



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

**Padrão de Revoadas de cupins (Isoptera) em duas áreas de cerrado no  
Brasil Central**

Anna Carolina Prestes

Orientador: Reginaldo Constantino

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Biologia Animal da Universidade  
de Brasília como requisito para  
obtenção do título de Mestre em  
Biologia Animal.

Brasília-DF

2012



*Ao eterno amigo, Murilo Xavier Santana (in memoriam).*

*“Naquela mesa tá faltando ele e a saudade dele tá doendo em mim”.*

## Sumário

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Abstract.....                   | v   |
| Resumo .....                    | vi  |
| Agradecimentos.....             | vii |
| Introdução.....                 | 1   |
| Objetivos.....                  | 7   |
| Material e métodos.....         | 8   |
| Resultados.....                 | 12  |
| Discussão.....                  | 14  |
| Referências Bibliográficas..... | 22  |

## Abstract

The swarming flights of termites are seasonal phenomena, triggered by external factors, mainly precipitation or changes on temperature and humidity. On Cerrado, the rainy season occurs between September to April. In this period, many predators have benefits by the intense synchronized release of alate termites. The sampling of alates during swarming could provide a more balanced spatial distribution and less selective than soldier-based protocols. The aims of this study were to evaluate the swarming patterns of termites in two areas of cerrado *sensu stricto*; test the tray protocol that is a non attractive trap; evaluate the potential of sampling alates like a complementary method to sample termites; estimate the annual abundance of alates per area; evaluate which is the period of swarming of termites and correlate it with precipitation. The alates were collected in Brasilia – DF, at Agua Limpa farm and Anapolis – GO, at the Estadual University of Goias. Thirty traps were used in each area, distributed along three transects of 100 m, distant 10 m from each other. Each trap was made of a plastic tray of 44 x 28 cm with a mixture of water, detergent and formaldehyde. The contents of the trays were replaced every three to five days. The insects were preserved in 80% alcohol and the alates separated and identified at Laboratory of Termitology at University of Brasilia. The swarming flights started at the beginning of the rainy season and the total period of swarm was three months, with higher activity on October (first month). In the study site located in Brasilia, 704 termite alates were collected, corresponding to 191 individuals/m<sup>2</sup> and a total of 2624 termite alates were collected in Anapolis, that is, 709 individuals/m<sup>2</sup>. From this total, 98% are Termitidae family and the majority of collected species is subterranean. Each species had a different behavior of alate's release, some releasing a few amount over a period of days or weeks on the rainy season, while another have only a peak of activity. It seems to have a tendency of quick release of imagos from the mother colony early in the beginning of the

season, probably due a better use of propitious conditions of humidity to found new colonies. Common species of Cerrado were sample, nevertheless another that are typical and abundant did not collected. Possibly there are repelling characteristics in the trays or unknown behaviors from certain species to avoid falling in the traps. The conclusions are that the swarm season of termites is short and that there is a tendency of quick release from the colonies. The high density of alates in this period and them high nutritional value indicates that swarming offer important food source for opportunistic predators. The tested traps seem to be efficient to sample subterranean species and to measure the imagos's density per area, data that contribute for the knowledge of termites's richness and abundance in each area.

**Keywords:** Alates, Flight, Rainy Season, Trays like Traps.

## Resumo

As revoadas de cupins são fenômenos sazonais, desencadeadas por fatores externos principalmente pelas chuvas ou mudanças na temperatura e umidade do ar. No Cerrado, a estação chuvosa inicia-se ao final do mês de setembro e vai até abril. Nesse período, vários grupos animais se beneficiam pela intensa liberação sincronizada de imagos alados. A coleta de alados durante as revoadas pode nos apresentar uma distribuição espacial mais equilibrada e menos seletiva do que os protocolos que enfatizam a coleta de soldados e operários. Os objetivos do presente estudo foram avaliar o padrão de revoadas de cupins em duas áreas de cerrado *sensu stricto*; testar o método de armadilhas do tipo bandeja; avaliar o potencial da amostragem de alados em revoadas como método complementar de inventários das espécies de cupins; estimar a quantidade de alados de cupins produzida anualmente por unidade de área; verificar qual o período de revoadas de cupins e correlacioná-las com a precipitação. As amostragens foram realizadas em Brasília – DF, na Fazenda Água Limpa e em Anápolis – GO, na Universidade Estadual de Goiás. Em cada área foram instaladas 30 armadilhas distribuídas ao longo de três transectos de 90 m, distanciadas 10 m uma da outra. Cada armadilha consistia de uma bandeja de plástico branca de 44 X 28 cm preenchida com uma mistura de água, detergente e formol. O conteúdo das bandejas foi trocado em intervalos de três a cinco dias. Todos os insetos foram preservados em álcool 80% e os imagos separados e identificados no Laboratório de Termitologia da Universidade de Brasília. Nas duas áreas de estudo as revoadas tiveram início com as primeiras chuvas da estação e a duração total foi de três meses, com maior atividade no mês de outubro (primeiro mês de chuva). Em Brasília foram coletados 704 alados ao todo, o que correspondeu a 191 indivíduos/m<sup>2</sup> e em Anápolis o total de alados foi 2624, ou seja, 709 indivíduos/m<sup>2</sup>. Deste total, 98% pertencem à família Termitidae e a maioria das espécies coletadas é subterrânea. Cada espécie apresentou um

comportamento de liberação de alados, algumas liberando-os ao longo de um período de dias ou semanas durante a estação chuvosa, enquanto outras tiveram somente um pico de atividade, liberando-os de uma só vez. Parece haver uma tendência de saída rápida da colônia-mãe logo no começo da estação, provavelmente devido ao maior aproveitamento das condições favoráveis de umidade para estabelecimento dos novos ninhos. Foi possível amostrar espécies comuns do Cerrado, porém, outras espécies que são típicas e abundantes não foram coletadas. Talvez existam características de repelimento nas bandejas ou ainda comportamentos desconhecidos de certas espécies para evitar cair em tais armadilhas. Conclui-se que o período de revoadas é curto e que existe uma tendência de liberação rápida dos ninhos. A alta densidade de alados nesse período e seu alto valor nutritivo indicam que as revoadas propiciam uma fonte alimentar importante para predadores oportunistas. As armadilhas testadas parecerem ser eficientes em amostrar espécies subterrâneas e medir a densidade de imagos por área, dados que contribuem para o conhecimento da riqueza e abundância de cupins em cada área.

**Palavras-chave:** Alados, Voo, Estação chuvosa, Armadilha do tipo bandeja.

## **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer à Capes pela bolsa concedida durante todo o período do meu Mestrado e aos órgãos financiadores FAP-DF, CNPq e Pronex Proc. 563/2009, os quais custearam grande parte das despesas do projeto.

Algumas pessoas foram fundamentais, outras fizeram pequenas contribuições. Mas todas com sua devida importância, de alguma forma fazem parte do título que estou recebendo. Seria hipocrisia recebê-lo sozinho.

Gostaria de agradecer aos meus pais Marco Antônio e Ana Marilze, pelo incentivo desde o momento que anunciei minha mudança pra Brasília para fazer o Mestrado. Obrigada pelo apoio financeiro que permitiu uma tranquilidade maior e coragem para suportar a distância e a saudade nos momentos difíceis. Ao meu irmão Paulo José pelo carinho, conselhos e cuidado de sempre.

Ao professor Reginaldo Constantino, pela orientação e identificação dos alados, sem as quais eu não teria os resultados de meu trabalho. Pelos ensinamentos, pela organização inata de taxonomista e até mesmo pelas broncas, que por mais amargas que fossem, tiveram suas contribuições para meu conhecimento como pesquisadora.

Aos colegas e, inevitavelmente, amigos do laboratório Danilo Elias, Maria Cristina, Delano Guimarães, Pollyane Rezende e José Renato. Pelas ajudas diárias, discussões, trabalhos de

campo, triagens e infinitas outras gentilezas que tornaram o trabalho do dia-a-dia menos estressante e mais divertido. Muito obrigada de coração.

À professora Héliida por não hesitar em me ajudar, aceitando realizar as coletas na Universidade Estadual de Goiás (Anápolis). Às estagiárias Thamara, Jennifer, Priscila e Caroline, que fizeram todo o “trabalho sujo” (na verdade molhado) de coletar regularmente, mesmo embaixo de chuva e em período de férias. Obrigada pela responsabilidade e competência.

Aos estagiários Yoni e Bachir que ajudaram no campo e triagem em parte das coletas.

Aos amigos Sidney Alcântara, Murilo Camargo e Isabela Rebouças por não me deixarem ir pra campo sozinha. Por me ajudarem com as triagens mesmo tendo que aprender o que é um cupim alado. Obrigada por estarem presentes no final de muitos dias cansativos. Vocês foram minha família em Brasília.

## INTRODUÇÃO

Cupins são insetos eussociais da ordem Isoptera, que possui cerca de 2800 espécies conhecidas (Constantino 2012). Juntamente com formigas e minhocas, os cupins são considerados como um dos grupos mais importantes entre os animais edáficos, pois influenciam na estrutura física e funções biológicas do solo das regiões tropicais (Matsumoto 1976; Eggleton *et al.* 1995; Eggleton *et al.* 1996)

Durante a construção de seus ninhos e inúmeras galerias, os cupins aumentam a porosidade no local, permitindo a passagem de água. Além disso, são capazes de movimentar a terra verticalmente de grandes profundidades para a superfície, resultando no enriquecimento do solo e renovação de nutrientes úteis para plantas (Wood 1988; Holt & Coventry 1990; Holt & Lepage 2000), sendo muitas vezes denominados “engenheiros do ecossistema” (Jones *et al.* 1994).

A eussocialidade é caracterizada pela vida em colônias com castas reprodutivas e não-reprodutivas, cuidado cooperativo com a prole e sobreposição de gerações (Higashi *et al.* 2000). Uma característica geral dos cupins é que geralmente os operários são morfologicamente uniformes, mas o comportamento varia bastante, ao passo que soldados são morfologicamente diversos, porém o comportamento é similar entre as espécies. Essa variação de atividade dos operários foi um dos principais fatores para o resultado atual da enorme diversificação das guildas alimentares, padrões de construção de ninhos, estilos de forrageamento e outros comportamentos próprios de cada espécie (Wilson 1971).

Os cupins produzem periodicamente adultos alados, cujas funções são dispersão, reprodução e fundação de novas colônias. As revoadas são fenômenos sazonais, as quais seguem uma sequência de eventos comportamentais que envolvem todos os membros da colônia, meses antes do início do voo (Nutting 1969).

Existem outras formas de dispersão, como o brotamento (“*budding*”) ou ainda revoadas independentes de padrões sazonais, como acontece em cupins de madeira-seca (saem em revoada quando o recurso se esgota ou quando há uma divisão acidental da madeira habitada) (Nutting 1969; Shellman-Reeve 1997; Bandeira *et al.* 2001; Korb & Katrantzis 2004). Porém, apenas através das revoadas, áreas distantes da colônia-mãe podem ser colonizadas, o que, conseqüentemente, reduz a competição local e permite a exploração de novos recursos, além de contribuir para uma maior variabilidade genética devido ao cruzamento entre membros de diferentes colônias (Clarke 1993; Rebello & Martius 1994; Shellman-Reeve 1997).

Os padrões de distribuição de cupins mostram que os fatores físicos limitantes da dispersão são principalmente temperatura e umidade (Emerson 1955). As revoadas são diretamente ligadas às chuvas, o que pode ser explicado pela baixa tolerância desse grupo à ausência de água (Collins 1969). Desde a saída do ninho até a escavação da primeira célula real, os alados estão expostos aos fatores que podem levá-los à desidratação, além do risco de predação (Collins 1969; Nutting 1979). Essa tolerância é maior na família Kalotermitidae (Becker 1969; Nutting & Haverty 1976), pois vivem dentro da madeira e a chuva não afeta a fundação das colônias, além disso são mais abundantes em regiões úmidas e, portanto, geralmente não acompanham os padrões sazonais de voo.

A presença de ninfas já é observada nas colônias meses antes das revoadas, sendo possível encontrá-las a partir de maio em alguns ninhos na região do Cerrado (Brandão 1996). Na família Termitidae, há a distinção entre a linhagem áptera, que dará origem aos operários e soldados, e a linhagem reprodutiva, que dará origem aos imagos, responsáveis pela reprodução (Lubin & Montgomery 1981). Durante o desenvolvimento, os cupins sofrem de cinco a seis mudas, geralmente passam por dois ínstares larvais e cinco ninfais. O intervalo até a formação do alado maduro é variável, sendo possível que haja um período de retenção

para que a formação se estenda por toda a estação seca e possibilita que a última muda só ocorra próximo do início da estação chuvosa, quando acontecem as revoadas. Em *Anoplotermes pacificus* Mueller, 1873 (Termitidae: Apicotermitinae), por exemplo, cada ínstar ninfal dura 14 dias durante a estação seca e apenas o penúltimo é mantido até o final desse período (Noirot 1969).

A produção de uma colônia pode ser contínua ou sazonal e tanto o número de alados, quanto o momento em que eles serão liberados parecem depender de fatores internos como tamanho e idade do ninho, feromônios, disponibilidade de recursos, além de padrões dentro de cada grupo taxonômico (Nutting 1969; Thorne 1983; Clarke 1993). Ao comparar uma colônia de *Nasutitermes nigriceps* (Haldeman, 1853) da Jamaica, de 325 cm de perímetro, com uma de *Nasutitermes corniger* (Motschulsky 1855) (Termitidae: Nasutitermitinae) em Trinidad, de 86 cm de perímetro, observou-se que a primeira produziu um total de 70190 alados, enquanto a segunda somente 1517 alados (Clarke 1993), mostrando que talvez o tamanho do ninho possa influenciar na quantidade de alados produzidos.

Os voos dos cupins são sincronizados e variam de acordo com os padrões climáticos de cada local (Nutting 1969), sendo possível também que colônias da mesma espécie em diferentes locais, revoem simultaneamente (Lepage & Darlington 2000). De modo geral, cada grupo taxonômico apresenta preferências por horários de voos específicos. Por exemplo, constatou-se que *Incisitermes banksi* (Snyder, 1920), *Paraneotermes simplicicornis* (Banks in Banks & Snyder, 1920) (Kalotermitidae), *Heterotermes aureus* (Snyder, 1920) (Rhinotermitidae), *Amitermes pallidus* Light, 1932, *Gnathamitermes perplexus* (Banks in Banks & Snyder, 1920) (Termitidae) voam durante o crepúsculo; *Pterotermes occidentis* (Walker, 1853) (Kalotermitidae), *Tenuirostritermes tenuirostris* (Desneux, 1904) (Termitidae) preferem voos noturnos e *Amitermes silvestrianus* Light, 1930 e *A. wheeleri* (Desneux, 1906) (Termitidae) no crepúsculo matinal (Nutting & Haverty 1976). E ainda

*Microcerotermes arboreus* Emerson, 1925, *M. strunckii* (Soerensen, 1884), *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri, 1901) e *Nasutitermes kemneri* Snyder & Emerson in Snyder, 1949 (Termitidae) foram todos observados voando durante ou logo após algum evento de chuva (Mill 1983).

Os comportamentos de sincronização e voos pontuais não são hábitos casuais, mas sim estratégias de defesa. Muitos predadores oportunistas se aproveitam da alta oferta de alimento repentina e essas estratégias parecem minimizar o custo energético investido nas revoadas (Nutting 1979). O voo sincronizado tem como resultado uma rápida saturação dos predadores, sendo assim, teoricamente, o número de alados predados será menor do que daqueles que terão a chance de estabelecer um ninho e copular. Além disso, uma quantidade exagerada de alados liberados reduz a probabilidade de cada indivíduo ser predado (Nutting 1979; Shellman-Reeve 1997). Os horários estratégicos evitam os principais picos de atividade dos predadores, principalmente das aves. Quando um número pequeno de alados é liberado, a estratégia de refúgio nesse caso é diminuir o fluxo de saída e liberá-los aos poucos (Nutting 1979; Brandão 1996).

Os alados apresentam um elevado valor nutricional devido à reserva de gordura e outros nutrientes que carregam para sobreviver ao processo de fundação da nova colônia, o que pode durar semanas ou meses (Wilson 1971; Redford & Dorea 1984). Ao sair do ninho, eles têm uma proteção eficiente dos soldados e operários que se posicionam nas estruturas construídas para o voo (torres e buracos para lançamento) (Mill 1983). Mas durante o voo eles perdem essa proteção.

Como exemplos de predação, estudos mostraram que 23 espécies de aves (muitas delas não insetívoras) foram observadas reunidas durante uma revoada de cupins na Serra da Mantiqueira (São Paulo) durante 40 min (Olson & Alvarenga 2006). Entre os mamíferos, os

tamanduás (Myrmecophagidae) parecem atacar com mais frequência os ninhos de *Nasutitermes* sp. quando existem alados presentes (Lubin & Montgomery 1981).

O sapo da espécie *Scaphiopus couchii* Baird, 1854 (Anura: Pelobatidae) encontrado no Arizona (EUA) tem uma dieta praticamente dependente de alados, passando de duas a três noites da estação chuvosa se alimentando deles e então adquire reserva calórica suficiente para sobreviver o ano inteiro (Ruibal *et al.* 1969; Nutting & Haverty 1976). Sendo assim, a taxa de produção de alados em um ecossistema poderia nos fornecer dados de biomassa energética disponível para predadores (Nutting & Haverty 1976).

Após caírem ao solo, a sequência geral de comportamentos dos alados é a perda das asas, atração do sexo oposto (“*calling*”), pareamento, ritual de “*tandem running*” e por fim, escavação da câmara real (Nutting 1969; Wilson 1971). A perda das asas (“*dealation*”) é um exemplo interessante de autotomia nos insetos e tem importante influência no controle dos graus de endo e exocruzamento, afinal a cópula só ocorre após essa perda. O tempo necessário até que o alado perca a asa é o que vai permitir uma cópula próxima ou distante da colônia mãe. Por exemplo, cupins da família Kalotermitidae possuem asas mais resistentes e inclusive precisam realizar algum tipo de atrito para que haja o rompimento. Nesse caso, é mais vantajoso que copulem o mais distante possível da madeira já esgotada (Myles 1988).

Quando finalmente “dealados”, machos e fêmeas exalam feromônios a partir de glândulas esternais (também envolvidas em trilhas de orientação) e terçais. Mas existem variações na presença dessas glândulas em diferentes grupos. Por exemplo, na família Termitidae, os machos não possuem a glândula tergal, então sempre a fêmea “chama” o macho (“*calling*”), pois suas duas glândulas são expostas (Bordereau *et al.* 1991; 2002; 2011)

Após o pareamento, o casal segue em “*tandem running*”, geralmente com macho tocando o abdômen da fêmea e saem à procura do local de nidificação. Então eles se estabelecem com a construção da câmara real (Nutting 1969; Darlington *et al.* 1977), o que é

facilitado devido à maior umidade do solo durante as chuvas (Nutting 1979). Somente após esse ritual que pode durar de 20 a 35 min, acontece a primeira cópula (Mill 1983).

Talvez a mais potente pressão seletiva que facilita e mantém a vida eussocial dos cupins atualmente seja durante a fundação do ninho e início do crescimento da colônia. Desde o momento de saída da colônia-mãe até o estabelecimento do novo ninho, além do alto risco de predação, os alados competem por sítios de nidificação (Shellman-Reeve 1997).

A maioria dos estudos que relaciona revoadas de cupins com sazonalidade no Brasil foi realizada na Amazônia e apenas um na Mata Atlântica (Rebello & Martius 1994; Martius *et al.* 1996; Martius 2003). No Cerrado, dois estudos qualitativos (Mill 1983; Brandão 1996) mostram um padrão na época de revoada: elas começam no início da estação chuvosa (final de setembro) e vão até novembro. O período de estação chuvosa no Centro-Oeste vai de setembro a abril (INMET 2011).

Entender os padrões de sazonalidade e distribuição de espécies é importante para maior compreensão de seu papel ecológico e biodiversidade. Realizar isso através da coleta de alados durante as revoadas pode nos apresentar um padrão da distribuição das espécies de cupins em um dado ambiente de uma maneira mais equilibrada e menos seletiva do que os protocolos que enfatizam a coleta de soldados e operários (Bourguignon *et al.* 2009), além de fornecer dados ou indicativos da biomassa disponível para populações que se beneficiam do consumo energético desse grupo (Nutting & Haverty 1976).

Em todos os estudos realizados sobre revoadas (citados acima) até o momento, utilizaram-se como métodos de coleta, armadilhas luminosas, pano branco ou de interceptação de voo. No presente estudo testaram-se armadilhas do tipo bandeja, com intuito de apresentar uma estimativa do número de alados produzido durante o período de coletas.

## **OBJETIVOS**

### **Geral:**

- Verificar se existem padrões de revoadas de cupins no cerrado.

### **Específicos:**

- Testar o método de bandejas para coleta de alados de cupins;
- Avaliar o potencial da amostragem de alados em revoadas como método complementar de inventário das espécies de cupins;
- Estimar o número de alados de cupins produzido anualmente por unidade de área em dois locais de estudo;
- Verificar qual o período de revoadas de cupins e correlacioná-las com a precipitação.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Áreas de Estudo*

As coletas foram realizadas em duas áreas de Cerrado *sensu stricto* (Figura 1). A primeira localizada na Fazenda Água Limpa (FAL) (15°94'S 47°93'W), unidade experimental da Universidade de Brasília que possui uma área total de 4500 ha, destinada à conservação e pesquisa. A altitude no local é de aproximadamente 1150 m, a temperatura média anual é de 20,4 °C e a precipitação média anual é de 1600 mm. O tipo de solo predominante é latossolo vermelho escuro (Figura 1).

Para se desenvolver um estudo na FAL, é necessária uma autorização da administração local e registro dos projetos que estão sendo realizados de forma detalhada. A escolha deste local se deu devido à rápida aprovação do presente projeto pela administração, além do acesso rápido à fazenda que se localiza próximo à Brasília (aproximadamente 30 km do *campus* Darci Ribeiro, Universidade de Brasília).

Uma segunda área de estudo foi escolhida devido às facilidades logísticas e ao pré conhecimento pessoal da área. Como fui estudante de graduação na Universidade Estadual de Goiás, foi feita uma solicitação à professora Héli da Ferreira da Cunha, orientadora durante minha graduação e atualmente responsável pelo Laboratório de Pesquisa Ecológica e Educação Científica, a qual concedeu autorização para a realização do experimento e recrutou os estagiários que executaram as coletas no local. O *campus* Henrique Santillo localiza-se na cidade de Anápolis, às margens da BR-153, que liga a cidade de Brasília à Goiânia e como realizo frequentemente esta viagem Brasília-Goiânia, pude vistoriar a área e as coletas sempre que possível.

A Universidade Estadual de Goiás (Anápolis – GO) (16°38'S 48°94'W) possui no seu total 130 ha. Desse total, 58 ha são destinados à preservação. A altitude é de aproximadamente 1110 m, a temperatura média anual é de 22 °C e a precipitação média anual

é de 1450 mm. O tipo de solo predominante é o latossolo vermelho. Em ambas as áreas, o clima é definido por uma estação quente e chuvosa, do final de setembro a abril e outra fria e seca, de maio a setembro (Figura 1).

O cerrado na FAL possui uma maior densidade vegetal e o relevo é mais plano, composto por árvores de médio e grande porte é relativamente bem preservado (Figura 2-A). Está rodeado por áreas de experimentações agrícolas e agropecuárias, inclusive um dos transectos foi instalado próximo a um eucaliptal.

Comparando-se com a UEG, a área total da FAL é maior (4500 ha da área total) e a paisagem geral da vegetação na UEG é mais aberta, com menor densidade vegetal e com árvores de menor porte. A área de cerrado *sensu stricto* em si é pequena, pois da área total do *campus*, ainda há fragmentos de Mata de Galeria, pastagem e Mata Ciliar (Figura 2-B).

### *Coletas*

Foram traçados três transectos de 90 m em cada área, iniciados a 30 m da borda, e em cada transecto foram dispostas 10 armadilhas com espaçamento de 10 m entre elas. O espaçamento entre os transectos foi de 800 m na FAL e 100 m na UEG, devido a diferenças no tamanho total de cada área (Figura 1).

Cada armadilha consistia de uma bandeja de plástico branco com dimensões 44 cm de comprimento x 28 cm de largura x 7,5 cm de altura (Figura 3). Cada bandeja foi preenchida com cerca de 100 mL de uma mistura de água, detergente (algumas gotas apenas para quebrar a tensão superficial da água) e formol (30 mL/L). Foram feitos pequenos furos nas laterais das bandejas para impedir o transbordamento em caso de chuvas muito intensas.

As armadilhas foram colocadas na UEG no dia 28 de setembro de 2010, um dia após a primeira chuva da estação no local. Na FAL choveu no dia 28 e as bandejas foram colocadas no dia seguinte. O conteúdo foi trocado a cada três a cinco dias, geralmente no período da manhã, mas sem horário definido. Todos os insetos presentes foram recolhidos em frascos plásticos com álcool 80% e levados ao laboratório para triagem. Os alados de cupins foram separados dos outros insetos, morfotipados, as amostras foram etiquetadas e identificadas no Laboratório de Termitologia da UnB. Os outros insetos foram armazenados para estudos futuros.

As coletas foram finalizadas em março de 2011 em ambos os locais. A partir de janeiro as trocas de bandejas foram feitas semanalmente, pois a frequência de queda dos alados foi menor.

### *Identificação*

A identificação de cupins, de um modo geral, é primariamente baseada na morfologia dos soldados, devido à variação morfológica que esta casta apresenta (Bourguignon *et al.* 2009). Não existem chaves de identificação para imagos em gêneros e espécies. Eles nem sempre são coletados e existem poucos registros em coleções entomológicas e descrições na literatura, o que muitas vezes torna este trabalho problemático (Rebello & Martius 1994).

No presente estudo, primeiramente foi realizada a morfotipagem de alados baseando-se em chaves para família e subfamília (Krishna 1970; Kambhampati & Eggleton 2000). Para diferenciá-los até morfoespécies, observaram-se características tais como coloração, tamanho, presença ou ausência de fontanela, tamanho de olhos e ocelos, número de esporões nas tíbias, dentição das mandíbulas, formato do pronoto, mesonoto e metanoto, número de antenômeros, microesculturas e pilosidade das asas, padrão geral de pilosidade no corpo.

A identificação até gêneros e espécies foi realizada pelo professor Dr. Reginaldo Constantino, através da comparação com as espécies já identificadas e depositadas na coleção do Laboratório de Termitologia da UnB e ainda com base em descrições da literatura, quando disponível. Na coleção há registro da maioria das espécies comuns do Cerrado e geralmente todas as castas estão representadas nas amostras, inclusive os alados. Em alguns casos, especialmente na subfamília Apicotermatinae, só foi possível separar em morfoespécies porque a taxonomia desse grupo é muito pouco conhecida e os gêneros estão mal definidos.

### *Análises*

Dados de precipitação diários foram fornecidos pela Estação de Agroclimatologia situada na própria Fazenda Água Limpa em Brasília, e na UEG esses dados foram obtidos pelos sites da SIMEHGO (Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás) (SIMEGHO 2011) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (INMET 2011).

Comparou-se precipitação e abundância de alados em cada local ao longo de todo o período de revoadas, a fim de observar possíveis padrões de correlação.

As abundâncias de alados coletados em todas as armadilhas foram somadas por datas de coletas e, após a identificação foi possível saber qual foi a abundância de cada espécie por data e total de todo o período. Calculou-se a abundância relativa de cada espécie em cada local, o que seria um indicativo de sua importância para a área em que foi coletada (Rebello & Martius 1994).

**Abundância relativa = N total de indivíduos de cada espécie/ N total de indivíduos alados (em cada área de estudo)**

Todos os gráficos foram preparados no programa estatístico R (R Development Core Team 2012).

## RESULTADOS

Foram coletadas 46 espécies de cupins somando as duas localidades, a maioria pertencente à família Termitidae e alguns poucos representantes das famílias Rhinotermitidae e Serritermitidae. A subfamília Syntermitinae (Termitidae) apresentou maior abundância na FAL e Apicotermitinae (Termitidae) foi mais representativo na UEG. Foram 21 gêneros, mais 18 morfoespécies pertencentes à subfamília Apicotermitinae. Das 46 espécies coletadas, 40 foram registradas na UEG, 25 na FAL, sendo que 19 espécies foram comuns às duas áreas.

A abundância total de alados das duas áreas foi de 3328, dos quais 3283 são pertencentes à família Termitidae, 42% da subfamília Apicotermitinae e 46% Syntermitinae. Na FAL coletaram-se 704 alados, enquanto que na UEG a abundância em todo o período foi de 2624 indivíduos. Calculou-se a abundância relativa de alados para cada área (Tabela 1).

As espécies mais abundantes na FAL foram *Labiotermes brevilabius* Emerson & Banks, 1965 (30,68%), *Cyrrillitermes strictinasus* (Mathews, 1977) (25,14%) e *Procornitermes araujoi* Emerson, 1952 (7,95%) (Termitidae: Synteritinae). Na UEG, as morfoespécies Apicotermitinae sp. B (28,73%) e Apicotermitinae sp. H (19,25%) somaram quase metade de todos os alados coletados, seguidos de *Cyrrillitermes strictinasus* (15,82%), *Procornitermes araujoi* (13,22%) e *Labiotermes brevilabius* (9,53%) (Termitidae: Syntermitinae) (Tabela 1).

O período de revoadas foi de aproximadamente três meses nos dois locais. As armadilhas foram colocadas no dia seguinte ao primeiro registro de chuva, na UEG choveu no dia 27 de setembro de 2010 e na FAL no dia 28. Já na primeira troca do conteúdo das armadilhas observou-se a presença de alados (Figuras 4 e 5). A área total das 30 bandejas utilizadas em cada área é de 3,7 m<sup>2</sup>, portanto na FAL a densidade de cupins pela área das bandejas, que revoaram durante todo esse intervalo foi de 190 alados/m<sup>2</sup> e na UEG, 709 alados/m<sup>2</sup>.

Na FAL, as revoadas começaram poucos dias após a primeira chuva e após seis dias ocorreu uma grande atividade de revoada, com 125 alados (17%) presentes nas armadilhas (Figura 4). Um segundo pico (141 alados, ou 20%) aconteceu duas semanas mais tarde e um terceiro ocorreu na segunda semana de novembro (94, ou 13%) (Figura 4).

Na UEG, o padrão observado foi similar: alados foram coletados logo após a primeira chuva e em uma semana houve a maior atividade de revoada, com 897 alados (34,2%) presentes nas armadilhas. Um segundo pico (360 alados, ou 13,7%) aconteceu duas semanas mais tarde e um terceiro ocorreu na primeira semana de novembro (156, ou 5,96%) (Figura 5). Após a segunda semana de novembro, nas duas localidades, os registros de alados reduziram drasticamente mesmo com a continuação do período chuvoso (que perdurou até o final de abril de 2011) e os últimos alados foram coletados nos dias 20 de dezembro na FAL (apenas um indivíduo) e 13 de janeiro da UEG (três indivíduos) (Figuras 4 e 5).

Das espécies mais abundantes, é possível observar que *Cyrlilotermes strictinaus* apresentou um período total de voo de aproximadamente um mês nas duas áreas, porém, na UEG as atividades se iniciaram no começo do mês de outubro e na FAL no final do mesmo mês (Figura 6). *Labiotermes brevilabius* apresentou um padrão similar nas duas áreas: revoou no início da estação chuvosa, o período total de revoadas foi similar (durante o mês de outubro) e ainda apresentou um padrão de comportamento igual, com o lançamento de alados de uma só vez, logo nas primeiras chuvas (Figura 7). *Procornitermes araujoi* também apresentou um padrão comportamental similar nas duas áreas: liberaram uma pequena quantidade de alados logo no início das chuvas, mas o maior pico se deu cerca de duas semanas após, no entanto, na UEG o número de alados coletados foi maior do que na FAL (Figura 8).

Ao comparar o período de voo entre essas espécies, nota-se que *Labiotermes brevilabius* e *Procornitermes araujoi* (Syntermitinae) foram os primeiros a sair dos ninhos

(Figuras 7 e 8). Nota-se ainda que há uma sobreposição do período de voo, principalmente no final do mês de outubro/início de novembro entre *Cyrillitermes srtictinasus* e *Procornitermes araujoi*, indicando que existe um padrão na época de saída dos ninhos e a maior atividade de revoadas no mesmo período, entre os dias 20 e 27 de outubro (Figuras 6 e 8).

Na área daUEG (Figura 9), as duas morfoespécies mais abundantes (*Apicotermatinae* sp. B e *Apicotermatinae* sp. H), revoaram assim que começaram as chuvas e lançaram um elevado número de alados de uma só vez, sendo capturados 595 alados de *Apicotermatinae* sp. B e 283 de *Apicotermatinae* sp. H na segunda coleta (dia 02 de outubro) (Figura 9).

## DISCUSSÃO

Um total de 3328 alados, distribuídos em 46 espécies, foi coletado somando as duas áreas de estudo. Desse total, 98% pertencem à família Termitidae e houve poucos registros de Rhinotermitidae e Serritermitidae. Nenhum alado de Kalotermitidae foi coletado. A subfamília Syntermitinae apresentou maior abundância na FAL e *Apicotermatinae* foi mais representativo na UEG.

Os padrões de distribuição das espécies de cupins geralmente são estudados realizando protocolos de amostragem rápida, em que os métodos mais comuns são transectos e parcelas ou coleta manual em ninhos, solos, galhos, etc (Davies 1997; Jones & Eggleton 2000; Jones *et al.* 2006). Esses protocolos resultam na coleta de soldados e operários principalmente, que são as castas mais abundantes e que estão presentes o ano todo.

Como são insetos sociais, os cupins constroem ninhos que podem abrigar milhares de indivíduos, e os ambientes explorados por eles são bem variados, de acordo com seus hábitos alimentares (xilófagos, humívoros, comedores de serrapilheira e intermediários) (De Souza & Brown 1994). Os métodos para coleta de cupins comumente inventariam um número

representativo das espécies que habitam um dado local, sendo possível registrar a presença ou ausência dessas espécies, num sentido qualitativo, que serve de base para se estimar qual a proporção existente desses indivíduos em uma área (Roisin & Leponce 2004).

Porém, dados de biomassa total ou quantidade de cupins, de um modo geral, são escassos, porque além dos protocolos mais comuns não serem voltados para este fim, a dimensão que as colônias podem chegar em tamanho, ou ainda o difícil acesso a certos tipos de ninhos (como em dosséis florestais ou muito difusos no solo) são fatores que restringem esse conhecimento (Thorne 1983; Lepage & Darlington 2000; Roisin & Leponce 2004).

O presente estudo teve como um de seus objetivos testar um método complementar aos protocolos de amostragens de cupins, utilizando bandejas dispostas no solo durante o período de revoadas. Como os alados são liberados anualmente estimulados principalmente pelas chuvas (Nutting 1969), através das bandejas seria possível amostrar as espécies de cupins de duas áreas de cerrado que nidificam em todos os tipos de habitats, sem selecionar ou dar preferência para um tipo ou outro.

Dessa forma, aquelas espécies que são pouco registradas devido às dificuldades citadas acima, também poderiam ser amostradas nas bandejas. Além disso, protocolos baseados na captura dos alados podem nos apontar padrões espaciais e temporais das revoadas, contribuindo para o conhecimento da distribuição ecológica e diversidade dessas espécies (Bourguignon *et al.* 2009).

Todos os estudos sobre revoadas de cupins aos quais tive acesso utilizaram armadilhas luminosas, pano branco ou de interceptação de voo (Mill 1983; Rebello & Martius 1994; Brandão 1996; Medeiros *et al.* 1999; Martius 2003; Bourguignon *et al.* 2009), as quais são tendenciosas, pois capturam alados que revoam à noite, no caso das primeiras ou alados que revoam em diferentes alturas, no caso da última. As bandejas no solo são armadilhas menos seletivas e ainda podem fornecer dados de densidade de cupins (alados que caem por unidade

de área), dados que contribuem para o entendimento da dinâmica das populações locais (Lepage & Darlington 2000a)

No Cerrado, o clima é sazonal e caracterizado por estações bem definidas de seca (maio a agosto) e chuvas (setembro a abril) e logo no início da estação chuvosa, percebe-se um aumento considerável da quantidade de insetos, presentes inclusive em ambientes urbanos. Este é um padrão fenológico que acompanha as condições favoráveis de disponibilidade de alimento e, conseqüentemente, favoráveis à reprodução (Pinheiro *et al.* 2002).

Constatou-se que as revoadas de cupins nas duas áreas estudadas iniciam-se logo após as primeiras chuvas, como observado também por Mill (1983) e Brandão (1996). Logo que houve o primeiro registro de chuvas nas duas áreas de estudo, as bandejas foram instaladas e após o intervalo de três dias já foram coletados alados na FAL e UEG.

O período total de revoadas foi de aproximadamente três meses, porém a maior parte das capturas ocorreu até a primeira semana de novembro (Figuras 4 e 5). Essa estratégia de liberação dos alados logo no início da estação chuvosa garante um maior sucesso no estabelecimento das colônias, afinal, todo o comportamento pós-voos para nidificação depende ou é facilitado sob condições ótimas de umidade (Nutting 1969; Collins 1969; Thorne 1983).

As coletas de alados, de modo geral, apresentaram o padrão geralmente encontrado quando se coletam soldados e operários de cupins. A proporção das famílias coletadas é parecida com a proporção encontrada em inventários de cupins que utilizam os métodos convencionais de coleta. Um fator que pode explicar essa distribuição seria a dependência de cada grupo por fatores meteorológicos. Em outros estudos sobre revoadas é possível observar que a família Termitidae, principalmente, tem uma maior dependência das condições meteorológicas e sazonais do que Kalotermitidae. Isso porque Kalotermitidae (cupins de madeira seca) habitam e se alimentam de pedaços de madeira, suas colônias são pequenas e,

assim que o recurso se esgota, a colônia produz alados e se desfaz com as revoadas (Nutting 1969).

Esse processo é independente de condições ambientais e pode ocorrer em qualquer época. É característico, portanto, deste grupo produzir uma baixa quantidade de alados, que são liberados aos poucos durante todo o ano e seus voos parecem ser relacionados à baixa umidade (Martius 2003). É importante ressaltar que a abundância desta família no Cerrado é muito baixa comparando-se com florestas tropicais, afinal a disponibilidade de madeira é bem menor no Cerrado (Constantino 2005), o que torna difícil sua captura mesmo utilizando os métodos mais convencionais (para coletá-los, muitas vezes é preciso serrar a madeira).

Espécies que são comumente amostradas por outros métodos foram coletadas nas bandejas, apesar disso, outras bastante comuns e abundantes, não apareceram nas armadilhas, como, por exemplo, *Diversitermes* sp., *Cornitermes cumulans* (espécie-chave no cerrado) e *C. bequaerti*. Talvez haja algum comportamento dessas espécies para evitar cair nas armadilhas, por exemplo, repelindo a cor branca ou o reflexo da água nas bandejas (esta hipótese está sendo testada em outro experimento – dados não publicados).

No estudo realizado por Brandão (1996), utilizando pano branco (armadilha atrativa), foram amostradas 24 espécies, das quais todos os gêneros foram comuns aos alados coletados no presente trabalho. O mesmo para o estudo realizado por (Mill 1983), com exceção de *Cortaritermes silvestrii* (Holmgren, 1910) e *Microcerotermes strunckii*, todos os outros gêneros foram comuns aos resultados do presente estudo.

Das 150 espécies registradas no Cerrado, apenas 20% constroem ninhos epígeos e arborícolas, ou seja, a maioria está presente no solo, com ninhos inconspícuos e difusos (Mill 1983; Constantino 2005; Vasconcellos *et al.* 2007). As coletas de alados refletiram isso. Quase metade da abundância total foi representada pela subfamília Apicotermatinae (Termitidae), cupins subterrâneos e humívoros que não apresentam a casta de soldados. Este

grupo constrói ninhos no solo, com muitos túneis difusos. Sempre são coletados em inventários, porém dados sobre sua biomassa e taxonomia são escassos (Bignell *et al.* 2011).

No Cerrado, oito espécies dessa subfamília são registradas das 215 conhecidas em todo o mundo (Constantino & Acioli 2008). Nos presentes resultados foram separadas 18 morfoespécies de Apicotermatinae, sugerindo que talvez o número de espécies existentes seja muito maior do que se conhece atualmente.

*Labiotermes brevilabius*, *Cyrillitermes strictinasus* e *Procornitermes araujoii* (todos Termitidae: Syntermitinae), estiveram entre as espécies mais abundantes tanto na FAL quanto na UEG. Todas são húmidívoras, vivem no solo ou associadas a ninhos de outras espécies (no caso de *Labiotermes brevilabius* e *Cyrillitermes strictinasus*) ou constroem ninhos epígeos, mas pequenos (*Procornitermes araujoii*) (Emerson 1952; Mathews 1977; Fontes 1985; Constantino *et al.* 2006). É possível perceber, portanto, que as bandejas foram eficazes em coletar maiores abundâncias de cupins subterrâneos, o que pode ter acontecido devido à proximidade com o solo e, conseqüentemente, com esses ninhos.

Na UEG a abundância total foi pelo menos três vezes maior do que na FAL. Apesar disso, é possível considerar a densidade por área alta nas duas localidades. Na FAL caíram aproximadamente 190 alados/m<sup>2</sup> e na UEG de 709 alados/m<sup>2</sup>. Estes números representam a quantidade de recurso alimentar que pode ser aproveitada pelos vários tipos de predadores que se beneficiam dos fenômenos de revoada durante alguns meses. Além disso, a partir da densidade, é possível estimar ou colaborar para o conhecimento de produção de alados por ano em cada local.

A produção de alados é um indicativo da abundância total de uma colônia. Os reprodutores (alados) representam um custo e investimento para a colônia, assim como a produção de outras castas, e o direcionamento energético que se dá para este fim depende de alguns fatores, como por exemplo, idade e tamanho da colônia (Thorne 1983). Há poucos

estudos detalhados sobre essa produção, mas há registros de que reprodutores em ninhos de cupins xilófagos representam de 10 a 15% da biomassa total das colônias, enquanto espécies que possuem hábitos de forrageamento, apresentam biomassa de 20 a 25% de reprodutores nos ninhos e os cultivadores de fungo, cerca de 45 a 55% (Lepage & Darlington 2000).

Isso significa que quanto maior a densidade de alados, maior a abundância de colônias de cupins, o que é um dado quantitativo importante e até poderia ser utilizado como bioindicador de conservação e manejo, juntamente com o conhecimento da riqueza das áreas de cerrado.

Em relação às diferenças nas abundâncias totais coletadas na UEG e na FAL, apesar de se tratar de duas áreas classificadas como cerrado *sensu stricto*, existem diferenças em relação ao relevo e à densidade vegetal. Na área de estudo da FAL o relevo é mais plano e a vegetação mais densa. Na UEG a vegetação é mais aberta e as árvores são de pequeno porte. Talvez o relevo íngreme e a menor quantidade de barreiras físicas (vegetação) tenham influenciado na quantidade de alados que caíram nas bandejas da UEG. Ou ainda é possível que a densidade de cupins seja maior nesse local devido a fatores como tipo de solo, por exemplo. Estudos mais detalhados seriam necessários para afirmar tal hipótese.

Observando-se os comportamentos de revoadas em cada área em relação às datas, é possível perceber que existem alguns padrões quando se compara primeiramente as subfamílias: Nota-se, por exemplo, que a subfamília Syntermitinae (Termitidae) inicia as atividades de voo logo na primeira semana de chuvas. Ao analisar pelos gráficos das espécies, percebe-se que essas primeiras espécies de Syntermitinae são *Labiotermes brevilabius* ( FAL e UEG). Acredita-se que exista um padrão dessas duas espécies de rápida liberação de alados, logo no começo da estação.

Vários estudos apontam para a possibilidade de haver voos sincronizados como estratégias para evitar predação (Nutting 1969; Nutting 1979) e acredita-se que como espécies

próximas filogeneticamente possuem nichos parecidos, então provavelmente também respondem aos estímulos ambientais de forma parecida.

Entretanto, é possível que, apesar de voarem em datas próximas ou iguais, haja diferenças nos horários de voo, a fim de evitar a formação de pares híbridos (Bourguignon *et al.* 2009) ou ainda uma possível competição por locais de nidificação. E com o método utilizado neste trabalho não é possível responder a esta questão, pois não foram feitas observações em campo dos horários de voo. A troca de uma armadilha corresponde a um intervalo de dias em que acumularam-se alados de cupins nas bandejas. Talvez esse método acrescido de observações de campo seja mais completo para se analisar dados comportamentais de cada espécie. É possível afirmar apenas que algumas espécies filogeneticamente próximas revoaram em períodos de dias iguais ou próximos.

Das espécies mais próximas que voaram no mesmo período na FAL é possível apontar *Procornitermes araujoi* e *Cyrillitermes strictinasus* (Syntermitinae) (sobreposição principalmente no intervalo dos dias 22 a 27 de outubro).

Na UEG, Apicotermitinae sp. B e sp. H voaram nas mesmas datas, logo no início (entre 28 de setembro e 02 de outubro), mas outras espécies de Apicotermitinae (não mostradas em gráficos devido à baixa abundância) só apareceram duas semanas depois, o que pode ser resultado de diferenças na conclusão do desenvolvimento de ninfas até o adulto maduro. É possível que algumas espécies completem esse processo antes de outras (Noirot 1969, Henderson & Delaplane 1994) e libere seus alados em momentos diferentes. *Procornitermes araujoi* e *Cyrillitermes strictinasus* tiveram os maiores picos de atividade em datas próximas (meados de outubro).

Além de haver uma possível sincronização de grupos próximos, é possível perceber outro padrão: algumas espécies revoam durante um tempo maior em um intervalo de vários dias, liberando poucos alados em cada evento e outras liberam todos de uma só vez em um

intervalo curto (Nutting 1969). É possível apontar como exemplo a espécie *Cyrrillitermes strictinasus*, que tanto na UEG quanto na FAL apresentou um período total de voo de aproximadamente um mês, liberando os alados aos poucos, sendo que a quantidade máxima liberada em uma das coletas (em ambos os locais próximo do dia 22 de outubro) foi de 84 (de um total de 177) na FAL e 137 (de um total de 415) na UEG. Este comportamento também pode ser uma estratégia de economia de energia despendida da colônia, ou seja, uma forma de evitar o desperdício ao lançar muitos alados de uma só vez e arriscar que todos sejam predados. Liberando aos poucos, garante-se que pelo menos alguns eventos terão sucesso no estabelecimento de novas colônias (Nutting 1979).

Contrariando esse padrão, os Apicotermitinae, de modo geral, (atentando-se para os mais abundantes), liberaram a grande maioria de seus alados de uma só vez. Dessa forma, é possível que haja uma rápida saturação dos predadores e ainda seja possível obter sucesso na reprodução e estabelecimento de novas colônias (Nutting 1979).

Parece-me que algumas colônias iniciam as atividades de voo com o início das chuvas, porém aguardam as melhores condições de umidade para liberar a maior quantidade de alados que podem produzir, evitando dessa forma, custo energético em vão, como, por exemplo, se liberassem todos os alados durante chuvas esporádicas de verão. Ou ainda, pode ser que algumas colônias já tenham alados completamente formados apenas aguardando o início das chuvas e já são liberados, enquanto outras possuem ninfas imaturas ou pré-alados no penúltimo instar de desenvolvimento, aguardando o aumento da umidade para completar o amadurecimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bandeira AG, Silva MP, Vasconcellos A. 2001. Alate swarming variation in two species of *Cryptotermes* (Isoptera, Kalotermitidae) in João Pessoa, Paraíba State, Brazil. *Acta Biologica Leopoldensia* 23:167-173.
- Becker G. 1969. Rearing of termites and testing methods used in the laboratory. *In*: Krishna K, Weesner FM, editors. *Biology of Termites*. London: Academic Press of London. pp. 351-385.
- Bignell DE, Roisin Y, Lo N. 2011. *Biology of Termites: A Modern Synthesis*. Bignell DE, Roisin Y, & Lo N, editors. 1st ed. London: Springer. 576 p.
- Bordereau C, Robert A, Odile B, Le Quere J-L. 1991. (3Z,6Z,8E)-3,6,8-Dodecatrien-1-OL: sex pheromone in a higher fungus-growing termite, *Pseudacanthotermes spiniger* (Isoptera, Macrotermitinae). *Journal of Chemical Ecology* v.17 n.11.
- Bordereau C, Canello EM, Sémon E, Courrent A, Quennedey B. 2002. Sex pheromone identified after solid phase microextraction from tergal glands of female alates in *Cornitermes bequaerti* (Isoptera, Nasutitermitinae). *Insectes Sociaux* 49:209-215.
- Bordereau C, Canello EM, Sillam-Dussès D, Sémon E. 2011. Sex-pairing pheromones and reproductive isolation in three sympatric *Cornitermes* species (Isoptera, Termitidae, Syntermitinae). *Journal of Insect Physiology* 57:469-474.
- Bourguignon T, Leponce M, Roisin Y. 2009. Insights into the termite assemblage of a neotropical rainforest from the spatio-temporal distribution of flying alates. *Insect Conservation and Diversity* 2:153-162.
- Brandão D. 1996. Estudos sobre o padrão de revoadas de uma comunidade de térmitas no Parque Nacional das Emas, Goiás. Campinas. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

- Clarke PA. 1993. Alate production in colonies of *Nasutitermes nigrieps* and *Nasutitermes costalis* (Isoptera: Termitidae) in Jamaica and Trinidad. *Sociobiology* 23:167-174.
- Collins MS. 1969. Water relations in termites. *In: Krishna K, Weesner FM, editors. Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.* 1st ed. London: Academic Press of London. pp. 433-458.
- Constantino R. 2005. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma Cerrado. *In: Scariot AO, Silva JCS, Felfili JM, editors. Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação.* Brasília: Ministério do Meio Ambiente. pp. 319-333.
- Constantino R. 2012. Online Termite Database.
- Constantino R, Acioli ANS. 2008. Diversidade de cupins (Insecta: Isoptera) no Brasil. *In: Moreira FMS, Siqueira JO, Brussaard L, editors. Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros.* Lavras: UFLA. pp. 278-297.
- Constantino R, Acioli ANS, Schmidt K, Cuezco C, Carvalho SHC, Vasconcellos A. 2006. A taxonomic revision of the Neotropical termite genera *Labiotermes* Holmgren and *Paracornitermes* Emerson (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Zootaxa* 1340:1-44.
- Darlington JPEC, Sands WA, Pomeroy DE. 1977. Distribution and post-settlement survival in the field by reproductive pairs of *Hodotermes mossambicus* (Isoptera, Hodotermitidae). *Insectes Sociaux* 24:185-187.
- Davies RG. 1997. Termite species richness in fire-prone and fire-protected dry deciduous dipterocarp forest in Doi Suthep-Pui National Park, Northern Thailand. *Journal of Tropical Ecology* 13:153-160.
- De Souza O, Brown WL. 1994. Effects of habitat fragmentation on amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology* 10:197-206.

- Eggleton P, Bignell DE, Sands WA, Waite B, Wood TG, Lawton JH. 1995. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of forest disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology* 11:85-98
- Eggleton P, Bignell DE, Sands WA, Mawdsley NA, Lawton JH, Wood TG, Bignell NC. 1996. The Diversity, abundance and biomass of termites under differing levels of disturbance in the Mbalmayo Forest Reserve, Southern Cameroon. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 351:51-68.
- Emerson AE. 1952. The neotropical genera *Procornitermes* and *Cornitermes* (Isoptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 99:475-540.
- Emerson AE. 1955. Geographical origins and dispersions of termite genera. *Fieldiana: Zoology* 37:465-519.
- Fontes LR. 1985. New genera and new species of Nasutitermitinae from the Neotropical Region (Isoptera: Termitidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 3:7-25.
- Henderson G, Delaplane KS. 1994. Formosan subterranean termite swarming behavior and alate sex-ratio (Isoptera:Rhinotermitidae). *Insect Sociaux* 41:19-28.
- Higashi M, Yamamura N, Abe T. 2000. Theories on the sociality of termites. *In: Abe T, Bignell DE, Higashi M, editors. Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.* Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp. 169-187.
- Holt JA, Coventry RJ. 1990. Nutrient cycling in Australian Savannas. *Journal of Biogeography* 17:427-432.
- Holt JA, Lepage M. 2000. Termites and soil properties. *In: Abe T, Bignell DE, Higashi M, editors. Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.* 1st ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp. 389-407.
- INMET. 2011. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Data de acesso: 09/12/2011.

- Jones DT, Davies RG, Eggleton P. 2006. Sampling termites in forest habitats: A reply to Roisin and Leponce. *Austral Ecology* 31:429-431.
- Jones DT, Eggleton P. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology* 37:191-203.
- Jones CG, Lawton JH, Shachak M. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos* 69:373-386.
- Kambhampati S, Eggleton P. 2000. Taxonomy and phylogeny of termites. *In*: Abe T, Bignell D, Higashi M, editors. *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp. 1-23.
- Korb J, Katrantzis S. 2004. Influence of environmental conditions on the expression of the sexual dispersal phenotype in a lower termite: implications for the evolution of workers in termites. *Evolution & Development* 6:342-352.
- Krishna K. 1970. Taxonomy, phylogeny, and distribution of termites. *In*: Krishna Kumar, Weesner FM, editors. *Biology of Termites*. New York: Academic Press INC New York. pp. 127-152.
- Lepage M, Darlington JPEC. 2000. Population dynamics of termites. *In*: Abe T, Bignell DE, Higashi M, editors. *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. 1st ed. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp. 333-361.
- Lubin YD, Montgomery GG. 1981. Defenses of *Nasutitermes* termites (Isoptera, Termitidae) against tamandua anteaters (Edentata, Myrmecophagidae). *Biotropica* 13:66-76.
- Martius C. 2003. Rainfall and air humidity: non-linear relationship with termite swarming in Amazonia. *Amazoniana* 13:387-397.
- Mathews AGA. 1977. Studies on termites from the Mato Grosso State, Brazil. *Ciências ABD*: Rio de Janeiro, RJ. pp. 267.

- Matsumoto T. 1976. The role of termites in an equatorial rain forest ecosystem of west Malaysia. I. Population density, biomass, carbon, nitrogen and calorific content and respiration rate. *Oecologia* 22:153-178.
- Medeiros LGS, Bandeira AG, Martius C. 1999. Termite swarming in the Northeastern Atlantic Rain Forest of Brazil. *Studies on neotropical fauna and environment* 34:76-87.
- Mill AE. 1983. Observations on brazilian termite alate swarms and some struture used in the dispersal of reproductives (Isoptera: Termitidae). *Journal of Natural History* 17:309-320.
- Myles TG. 1988. Dealation in termites. *Sociobiology* 14:61-87.
- Noirot CH. 1969. Formation of castes in the higher termites. *In: Krishna K, Weesner FM, editors. Biology of Termites. London: Academic Press of London. pp. 311-350.*
- Nutting WL. 1969. Flight and colony foundation. *In: Krishna K, Weesner FM, editors. Biology of Termites. 1st ed. London: Academic Press of London. pp. 233-282.*
- Nutting WL. 1979. Termite flight periods: strategies for predator avoidance? *Sociobiology* 4:141-151.
- Nutting WL, Haverty MI. 1976. Seasonal production of alates. *Sociobiology* 2:145-153.
- Olson SL, Alvarenga MF. 2006. An extraordinary feeding assemblage of birds at a termite swarm in the. *Revista Brasileira de Ornitologia* 14:297-299.
- Pinheiro F, Diniz IR, Coelho D, Bandeira MPS. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the brazilian cerrado. *Austral Ecology* 27:132-136.
- R Development Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <http://www.R-project.org>.

- Rebello AMC, Martius C. 1994. Dispersal flights of termites in Amazonian Forests (Isoptera). *Sociobiology* 24:127-146.
- Redford KH, Dórea JD. 1984. The nutritional value of invertebrates with emphasis on ants and termites as food for mammals. *Journal of Zoology* 1984:305-95.
- Roisin Y, Leponce M. 2004. Characterizing termite assemblages in fragmented forests: a test case in the Argentinian Chaco. *Austral Ecology* 29:637-646.
- Ruibal R, Tevis L, Roig V. 1969. The terrestrial ecology of the spadefoot toad *Scaphiopus hammondi*. *Copeia* 1969:571-584.
- SIMEGHO. 2011. Disponível em: <http://www.simego.sectec.go.gov.br/>. Data de acesso: 09/12/2011.
- Shellman-Reeve JS. 1997. The spectrum of eusociality in termites. *In*: Choe JC, Crespi BJ, editors. *The evolution of social behaviour in insects and arachnids*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 52-92.
- Thorne BL. 1983. Alate production and sex ratio in colonies of the neotropical termite *Nasutitermes corniger* (Isoptera; Termitidae). *Oecologia* 58:1983.
- Vasconcellos A, Araújo VFP, Moura FMS, Bandeira AG. 2007. Biomass and population structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: Termitidae) in the dry forest of Caatinga, Northeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 36:693-698.
- Wilson EO. 1971. Caste: Termites. *In*: *The Insects Societies*. Cambridge: Harvard University Press. pp. 183-196.
- Wood TG. 1988. Termites and the soil environment. *Biology and Fertility of Soils* 6:228-2

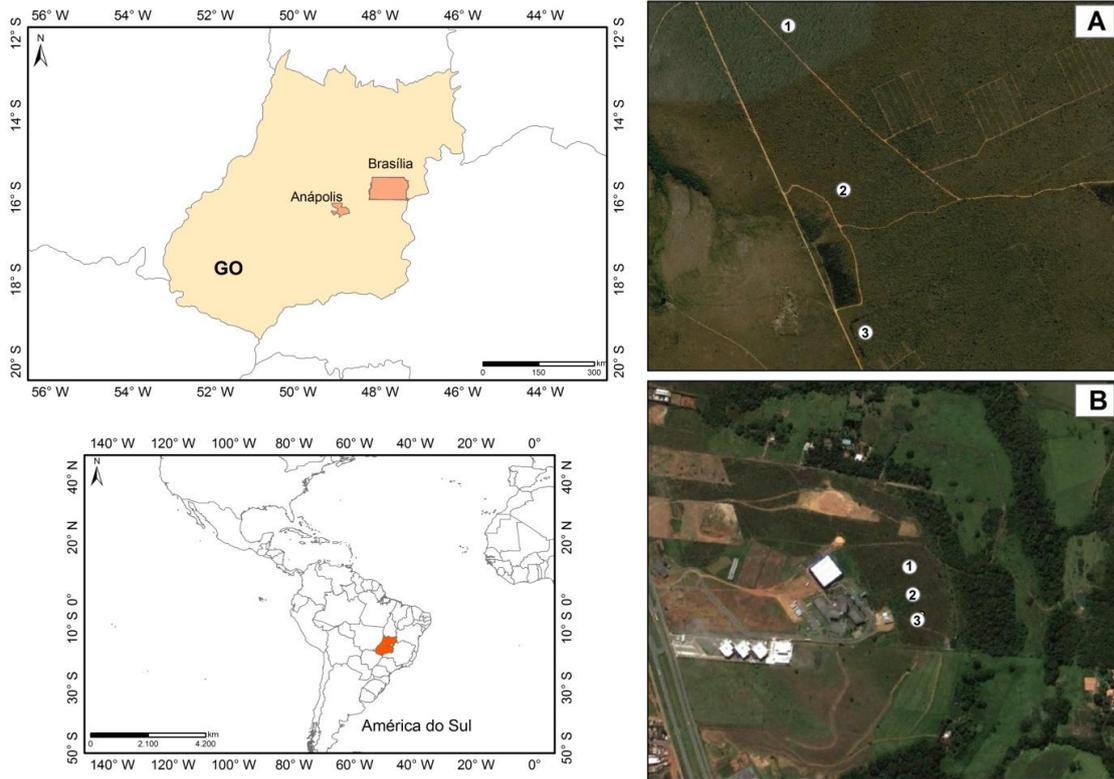


Figura 1 – Localização das duas áreas de cerrado *sensu stricto* em que foram realizadas as coletas de alados de cupins durante revoadas no ano de 2010. A – Fazenda Água Limpa, Brasília (DF): Transectos 1,2 e 3 (distanciados 800 m entre si); 2 – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO): Transectos 1, 2 e 3 (distanciados de 100 m entre si).



Figura 2 – Áreas de cerrado *sensu stricto* utilizadas para coleta de alados de cupins durante revoadas no ano de 2010. A) Fazenda Água Limpa, Brasília (DF); B) Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO).



Figura 3 – Bandeja preenchida com uma mistura de água, formol (30 mL/L) e gotas detergente utilizada como armadilha para amostragem de alados de cupins em duas áreas de cerrado *sensu stricto* em Brasília (DF) e em Anápolis (GO).

Tabela 1 – Espécies de cupins coletadas em duas áreas de cerrado *sensu stricto* durante amostragem de alados no ano de 2010, na Fazenda Água Limpa, Brasília (DF) e na Universidade Estadual de Goiás (GO).

| Espécie  | FAL |       | UEG |       |
|--|-----|-------|-----|-------|
|  | N   | %     | N   | %     |
| <i>Angularitermes</i> cf. <i>clypeatus</i> Mathews, 1977           | 44  | 6.25  | 3   | 0.11  |
| Apicotermatinae sp.  | 2   | 0.28  | -   | -     |
| Apicotermatinae sp. A  | 12  | 1.7   | 4   | 0.15  |
| Apicotermatinae sp. B  | 48  | 6.82  | 754 | 28.73 |
| Apicotermatinae sp. C  | 4   | 0.57  | 5   | 0.19  |
| Apicotermatinae sp. D  | 12  | 1.7   | 13  | 0.5   |
| Apicotermatinae sp. E  | 8   | 1.14  | 3   | 0.11  |
| Apicotermatinae sp. F  | 1   | 0.14  | 2   | 0.08  |
| Apicotermatinae sp. G  | -   | -     | 3   | 0.11  |
| Apicotermatinae sp. H  | -   | -     | 505 | 19.5  |
| Apicotermatinae sp. I  | -   | -     | 2   | 0.08  |
| Apicotermatinae sp. J  | -   | -     | 4   | 0.15  |
| Apicotermatinae sp. K  | -   | -     | 3   | 0.11  |
| Apicotermatinae sp. L  | -   | -     | 1   | 0.04  |
| Apicotermatinae sp. M  | -   | -     | 8   | 0.3   |
| Apicotermatinae sp. N  | -   | -     | 4   | 0.15  |
| Apicotermatinae sp. O  | 7   | 0.99  | -   | -     |
| Apicotermatinae sp. P  | 6   | 0.85  | -   | -     |
| <i>Armitermes euamignathus</i> Silvestri, 1901                     | 14  | 1.99  | 20  | 0.76  |
| <i>Cavitermes parmae</i> Mathews, 1977                             | 34  | 4.83  | 38  | 1.45  |
| <i>Constrictotermes cyphergaster</i> (Silvestri, 1901)             | 1   | 0.14  | -   | -     |
| <i>Cornitermes silvestrii</i> Emerson in Snyder, 1949              | -   | -     | 2   | 0.08  |
| <i>Cyranotermes timuassu</i> Araujo, 1970                          | 1   | 0.14  | -   | -     |
| <i>Cyrilliotermes strictinasus</i> (Mathews, 1977)                 | 177 | 25.14 | 415 | 15.82 |
| <i>Dentispicotermes</i> cf. <i>globicephalus</i> (Silvestri, 1901) | -   | -     | 119 | 4.54  |
| <i>Embiratermes festivellus</i> (Silvestri, 1901)                  | -   | -     | 2   | 0.08  |
| <i>Embiratermes</i> sp.  | -   | -     | 2   | 0.08  |
| <i>Grigiotermes</i> sp.  | -   | -     | 2   | 0.08  |
| <i>Heterotermes longiceps</i> (Snyder, 1924)                       | 14  | 1.99  | 7   | 0.27  |
| <i>Labiatermes brevilabius</i> Emerson & Banks, 1965               | 216 | 30.68 | 250 | 9.53  |
| <i>Labiatermes orthocephalus</i> (Silvestri, 1901)                 | -   | -     | 40  | 1.52  |
| <i>Nasutitermes coxipoensis</i> (Holmgren, 1910)                   | 1   | 0.14  | 8   | 0.3   |
| <i>Nasutitermes</i> sp.  | -   | -     | 1   | 0.04  |
| <i>Neocapritermes Araguaia</i> Krishna & Araujo, 1968              | -   | -     | 22  | 0.84  |
| <i>Neocapritermes</i> sp.  | -   | -     | 2   | 0.08  |
| <i>Orthognathotermes heberi</i> Raw & Egler, 1985                  | -   | -     | 1   | 0.04  |
| <i>Procornitermes araujoi</i> Emerson, 1952                        | 56  | 7.95  | 347 | 13.22 |
| <i>Procornitermes</i> sp.  | -   | -     | 2   | 0.08  |
| <i>Rhynchotermes</i> sp.   | 1   | 0.14  | 1   | 0.04  |

|   |                  |      |             |      |
|---|------------------|------|-------------|------|
| <i>Serritermes serrifer</i> (Hagen & Bates, 1858) | 21               | 2.8  | 3           | 0.11 |
| <i>Spinitermes</i> sp.                            | 2                | 0.28 | 15          | 0.57 |
| <i>Subulitermes</i> sp.                           | 19               | 2.7  | 7           | 0.27 |
| <i>Syntermes dirus</i> (Burmeister, 1839)         | -                | -    | 1           | 0.04 |
| <i>Syntermes nanus</i> Constantino, 1995          | -                | -    | 1           | 0.04 |
| <i>Termes nigrinus</i> (Silvestri, 1901)          | 1                | 0.14 | 2           | 0.08 |
| <i>Velocitermes</i> sp.                           | 2                | 0.28 | -           | -    |
|   | <b>Total 704</b> |      | <b>2624</b> |      |

---

N = Número de alados coletados. %= abundância relativa

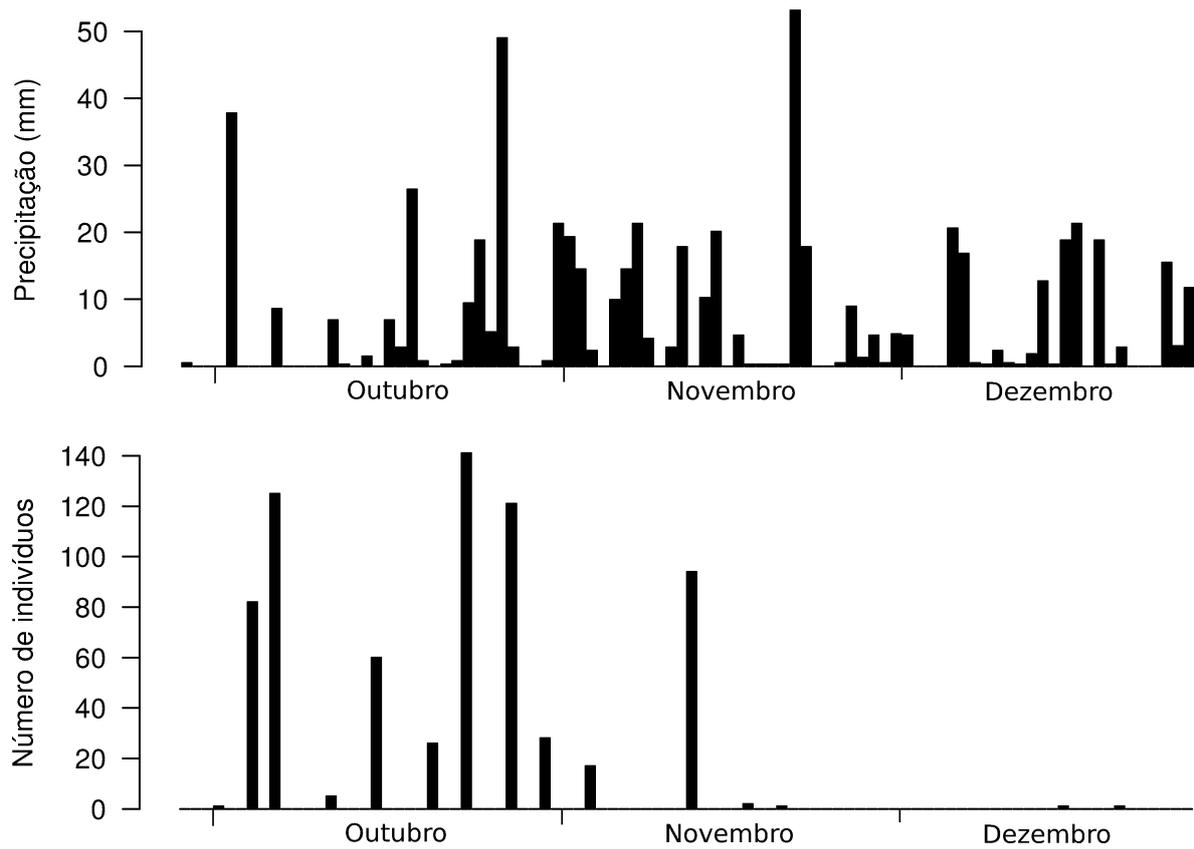


Figura 4 – Precipitação diária durante estação chuvosa até o mês de dezembro de 2010 e distribuição de alados de cupins capturados na Fazenda Água Limpa, Brasília (DF) durante esse período.

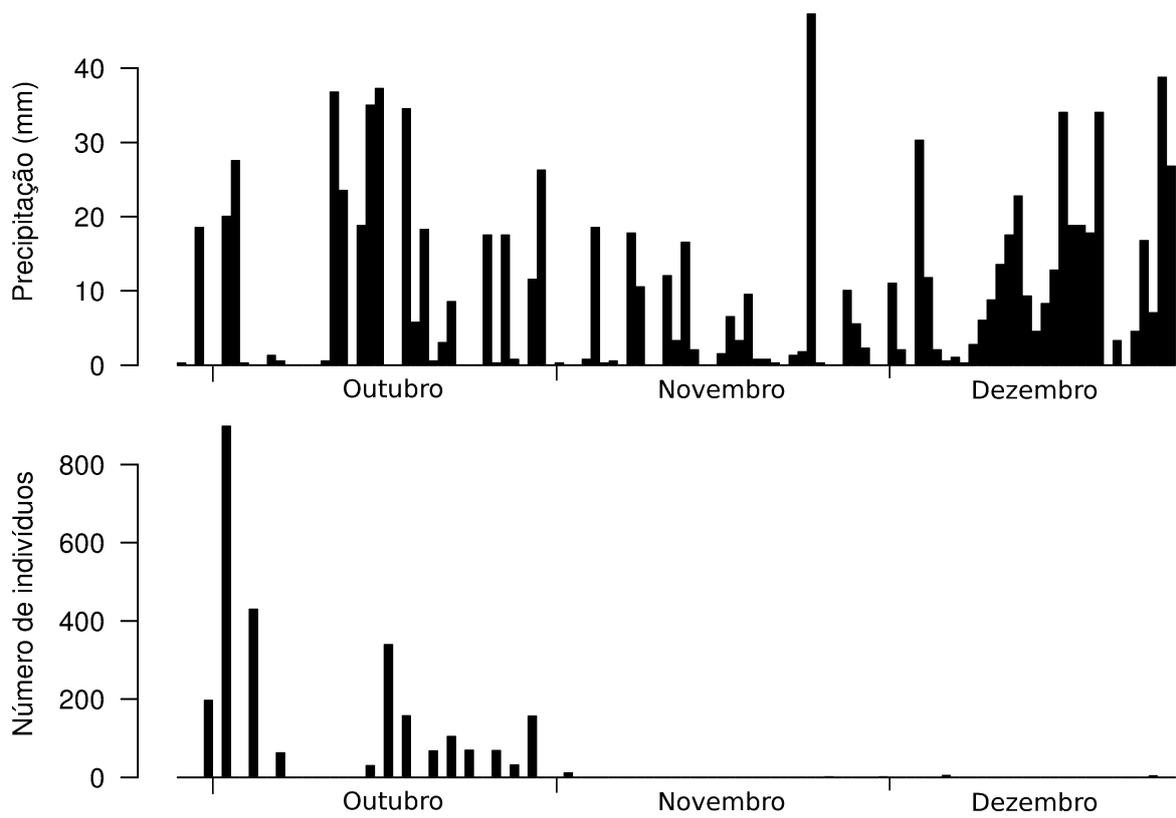


Figura 5 – Precipitação diária durante estação chuvosa até o mês de dezembro de 2010 e distribuição de alados de cupins capturados na Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO) durante esse período.

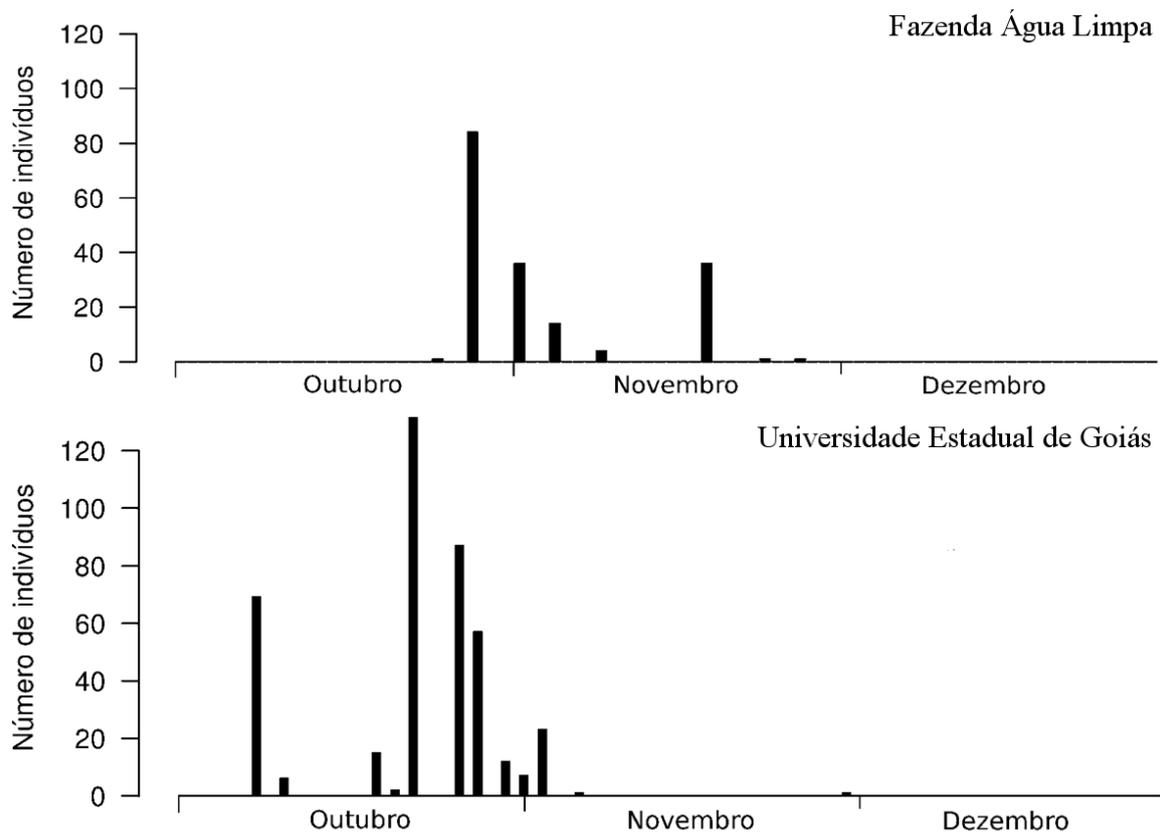


Figura 6 – Padrão de distribuição de alados de cupins da espécie *Cyrlilloterme strictinasus* coletados durante estação chuvosa do ano de 2010 em duas áreas de Cerrado *sensu stricto*, na Fazenda Água Limpa, Brasília (DF) e na Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO).

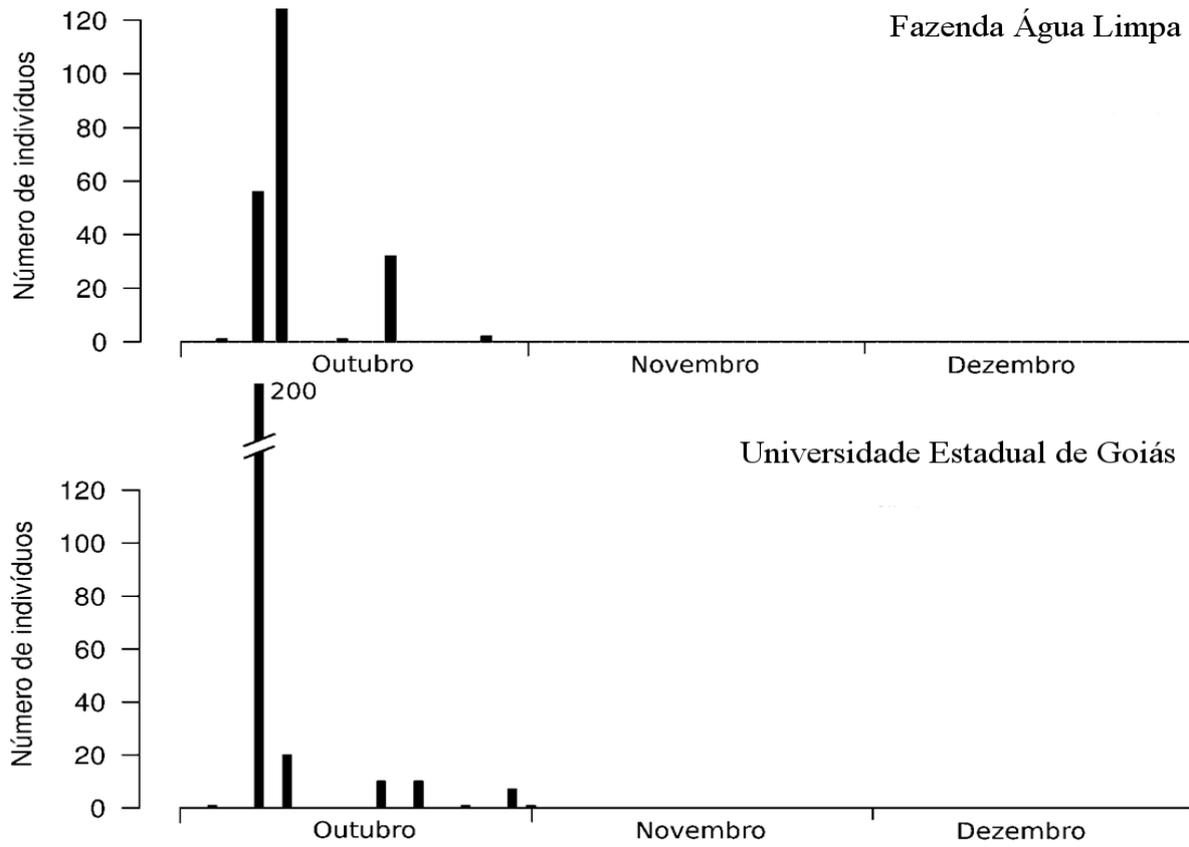


Figura 7 – Padrão de distribuição de alados de cupins da espécie *Labiotermes brevilabius* coletados durante estação chuvosa do ano de 2010 em duas áreas de Cerrado *sensu stricto*, na Fazenda Água Limpa, Brasília (DF) e na Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO).

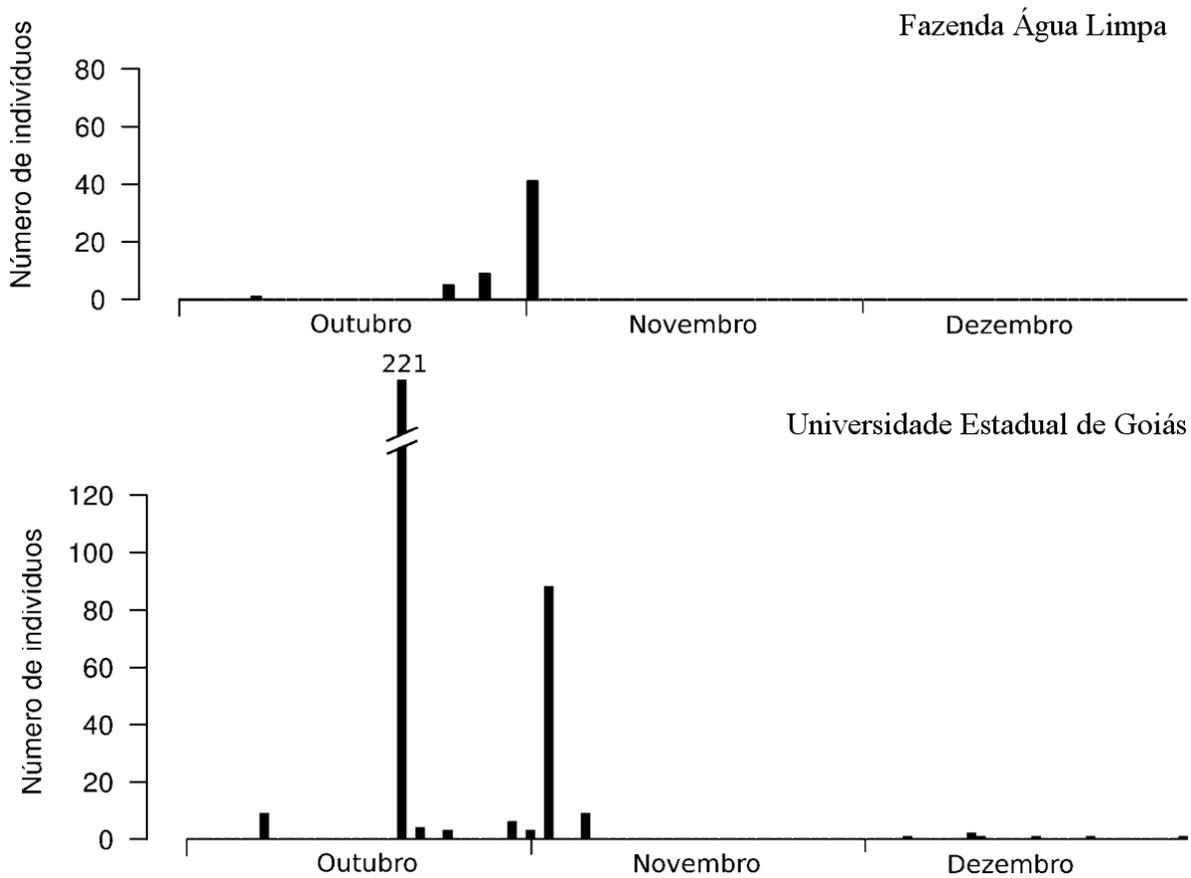


Figura 8 – Padrão de distribuição de alados de cupins da espécie *Procornitermes araujo* coletados durante estação chuvosa do ano de 2010 em duas áreas de Cerrado *sensu stricto*, na Fazenda Água Limpa, Brasília (DF) e na Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO).

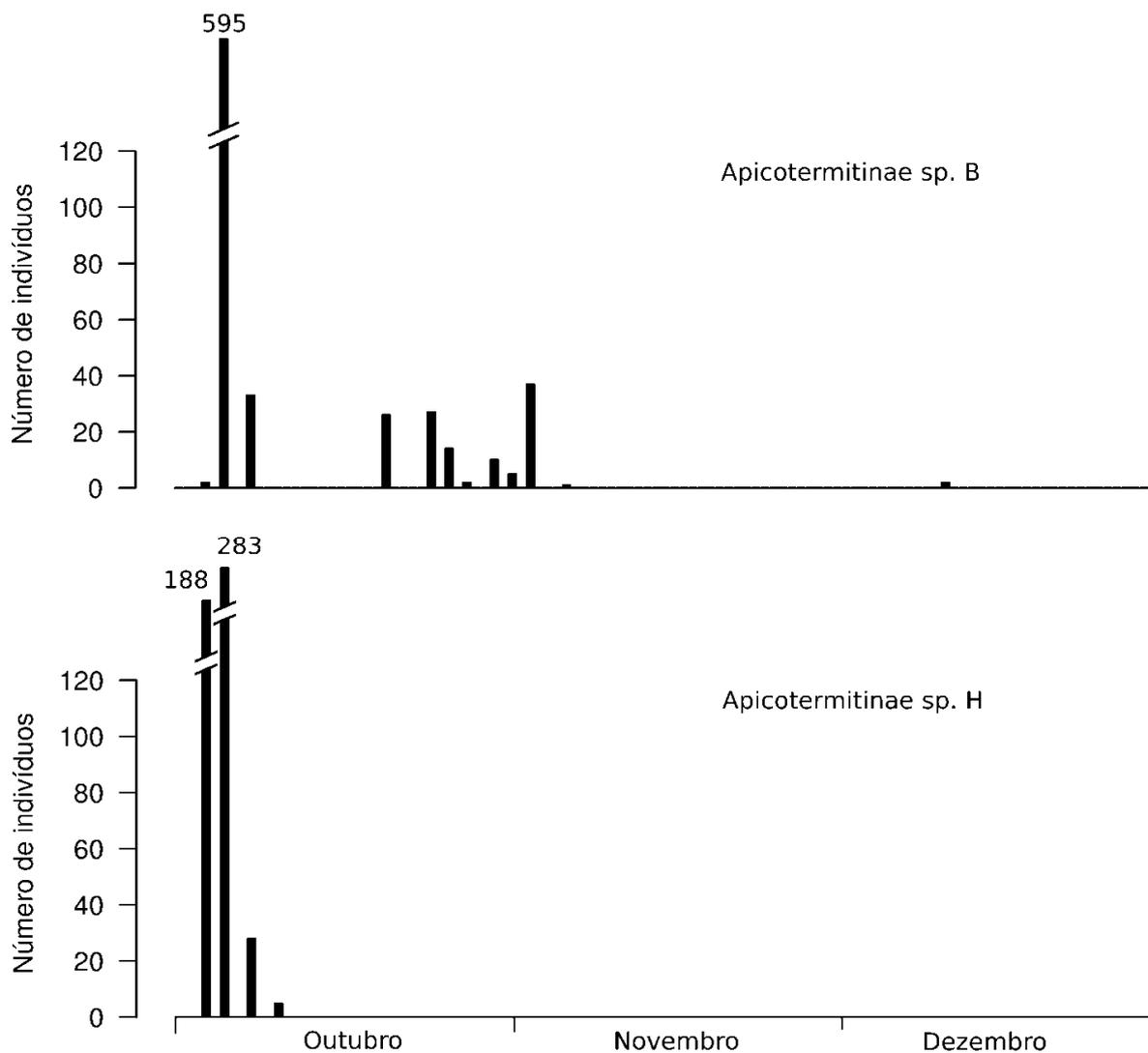


Figura 9 – Padrão de distribuição de alados de cupins das morfoespécies Apicotermitinae sp. B e Apicotermitinae sp. H coletados durante estação chuvosa do ano de 2010 em uma área de cerrado *sensu stricto* na Universidade Estadual de Goiás, Anápolis (GO).