cylindrotermes flangiatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrotermes nordenskiöldi</i>	-	-	-	-	X	X	-	-
<i>Cylindrotermes parvignathus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrotermes</i> sp.	-	-	X	X	-	-	-	-
<i>Dentispicotermes globicephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Dihoplotermes inusitatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Dihoplotermes</i> sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Genuotermes spinifer</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Inquilinitermes fur</i>	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Inquilinitermes microcerus</i>	-	-	-	-	X	X	X	X
<i>Microcerotermes indisdictus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Microcerotermes</i> sp.	X	X	-	X	X	X	X	-
<i>Microcerotermes strunckii</i>	X	X	X	-	X	-	-	X
<i>Neocapritermes bodkini</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Neocapritermes braziliensis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Neocapritermes opacus</i>	-	X	-	-	-	-	-	X
<i>Neocapritermes parvus</i>	-	-	X	X	-	-	-	-



<i>Neocapritermes pulmilis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Neocapritermes talpoides</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Neocapritermes taracua</i>	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Orthognathotermes aduncus</i>	-	-	-	-	X	-	-	X
<i>Orthognathotermes gibberorum</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Planicapritermes planiceps</i>	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Spinitermes allognathus</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Spinitermes nigrostomus</i>	-	-	X	-	-	-	X	X
<i>Spinitermes robustus</i>	-	-	-	-	X	-	-	-
<i>Spinitermes</i> sp.	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Spinitermes trispinosus</i>	-	-	X	-	X	X	X	X
<i>Termes ayri</i>	-	-	-	X	-	X	X	-
<i>Termes bolivianus</i>	X	-	X	-	X	X	X	X
<i>Termes cf. hispaniolae</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Termes medioculatus</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
Species richness	27	59	62	27	37	30	39	55

Table 2. Composition of lizard assemblages in 8 Cerrado sites. 1) Guajará-Mirim; 2) Pimenta Bueno; 3) Vilhena; 4) Novo Progresso; 5) Paranã; 6) São Domingos; 7) Alvorada do Norte; 8) Paracatu. See figure 1.

Lizard Species	Localities							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Geckonidae</b>								
<i>Coleodactylus meridionalis</i>	-	-	-	-	X	X	-	-
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	-	-	-	-	X	X	-	-
<i>Lygodactylus klugei</i>	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	-	-	-	-	X	X	-	-
<b>Gymnophthalmidae</b>								
<i>Bachia bresslaui</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Bachia cacerensis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Bachia dorbigny</i>	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cercosaura ocellata</i>	-	X	X	-	-	-	-	X
<i>Colobosaura modesta</i>	-	-	-	X	-	X	X	X
Gymnophthalmidae sp.	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Iphisa elegans</i>	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Micrablepharus atticolus</i>	-	X	X	-	-	-	-	X
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	X	-	-	X	X	X	X	-
<i>Pantodactylus schreibersii</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Prionodactylus eigenmanni</i>	-	X	X	-	-	-	-	-
<b>Leiosauridae</b>								

<i>Enyalius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	X
<b>Polychrotidae</b>								
<i>Anolis meridionalis</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Anolis nitens</i>	-	-	-	-	X	X	-	-
<i>Anolis ortonii</i>	-	X	-	-	-	-	-	-
<i>Iguana iguana</i>	-	-	-	X	X	X	X	-
<i>Polychrus acutirostris</i>	-	-	X	X	-	X	-	X
<b>Scincidae</b>								
<i>Mabuya dorsivittata</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Mabuya frenata</i>	-	-	X	-	-	-	-	X
<i>Mabuya guaporicola</i>	-	-	-	X	X	-	X	X
<i>Mabuya heathi</i>	-	-	-	-	-	-	X	-
<i>Mabuya nigropunctata</i>	-	X	X	-	X	X	-	X
<i>Mabuya</i> sp.	-	-	-	-	-	X	-	-
<b>Teiidae</b>								
<i>Ameiva ameiva</i>	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cnemidophorus cf ocellifer</i>	-	-	-	-	X	X	X	X
<i>Cnemidophorus parecis</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Kentropyx altamazonica</i>	X	X	X	-	-	-	-	-
<i>Kentropyx calcarata</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Kentropyx paulensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Kentropyx vanzoi</i>	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Tupinambis merianae</i>	-	X	X	-	X	X	X	X

<i>Tupinambis quadrilineatus</i>	-	-	-	-	-	X	-	-
<i>Tupinambis teguixin</i>	-	-	-	X	X	-	-	-
<b>Tropiduridae</b>								
<i>Stenocercus</i> sp.	-	X	X	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus cf oreadicus</i>	-	-	-	-	X	X	X	-
<i>Tropidurus insulanus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-
<i>Tropidurus itambere</i>	-	-	-	-	-	-	-	X
<i>Tropidurus</i> sp.	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tropidurus torquatus</i>	-	-	-	-	X	X	-	-
Total species richness	5	11	16	8	14	17	9	17

Table 3. Importance of termites in the diet of Cerrado lizards species. (N%) Numeric proportion, (V%) Volumetric proportion, (F%) Proportion of stomachs containing termites. Number of stomachs analyzed of each species appears between parentheses.

Locality/Species	N%	V%	F%	Importance index
Alvorada do Norte				
<i>Ameiva ameiva</i> (15)	70.68	1.86	20.00	30.84
<i>Cnemidophorus</i> sp. (55)	79.16	57.37	89.09	75.21
<i>Colobosaura modesta</i> (7)	10.00	1.12	14.29	6.60
<i>Mabuya heathi</i> (5)	33.33	21.86	20.00	25.06
<i>Micrablepharus maximiliani</i> (18)	10.00	7.87	5.56	7.81
<i>Tropidurus oreadicus</i> (43)	6.71	0.56	6.98	4.75
Novo Progresso				
<i>Ameiva ameiva</i> (50)	26.80	0.91	12.00	13.24
<i>Tropidurus insulanus</i> (61)	28.96	14.06	21.31	21.44
Guajará-Mirim				
<i>Ameiva ameiva</i> (86)	45.92	17.06	36.05	33.01
<i>Tropidurus</i> sp. (122)	19.16	4.36	15.57	13.03
Paracatu				
<i>Ameiva ameiva</i> (43)	14.13	3.76	2.33	6.74
<i>Anolis meridionalis</i> (43)	0.76	4.72	2.44	2.64
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (18)	76.04	18.08	33.33	42.49
<i>Mabuya frenata</i> (19)	3.45	0.35	5.26	3.02
<i>Tropidurus itambere</i> (132)	8.93	1.68	6.06	5.56

---

 Paranã

<i>Ameiva ameiva</i> (23)	76.34	3.39	47.83	42.52
<i>Cnemidophorus ocellifer</i> (105)	88.08	57.44	70.87	72.13
<i>Gymnodactylus geckoides</i> (71)	79.42	50.18	54.93	61.51
<i>Mabuya guaporicola</i> (6)	53.57	16.62	50.00	40.06
<i>Mabuya nigropunctata</i> (7)	55.00	9.87	14.29	26.39
<i>Phyllopezus pollicaris</i> (18)	53.62	13.42	22.22	29.76
<i>Tropidurus torquatus</i> (1)	81.01	58.74	100.00	79.92
<i>Tropidurus oreadicus</i> (45)	39.98	17.33	24.44	27.25

## Pimenta Bueno

<i>Ameiva ameiva</i> (115)	48.48	4.25	0.00	21.58
<i>Kentropyx altamazonica</i> (32)	16.67	2.18	25.00	14.61

## São Domingos

<i>Coleodactylus meridionalis</i> (13)	25.00	6.02	15.38	15.47
<i>Gymnodactylus geckoides</i> (56)	63.90	37.01	24.53	41.81
<i>Mabuya</i> sp. (30)	88.61	29.15	34.48	50.75
<i>Phyllopezus pollicaris</i> (18)	21.43	14.37	5.88	13.89
<i>Tropidurus torquatus</i> (4)	16.67	33.53	25.00	25.07
<i>Tropidurus oreadicus</i> (11)	46.84	12.24	18.18	25.75

## Vilhena

<i>Ameiva ameiva</i> (97)	35.63	6.45	19.59	20.55
<i>Cnemidophorus parecis</i> (101)	83.48	46.65	76.53	68.89
<i>Micrablepharus atticolus</i> (40)	3.92	0.79	2.50	2.40

---

Table 4. Mean values of occurrences of termite genera in the transects. Number of transects in each area appears between parentheses. (Alv): Alvorada do Norte, (Nov): Novo Progresso, (Gua): Guajará-Mirim, (Par): Paranã, (Prc): Paracatu, (Pim): Pimenta Bueno, (Sdo) São Domingos, (Vil) Vilhena, total: mean value of all localities.

Gêneros de cupins	Localidades								
	Alv	Nov	Gua	Par	Prc	Pim	Sdo	Vil	Total
	(3)	(6)	(9)	3)	(18)	(9)	(3)	(9)	
<b>Kalotermitidae</b>									
<i>Glyptotermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22
<i>Neotermes</i>	-	-	-	-	-	0.08	-	-	0.08
<b>Rhinotermitidae</b>									
<i>Coptotermes</i>	0.67	-	-	-	0.17	-	-	0.11	0.32
<i>Dolichorhinotermes</i>	-	0.17	-	-	-	-	-	0.56	0.37
<i>Heterotermes</i>	3.00	5.83	0.22	0.67	0.89	0.33	0.33	0.67	1.49
<b>Serritermitidae</b>									
<i>Serritermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22
<b>Termitidae</b>									
<i>Agnathotermes</i>	-	-	0.22	-	-	-	-	-	0.22
<i>Angularitermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Anoplotermes</i>	-	-	-	-	1.28	1.17	-	0.44	0.96
<i>Aparatermes</i>	-	-	-	-	0.67	0.17	-	-	0.42
<i>Armitermes</i>	0.33	5.67	2.78	1.67	4.39	1.25	-	2.11	2.60
<i>Atlantitermes</i>	-	0.83	0.11	-	0.44	0.08	-	0.22	0.34

---

<i>Coatitermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.44	0.44
<i>Constrictotermes</i>	-	-	-	2.00	0.22	-	-	-	1.11
<i>Cornitermes</i>	1.33	-	-	4.33	0.33	0.17	-	0.44	1.32
<i>Cortaritermes</i>	-	-	-	-	0.50	-	-	-	0.50
<i>Crepititermes</i>	0.33	-	-	-	-	0.08	-	1.11	0.51
<i>Curvitermes</i>	-	-	0.11	-	0.33	0.17	-	0.11	0.18
<i>Cylindrotermes</i>	0.67	-	-	0.67	0.39	-	1.33	0.22	0.66
<i>Cyranotermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Cyrilliotermes</i>	-	-	-	-	0.11	-	-	-	0.11
<i>Dentiscicotermes</i>	-	-	-	-	0.11	-	-	-	0.11
<i>Dihoploterms</i>	-	-	-	-	0.17	-	-	-	0.17
<i>Diversitermes</i>	-	-	-	-	2.17	0.33	1.00	-	1.17
<i>Embiratermes</i>	0.67	-	-	-	0.78	-	-	0.22	0.56
<i>Grigiotermes</i>	-	-	-	0.67	0.44	0.75	-	-	0.62
<i>Inquilinitermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Labioterms</i>	-	-	-	2.00	0.83	0.17	-	-	1.00
<i>Microcerotermes</i>	0.67	-	0.22	1.67	0.17	0.33	1.67	0.33	0.72
<i>Nasutitermes</i>	18.33	11.17	5.56	10.33	1.67	13.17	21.33	4.56	10.77
<i>Neocapritermes</i>	-	0.83	-	0.67	0.22	0.75	0.33	-	0.56
<i>Orthognathotermes</i>	-	-	-	-	0.33	-	-	-	0.33
<i>Paraconvexitermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22
<i>Parvitermes</i>	-	-	-	-	0.33	0.08	0.67	-	0.36
<i>Planicapritermes</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.22

---



---

<i>Procornitermes</i>	-	-	-	-	0.67	-	-	-	0.67
<i>Rhynchotermes</i>	0.33	-	-	1.67	0.50	-	1.33	-	0.96
<i>Ruptitermes</i>	0.33	-	-	-	0.06	-	0.33	-	0.24
<i>Spinitermes</i>	-	-	-	0.67	1.83	-	0.33	0.56	0.85
<i>Subulitermes</i>	1.33	-	-	1.00	0.33	-	0.33	0.44	0.69
<i>Syntermes</i>	-	-	-	0.33	0.06	0.08	0.33	0.11	0.18
<i>Termes</i>	5.67	3.50	0.44	0.33	0.89	-	1.00	0.33	1.74
<i>Tetimatermes</i>	-	-	-	-	0.06	-	-	-	0.06
<i>Velocitermes</i>	0.67	1.00	-	11.33	1.89	0.25	4.33	0.67	2.88

---

Table 5. Results of Canonical Correspondence Analysis (CCA) using the importance index of termite genera in lizards diet and termite abundance in the transects. Significance of Monte Carlo permutation test using 9,999 randomizations.

<b>Area</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
All localities	<0.0001	1.00
Alvorada	0.37	0.37
Cachimbo	0.64	0.52
Guajará-Mirim	8.61	0.08
Paracatu	0.82	0.47
Paranã	2.35	0.02*
Pimenta Bueno	0.15	0.69
São Domingos	0.63	0.60
Vilhena	0.74	0.49

Table 6 Results of EcoSim using the model “Niche overlap”, with the diet data as the importance index of each termite genus. We performed 9,999 permutations of the original data matrix. (p) Probability of the mean niche overlap of the original data matrix is lower or equal to the expected by the distribution of simulated niche overlap.

<b>Locality</b>	<b># of Lizards species*</b>	<b>Observed Mean Niche overlap</b>	<b>Mean simulated Niche overlap</b>	<b>p</b>
Alvorada do Norte	6	0.400	0.125	0.978
Cachimbo	2	0.311	0.408	0.470
Guajará-Mirim	2	0.754	0.374	0.752
Paracatu	5	0.274	0.233	0.688
Paranã	8	0.328	0.228	0.959
Pimenta Bueno	2	0.025	0.297	0.401
São Domingos	6	0.414	0.262	0.931
Vilhena	3	0.237	0.318	0.271

\*Lizard species that have termites on their diet.

Table 7 – Importance of termites in the diet of several species in Cerrado and Amazon

Forest

Species/Family	Termite importance		Source
	Amazon	Cerrado	
Teiidae			
<i>Ameiva ameiva</i>	1.00* <sup>2</sup>	26.70* <sup>1</sup>	(Vitt & Colli, 1994), This study.
<i>Cnemidophorus ocellifer</i>	-	58.31* <sup>1</sup>	This study, (Mesquita & Colli, 2003a).
<i>Kentropyx altamazonica</i>	0.16 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2001a)
<i>Kentropyx calcarata</i>	1.52 <sup>2</sup>	-	(Vitt, 1991b)
<i>Kentropyx pelviceps</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 1995)
Polychrotidae			
<i>Anolis fuscoauratus</i>	5.9 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2003b)
<i>Anolis meridionalis</i>	-	2.64 <sup>1</sup>	This study
<i>Anolis punctatus</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2003a)
<i>Anolis transversalis</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2003a)
Scincidae			
<i>Mabuya guaporicola</i>		40.06 <sup>1</sup>	This study
<i>Mabuya nigropunctata</i>	2.58* <sup>2</sup>	26.39 <sup>1</sup>	(Vitt & Blackburn, 1991), This study
<i>Mabuya</i> sp		50.75 <sup>1</sup>	This study
Gymnophthalmidae			
<i>Colobosaura modesta</i>	-	6.60 <sup>1</sup>	This study

---

<i>Micrablepharus maximiliani</i>	-	7.81 <sup>1</sup>	This study
<i>Neusticurus ecpleopus</i>	9.42* <sup>2</sup>		(Vitt <i>et al.</i> , 1998)
<i>Prionodactylus eigenmanni</i>	0.125* <sup>2</sup>	-	
Geckonidae			
<i>Gonatodes hasemani</i>	6.06 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2000b)
<i>Gonatodes humeralis</i>	5.29 <sup>2</sup>	-	(Vitt <i>et al.</i> , 2000b)
<i>Gymnodactylus geckoides</i>	-	54.46* <sup>1</sup>	(Colli <i>et al.</i> , 2003), This study
<i>Phyllopezus pollicaris</i>	-	21.82* <sup>1</sup>	This study
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	0.05 <sup>2</sup>	-	(Vitt & Zani, 1997)
Tropiduridae			
<i>Tropidurus flaviceps</i>	0.00	-	(Vitt & Zani, 1996)
<i>Tropidurus itambere</i>	-	5.56 <sup>1</sup>	This study
<i>Tropidurus oreadicus</i>	-	26.5* <sup>1</sup>	This study
<i>Tropidurus plica</i>	0.00	-	(Vitt, 1991a)
<i>Tropidurus spinulosus</i>	-	2.97 <sup>1</sup>	(Colli <i>et al.</i> , 1992)
<i>Tropidurus umbra</i>	0.00	-	(Vitt <i>et al.</i> , 1997)

---

\*Mean value among two or more populations.

<sup>1</sup>Importance Index.

<sup>2</sup>Volumetric Proportion.

## Figure Legends

Figure 1 Figure 1: Map of Brazil showing the localities in which were performed termites and lizards surveys. (1) Guajará-Mirim, (2) Pimenta Bueno, (3) Vilhena, (4) Novo Progresso, (5) Paranã, (6) São Domingos, (7) Alvorada do Norte, (8) Paracatu.

Figure 2 Graph of the CCA done with all localities. The most common termite genera on lizard diet in each area can be seen in the figure. In the graph, position of each area (environmental variable) indicates how strong is the association with termite genera (species variable). Occurrence closer to graph center (0, 0) indicate either low association with any environmental variable or a positive association with a very specific combination of all considered variables. On the other hand, peripheral occurrences indicate either high association with environmental variables or an occasional association particularly for those species with low occurrence (Ter Braak & Smilauer, 2002).

Figure 3 Graph of the CCA for Paranã. The mos abundant termite genera were:

*Velocitermes* , which was mainly eaten by *Phyllopezus pollicaris*; *Nasutitermes* mainly eaten by *Ameiva ameiva*, and *Cornitermes*, mainly eaten by *Gymnodactylus geckoides* and *Cnemidophorus ocellifer*.

Fig1

Fig2



Fig 3

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)