

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Thiago Santos

**Variação Temporal da Atividade de Forrageio de
Cupins (Insecta, Isoptera) sobre Iscas de Papel
Higiênico em Hidrolândia, Goiás**

Orientador:

Prof. Dr. Divino Brandão

Dissertação de Mestrado

Goiânia-GO, 2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

Thiago Santos

Variação Temporal da Atividade de Forrageio de Cupins
(Insecta, Isoptera) sobre Iscas de Papel Higiênico em
Hidrolândia, Goiás

Orientador:

Prof. Dr. Divino Brandão

Dissertação submetida ao
Programa de Pós-graduação em
Ecologia e Evolução/UFG como
requisito parcial para obtenção
do Título de Mestre em Ecologia
e Evolução.

Goiânia-GO, 2008

Agradecimento

É sabido que ninguém consegue nada sozinho; no meu caso isso não foi diferente.

Primeiramente agradeço o Prof. Dr. Divino Brandão, pelos 6 anos e meio de orientação, dedicação, paciência, cerveja e emails engraçados. Agradeço por ter acreditado em mim e por ser parte decisiva na maior conquista da minha vida até o momento. Agradeço por ter me ensinado o que é ser um pesquisador de verdade, correto, ético.

Ao grande Fred Vantuir e Carol pela ajuda muito acima das expectativas durante a execução do trabalho, pelas críticas e boas idéias e principalmente, pela amizade.

Ao Junior, Bruno, Bárbara e todo o pessoal do Banana Menina por ter nos acolhido de forma carinhosa durante as coletas.

Aos meus grandes amigos e co-orientadores do Laboratório de Ecologia de Isoptera: Diogão, Guilhermão, Rodrigo e Hélida pelas conversas agradáveis, incontáveis risadas, puxões de orelha e orientação.

Aos meus grandes amigos de graduação: Vandrê, Yuri e Gabi por serem sinceros, companheiros e exemplo de caráter e inteligência.

Aos companheiros de laboratório: Carrijo, Danilo, Mayra, Delano, Luciano, Leonardo e Pollys pelas melhores horas de trabalho que tive em minha vida, pelas discussões produtivas sobre por que o nosso laboratório não cresceu e quem bagunça mais as bancadas, pela oportunidade que tive de aprender com vocês, de crescer com vocês.

À Jadinha por estar comigo em momentos difíceis da minha vida e me mostraram que sempre há algo bom nas coisas, pelas horas perdias me ensinando a dançar forró.

À *DELIRIUM*, organização outrora secreta composta pelos mais estranhos membros Diler, João Henrique, Flavinho e Ju que estão sempre comigo, que me ensinaram muito sobre como ser um bom pesquisador e uma pessoa descente, pelas alegrias desses anos de mestrado e pela amizade sincera.

À Ângela por ser minha maior fonte de inspiração.

Aos meus pais Tião Hélio e Márcia e minhas irmãs, Ba e Gabi por serem ao maiores amores desse mundo e por terem me dado o carinho e suporte necessários. A conquista é de vocês também.

A todos MUITO OBRIGADO!

Sumário

1.	Introdução	7
2.	Materiais e Métodos	13
2.1.	Área de Estudo	13
2.2.	Método de Amostragem	14
2.3.	Análises dos Dados	17
3.	Resultados	20
4.	Discussão	34
5.	Conclusão	42
6.	Bibliografia	43

Índice de Figuras

Figura 1. Imagem de satélite da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO (Google Earth, 2007)	13
Figura 2. Fitofisionomias presentes na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO onde foram instalados os grids. Do lado esquerdo (A) está a área de mata e do lado direito (B) está a área de cerrado.	14
Figura 3. Fotos de uma parcela. A foto A mostra as estacas que formam o perímetro da parcela e a foto B mostra uma isca colocada em um buraco para depois ser coberta com terra e folhiço.	15
Figura 4. Esquema de uma parcela de monitoramento. Os discos representam os locais onde as iscas são enterradas e os traços representam as bordas da parcela	15
Figura 5. Fotos mostrando iscas desenterradas durante o processo de coleta. Iscas A e B Apresentando marcas de ataques e isca C sem estas marcas. A isca A foi atacada por Nasutitermitinae e a isca B foi atacada por Heterotermatinae.....	18
Figura 6. Número de espécies ou morfoespécies de cupins encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, nas áreas de mata e de cerrado e durante o período de seca e de chuva do ano de 2007.....	22
Figura 7. Número de espécies ou morfoespécies de cupins, em cada grupo alimentar, encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, nas áreas de mata e de cerrado no ano de 2007.....	23

Figura 8. Número de espécies ou morfoespécies de cupins, em cada grupo alimentar, encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, nas estações seca e chuva do ano de 2007. 24

Figura 9. Número de iscas ocupadas por cada grupo alimentar de cupins nas 12 parcelas de monitoramento e nas estações de seca e chuva do ano de 2007 24

Figura 10. Número de iscas ocupadas, considerando todas as espécies de cupins presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007..... 25

Figura 11. Número de iscas ocupadas, considerando as espécies de cupins pertencentes ao grupo alimentar I presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007. 27

Figura 12. Número de iscas ocupadas, considerando as espécies de cupins pertencentes ao grupo alimentar II presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007. 28

Figura 13. Número de iscas ocupadas, considerando as espécies de cupins pertencentes ao grupo alimentar III presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007. 29

Figura 14. Número de iscas ocupadas por *Neocapritermes opacus* na áreas de mata da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007. 31

Figura 15. Número de iscas ocupadas por *Cornitermes snyderi* na área de cerrado na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007. 32

Figura 16. Número de iscas ocupadas por *Velocitermes velox* presente nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007. 33

Figura 17. Número de iscas ocupadas por *Heterotermes tenuis* presente nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (nenhum teste de significância foi feito). 34

Índice de Tabelas

Tabela 1. Lista das espécies encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia, GO mostrando os grupos alimentares de cada espécie e a estação e fisionomia onde foram encontradas também. 21

Tabela 2. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para toda a comunidade de cupins amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007	25
Tabela 3. Resultados da ANOVA multifatorial para todos os cupins pertencentes ao grupo alimentar I amostrados nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007	26
Tabela 4. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para todos os cupins pertencentes ao grupo alimentar II amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.....	27
Tabela 5. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para todos os cupins pertencentes ao grupo alimentar III amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.....	28
Tabela 6. Resultados da ANOVA feita para <i>Heterotermes longiceps</i> presentes apenas na área de mata da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie).....	30
Tabela 7. Resultados da ANOVA feita para <i>Neocapritermes opacus</i> presentes apenas na área de mata da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie).....	31
Tabela 8. Resultados da ANOVA feita para <i>Cornitermes snyderi</i> presentes apenas na área de cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie)	31
Tabela 9. Resultados da ANOVA feita para <i>Nasutitermes cf.jaraguae</i> presentes apenas na área de cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie).....	32
Tabela 10. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para <i>Velocitermes velox</i> amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007	33

Resumo

Cupins são insetos sociais com de 2800 espécies descritas, que se alimentam de celulose em vários estágios de decomposição. Baseando-se na proporção de matéria orgânica encontrada no trato digestório estes são classificados em grupos alimentares: grupo I (não Termitidae), comedores de serapilheira, granívoros e xilófagos; grupo II (Termitidae), alimentam do mesmo material do grupo I; grupo III, que se alimentam de madeira decomposta e solo rico em conteúdo orgânico; grupo IV, cupins comedores de solo com baixo conteúdo orgânico. A atividade de forrageio está sujeita à demandas conflitantes: as condições climáticas adversas da estação seca impõem limites fisiológicos, porém as colônias necessitam de uma grande quantidade de alimento durante esta estação para suprir as necessidades da produção de reprodutores para o próximo período de revoada. O objetivo foi verificar se a comunidade de cupins em uma área de cerrado e mata do Cerrado apresenta mudanças na atividade de forrageio entre as estações seca e chuvosa de 2007. O trabalho foi desenvolvido no município de Hidrolândia-GO, na RPPN “Banana Menina” (16°57’44’ S e 49°13’41’ O). O clima da região é do tipo Aw de Köppen. Foram montadas 6 grids com 20 iscas em cada fisionomia, compostas por um rolo de papel higiênico distantes 1m dos adjacentes e enterrado a uma profundidade média de 3cm. Os grids distavam-se no mínimo 100 m. As coletas foram feitas aos domingos durante dois meses após a instalação, totalizando oito coletas por estação (julho e agosto na seca e novembro e dezembro na chuva). Foram encontradas 28 espécies de cupins. Durante o período de seca 24 espécies foram coletadas, sendo que 11 na mata e 16 no cerrado, no período de chuva, 19 espécies foram amostradas, com 11 na mata e 11 no cerrado. Todos os grupos alimentares descritos estavam presentes e foram coletados em todas as estações e fisionomias, com exceção do grupo IV, que ocorreu apenas no cerrado. O maior número de espécies (13) pertencia ao grupo II e o grupo I, mesmo apresentando a menor riqueza (3), ocupou o maior número de iscas (47,6 na chuva e 10.25 na seca). Considerando-se toda a comunidade de cupins houve aumento significativo no número de iscas ocupadas na estação chuvosa e esta tendência foi igual em ambas as fisionomias. Apenas o grupo I apresentou diferença significativa quanto ao número de iscas ocupadas, entre as estações, não havendo interação entre fisionomia e estação. As espécies mais abundantes foram *Heterotermes tenuis* (grupo alimentar I) e *Velocitermes velox* (grupo alimentar II), presentes nas duas fisionomias, *Cornitermes snyderi* (grupo alimentar II) e *Nasutitermes cf. jaraguae* (grupo alimentar II), presentes apenas no cerrado e *Neocapritermes opacus* (grupo alimentar III) e *Heterotermes longiceps* (grupo alimentar I) presentes apenas na mata. *N. opacus* e *C. snyderi* aumentaram significativamente o número de iscas ocupadas na estação chuvosa. As outras espécies não apresentaram nenhuma modificação. A atividade de forrageio dos cupins na área estuda apresentou um pico durante a chuva. As colônias estão sujeitas a diferentes pressões devido a suas características internas como período de revoada, dinâmica populacional, tamanho corporal, grupo alimentar e tipo e local de nidificação e forrageio.

Abstract

Termites are social insects with 2800 described species which feeds on cellulose in different stages of decomposition. Based on the proportion of organic matter found in there gut content they are classified in four feeding groups: group I (not Termitidae), dead wood and grass feeders; group II, Termitidae that feeds on same food source that of the group I; group III, which feed on decomposed wood and organic matter rich soil; group IV, true soil feeders. The foraging activity is subject to a trade-off: the adverse weather conditions of the dry season impose physiological limits, but the colonies need a large quantity of food during this season to meet the needs of alates production for the next swarming period. The objective was to verify if the termite community in an area of forest and savannah of the Cerrados presents changes in the activity of foraging between the dry and wet season of 2007. The study was conducted in the municipality of Hidrolândia-GO at RPPN "Banana Menina" (16°57'44'S and 49°13'41'O). The climate of the region is the type Aw of Köppen. Six grids with 20 baits consisting of a roll of toilet paper away from adjacents 1m and buried at a depth average of 3cm were mounted in the two physiognomic forms. Each grid was placed at a distance of at least 100 m from the others. The collections were made on Sundays during two months after the baits installation, totaling eight collections each season (July and August in the dry season and November and December in the wet season). It was found 28 species of termites, 24 in the dry season, of which 11 in the forest physiognomy and 16 in the savannah. In the period of rain, 19 species were sampled, with 11 at the forest and 11 at the savannah. All feeding groups were collected in all seasons and physiognomies, with the exception of group IV, which occurred only in the savannah. Group II was the richest with 13 species and group I, even showing the slightest specie richness (3 species), occupied the largest number of baits (47.6 and 10.25 in the rain and the dry seasons respectively). Considering the entire termite community a significant increase in the number of baits attacked in the rainy season was verified and this trend was similar in both physiognomies. Only the group I has show a significant difference in the number of baits occupied between the two sample period, with no interaction between physiognomy and season. The most abundant species were *Heterotermes tenuis* (feeding group I) and *Velocitermes velox* (feeding group II), present in both physiognomies, *Cornitermes snyderi* (feeding group II) and *Nasutitermes cf. jaraguae* (feeding group II), present only in the savannah and *Neocapritermes opacus* (food group III) and *Heterotermes longiceps* (food group I) present only in the forest. *N. opacus* and *C. snyderi* increased significantly the number of baits occupied in the rainy season. The other species did not show any change. The activity of foraging termites in the area of studies presented a peak during the rain season. The colonies are subject to different pressures due to its characteristics as period of swarm, population dynamics, body size, feeding group and type and location of nesting and foraging.

1. Introdução

Cupins ou térmitas (Ordem Isoptera) são insetos sociais com cerca de 2800 espécies descritas, sendo que mais de 500 ocorrem na região Neotropical (Bignell & Eggleton, 2000; Cancellato & Noirot, 2003). Em ecossistemas terrestres de clima tropical, especialmente em florestas tropicais, sua densidade e biomassa podem atingir 10400 indivíduos.m⁻² e 120 g.m⁻², respectivamente (Bandeira *et al.*, 2003). Os hábitos alimentares, a atividade de construção de ninhos e galerias e o comportamento de forrageio destes organismos refletem-se de forma significativa no processo de decomposição de matéria orgânica (principalmente de origem vegetal), fluxo de carbono e nas propriedades físicas e químicas do solo (Curtis & Waller, 1998; Dibog *et al.*, 1998; Donovan *et al.*, 2001b; Mathews, 1997; Redford, 1984; Yamada *et al.*, 2005).

A ordem Isoptera é dividida em sete famílias, segundo a classificação mais aceita atualmente (Engel & Krishna, 2004) Mastotermitidae, Kalotermitidae, Hodotermitidae, Termopsidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae, sendo que na região Neotropical ocorrem Kalotermitidae, Rhinotermitidae, Serritermitidae, Termitidae e Termopsidae (Eggleton, 2000; Krishna & Araujo, 1968). Termitidae é a família mais diversificada e possui quatro sub-famílias: Macrotermitinae, Apicotermitinae, Termitinae e Nasutitermitinae (Engel & Krishna, 2004). A primeira não ocorre na região Neotropical, e a última é

a mais diversificada, contendo a maior parte das espécies da família (Eggleton, 2000; Engel & Krishna, 2004).

Cupins se alimentam de celulose em vários estágios de decomposição: madeira viva ou morta, raízes, serapilheira, húmus, esterco e fungos servem de alimento para espécies diferentes. Baseando-se na proporção de matéria orgânica de origem vegetal encontrada no trato digestório desses insetos, Donovan *et al.* (2001a) apresentaram uma classificação da ordem em grupos alimentares. A autora classificou os cupins em quatro grupos alimentares: grupo I, que compreende comedores de serapilheira, granívoros e xilófagos não pertencentes à família Termitidae; grupo II, que se alimentam do mesmo material do grupo anterior, porém todos da família Termitidae; grupo III, que se alimentam de madeira decomposta e solo rico em conteúdo orgânico (apenas Termitidae); e por fim grupo IV, que compreende cupins comedores de solo com baixo conteúdo orgânico (“true soil feeders”) (apenas Termitidae).

A atividade de forrageio dos cupins é determinada em parte por seu ambiente físico, principalmente temperatura e umidade (Cabrera & Kamble, 2001; Coles de Negret & Redford, 1982; Danks, 2007), uma vez que estes são insetos pequenos e relativamente pouco pigmentados e dessa forma estão mais sujeitos a dessecação (Dawes-Gromadzki & Spain, 2003; Gould *et al.*, 2001; Hu & Appel, 2004). Tanto essas condições, quanto a quantidade e qualidade dos recursos alimentares diferem no

espaço e no tempo e (Danks, 2007; Schuurman, 2006; Wolda, 1978), assim, a distribuição e as atividades dos cupins devem exibir variação espacial e sazonal.

No Cerrado, por exemplo, a estação crítica é a seca (Aguiar, Machado & Marinho-Filho, 2004; Pinheiro *et al.*, 2002), quando a umidade desce a níveis extremos e a maioria dos recursos alimentares de origem vegetal diminui em qualidade, porém, há um aumento na quantidade de serapilheira depositada quando muitas árvores e arbustos perdem suas folhas e as plantas anuais morrem. Assim, cada grupo alimentar interage com o ambiente de forma singular, pois o ambiente influencia a quantidade e qualidade de cada tipo de alimento de forma diferente. Por exemplo, em ambientes sazonais, a quantidade de solo disponível para espécies húmidas, varia menos durante as estações que a quantidade de serapilheira, principalmente em áreas de vegetação decídua.

As espécies apresentam estratégias próprias para mitigar os efeitos das condições ambientais adversas e maximizar a produção durante as épocas mais propícias. Entre estas estratégias está a construção de ninhos, formação de galerias de forrageamento sobre e sob o solo, picos de atividade durante as horas do dia com temperatura mais amena e/ou umidade atmosférica mais alta (e.g. durante a noite ou primeiras horas da manhã) e sazonalidade na atividade de forrageio, reprodução e outras.

Um dos padrões sazonais mais bem estudados é a produção e liberação de reprodutores das diferentes espécies (Ferraz & Canello,

2001; Mathews, 1997; Mill, 1983; Nutting, 1979). Esta atividade determina toda a dinâmica de uma colônia madura, uma vez que a maior parte da produção é destinada ao desenvolvimento dos reprodutores (Traniello & Leuthold 2000). Em ambientes tropicais, onde as revoadas ocorrem no início da estação chuvosa, a maior demanda por recursos para a maturação das ninfas ocorre durante a estação seca. Desta forma, a atividade de forrageio das colônias no cerrado está sujeita a demandas conflitantes: as condições climáticas adversas da estação seca impõem limites fisiológicos para esta atividade, porém as colônias necessitam de uma grande quantidade de alimento durante esta estação para suprir as necessidades da produção de reprodutores para o próximo período de revoadas.

Em um estudo sobre padrão sazonal na atividade de forrageio de cupins feito em uma área de savana australiana Dawes-Gromazdzki & Spain (2003) verificaram que a relação de dominância entre as espécies, o número de espécies ativas e a frequência de ataques às iscas variam de acordo com as estações. O pico de atividade e frequência de ataque foi verificado durante o período de transição entre época seca e época de chuva. Segundo os autores, tanto a seca intensa quanto o excesso de chuva podem contribuir para a diminuição da atividade dos insetos, pois dificultam seu deslocamento no solo.

Em outro estudo relacionado à sazonalidade nas atividades de cupins em iscas, que foi conduzido em uma comunidade dominada por

espécies criadoras de fungos, Schuurman (2006) também verificou uma mudança nas espécies dominantes. Ele constatou que há um aumento na proporção de cupins de tamanho pequeno – proporcionando uma diminuição no tamanho médio dos organismos que compõem a comunidade – à medida que a pluviosidade aumenta. Segundo o autor as espécies menores estão mais sujeitas à dessecação e por isso sua atividade é limitada durante o período seco. Durante o período de chuva, quando a água não é mais um fator limitante, as espécies menores criadoras de fungos substituem as espécies maiores não criadoras de fungos. Assim, Schuurman (2006) conclui que a interação entre cupins e ambiente pode ser um fator importante na determinação da composição das comunidades. No entanto a relação entre tamanho corporal e padrão sazonal na atividade de forrageio dos cupins foi testada em um número limitado de ambientes, e não inclui o Cerrado brasileiro.

O Cerrado ocupa uma área de aproximadamente 1,8 milhão de km² (cerca de 21% do território brasileiro). A maior parte desta região consiste de savanas sazonais e matas de galerias, no entanto, outras fitofisionomias como mata decídua, semi-decídua, savanas hipersazonais (veredas) e savanas de altitude (campos rupestres) e formações campestres em solos alagados (campos de murundus) ou em solos bem drenados (campo limpo e campo sujo) também estão presentes. Em grande parte do bioma, áreas de savana fazem fronteiras com áreas de mata, muitas vezes formando mosaicos intrincados de vegetação. Os

solos são bem drenados (com exceção de áreas de vereda e campos de murundus), ácidos, pobres em nutrientes minerais e com alta concentração de Al. O clima do cerrado é caracterizado por uma forte sazonalidade climática, com estações chuvosas e secas bem demarcadas.

Dos principais biomas brasileiros, o Cerrado é, hoje, o maior alvo do processo de desmatamento devido, principalmente, à rápida expansão da fronteira agrícola que se verifica em suas áreas (Cavalcanti & Joly, 2002; Klink & Moreira, 2002). Listado entre os 25 “hotspots” mundiais de biodiversidade (Myers *et al*, 2000), conserva apenas 20% de sua área original pouco antropizada e apenas 1,2% em áreas de proteção integral (Aguiar, Machado, & Marinho-Filho, 2004; Cavalcanti & Joly, 2002,) Essa situação aponta para a necessidade urgente de levantamentos e estudo sobre os processos ecológicos da região.

O objetivo deste trabalho é verificar se a comunidade de cupins em uma área de cerrado e mata do bioma Cerrado apresenta mudanças na atividade de forrageio entre as estações seca e chuvosa. Além disso, pretende-se verificar se os grupos alimentares e as espécies apresentam padrões de forrageio diferentes e discutir sobre as possíveis causas destes padrões e como estes podem estruturar a comunidade destes insetos.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido no município de Hidrolândia estado de Goiás, dentro da reserva particular do patrimônio natural (RPPN) “Banana Menina” ($16^{\circ}57'44''$ S e $49^{\circ}13'41''$ O), distante 34Km de Goiânia (figura 1) . Dois fragmentos de vegetação natural, sendo um de cerrado e outro de mata (figura 2), foram amostrados. O clima da região é do tipo Aw da classificação de Köppen, com estação seca estendendo-se de maio a outubro. A cobertura arbustivo-arbórea está bem preservada, mas algumas espécies invasoras no estrato rasteiro são encontradas esporadicamente.



Figura 1. Imagem de satélite da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO (Google Earth, 2007)



Figura 2. Fitofisionomias presentes na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO onde foram instalados os grids. Do lado esquerdo (A) está a área de mata e do lado direito (B) está a área de cerrado.

2.2. Método de Amostragem

Foram montadas 12 parcelas (seis em cada fisionomia), cada uma representada por um grid com 20 iscas, compostas por um rolo de papel higiênico enterrado a uma profundidade média de 3cm (figura 3) distante 1m das iscas adjacentes (figura 4). Este tipo de isca vem sendo utilizada com sucesso para a amostragem e monitoramento de cupins por outros autores em diversos tipos de ambientes e climas por serem consistentes em forma e composição, serem de fácil instalação e amostragem e gerarem distribuição de espécies e abundância consistentes com outros métodos (Schuurman, 2006; Bignell & Eggleton, 2000; La Fage *et al.* 1973).



Figura 3. Fotos de uma parcela. A foto A mostra as estacas que formam o perímetro da parcela e a foto B mostra uma isca colocada em um buraco para depois ser coberta com terra e folhido.

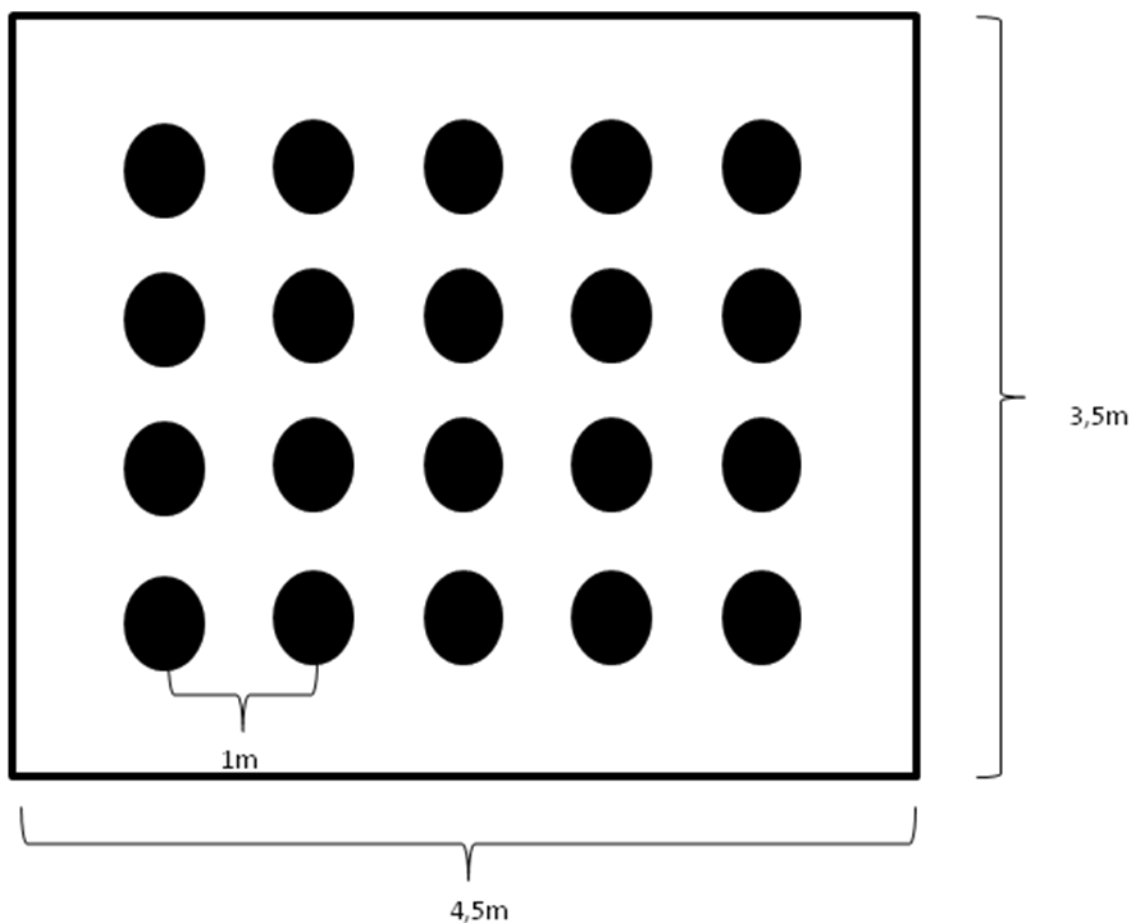


Figura 4. Esquema de uma parcela de monitoramento. Os discos representam os locais onde as iscas são enterradas e os traços representam as bordas da parcela

Cada parcela distava no mínimo 100 m da parcela adjacente, desta forma as colônias encontradas forrageando em uma parcela não seriam encontradas nas outras, ou seja, cada parcela era uma amostra independente. Na estação seca, todas as parcelas da mata e uma parcela do cerrado foram montadas duas semanas antes da primeira coleta (as outras cinco parcelas do cerrado foram instaladas uma semana antes da primeira coleta). A montagem das iscas na estação chuvosa foi feita uma semana antes da primeira coleta. As coletas foram realizadas todos os domingos durante dois meses após a instalação, totalizando oito coletas por estação. Assim, a instalação das iscas foi feita em 24/06/2007 e 01/07/2007 para a seca e 4/11/2007 para a chuva e as coletas foram no período de 08/07/2007 a 26/08/2007 na primeira estação e 11/11/2007 a 30/12/2007 na segunda estação.

Durante as coletas as iscas eram retiradas do buraco, uma amostra dos cupins que estivessem se alimentando do papel era coletada e elas eram enterradas novamente. Aquelas que já estavam com 50% ou mais de sua superfície consumida, as que foram destruídas durante o processo de coleta e as que estavam muito úmidas e/ou com fungos eram substituídas por novos rolos de papel. As colônias que estavam utilizando as iscas como abrigo, ou que estivessem passando pelo local foram coletadas, mas não incluídas nas análises. O aspecto geral das iscas – presença de galerias feitas de solo, pequenos buracos na superfície ou pontos escuros espalhados pelo papel (figura 5) – foi utilizado como

indicativo de ataque por cupins e conseqüentemente para determinar se as espécies encontradas estavam realmente se alimentando do material.

Os cupins coletados foram acondicionados em frascos contendo solução de álcool etílico a 70% e levados ao Laboratório de Ecologia de Isoptera da Universidade Federal de Goiás. A identificação foi feita com o auxílio de chaves de identificação (Cancello, 1986; Constantino, 1995; Constantino, 2000; Constantino *et al*, 2006; Constantino & DeSouza, 1997; Fontes, 1985; Mathews, 1997) e comparação com o material da coleção de Isoptera da UFG. Os exemplares que não puderam ser identificados até o nível específico tiveram os gêneros determinados e foram separados em morfoespécies.

2.3 Análises dos Dados

Os dados gerais que representam o número de iscas ocupadas por todos os cupins coletados (ver subitem 2.2 Método de Amostragem) ao longo dos quatro meses do trabalho foram utilizados para verificar se toda a assembléia apresentou variação na atividade de forrageio no período estudado. Para a análise dos grupos alimentares, os insetos amostrados foram agrupados em seus respectivos grupos (ver item 3. Introdução), assim, as iscas ocupadas foram separadas de acordo com o grupo alimentar da espécie presente. A quantidade de iscas ocupadas pelas seis espécies mais freqüentes também foi analisada separadamente. Estas espécies foram separadas da seguinte forma: as duas espécies mais

freqüentes que eram exclusivas da mata (apenas neste estudo), as duas espécies mais freqüentes que eram exclusivas do cerrado (apenas neste estudo) e as mais freqüentes q apareciam em ambas fitofisionomias.



Figura 5. Fotos mostrando iscas desenterradas durante o processo de coleta. Iscas A e B Apresentando marcas de ataques e isca C sem estas marcas. A isca A foi atacada por *Nasutitermitinae* e a isca B foi atacada por *Heterotermitinae*.

A análise utilizada para determinar se existe diferença no número de iscas ocupadas entre as duas estações do ano de 2007 para os dados gerais foi uma ANOVA de medidas repetidas. O número de iscas ocupadas

por coleta foi a variável dependente e estação, fitofisionomia e coleta foram as variáveis preditoras. A mesma análise (e com o mesmo objetivo) foi usada nos outros grupos de dados quando possível (e. g. grupo alimentar II e III). Quando o conjunto de dados não estava de acordo com os pressupostos do teste (principalmente a homogeneidade das variâncias) foi feita uma ANOVA multifatorial com o número de iscas ocupadas na 8ª coleta de cada estação como variável dependente e estação e fitofisionomia como variáveis preditoras, esta escolha leva em consideração o fato de que a ocupação de iscas por cupins é um processo dependente do tempo sendo que cada colônia tende a aumentar sua área de abrangência após a localização da fonte de alimento. No entanto, em alguns casos, a variável mencionada acima não pode ser utilizada e foi substituída por número total de iscas ocupadas (soma das iscas de todas as coletas). Foram utilizados os resultados da raiz quadrada da variável dependente aplicada a cada teste. Esta transformação foi feita para ajustar os dados aos pressupostos da análise (Zar, 1999).

Analises de variância são construídas a partir do conceito de partição da soma dos quadrados, ou seja, a variação total em um conjunto de dados pode se expressa na forma da soma dos quadrados: a diferença entre cada observação a (grande) média dos dados é elevada ao quadrado e então somada. O objetivo deste tipo de análise é comparação entre as médias dos grupos amostrados aleatoriamente (Zar, 1999).

Uma ANOVA de medidas repetidas é usada quando múltiplas observações são retiradas de um único indivíduo ou réplica. Quando há variabilidade entre uma réplica e a outra (ao longo do tempo), esta técnica controla esta fonte de variação. Existem dois tipos de ANOVA de medidas repetidas, nesse estudo foi utilizado um design específico para quando uma mesma réplica é exposta às diferentes condições experimentais, cada uma aplicada em momentos diferentes (Zar, 1999). (no caso desse trabalho, as réplicas são os grids ou parcelas e os tratamentos experimentais são as estações e as fitofisionomias).

3. Resultados

Foram encontradas no total 28 espécies de cupins pertencentes a duas famílias e quatro subfamílias, Termitidae (Termitinae e Nasutitermitinae) e Rhinotermitidae (Heterotermitinae e Rhinotermitinae) (tabela 1). Durante o período de seca 24 espécies foram coletadas, sendo 11 na mata e 16 no cerrado, já no período de chuva, 19 espécies foram amostradas, com 11 na mata e 11 no cerrado (Figura 6).

Tabela 1. Lista das espécies encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia, GO, mostrando os grupos alimentares a que pertencem, bem como a estação e a fisionomia onde foram encontradas.

Família\Subfamília\ Espécie	Grupo alimentar	Seca Mata	Cerrado	Chuva Mata	Cerrado
Rhinotermitidae					
Rhinotermitinae					
<i>Dolichorhinotermes sp.</i>	I	x		x	
Heterotermitinae					
<i>Heterotermes longiceps</i>	I	x		x	
<i>Heterotermes tenuis</i>	I	x	x	x	x
Termitidae					
Nasutitermitinae					
<i>Armitermes euamignathus</i>	III		x		x
<i>Atlantitermes sp.</i>	II		x		
<i>Cornitermes bequaerti</i>	II			x	
<i>Cornitermes snyderi</i>	II		x	x	x
<i>Cornitermes villosus</i>	II	x		x	
<i>Diversitermes diversimilis</i>	III	x		x	
<i>Embiratermes sp.</i>	IV		x		
<i>Nasutitermes corniger</i>	II	x			
<i>Nasutitermes ephratae</i>	II	x	x	x	
<i>Nasutitermes jaraguae</i>	II		x		x
<i>Nasutitermes unduliceps</i>	II	x			
<i>Parvitermes bacannalis</i>	III		x		x
<i>Parvitermes sp.</i>	III		x		x
<i>Rhynchotermes nyctobius</i>	II				x
<i>Subulitermes sp.</i>	IV		x		
<i>Syntermes sp.</i>	II				x
<i>Velocitermes heteropterus</i>	II		x		
<i>Velocitermes velox</i>	II	x	x	x	x
Termitinae					
<i>Dentispicotermes pantannalis</i>	IV		x		x
<i>Dentispicotermes sp.</i>	IV		x		
<i>Neocapritermes araguaia</i>	III		x		x
<i>Neocapritermes opacus</i>	III	x		x	
<i>Termes sp.</i>	III		x		

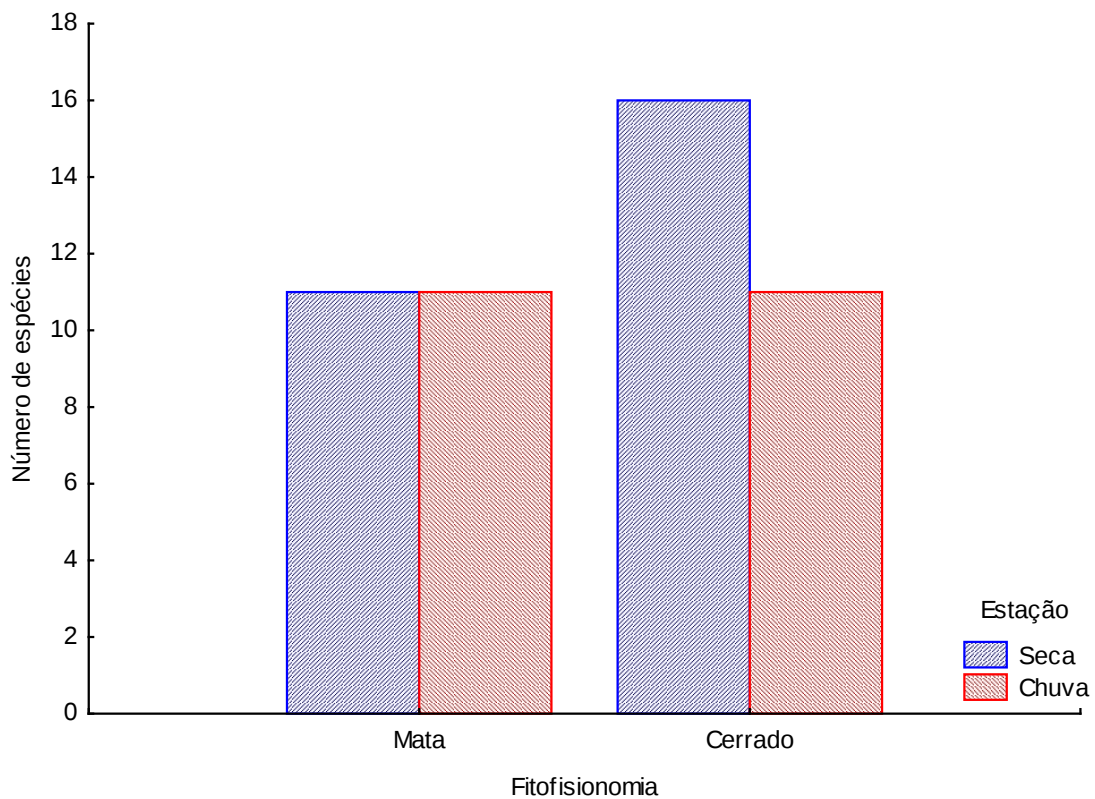


Figura 6. Número de espécies ou morfoespécies de cupins encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, nas áreas de mata e de cerrado e durante o período de seca e de chuva do ano de 2007.

Todos os grupos alimentares descritos estavam presentes e foram coletados em todas as estações e fisionomias, com exceção do grupo IV, que ocorreu apenas no cerrado. O maior número de espécies pertencia ao grupo II (figuras 7 e 8), no entanto, o grupo I, mesmo apresentando a menor riqueza (figura 7 e 8), ocupou, em média, o maior número de iscas por coleta (figura 9), porém nenhum teste foi feito para verificar se esta diferença era significativa.

A análise de variância de medidas repetidas evidenciou que, considerando-se toda a comunidade de cupins da área, há diferença significativa no número de iscas ocupadas entre as estações e entre as

coletas e esta tendência foi igual em ambas as fisionomias (tabela 2 e figura 10).

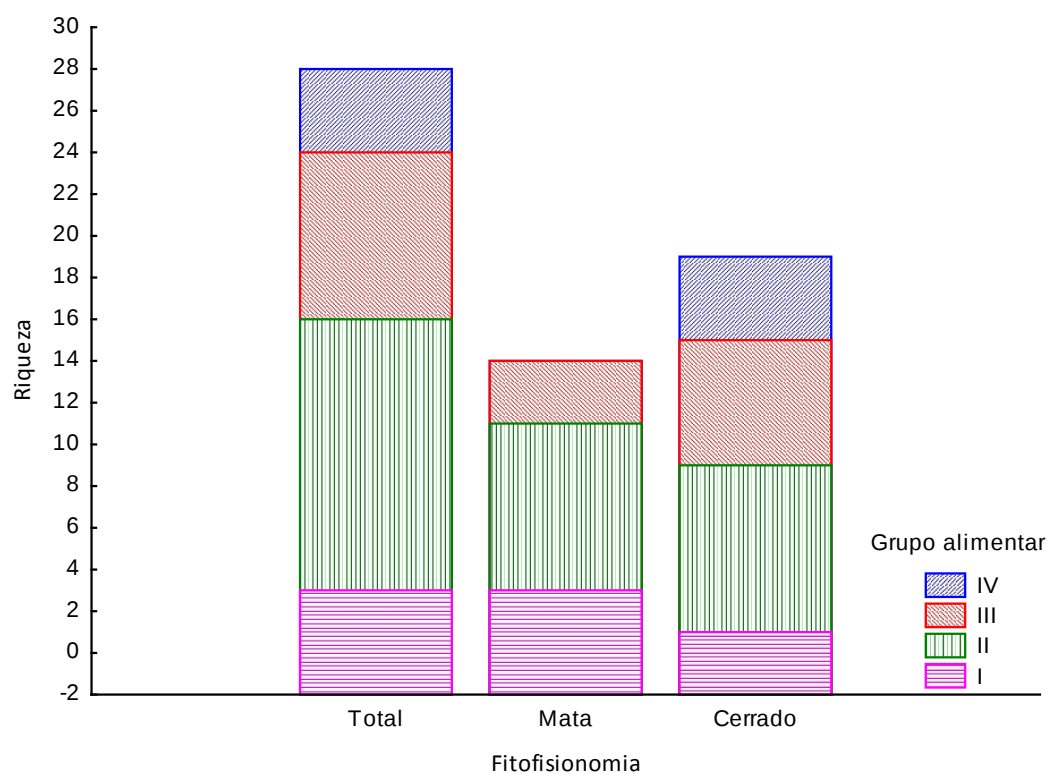


Figura 7. Número de espécies ou morfoespécies de cupins, em cada grupo alimentar, encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, nas áreas de mata e de cerrado no ano de 2007.

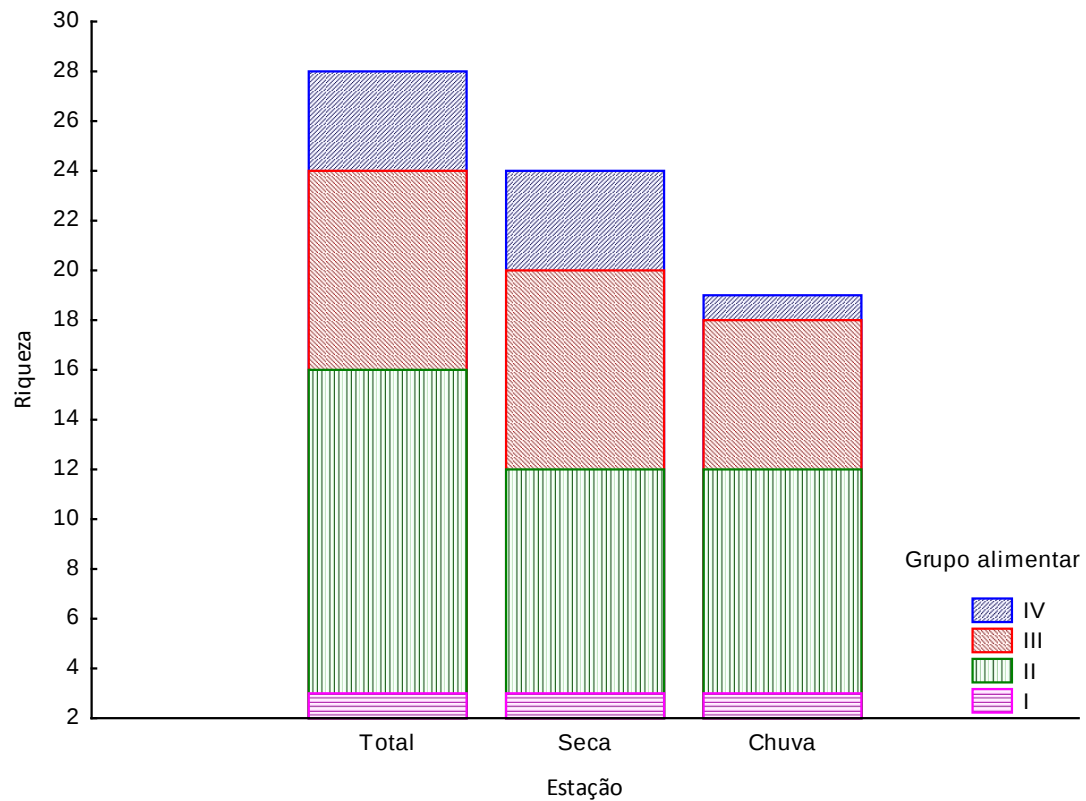


Figura 8. Número de espécies ou morfoespécies de cupins, em cada grupo alimentar, encontradas na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, nas estações seca e chuva do ano de 2007.

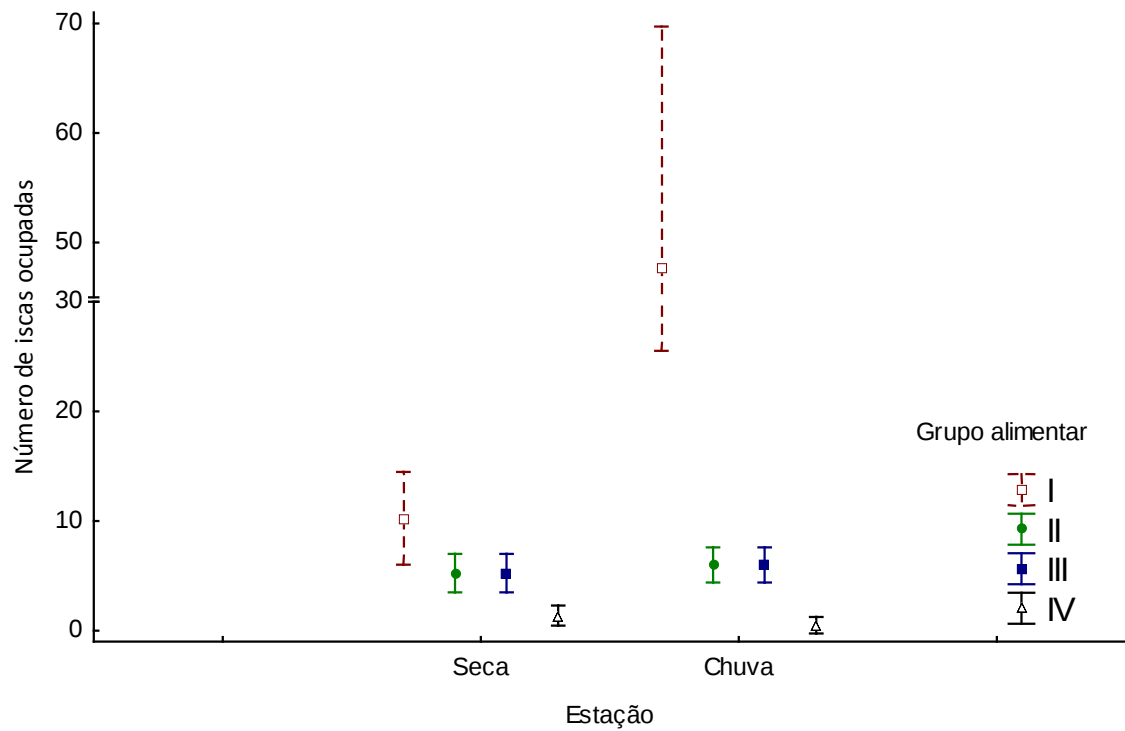


Figura 9. Número de iscas ocupadas por cada grupo alimentar de cupins nas 12 parcelas de monitoramento e nas estações de seca e chuva do ano de 2007

Tabela 2. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para toda a comunidade de cupins amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	804.0447	1	804.0447	313.3433	0.000000
Estação	54.3208	1	54.3208	21.1693	0.000173
Fisionomia	6.8677	1	6.8677	2.6764	0.117485
Estação*Fisionomia	0.3907	1	0.3907	0.1523	0.700510
Erro	51.3204	20	2.5660		
Coleta	3.3849	7	0.4836	1.5060	0.169918
Coleta*Estação	8.4537	7	1.2077	3.7613	0.000912
Coleta*Fisionomia	2.6749	7	0.3821	1.1901	0.312282
Coleta*Estação*Fisionomia	3.5914	7	0.5131	1.5979	0.140766
Erro	44.9508	140	0.3211		

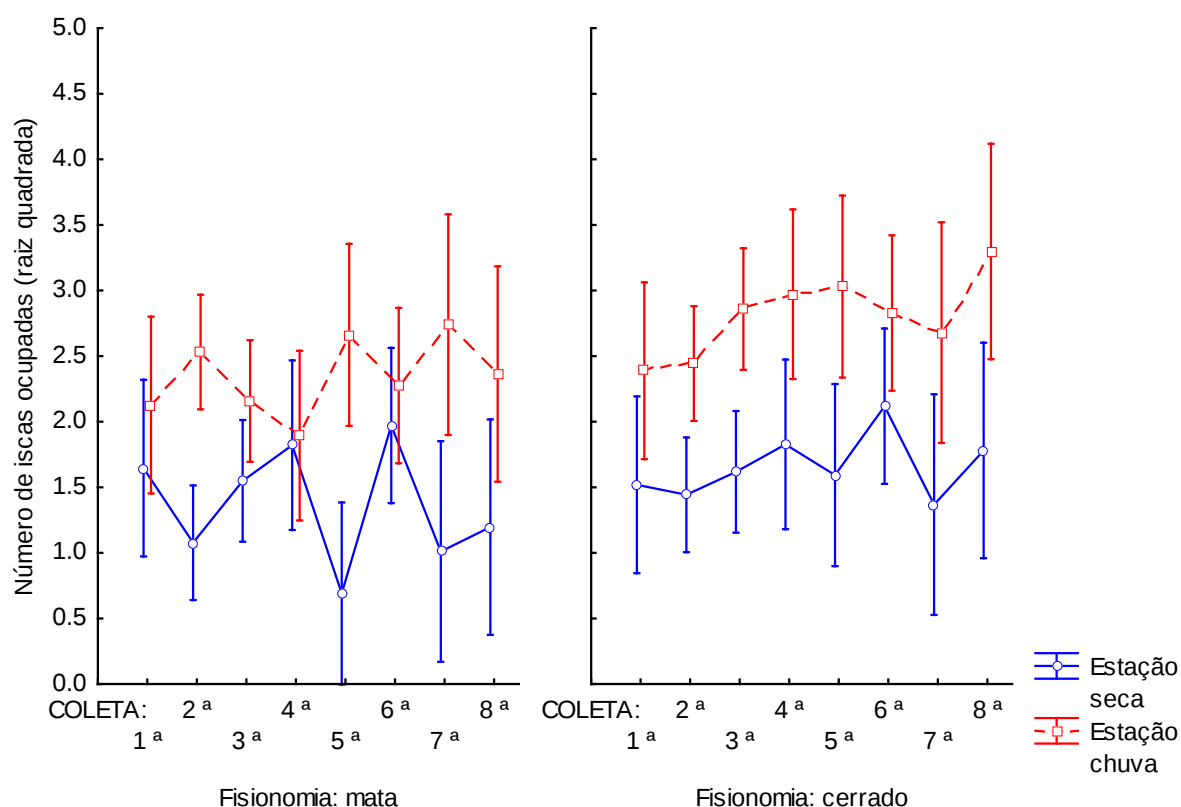


Figura 10. Número de iscas ocupadas, considerando todas as espécies de cupins presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.

Para os grupos alimentares, apenas o grupo I apresentou diferença significativa quanto ao número de iscas ocupadas, entre as estações, mas

da mesma forma que toda a comunidade não há interação entre fisionomia e estação (tabela 3 e figura 11), ou seja, as colônias destes cupins responderam da mesma forma, independente de estarem em ambiente de mata ou de cerrado. Os grupos II e III não apresentaram diferença no número de iscas ocupadas ao longo das estações, porém apresentaram diferenças entre as fisionomias, sendo ambos predominantes no cerrado, independente da estação e da coleta (tabela 4 e 5; figuras 12 e 13). O grupo IV foi coletado poucas vezes e por isso os testes não puderam ser feitos.

Tabela 3. Resultados da ANOVA multifatorial para todos os cupins pertencentes ao grupo alimentar I amostrados nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	48.13941	1	48.13941	40.54039	0.000003
Estação	19.26955	1	19.26955	16.22776	0.000658
Fisionomia	5.82388	1	5.82388	4.90456	0.038561
Estação*Fisionomia	0.01830	1	0.01830	0.01541	0.902444
Erro	23.74886	20	1.18744		

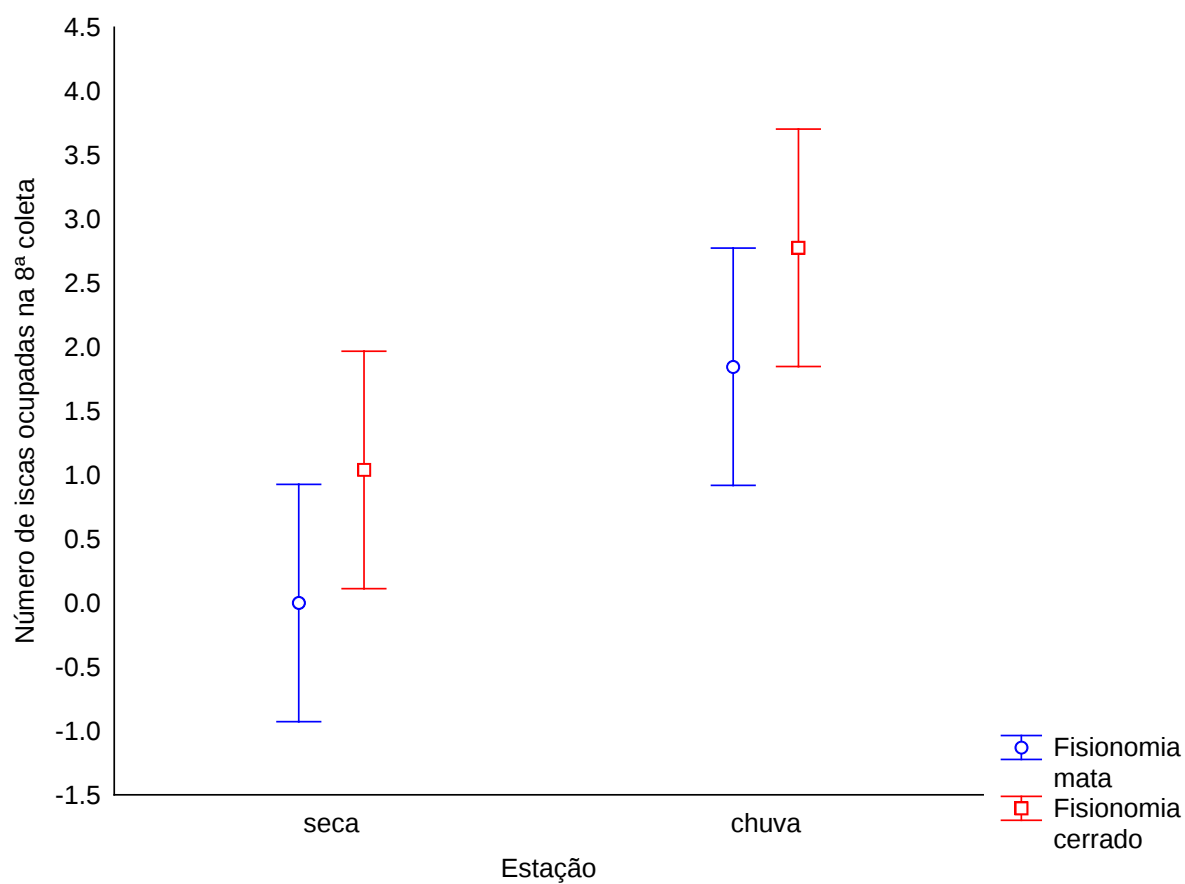


Figura 11. Número de iscas ocupadas, considerando as espécies de cupins pertencentes ao grupo alimentar I presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.

Tabela 4. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para todos os cupins pertencentes ao grupo alimentar II amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	26.17145	1	26.17145	56.70677	0.000000
Estação	0.01192	1	0.01192	0.02583	0.873930
Fisionomia	2.24054	1	2.24054	4.85466	0.039460
Estação*Fisionomia	1.15659	1	1.15659	2.50603	0.129097
Erro	9.23045	20	0.46152		
Coleta	1.12171	7	0.16024	0.69852	0.673222
Coleta*Estação	0.86163	7	0.12309	0.53656	0.805617
Coleta*Fisionomia	1.48633	7	0.21233	0.92559	0.488770
Coleta*Estação*Fisionomia	1.40518	7	0.20074	0.87505	0.527981
Erro	32.11660	140	0.22940		

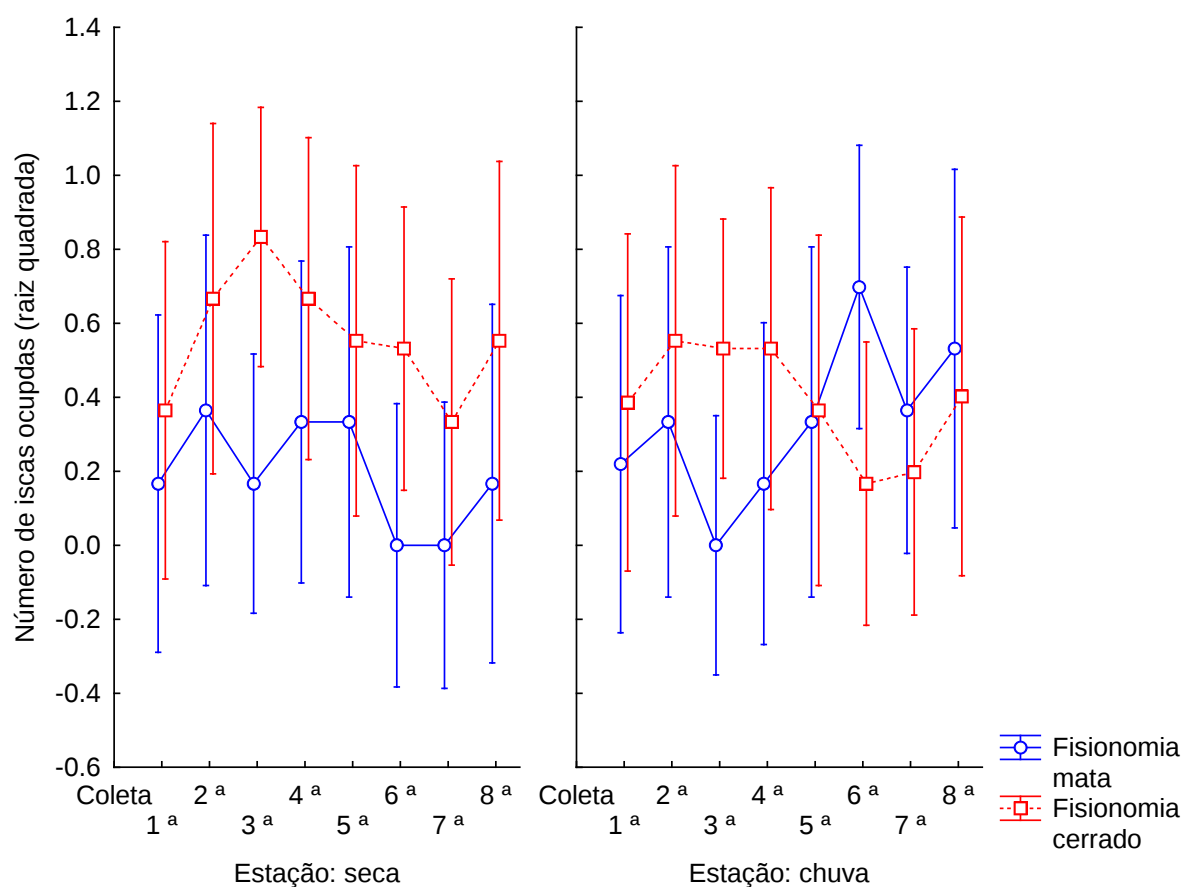


Figura 12. Número de iscas ocupadas, considerando as espécies de cupins pertencentes ao grupo alimentar II presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.

Tabela 5. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para todos os cupins pertencentes ao grupo alimentar III amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	29.92710	1	29.92710	51.56322	0.000001
Estação	0.00079	1	0.00079	0.00136	0.970977
Fisionomia	2.76110	1	2.76110	4.75727	0.041284
Estação*Fisionomia	1.13038	1	1.13038	1.94760	0.178148
Erro	11.60792	20	0.58040		
Coleta	1.14709	7	0.16387	0.58406	0.768039
Coleta*Estação	0.94413	7	0.13488	0.48073	0.847332
Coleta*Fisionomia	1.50020	7	0.21431	0.76386	0.618506
Coleta*Estação*Fisionomia	1.70173	7	0.24310	0.86647	0.534773
Erro	39.27956	140	0.28057		

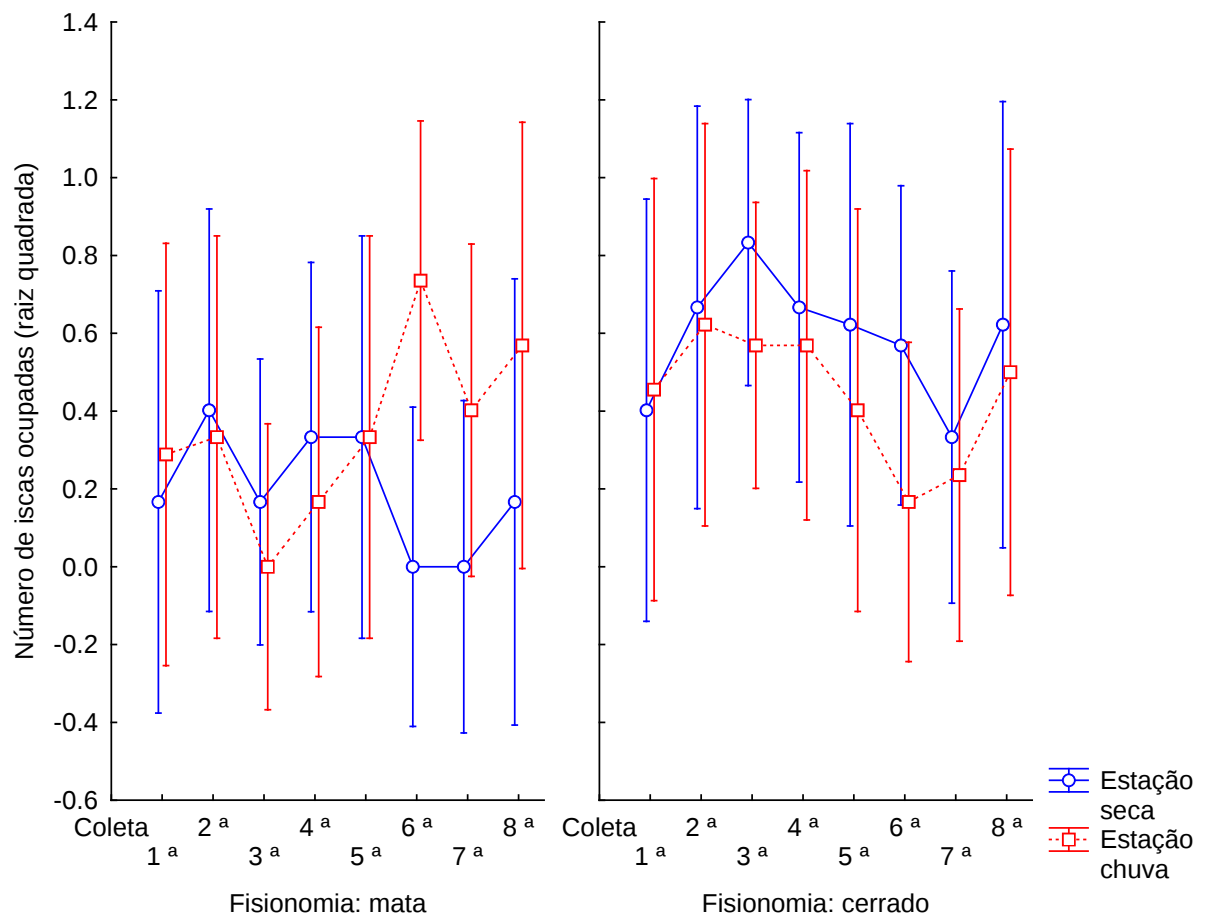


Figura 13. Número de iscas ocupadas, considerando as espécies de cupins pertencentes ao grupo alimentar III presentes nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.

As espécies mais abundantes foram *Heterotermes tenuis* (grupo alimentar I) e *Velocitermes velox* (grupo alimentar II), presentes nas duas fisionomias, *Cornitermes snyderi* (grupo alimentar II) e *Nasutitermes cf. jaraguae* (grupo alimentar II), presentes apenas no cerrado e *Neocapritermes opacus* (grupo alimentar III) e *Heterotermes longiceps* (grupo alimentar I) presentes apenas na mata. Para as espécies mais abundantes da mata, a atividade de *H. longiceps* não variou

significativamente ao longo das estações (tabela 6), no entanto a atividade de *N. opacus* variou entre as estações (tabela 7 e figura 14). Entre as espécies do cerrado, *C. snyderi* apresentou (tabela 8 e figura 15) maior atividade na estação chuvosa e *N. cf. jaraguae* não apresentou variação (tabela 9). Quando foram testadas a atividade das duas espécies mais abundantes em ambos os habitats, *V. velox* apresentou variação significativa entre as coletas e esta variação foi diferente em cada fisionomia, no entanto, a mudança de estação não afetou a atividade desta espécie (tabela 10 e figura 16). O teste foi feito desconsiderando-se as coletas quatro e 12, uma vez que a distribuição do número de iscas ocupadas nestas coletas não estava de acordo com o pressuposto da homogeneidade de variâncias entre os grupos, o mesmo aconteceu para o teste referente à atividade de *H. tenuis*, porém nesse caso, nenhum teste pode ser feito (o gráfico da atividade de *H. tenuis* ao longo das coletas está representado abaixo (figura 17)).

Tabela 6. Resultados da ANOVA feita para *Heterotermes longiceps* presentes apenas na área de mata da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie)

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	63.74391	1	63.74391	15.67538	0.002690
Estação	19.59112	1	19.59112	4.81769	0.052894
Erro	40.66497	10	4.06650		

Tabela 7. Resultados da ANOVA feita para *Neocapritermes opacus* presentes apenas na área de mata da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie)

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	11.53394	1	11.53394	21.13693	0.000984
Estação	4.00928	1	4.00928	7.34735	0.021911
Erro	5.45677	10	0.54568		

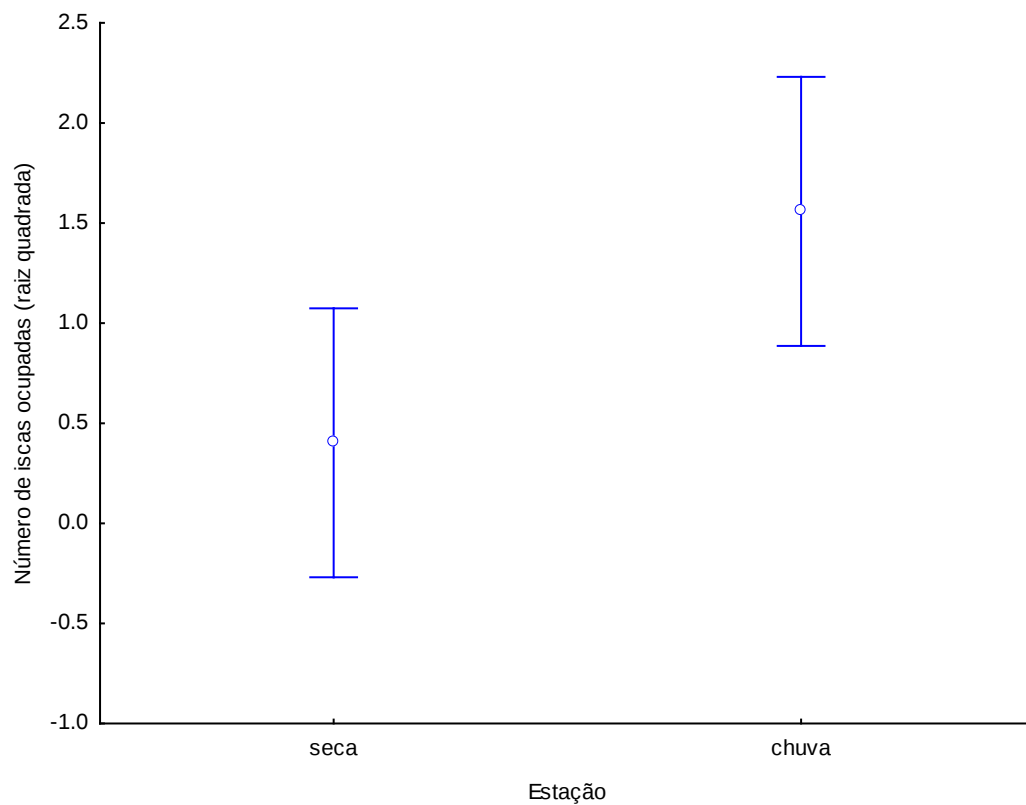


Figura 14. Número de iscas ocupadas por *Neocapritermes opacus* na áreas de mata da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.

Tabela 8. Resultados da ANOVA feita para *Cornitermes snyderi* presentes apenas na área de cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie)

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	70.78058	1	70.78058	63.3583	0.00001
Estação	26.04794	1	26.04794	23.3164	0.00069
Erro	11.17148	10	1.11715	7	3

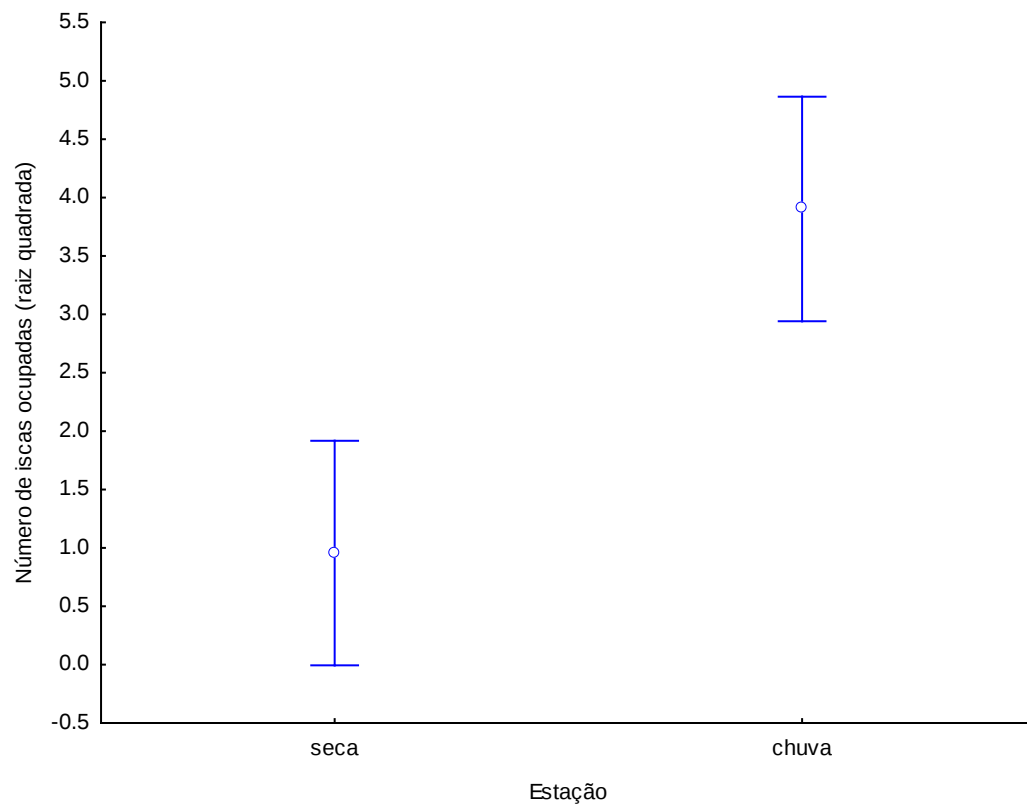


Figura 15. Número de iscas ocupadas por *Cornitermes snyderi* na área de cerrado na RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.

Tabela 9. Resultados da ANOVA feita para *Nasutitermes cf. jaraguae* presentes apenas na área de cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (variável dependente: número total de iscas onde foi encontrada a espécie)

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
intercepto	11.12713	1	11.12713	5.599720	0.039521
Estação	0.00200	1	0.00200	0.001007	0.975305
Erro	19.87087	10	1.98709		

Tabela 10. Resultados da ANOVA de medidas repetidas feita para *Velocitermes velox* amostrada nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	p
Intercepto	13.49820	1	13.49820	6.941857	0.015885
Estação	0.01711	1	0.01711	0.008800	0.926193
Fisionomia	7.09491	1	7.09491	3.648770	0.070556
Estação*Fisionomia	0.72676	1	0.72676	0.373758	0.547850
Erro	38.88931	20	1.94447		
Coleta	8.85418	7	1.26488	7.704572	0.000000
Coleta*Estação	0.08461	7	0.01209	0.073628	0.999355
Coleta*Fisionomia	2.94057	7	0.42008	2.558776	0.016447
Coleta*Estação*Fisionomia	0.91013	7	0.13002	0.791965	0.595198
Erro	22.98421	140	0.16417		

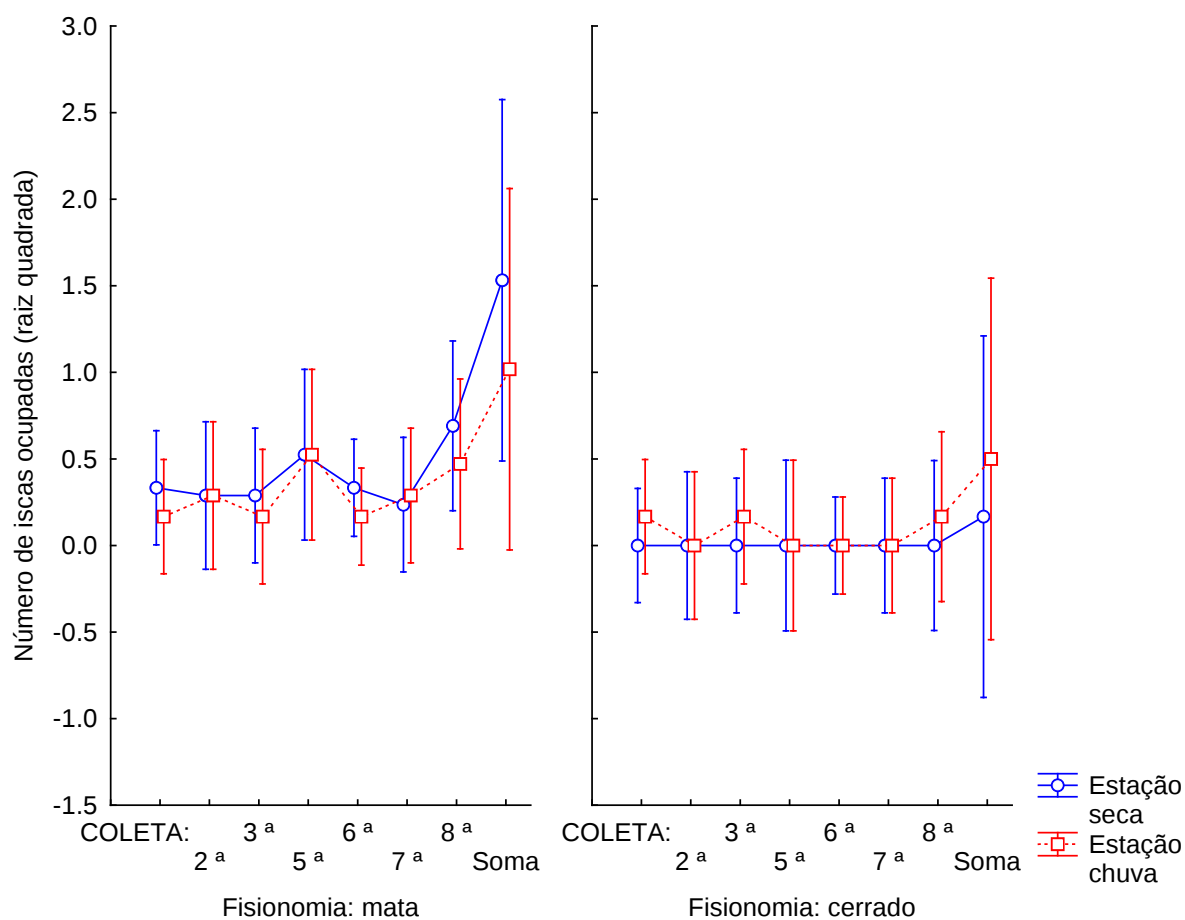


Figura 16. Número de iscas ocupadas por *Velocitermes velox* presente nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007.

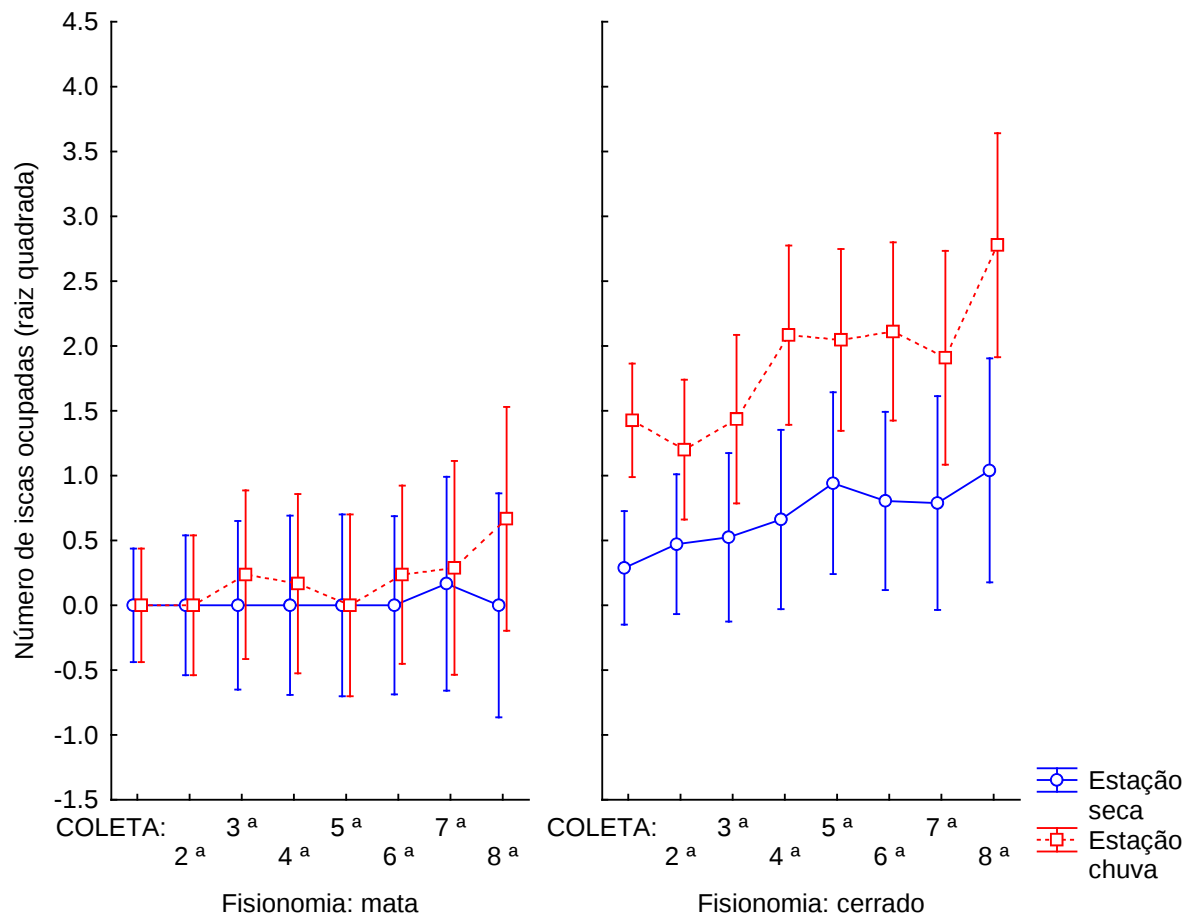


Figura 17. Número de iscas ocupadas por *Heterotermes tenuis* presente nas áreas de mata e cerrado da RPPN Banana Menina, Hidrolândia-GO, durante a estação seca e chuvosa de 2007 (nenhum teste de significância foi feito).

4. Discussão

Em outro estudo feito por da Cunha et al, (2006) na mesma área de coleta, utilizando a metodologia de transectos com parcelas medindo 25m² e esforço amostral de 1 hora por parcela, foram encontradas 20 espécies de cupins no cerrado e 12 espécies na mata (desconsiderando-se os indivíduos da subfamília Apicotermatinae), números bem próximos dos encontrados neste estudo (18 no cerrado e 14 na mata). Isso mostra que os resultados obtidos com a metodologia de iscas foram consistentes, em

relação ao parâmetro riqueza, com os resultados da metodologia de transectos. De acordo com a figura 6, no cerrado houve uma diminuição no número de espécies encontradas na chuva em relação à seca enquanto que o número de iscas ocupadas aumentou (figura 10) indicando que um número menor de espécies foi responsável pelo aumento no número de iscas com forrageiros de toda a comunidade de cupins do cerrado. No entanto, as espécies do cerrado que foram coletadas na seca e não foram na chuva, são aquelas que tiveram registro uma única vez, possivelmente por serem menos atraídas pelas iscas. Na mata, ao contrário, mesmo tendo um aumento no número de iscas ocupadas durante a chuva, o número de espécies encontradas não foi maior que o período seco. Isto pode ocorrer porque o ambiente de mata é mais estável e com amplitude de variação das condições climáticas menor que em uma ambiente de savana, fazendo com que os insetos encontrem locais de condições mais favoráveis na mata durante a maior parte do ano.

Dentre os grupos alimentares descritos por Donovan (2001), o grupo II é aquele que apresenta o maior número de espécies, em relação ao total de espécies descritas e isto foi verificado neste trabalho, sendo o grupo II o mais rico (13 espécies no total). As espécies humívoras, que segundo outros trabalhos, são dominantes em ambiente de mata, não foram verificadas neste ambiente, indicando que a metodologia de iscas (com rolos de papel higiênico) pode ser seletiva quanto aos cupins amostrados. Entre as estações, a diminuição na riqueza dos grupos III e

IV foi responsável pela alteração temporal no número total de espécies coletadas. Os insetos deste grupo se alimentam principalmente de solo que, durante as chuvas, passa por um incremento de qualidade (há uma maior deposição de matéria orgânica sobre o solo) devido à decomposição da serapilheira que aumentou durante a seca e o aumento na umidade que torna alguns componentes orgânicos do solo disponíveis e por isso algumas destas espécies não colonizaram as iscas de papel.

Como os resultados indicam, há variação na atividade de cupins entre as duas estações de 2007 (figura 10). A termitofauna da área estudada, em ambas fitofisionomias, expandiu sua área de forrageio durante as chuvas. No cerrado esta expansão foi mais acentuada que na mata onde houve uma flutuação maior. O padrão observado na área de vegetação densa foi espelhado, ou seja, se na segunda coleta da seca houve uma diminuição do número de iscas ocupadas, na segunda coleta da chuva verificou-se um aumento e isto se estendeu às outras coletas da estação. Assim, de uma forma geral, os cupins estão ampliando sua área de forrageio durante a chuva, quando o ambiente lhes é menos adverso. A demanda interna da colônia, que pressiona para um aumento na atividade durante os meses de seca não é tão forte, como sugerido por Traniello & Leuthold (2000), a ponto de ser determinante para regular o forrageio dos insetos. Porém os resultados deste trabalho sozinhos não são suficientes para tal conclusão, uma vez que é necessário se conhecer o período exato de revoada de cada espécie. Algumas podem revoar no início das chuvas e

outras apenas no final do período, fazendo com que a maturação dos alados ocorra em momentos diferentes levando cada espécie a apresentar maior demanda por alimento em períodos específicos e não apenas na estação seca. Algumas colônias contrapõem a demanda interna gerada pelo crescimento dos alados diminuindo o número das outras castas (principalmente soldados) enquanto que outras aumentam a quantidade de indivíduos de cada casta de forma equilibrada (Soki & Josens, 1996). Baseado nos resultados, verificou-se também que cada espécie responde de forma diferente as alterações ambientais impostas pela mudança nas estações e estas respostas estão associadas às características de cada uma delas, tais como tamanho corporal, grupo alimentar e tipo de ninho.

A diferença no tamanho dos animais é um fator chave para a determinação dos diferentes padrões temporais na atividade de forrageio. O tamanho do corpo de qualquer organismo pode ser dividido em dois componentes: área corporal e volume. Estas dimensões afetam as trocas físicas e químicas entre os organismos e o meio externo. Por exemplo, quanto maior a área corporal de um inseto, maior é sua área de contato com o meio externo, portanto maior a perda de calor em ambientes frios e maior a perda de água por transpiração em ambientes secos e quentes. No entanto, a área corporal isolada não é suficiente para determinar a taxa de trocas entre o animal e o meio físico, tampouco a quantidade máxima de calor que pode ser perdida ou o nível mínimo de umidade tolerado. A razão entre área corporal e volume é mais importante para

determinar os níveis de tolerância do seres vivos. Dada uma mesma área corporal, dois organismos com volumes diferentes, apresentariam tolerância diferenciadas à dessecação, por exemplo. O indivíduo com menor volume seria mais susceptível a perda de água, pois apresentaria uma maior superfície exposta em relação ao seu volume corporal. O volume é uma variável composta por três dimensões, conseqüentemente varia em uma escala cúbica e a área corporal é uma variável bidimensional que varia em uma escala quadrática. À medida que um animal diminui de tamanho o volume sempre diminui mais que a área (porque variam em escalas diferentes), assim, quanto menor um inseto, maior é sua superfície exposta em relação ao seu volume corporal e maiores são suas taxas de troca como o meio externo.

As espécies de cupins encontradas apresentaram uma grande variação de tamanho corporal, com indivíduos pertencentes às menores espécies encontradas no cerrado como *Atlantitermes* sp. (sp não é italicizado. Verifique isso em todo o texto). *Parvitermes bacannalis* e *Subulitermes* sp. e representantes das maiores espécies como *Syntermes* sp., *Neocapritermes opacus* e *Cornitermes villosus*, estas ultimas apresentando tamanho até duas ordens de magnitude de diferença em relação às primeiras. Porém a maior parte das espécies coletadas apresenta tamanho pequeno ou intermediário fazendo com que o tamanho médio das espécies que compões a assembléia fosse pequeno, explicando assim a presença de um pico na atividade de forrageio na época de chuva.

Isto explica também o padrão apresentado por *N. opacus* (a segunda maior espécie encontrada), mas não explica o fato de *Heterotermes longiceps* e *Nasutitermes cf. jaraguae* e *Velocitermes velox* não terem apresentado pico na estação mais úmida.

O tamanho exato das espécies não foi aferido por problemas metodológicos: foram feitas duas tentativas usando métodos diferentes. Na primeira o volume corporal dos cupins foi estimado a partir das medidas dos abdomens (obtidas usando-se um paquímetro) dos insetos, considerando que estes abdomens apresentavam a forma de um elipsóide. A segunda tentativa foi de mergulhar alguns operários dentro de uma proveta contendo um nível conhecido de água e o deslocamento deste nível indicaria o volume da amostra, porém em ambas as tentativas o resultado gerado foi bastante impreciso e por isso não foi utilizado.

Outra fonte de variação nos padrões de forrageamento dos insetos são os grupos alimentares a que pertencem. Os tipos de fonte de matéria orgânica vegetal utilizada como alimento pelas diferentes espécies apresentam dinâmicas temporais diferentes e muitas vezes estão associadas espacialmente a condições microclimáticas singulares. Cupins humívoros normalmente são encontrados em galerias subterrâneas, a profundidades que podem atingir dezenas de metros (Bignell & Eggleton, 2000); estas espécies conseqüentemente vivem em ambientes mais estáveis e protegidos quando comparadas às espécies dos outros grupos alimentares especialmente II e III, que muitas vezes apresentam galerias

na superfície do solo ou em troncos de árvores, pois suas fontes de alimento se encontram nestes locais lidando com um ambiente mais variável. Estas variações ambientais determinam a variação nas atividades dos cupins de duas formas (que atuam de maneira complementar): em ambientes mais variáveis como é o caso da superfície do solo, a temperatura e a umidade atingem níveis limitantes. Por outro lado, estas variações serão percebidas mais prontamente pelas espécies do grupo II e III (os principais sinais que os organismos utilizam como pistas para a variação ambiental são: fotoperíodo, temperatura, umidade e mudança na qualidade do alimento) (Bandeira *et al*, 2003; Danks, 2007). Para os humívoros ocorre o contrário, as variações ambientais são mais sutis nos locais onde se encontram, os sinais que poderiam ser utilizados como indicadores de mudanças no meio externo são de baixa qualidade (a percepção do fotoperíodo, por exemplo, é dificultada devido aos hábitos crípticos destas espécies).

A dinâmica temporal do alimento também é diferente para os isópteros pertencentes a cada grupo alimentar: os alimentos mais ricos em matéria orgânica (principalmente os consumidos pelos grupos I e II) tendem a serem mais escassos e variarem mais – a deposição de serapilheira está vinculada à queda de folhas e ramos das árvores, sendo compartimentalizada no tempo em savanas tropicais por exemplo. Em contrapartida, os alimentos mais pobres em matéria orgânica, como solo, por exemplo, variam menos em qualidade e principalmente em

quantidade ao longo do tempo. Alguns estudos referentes às consequências da fragmentação e perturbação ambiental sobre a termitofauna (em vários tipos de ambientes) verificaram que a família Termitidae (grupo alimentar II, III e IV) tende a ser mais sensível a perturbação ambiental que Rhinotermitidae (grupo I), diminuindo tanto seu número de espécies quanto o número de colônias quando o grau de perturbação aumenta. Dentre os Termitidae, os humívoros são os mais afetados. No entanto, algumas espécies de xilófagos, (e.g. *Nasutitermes ephratae*, grupo alimentar II) se tornam mais abundantes em áreas mais perturbadas sendo favorecidas em locais de mata mais aberta, com baixa umidade e com abundância de madeira seca (Bandeira *et al*, 2003; Davies *et al*, 2003; DeSouza & Brown, 1994; Eggleton *et al*, 1995; Jones *et al*, 2003).

Portanto era esperado que os grupos alimentares diferentes apresentassem padrões temporais de forrageio diferentes, como foi verificado por este estudo. Além disso, a diferença entre o tipo de alimento consumido também explica a presença de um pico de atividade, na chuva, do grupo I e a ausência deste no grupo III, porém a falta de um pico de atividade do grupo II não está de acordo com o exposto acima.

5. Conclusão

A atividade de forrageio dos cupins na área estuda apresentou um pico durante a chuva, com o maior número de iscas ocupadas durante este período. As diferentes colônias estão sujeitas a diferentes pressões, principalmente devido a suas características internas, tais como período de revoada, dinâmica populacional, tamanho corporal dos indivíduos, grupo alimentar e tipo e local de nidificação e forrageio. Assim, cada espécie responde de forma singular à mudança nas estações, ou seja, cupins pertencentes a um mesmo grupo alimentar ou com tamanhos semelhantes podem apresentar ou pico de atividade na chuva ou atividade mais homogênea ao longo do tempo. Nenhuma espécie ou grupo alimentar, daqueles testados neste trabalho apresentaram pico de atividade na seca.

Os resultados obtidos neste trabalho são inéditos, até então não se tinha feito estudo desse tipo para alguma região do bioma Cerrado (tanto em relação aos objetivos do trabalho, quanto à metodologia utilizada), o que trás novas informações acerca da termitofauna da região e idéias de trabalhos futuros. Devido a esse caráter de ineditismo, alguns pontos podem ser melhorados, em um futuro estudo, como por exemplo: é necessário se contar o número de forrageiros presentes nas iscas durante cada coleta, gerando dados mais acurados sobre a dinâmica interna de cada colônia amostrada; outro ponto que pode ser melhorado é o número de iscas em cada parcela, que neste trabalho, em função de limitações

práticas, foi de apenas de 20, o que limitou a variação natural, que poderia ser maior com grids contendo mais iscas (e.g. 100 iscas); e por último, a colocação das iscas deve ser diferente: iscas enterradas são mais difíceis de serem coletadas sem a perda significativa de forrageiros, além de demandarem mais tempo que o necessário, assim, iscas colocadas acima da superfície (devidamente cobertas e presas ao chão como aquelas empregadas por Schuurman (2006) pode ser mais vantajoso.

6. Referências Bibliográficas

- Aguiar, L. M. S., Machado, R. B., & Marinho-Filho, J. 2004. A diversidade biológica do Cerrado. In: Aguiar, L. M. d. S. & Camargo, A. J. A. d. (eds). CERRADO: ECOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brasil.
- Bandeira, A. G., Vasconcellos, A., Silva, M. P., & Constantino, R., 2003. Effects of habitat disturbance on the termite fauna in a Highland humid forest in the Caatinga domain, Brazil. *Sociobiology*, 42, 117-127.
- Bignell, D. E. & Eggleton, P. 2000. Termites in ecosystems. In: Abe, T., Higashi, M., & Bignell, D. E. (eds). TERMITES: EVOLUTION, SOCIALITY, SYMBIOSIS, ECOLOGY. Kluwer Academic Press, Dordrecht, Holanda.
- Cabrera, B. J. & Kamble, S. T., 2001. Effects of decreasing thermophotoperiod on the eastern subterranean termite (Isoptera : Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, 30 (2), 166-171.
- Cancello, E. M., 1986. Revisão de *Procornitermes* Emerson (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Papeis Avulsos de Zoologia*, 36 (19), 189-236.

- Cancello, E. M. & Noirot, C., 2003. *Paraconvexitermes acangapua* (Isoptera : Termitidae, Nasutitermitinae), a new genus and new species of the so-called "small Neotropical soil-feeding nasutes" from South America. *Annales de la Societe Entomologique de France*, 39 (2), 187-193.
- Cavalcanti, R. B. & Joly, C. A. 2002. Biodiversity and conservation priorities in the Cerrado region. In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds). *THE CERRADOS OF BRAZIL: ECOLOGY AND NATURAL HISTORY OF A NEOTROPICAL SAVANNA*. Columbia University Press, Nova York, EUA.
- Coles de Negret, H. R. & Redford, K. H., 1982. The biology of nine termite species (Isoptera: Termitidae) from the cerrado of Central Brazil. *Psyche*, 89 (1-2), 81-106.
- Constantino, R., 1995. Revision of the neotropical termite genus *Syntermes* Holmgren (Isoptera: Termitidae). *The University of Kansas Science Bulletin*, 55 (13), 455-518.
- Constantino, R., 2000. Key to the soldiers of South American *Heterotermes* with a new species from Brazil (Isoptera : Rhinotermitidae). *Insect Systematics & Evolution*, 31 (4), 463-472.
- Constantino, R., Acioli, A. N. S., Schmidt, K., Cuezco, C., Carvalho, S. H. C., & Vasconcellos, A., 2006. A taxonomic revision of the Neotropical termite genera *Labiotermes* Holmgren and *Paracornitermes* Emerson (Isoptera : Termitidae : Nasutitermitinae). *Zootaxa* (1340), 1-44.
- Constantino, R. & DeSouza, O., 1997. Key to the soldiers of *Atlantitermes* Fontes, with a new species from Brazil (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). *Tropical Zoology*, 10 (2), 205-213.
- Curtis, A. D. & Waller, D. A., 1998. Seasonal patterns of nitrogen fixation in termites. *Functional Ecology*, 12 (5), 803-807.
- Danks, H. V., 2007. The elements of seasonal adaptations in insects. *Canadian Entomologist*, 139, 1-44.

- da Cunha, H. F., Costa, D. A., & Brandao, D., 2006. Termite (Isoptera) assemblages in some regions of the Goias state, Brazil. *Sociobiology*, 47 (2), 505-518.
- Davies, R. G., Hernandez, L. M., Eggleton, P., Didham, R. K., Fagan, L. L., & Winchester, N. N., 2003. Environmental and spatial influences upon species composition of a termite assemblage across neotropical forest islands. *Journal of Tropical Ecology*, 19, 509-524.
- Dawes-Gromadzki, T. Z. & Spain, A., 2003. Seasonal patterns in the activity and species richness of surface-foraging termites (Isoptera) at paper baits in a tropical Australian savanna. *Journal of Tropical Ecology*, 19, 449-456.
- DeSouza, O. & Brown, V. K., 1994. Effects of habitat fragmentation on Amazonian termite communities. *Journal of Tropical Ecology*, 10, 197-206.
- Dibog, L., Eggleton, P., & Forzi, F., 1998. Seasonality of soil termites in a humid tropical forest, Mbalmayo, southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, 14, 841-849.
- Donovan, S. E., Eggleton, P., & Bignell, D. E., 2001a. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. *Ecological Entomology*, 26, 356-366.
- Donovan, S. E., Eggleton, P., Dubbin, W. E., Batchelder, M., & Dibog, L., 2001b. The effect of a soil-feeding termite, *Cubitermes fungifaber* (Isoptera : Termitidae) on soil properties: termites may be an important source of soil microhabitat heterogeneity in tropical forests. *Pedobiologia*, 45 (1), 1-11.
- Eggleton, P. 2000. Global pattern of termite diversity. In: *TERMITES: EVOLUTION, SOCIALITY, SYMBIOSIS, ECOLOGY*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, Holanda.
- Eggleton, P., Bignell, D. E., Sands, W. A., Waite, B., Wood, T. C., & Lawton, J. H., 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.

- Engel, M. S. & Krishna, K., 2004. Family-group names for termites (Isoptera). *American Museum Novitates* (3432), 1-9.
- Ferraz, M. V. & Cancellato, E. M., 2001. Swarming behavior of the economically most important termite, *Coptotermes havilandi* (Isoptera: Rhinotermitidae), in southeastern Brazil. *Sociobiology*, 38 (3B), 683-694.
- Fontes, L. R., 1985. New genera and new species of Nasutitermitinae from Neotropical region (Isoptera, Termitidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 3 (1), 7-25.
- Google Earth, Sítio, disponível em: <http://earth.google.com/> Acesso em 17/08/2007.
- Gould, K. A., Herrick, J. E., & Lezama, H., 2001. Refuse to refuge: Dry season use and modification of cattle dung by subterranean termites in Guanacaste, Costa Rica. *Biotropica*, 33 (1), 121-130.
- La Fage, J. P., Nutting, W. L., & Haverty, M. I., 1973. Desert subterranean termites: a method for studying foraging behavior. *Environmental Entomology*, 2 (5), 954-956.
- Hu, X. P. & Appel, A. G., 2004. Seasonal variation of critical thermal limits and temperature tolerance in Formosan and eastern subterranean termites (Isoptera : Rhinotermitidae). *Environmental Entomology*, 33 (2), 197-205.
- Jones, D. T., Susilo, F. X., Bignell, D. E., Hardiwinoto, S., Gillison, A. N., & Eggleton, P., 2003. Termite assemblage collapse along a land-use intensification gradient in lowland central Sumatra, Indonesia. *Journal of Applied Ecology*, 40 (2), 380-391.
- Klink, C. A. & Moreira, A. G. 2002. Past and current human occupation, and land use. In: Oliveira, P. S. & Marquis, R. J. (eds). *THE CERRADOS OF BRAZIL: ECOLOGY AND NATURAL HISTORY OF A NEOTROPICAL SAVANNA*. Columbia University Press, Nova York, EUA.

- Krishna, K. & Araujo, R. L., 1968. Revision of the neotropical termite genus *Noecapritermes* (Isoptera, Termitidae, Termitinae). Bulletin of the American Museum of Natural History, 138 (3), 83-130.
- Mathews, A. G. A. 1997. Studies on termites from Mato Grosso State, Brazil. Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, Brasil.
- Mill, A. E., 1983. Observations on Brazilian Termite Alate Swarms and Some Structures Used in the Dispersal of Reproductives (Isoptera, Termitidae). Journal of Natural History, 17 (3), 309-320.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403 (6772), 853-858.
- Nutting, W. L., 1979. Termite flight periods: strategies for predator avoidance? Sociobiology, 4, 141-151.
- Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D., & Bandeira, M. P. S., 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian cerrado. Austral Ecology, 27 (2), 132-136.
- Redford, K. H., 1984. The Termitaria of *Cornitermes-Cumulans* (Isoptera, Termitidae) and Their Role in Determining A Potential Keystone Species. Biotropica, 16 (2), 112-119.
- Schuurman, G., 2006. Foraging and distribution patterns in a termite assemblage dominated by fungus-growing species in semi-arid northern Botswana. Journal of Tropical Ecology, 22, 277-287.
- Soki, K. D. K. & Josens, G., 1996. Mound population fluctuations in *Cubitermes speciosus* (Sjostedt) (Isoptera, Termitidae). Sociobiology, 27 (1), 11-28.
- Traniello, J. F. A. & Leuthold, R. H. 2000. Behavior and ecology of foraging termites. In: Abe, T., Higashi, M., & Bignell, D. E. (eds). TERMITES: EVOLUTION, SOCIALITY, SYMBIOSIS, ECOLOGY. Kluwer Academic Press, Dordrecht, Holanda.
- Wolda, H., 1978. Seasonal Fluctuations in Rainfall, Food and Abundance of Tropical Insects. Journal of Animal Ecology, 47 (2), 369-381.

- Yamada, A., Inoue, T., Wiwatwitaya, D., Ohkuma, M., Kudo, T., Abe, T., & Sugimoto, A., 2005. Carbon mineralization by termites in tropical forests, with emphasis on fungus combs. *Ecological Research*, 20 (4), 453-460.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall. Upper Saddle River, EUA.