



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

**COABITAÇÃO E INTERAÇÃO ENTRE FORMIGAS E CUPINS EM NINHOS**  
**DE *Cornitermes cumulans* EM ÁREAS DE CERRADO E PASTAGEM NO**  
**BRASIL CENTRAL**

**María Cristina Gallego Roperó**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biologia Animal. Linha de pesquisa: Ecologia e Conservação da Fauna.

Brasília, fevereiro de 2013



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

**COABITAÇÃO E INTERAÇÃO ENTRE FORMIGAS E CUPINS EM NINHOS  
DE *Cornitermes cumulans* EM ÁREAS DE CERRADO E PASTAGEM NO  
BRASIL CENTRAL**

**María Cristina Gallego Roperó**

**Orientador: Prof. Dr. José Roberto Pujol Luz**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Biologia Animal da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biologia Animal. Linha de pesquisa: Ecologia e Conservação da Fauna.

Brasília, fevereiro de 2013

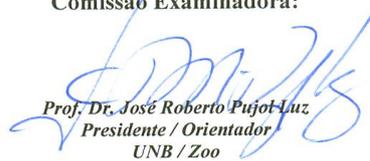
TESE DE DOUTORADO

MARIA CRISTINA GALLEGO ROPERO

Título:

**“Coabitação e interação entre formigas e cupins em ninhos de  
Cornitermes cumulans em áreas de cerrado e pastagem no Brasil,  
Central”**

Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. José Roberto Pujol-Luz  
Presidente / Orientador  
UNB / Zoo

  
Prof. Dra. Helena Castanheira de Moraes  
Membro Titular Interno não Vinculado ao Programa  
UNB / Ecologia

  
Prof. Dr. Rodrigo dos Santos Machado Feitosa  
Membro Titular Externo não Vinculado ao Programa  
UFPR

  
Prof. Dra. Héliida Ferreira da Cunha  
Membro Titular Externo não Vinculado ao Programa  
UEG

  
Prof. Dr. Edison Ryóiti Sujii  
Membro Titular Externo não Vinculado ao Programa  
EMBRAPA / CENARGEM

Prof. Dr. Raúl Alberto Laumann  
Membro Suplente  
Externo não Vinculado ao Programa  
EMBRAPA / CENARGEM

Brasília, 25 de fevereiro de 2013.

#### FICHA CATALOGRAFICA

Gallego-Ropero, María Cristina

**Coabitação e interação entre formigas e cupins em ninhos de *Cornitermes cumulans* em área de cerrado e pastagem no Brasil Central. – 2013**

x, 99p. 29,7 cm

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Pos-graduação em Biologia Animal. Linha de pesquisa: Ecologia e Conservação da Fauna.

1. Inquilinos
2. Formigas
3. Cupins
4. Interações
5. Cerrado *sensu stricto*

#### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

GALLEGO-ROPERO, M.C. (2013). Coabitação e interação entre formigas e cupins em ninhos de *Cornitermes cumulans* em área de cerrado e pastagem no Brasil Central. Tese de Doutorado em Biologia Animal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 99 p.

#### CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: María Cristina Gallego Ropero

TITULO: Coabitação e interação entre formigas e cupins em ninhos de *Cornitermes cumulans* em área de cerrado e pastagem no Brasil Central

GRAU: Doutor ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

María Cristina Gallego Ropero  
Calle 14 No. 54-16, Barrio Primero de Mayo,  
Cali, Valle, Colômbia  
Endereço eletrônico: [macrisgaro@yahoo.es](mailto:macrisgaro@yahoo.es)

## Sumário

Lista de Figuras .....	iii
Lista de Tabelas.....	v
Agradecimentos.....	vii
Resumo.....	1
Abstract .....	3
1. Introdução .....	5
2. Objetivo Geral.....	13
2.1. Objetivos Específicos.....	13
2.2. Hipóteses .....	13
3. Material e Métodos .....	14
3.1. Áreas de estudo .....	14
3.2. Método de amostragem.....	15
3.3. Análise de dados.....	17
4. Resultados e discussão .....	20
4.1. FORMIGAS .....	20
4.1.1. Riqueza e Abundância de espécies de formigas (geral).....	20
4.1.2. Riqueza por localidade e hábitat .....	22
4.1.3. Riqueza por subfamílias .....	27
4.1.4. Índice de diversidade e estimadores de riqueza .....	30
4.1.5. Abundância por subfamília (frequência de ocorrência) .....	31
4.1.6. Coocorrência de formigas .....	32
4.1.7. Colônias de formigas.....	35
4.1.8. As formigas inquilinas e sua relação com o construtor <i>C. cumulans</i> .....	37
4.1.9. Volume (Tamanho) do Cupinzeiro.....	38

4.2. CUPINS.....	40
4.2.1. Riqueza e Abundância de espécies de cupins (geral).....	40
4.2.2. Riqueza por localidade e hábitat .....	41
4.2.3. Riqueza por famílias.....	47
4.2.4. Índice de diversidade e estimadores de riqueza .....	48
4.2.5. Abundância por subfamília (frequência de ocorrência) .....	50
4.2.6. Coocorrência de Cupins na Presença ou Ausência de <i>C. cumulans</i> .....	52
4.2.7. Guildas tróficas .....	55
4.2.8. Estratégias de defesa nos cupins .....	58
4.2.9. Os cupins inquilinos e sua relação com o construtor <i>C. cumulans</i> .....	59
4.2.10. Volume (Tamanho) do Cupinzeiro.....	64
4.3. FORMIGAS E CUPINS.....	66
4.3.1. Riqueza e Abundância de espécies de Cupins e Formigas.....	66
4.3.2. O Volume (tamanho) do cupinzeiro influencia a comunidade de formigas e cupins? .....	68
4.3.3. Existe coocorrência ou exclusão entre formigas e cupins, coabitantes dos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> ? .....	70
5. Considerações finais.....	75
6. Referências bibliográficas .....	77
Anexos.....	88

## Lista de Figuras

- Figura 1. Mapa da localização das três localidades de estudo: 1. Fazenda Água Limpa FAL, 2. Estação experimental da Embrapa Cerrados, e 3. Reserva do Acangau. .... 15
- Figura 2. Método de amostragem: 1. Cupinzeiro sorteado; 2. Limpeza dos arredores; 3. Coleta na superfície; 4. Coleta no interior (pedaços desmanchados na bandeja; 5. Coleta das medidas. .... 16
- Figura 3. Riqueza de formigas distribuídas por gêneros e espécies dentro das nove subfamílias coletadas nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG). .... 22
- Figura 4. Riqueza de formigas por gênero, espécie, espécies exclusivas e compartilhadas nos dois habitats. .... 23
- Figura 5. Valores médios da riqueza de espécies de formigas A. por habitat e localidade; B. por habitat e presença ou ausência do construtor *C. cumulans*. As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança (A.  $F_{2,60}=9,989$ ;  $p=0,001$ ; B.  $F_{2,60}=4,772$ ;  $p=0,032$ ). .... 24
- Figura 6. Riqueza de espécies de formigas por localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) e habitat. .... 25
- Figura 7. Análise de agrupamento da riqueza de espécies por habitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG). .... 26
- Figura 8. Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza para as formigas coletadas nos cupinzeiros de *C. cumulans* A. nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG); B. no cerrado *ss* e C. na pastagem. .... 30
- Figura 9. Riqueza de espécies de formigas coletadas dentro dos cupinzeiros de *C. cumulans* distribuídos por habitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG). .... 34
- Figura 10. Relação da riqueza de formigas com o volume do cupinzeiro e a presença ou ausência do construtor *C. cumulans* A. Nos dois habitats. B. Para cada habitat. .... 39
- Figura 11. Riqueza de cupins distribuídos por gêneros e espécies: A. dentro das três famílias; B. dentro das três famílias e quatro subfamílias coletadas nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva Acangau, MG). .... 40
- Figura 12. Riqueza de cupins por gênero, espécie, espécies exclusivas e compartilhadas por habitat. .... 43
- Figura 13. Riqueza de espécies de cupins nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) e em cada habitat. .... 44

Figura 14. Valores médios da riqueza de espécies de cupins A. por hábitat e localidade; B. por hábitat e presença ou ausência do construtor <i>C. cumulans</i> . As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança (A. $F_{2,60}=7,744$ , $p=0,001$ ; B. $F_{1,60}=4,504$ , $p=0,037$ ).....	45
Figura 15. Análise de agrupamento da riqueza de espécies de cupins por hábitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) (método de Morisita)(Past: pastagem; Cer: cerrado <i>ss</i> ).....	47
Figura 16. Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza para os cupins coletados nos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> A. nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG); B. no cerrado <i>ss</i> e C. na pastagem. ....	49
Figura 17. Riqueza de espécies de cupins coletados dentro dos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> distribuídos por hábitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).....	53
Figura 18. Relação da riqueza de cupins com o volume do cupinzeiro e a presença ou ausência do construtor <i>C. cumulans</i> A. Nos dois hábitats. B. Para cada hábitat .....	65
Figura 19. Riqueza de espécies de formigas e cupins total e distribuída por hábitat na presença ou ausência do construtor .....	66
Figura 20. Valores médios da riqueza de espécies de formigas e cupins por hábitat e localidade. As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança ( $F_{2,60}=13,774$ ; $p=0,001$ ).....	67
Figura 21. Análise de agrupamento da comunidade de formigas e cupins nos dois hábitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) (Método de Morisita). ....	67
Figura 22. Relação da riqueza de formigas e cupins com o volume dos cupinzeiros na presença ou ausência do construtor <i>C. cumulans</i> . ....	68
Figura 23. Relação entre a riqueza de formigas e cupins com o volume dos cupinzeiros por hábitat.....	69
Figura 24. Valores médios da riqueza de espécies de formigas e cupins nos dois hábitats. ....	70
Figura 25. Desenho do cupinzeiro de <i>C. cumulans</i> que representa um exemplo da riqueza de espécies de formigas e cupins que coabita nas diferentes regiões no interior epígeo e hipógeo. 72	

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Formigas registradas como coabitantes de cupinzeiros de diferentes espécies. * Valores encontrados nesta pesquisa nas áreas de cerrado ss (At: ativos, cupinzeiros com construtor; Ab: abandonados, cupinzeiros sem construtor). .....	21
Tabela 2. Riqueza de espécies da mirmecofauna por subfamília nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG). .....	26
Tabela 3. Valores observados, calculados e estimados da diversidade de espécies de formigas nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) nos dois habitats. ....	31
Tabela 4. Frequência de ocorrência dos gêneros de formigas nos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> nos dois habitats amostrados. ....	33
Tabela 5. Valores do índice <i>C-Score</i> obtidos pelas 5000 aleatorizações a partir dos dados observados nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG). ....	35
Tabela 6. Número de colônias de cada espécie de formiga coletada dentro dos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> segundo o habitat. ....	36
Tabela 7. Média e desvio Padrão (DP) das variáveis medidas e do volume calculado nos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> amostrados nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) em cada habitat. ....	38
Tabela 8. Análise de Covariância da riqueza de formigas, sua relação com o volume, a presença ou ausência do construtor e a interação entre as duas. ....	39
Tabela 9. Número de espécies de cupins registrados em diferentes fitofisionomias de Cerrado, tanto pelo método de coleta de parcelas e/ou manual, como na coleta direta dentro dos cupinzeiros construídos por diferentes espécies de cupins (ss <i>sensu stricto</i> ; *cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> ; c cerrado, p pastagem). ....	42
Tabela 10. Riqueza de espécies de cupins por subfamília nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG). ....	46
Tabela 11. Valores observados, calculados e estimados da diversidade de espécies de cupins nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) nos dois habitats. ....	50
Tabela 12. Frequência de ocorrência dos gêneros de cupins nos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> nos dois habitats amostrados. ....	52

Tabela 13. Valores do índice <i>C-Score</i> obtidos pelas 5000 aleatorizações a partir dos dados observados das espécies de cupins nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).....	54
Tabela 14. Lista dos gêneros de cupins, guilda trófica e número de colônias associadas aos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> nos dois habitats Cerrado <i>ss</i> e Pastagem. ....	56
Tabela 15. Número e porcentagem de espécies e colônias nas diferentes guildas alimentares coletadas nos dois habitats. ....	57
Tabela 16. Número de espécies e número de colônias ( ) de cupins nas diferentes famílias-subfamílias por guilda trófica nos dois habitats. ....	57
Tabela 17. Número de espécies por gênero dos cupins inquilinos coletados nos cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> nos dois habitats e sua estratégia de defesa (Coles 1980; Prestwich 1984). ....	58
Tabela 18. Análise de Covariância da riqueza de cupins, sua relação com o volume, a presença ou ausência do construtor e a interação entre as duas. ....	64
Tabela 19. Análise de Covariância da riqueza de formigas e cupins e sua relação com o volume, a presença ou ausência do construtor e a interação entre os dois fatores. ....	68
Tabela 20. Análise de Covariância da riqueza de formigas e cupins e sua relação com o volume do cupinzeiro construído pela espécie <i>C. cumulans</i> .....	69
Tabela 21. Valores do índice <i>C-Score</i> obtidos pelas 5000 aleatorizações a partir dos dados observados das espécies de cupins e formigas nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG). ....	71

## Agradecimentos

Eu tenho muito que agradecer tanto a Deus, quanto às pessoas e as instituições que fizeram possível tornar realidade o sonho de começar e terminar este doutorado. Espero não esquecer nenhuma delas, mas se acontecer peço desculpas e vai para vocês meu mais sincero obrigada!

Nessa ordem de ideias eu devo agradecer à Univerisdad del Cauca e a todos os meus colegas e amigos que me apoiaram quando comecei organizar minha viagem para o Brasil.

Ao professor Reginaldo Constantino quem em primeira instância abriu as portas do laboratório de Termitologia e alentou a possibilidade de fazer o doutorado na UnB.

Ao CNPq pela primeira bolsa do projeto de pesquisa.

À Embaixada do Brasil na Colômbia e à CAPES pela concessão da bolsa de doutorado. À Embaixada da Colômbia no Brasil, pelo apoio.

Ao DPP da UnB pelos recursos para participar dos diferentes eventos nacionais e internacionais onde apresentei parte dos meus resultados de pesquisa.

Ao pessoal da Fazenda Agua Limpa, da Embrapa Cerrados, da Reserva Particular do Patrimônio Natural do Acangau em Paracatu, à família Guimarães em Paracatu pela atenção, pelos deliciosos jantares da mãezinha Estela e o café do tio Tadeo, obrigada mesmo pela companhia e hospitalidade.

Ao pessoal do Museu de Zoologia da USP pela ajuda na montagem e identificação das formigas. Ao professor Rodrigo Feitosa, a Livia e a Flávia. A Viviam Sandoval da Universidade Federal de Viçosa.

À coordenadora da Pos-graduação em Biologia Animal, à profa Carolina, pelo seu tempo e pelos conselhos, e é claro a Dani, a Anna e a Patricia, obrigada por serem tão prestativas.

Agora bem, eu sou muito grata a todos os meus colegas e amigos do laboratório que se tornaram na minha família, o Danilo “El flaco”, o Delano, o Renato, a Caro, a Polly, a Amanda, vocês fizeram boa demais minha vida de estudante, muito obrigada mesmo pela companhia no mato, ralando “pa’ caramba!”, pelos bate papos, as fofocas, pelas comidinhas Colombo-Brasileiras, pelos ensinamentos dos diferentes sotaques do

português, com suas gírias e pelas inúmeras risadas, eu adoro vocês, vocês estarão no meu coração!. Obrigada Marina pelo tempo que tirei de seu esposo para ir ao mato com a gente.

Aos meus colegas e amigos do doutorado que de uma ou outra forma me apoiaram a Sabrina, o Jhonatam, a Gil. Ao senhor Valter por nos transportar e ajudar a quebrar cupinzeiros, e obrigada mais uma vez, por não deixar a gente se perder no mato, mesmo tendo um GPS na mão, né Renato?.

Obrigada ao pessoal do laboratório de Entomologia Forense por me acolher e deixar um espaço para trabalhar com as minhas formigas.

Agradeço pela amizade e companhia da galera Colombo-Brasileira, por me ajudarem com o meu filho e por fazer-nos parte da sua família, a Elizabeth, o Val, a Andrea, a Sofi, o Geraldo, a Ana Maria, a Ivonne, o Jaime, a Claudia, a Clara, o Jhon, a Monica e do lado Argentino a Maru, obrigada mesmo!.

Um especial obrigado a Bárbara, seu esposo José e seus filhos o Daniel e a Geovana, por nos incluir em seus planos familiares, obrigada meninos pelos convites para brincar com meu filho. Obrigada Bárbara pela tua amizade, carinho e companhia.

Eu devo um agradecimento ao pessoal da Colômbia, os meus queridos amigos da vida, que no seu decorrer sempre me acompanham e me dão uma voz de apoio: o James, a Inge, a Bety, a Lorena, à Gloria Inés, a Rocio, o Yiltón, a Maria E. e a Claudia.

Obrigada aos meus queridos amigos que me ajudarem na correção do texto e com dicas nas análises estatísticas a Caro, o Danilo, a Thalita, a Marina, a Camila, o Yiltón, a Bety, a profa Marisol, obrigada mesmo por seu tempo e paciência.

Obrigada pais, irmãos, filho e família por me apoiarem e acreditarem em mi.

Finalmente, mas certamente não menos importante, devo um especial obrigado ao professor José Roberto Pujol Luz, que nos momentos difíceis me apoiou e me acolheu no seu laboratório, obrigada prof. por terminar sendo o meu orientador e me dar essa força que precisei na reta final.

## **Dedico**

Aos meus pais, que sempre tem me apoiado em todas as fases da minha vida, pelos ensinamentos e broncas desde criança, pelos bate papo, eu amo vocês, muito, muito obrigada por serem meus pais!

À pessoa quem motiva o meu dia a dia, meu filho Manuel Alejandro “Manolo”, obrigada por ser meu filho, obrigada mesmo por tua paciência, tua companhia, pelas massagens nas costas, pelos lanches, pelos abraços no dia a dia, por todo o teu carinho, pelos incontáveis “tranquila mãe você consegue”! Obrigada filho, você é o melhor regalo que Deus me deu na vida, eu te Amo filho!

A Deus!.

“Nunca consideres el estudio como un deber, sino como una oportunidad para penetrar en el maravilloso mundo del saber”.

A. Einstein

“La libertad, Sancho, es uno de los más preciosos dones que a los hombres dieron los cielos; con ella no pueden igualarse los tesoros que encierran la tierra y el mar: por la libertad, así como por la honra, se puede y debe aventurar la vida”.

M. de Cervantes Saavedra

“Todo lo que vívidamente soñamos, ardientemente deseamos, creemos y emprendemos con entusiasmo, inevitablemente sucederá”.

P. J. Meyer

## Resumo

No bioma Cerrado existem espécies de cupins que são dominantes e podem apresentar altas densidades em algumas áreas. A espécie *Cornitermes cumulans* (Kollar 1832), tem sido considerada uma espécie chave na ecologia do Cerrado por ser muito abundante e construir cupinzeiros grandes e resistentes. Esses cupinzeiros abrigam diferentes grupos de artrópodes, já que oferece proteção contra o clima e predadores, e algumas espécies conseguem estabelecer suas colônias dentro, sendo considerados inquilinos ou termitófilos. Com o objetivo de conhecer a fauna de formigas e cupins associados ao cupinzeiro de *C. cumulans* e suas possíveis interações, foram amostrados 72 cupinzeiros: 36 em cerrado *sensu stricto* e 36 em pastagem. A pesquisa foi desenvolvida em três localidades: (1) Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília, DF; (2) Estação Experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; e (3) Reserva Particular de Patrimônio Natural do Acangau, Paracatu, MG. Cada cupinzeiro foi quebrado lentamente, na sua parte epigea e hipógea, e coletadas as diferentes espécies de formigas e cupins. Coletou-se um total de 1443 amostras, correspondendo a 133 espécies de formigas e 81 espécies de cupins. Foram coletadas nove subfamílias de formigas. A subfamília Myrmicinae apresentou maior riqueza de espécies (65 espécies de 21 gêneros), seguida por Formicinae (20 de 3) e Ponerinae (18 de 7), as outras subfamílias Dolichoderinae, Ectatomminae, Ecitoninae, Pseudomyrmecinae, Cerapachyinae e Amblyoponinae apresentaram menores valores de riqueza. Algumas espécies dos gêneros *Brachymyrmex* e *Camponotus* (Formicinae), *Forelius* (Dolichoderinae), *Odontomachus*, *Thaumatomyrmex* (Ponerinae), *Acanthostichus* (Cerapachyinae), *Pseudomyrmex* (Pseudomyrmecinae), e *Solenopsis* (Myrmicinae), conseguem fundar suas colônias e desenvolverem-se dentro das paredes externas do cupinzeiro, principalmente na base hipógea. Foram coletadas três famílias de cupins: Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. A família Termitidae com quatro subfamílias Apicotermitinae, Nasutitermitinae, Syntermitinae e Termitinae apresentou maior riqueza de espécies (78 espécies de 33 gêneros). Uma média de 19 espécies por cupinzeiro foi coletada no cerrado ss, sendo 11 espécies de formigas e oito de cupins. Na pastagem a média foi de nove espécies, quatro de formigas e cinco de cupins. A Anova apresentou diferenças significativas na riqueza de espécies para cada uma das variáveis: localidade ( $F_{2,60} = 23,751$ ;  $p = 0,001$ ) hábitat ( $F_{1,60} = 69,428$ ;  $p = 0,001$ ), presença-ausência do construtor ( $F_{1,60} = 4,875$ ;  $p = 0,031$ ) e na interação localidade-hábitat ( $F_{2,60} = 13,774$ ;  $p = 0,001$ ), mas não houve diferença significativa na interação das outras variáveis. A análise de coocorrência, mostrou valores do índice C-Score significativos para a FAL, tanto no cerrado ss como na pastagem, ou seja, que a associação entre as espécies não é aleatória. Para testar se houve um efeito do volume do cupinzeiro na presença ou ausência do construtor, foi realizada uma análise de Covariância. Os valores calculados permitem inferir que há um efeito do volume sobre a

riqueza de espécies, mas para o fator presença ou ausência do construtor, e a interação dos fatores não existe significância. Neste trabalho é registrada a maior riqueza de espécies de formigas e cupins coletada até o momento coabitando os cupinzeiros construídos por cupins Neotropicais. Confirmou-se a importância ecológica que esta espécie tem para a conservação do Cerrado, já que seu cupinzeiro consegue abrigar uma grande quantidade de espécies.

Palavras-chave: colônias, habitats, inquilinos, recursos.

## Abstract

In the Cerrado biome there are termites species that might be dominant and have high densities in some areas. The termite *Cornitermes cumulans* (Kollar 1832) has been considered a keystone species in the ecology of Cerrado due to its high abundance and its large and resistant mounds. Its mounds harbor different groups of arthropods, offering protection from weather and predators. Those species that can establish their colonies inside the mounds are considered inquilines or termitophyles. Aiming to know the fauna of ants and termites associated with mounds of *C. cumulans* and their possible interactions, 72 termite mounds were sampled: 36 in cerrado *sensu stricto* and 36 in pasture. The research was conducted in three locations: (1) Fazenda Água Limpa, FAL, at the University of Brasilia, DF, 2) Experimental Station of Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, and (3) Private Reserve of Natural Acangau, Paracatu, MG. Each mound was slowly broken in its epigeal and hypogeal parts, and the different species of ants and termites were collected. It was collected a total of 1443 samples, corresponding to 133 ant species and 81 species of termites. It were collected nine subfamilies of ants. The subfamily Myrmicinae had the highest species richness (65 species of 21 genera), followed by Formicinae (20 of 3) and Ponerinae (18 of 7), the other subfamilies Dolichoderinae, Ectatomminae, Ecitoninae, Pseudomyrmecinae, Cerapachyinae and Amblyoponinae showed lower richness values. Some species of the genera *Camponotus* and *Brachymyrmex* (Formicinae), *Forelius* (Dolichoderinae), *Odontomachus*, *Thaumatomyrmex* (Ponerinae), *Acanthostichus* (Cerapachyinae), *Pseudomyrmex* (Pseudomyrmecinae), and *Solenopsis* (Myrmicinae), can establish and develop their colonies inside the external walls of the mounds, especially into the hypogeal base. It were collected three families of termites: Rhinotermitidae, Serritermitidae and Termitidae. Termitidae family with four subfamilies Apicotermitinae, Nasutitermitinae, Syntermitinae and Termitinae showed the highest species richness (78 species of 33 genera). An average of 19 species per mound was collected in cerrado *sensu stricto*, being 11 species of ants and eight of termites. In the pasture, the average species richness was nine species, four of ants and five of termites. ANOVA analysis showed significant differences in species richness for each variable: location ( $F_{2, 60} = 23.751$ ,  $p = 0.001$ ), habitat ( $F_{1, 60} = 69.428$ ,  $p = 0.001$ ), presence/absence of the termite host ( $F_{1, 60} = 4.875$ ,  $p = 0.031$ ) and location-habitat interaction ( $F_{2, 60} = 13.774$ ,  $p = 0.001$ ), but no significant interaction of other variables was found. The co-occurrence analysis showed significant values of C-score index for the FAL, both in the pasture and cerrado *sensu stricto*, suggesting that the association between species is not random. To test if there is an effect of volume of the mound in the presence or absence of the termite host, we performed an analysis of Covariance. The calculated values allowed us to infer that there is an effect of volume on species richness, but there is no significant effect neither of the presence/absence of the termite host, nor of interaction between the variables. This work shows the highest species richness of ants and termites collected yet

cohabiting mounds of neotropical termite species. The ecological importance of this species to conservation of the Cerrado was confirmed, as these mounds can accommodate a large number of species.

Keywords: colonies, habitats, inquilines, resources.

# 1. Introdução

No mundo dominado crescentemente pelas atividades do homem, o enfoque central da biologia da conservação é a manutenção da diversidade de espécies e suas funções em paisagens compostas de áreas de uso variável da terra e habitats naturais (Lubchenco *et al.* 1991). Os dois objetivos que suportam essa ampla meta incluem a identificação e preservação de cada um dos tipos de habitats naturais (Prendergast *et al.* 1993; Wagner *et al.* 2000) e a eliminação ou minimização dos impactos negativos sobre a biodiversidade dentro desses habitats (Pimentel *et al.* 1992).

A pecuária é uma das formas mais extensivas de uso da terra. No Brasil, cerca de 80% dos 45 a 50 milhões de hectares da área de pastagens nos Cerrados do Brasil Central, apresentam, hoje, algum estágio de degradação (Barcellos, 1996). O manejo inadequado das pastagens pode levar à desertificação e resultar em perda da diversidade. Em escala regional e global a magnitude da pecuária pode levar a grandes mudanças climáticas (Fleischner 1994; Wuerthner 1994).

A macrofauna do solo é parte do ciclo da matéria orgânica e atua como melhoradora das condições físicas e químicas do solo. Alguns organismos do solo, principalmente as minhocas, os cupins e as formigas são considerados “engenheiros do ecossistema” (Jones *et al.* 1997). Eles produzem estruturas (coprólitos, ninhos e galerias) por meio das quais modificam o ambiente onde vivem, causando dois efeitos contrastantes na decomposição da matéria orgânica: aceleram sua velocidade de reciclagem, o que facilita a atividade microbiana e favorecem sua conservação a longo prazo porque a imobilizam em estruturas biogênicas estáveis (Lavelle 1997).

A estrutura e abundância das comunidades do solo são muito sensíveis ao manejo da cobertura vegetal (Lavelle 1996). Lavelle & Pashanasi (1989) observaram que na Amazônia peruana, uma mudança significativa na biomassa e diversidade da macrofauna do solo ocorre depois do estabelecimento de pastagens e culturas anuais. Resultados similares têm sido encontrados em muitos lugares da região tropical. Na

maioria dos casos, os sistemas de culturas anuais diminuem fortemente a diversidade e abundância das comunidades da fauna do solo, independente da espécie de cultura anual, devido à perturbação e ausência de uma permanente cobertura no solo. A introdução de pastagens aumenta a abundância de minhocas, mas reduz toda a diversidade da macrofauna, enquanto os sistemas baseados em árvores parecem ser os melhores para conservar a diversidade e abundância da fauna de solo (Mboukou-Kimbatsa *et al.* 1998).

Para manter a biodiversidade nos agroecossistemas alguns autores têm identificado uma série de princípios ecológicos que favorecem a diversidade de organismos: biomassa e energia abundante, diversidade de espécies vegetais, consorciamento, cercas vivas, conservação da biomassa morta sobre o solo, uso eficiente do esterco, supressão de queimadas e redução do uso de agrotóxicos (Westman 1990; Pimentel *et al.* 1992).

Em geral, as comunidades de invertebrados parecem estar melhor conservadas quando o sistema derivado têm uma estrutura similar à do sistema original (Decaëns *et al.* 1994; Fragoso *et al.* 1997). Precisa-se de mais dados para avaliar essa hipótese, especialmente em sistemas agroflorestais que não têm sido pesquisados usando métodos padronizados comparáveis (Vohland & Schroth 1999). Pringle *et al.* (2010) sugerem a conservação de organismos que induzem padrões e processos nos ecossistemas como o caso dos cupins e sua atividade como construtores. Esta pesquisa teve como objetivo conhecer a variação na composição de espécies de formigas e de cupins coabitantes dos cupinzeiros da espécie *Cornitermes cumulans* Kollar (1832) (Termitidae: Syntermitinae) e suas possíveis interações em cerrado *sensu stricto* e pastagens.

## **O Cerrado**

A paisagem natural do Cerrado, manifestada em muitas fitofisionomias de vegetação que hospedam espécies endêmicas, está rapidamente sendo transformada em monoculturas de soja, algodão, cana de açúcar, plantação de árvores exóticas e pastagens para gado (Alho 2005; Pivello 2005; Scariot & Sevilla 2005) que tem um impacto negativo sobre as populações da fauna do solo.

O Bioma Cerrado localiza-se principalmente no Planalto Central do Brasil. Cerca da metade dos 2 milhões de km<sup>2</sup> da cobertura vegetal original foi removida. Atualmente as pastagens plantadas ocupam cerca de 500.000 km<sup>2</sup> (Silva *et al.* 2006; Sano *et al.* 2010). Segundo Machado *et al.* (2004) aproximadamente 55% do Cerrado já foi desmatado e transformado pela atividade humana e a taxa anual de desmatamento varia entre 22.000 e 30.000 km<sup>2</sup> por ano.

O Cerrado é considerado um dos *hotspots* para a conservação da biodiversidade (Myers *et al.* 2000; Silva & Bates 2002). É o segundo bioma em extensão na América do Sul e no Brasil, apresenta uma alta diversidade tanto vegetal quanto animal (Sano *et al.* 2010). Na fauna do Cerrado destaca-se a classe Insecta e particularmente a ordem Isoptera, que, apesar de ter um número relativamente baixo de espécies, essas se destacam por sua abundância. No Cerrado, segundo Constantino (2005), a diversidade de cupins é de aproximadamente 150 espécies, representando para um só bioma mais de 54% das espécies registradas para o país. Os cupins são considerados um dos maiores componentes dos ecossistemas tropicais, nos quais eles mantêm uma importante função ecológica como decompositores, exercendo um papel importante nos processos de ciclagem de nutrientes e formação de solo (Wood & Sands 1978). Os cupins constroem ninhos que de acordo com sua localização pode ser hipógea, epígea ou arborícola (Noirot & Darlington 2000). Apesar de não existir dados sobre a biomassa animal terrestre no Cerrado, para a Amazônia mais de ¼ dessa biomassa é constituída por formigas e cupins (Fittkau & Klinge 1973).

### ***Cornitermes cumulans***

No Cerrado existem espécies de cupins que são dominantes e podem apresentar altas densidades em algumas áreas. O gênero *Cornitermes* tem distribuição neotropical (Canello 1989), e no caso da espécie *C. cumulans* se registra dominância neste bioma (Redford 1984). Esta espécie pode ocorrer em florestas e cerrados e habitats modificados pelo homem (Canello 1989), é muito abundante no cerrado das regiões do Brasil central e do Sudeste (Araujo 1970).

*C. cumulans* constrói ninhos epígeos, se alimenta de gramíneas, detritos vegetais e madeira podre. Para a construção do ninho esses cupins utilizam solo, saliva e fezes, modificando o ambiente e gerando condições especiais de temperatura e umidade dentro do ninho. Os cupinzeiros de *C. cumulans* são grandes e resistentes e oferecem proteção contra o clima e predadores para diferentes espécies, além de ser uma importante fonte nutricional. *C. cumulans* tem sido considerada uma espécie-chave na ecologia do cerrado por ser muito abundante e porque no cupinzeiro podem se estabelecer muitas espécies da fauna e algumas plantas conseguem se reproduzir e desenvolver dentro dele (Redford 1984).

Os cupinzeiros abrigam diferentes grupos de artrópodes como Arachnida, Crustacea, Diplopoda e Insecta. Entre a classe Insecta se destacam Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Blattodea (Redford 1984; Kistner 1990) e principalmente formigas e cupins, os quais podem ocupar parcial ou totalmente o ninho (Holt & Greenslade 1979; Yamada *et al.* 2007). Animais associados ao cupinzeiro são chamados de inquilinos, que podem ser termitófilos ou termitariófilos (Kistner 1990).

Segundo Pringle *et al.* (2010), os cupinzeiros construídos por diferentes espécies podem incrementar as funções no ecossistema. Eles avaliaram os padrões espaciais de distribuição de *Odontotermes* na savana africana, e seus resultados permitem considerar os montículos como *hotspots* da produtividade de animais e plantas: próximo dos montículos dos cupins as plantas crescem mais rapidamente, os herbívoros e animais predadores são mais abundantes, e o êxito reprodutivo é maior. Além disso, os cupinzeiros são fonte local de dispersão de insetos para o ambiente circundante. Esse estudo concorda com o trabalho feito por Redford (1984) no sentido que os cupinzeiros constituem um microhabitat que pode abrigar uma alta biodiversidade.

## **As Formigas**

As formigas (Hymenoptera: Formicidae) são importantes no funcionamento dos ecossistemas terrestres, já que ocupam quase todos os habitats possíveis e são parte chave na cadeia trófica como fonte de alimento para outros artrópodes e vertebrados (aves, anfíbios e mamíferos). Além disso, as formigas encontram-se estreitamente

relacionadas com fenômenos ecológicos como proteção de plantas, dispersão de sementes, polinização, predação, aproveitam recursos como secreções de homópteros, cadáveres de outros animais, detritos, fungos e néctar das flores (Holldobler & Wilson 1990). As formigas podem intervir na modificação dos solos e no fluxo de nutrientes, devido à movimentação e enriquecimento do solo, arejando e incorporando restos na superfície como fazem as minhocas (Majer 1983; Kaspari 2003).

Segundo Majer (1983) e Brown (1991), as formigas apresentam certas características como riqueza, abundância, especialização, facilidade de amostragem, resposta a mudanças ambientais, fidelidade ecológica, conhecimento taxonômico, importância funcional nos ecossistemas e relação estreita com outras espécies, que as tornam boas indicadoras de qualidade ambiental. Algumas espécies invasoras de formigas modificam os ecossistemas, tendo um impacto desproporcional sobre suas comunidades (Kaspari & Weiser 2000).

Estudos prévios demonstraram que as formigas têm uma resposta ecológica aos impactos da pecuária e às variações de fatores microclimáticos como umidade e precipitação. Esses estudos indicam que os efeitos diretos das diferenças em microclima (Andersen 1991; Perfecto & Vandermeer 1996), na abundância de micro-habitats para nidificar (Abensperg-Traun *et al.* 1996) e nos recursos alimentares (Nash *et al.* 1998) são importantes mecanismos que mediam as respostas da comunidade de formigas.

As atividades das formigas e cupins dentro dos solos como engenheiros, ajudando na sua formação e manutenção, influenciam nas condições de vida de outras comunidades de organismos do solo, menores ou menos móveis, e determinam suas abundâncias e suas estruturas (Stork & Eggleton 1992). As formigas comumente predam cupins e os dois grupos apresentam adaptações morfológicas e estratégias comportamentais para competir na natureza (Holldobler & Wilson 1990). Segundo Traniello (1981) as formigas apresentam três principais estratégias para caçar cupins: 1) Predação facultativa por forrageiras solitárias como as poneroides dos gêneros *Pachycondyla* e *Odontomachus*; 2) Ataque organizado em um período de tempo curto através do recrutamento em massa como faz *Solenopsis*; e 3) Predação por formigas termitófagas como no caso de *Pachycondyla laevigata* Smith (1858).

## Relações entre formigas e cupins

Formigas e cupins são dois grupos taxonômicos ecologicamente dominantes nos ecossistemas tropicais terrestres com um alto nível de diversificação. Existem 12.563 espécies de formigas identificadas no mundo (Agosti & Johnson 2010), das quais cerca de 3.100 ocorrem na Região Neotropical (Fernández & Sendoya 2004). No caso dos cupins, segundo Kambhampati & Eggleton (2000), tem se identificado cerca de 2.600 espécies, e a sua evolução data de mais de 100 milhões de anos (Holldobler & Wilson 1990). Formigas surgiram a um pouco mais de 100 milhões de anos e cupins a 130 milhões de anos (Thorne & Traniello 2003).

As relações entre cupins e formigas são predominantemente agonísticas, e as formigas são os principais predadores de cupins (Holldobler & Wilson 1990; Buczkowski & Bennett 2008). Como resposta ao ataque das formigas, os cupins dispõem de defesas físicas e químicas (Prestwich 1979). Outros registram relações comensais ou mutualísticas (Jaffé *et al.* 1995). Segundo Jaffé *et al.* (1995) e Cunha & Brandão (2000), as formigas podem construir ninhos dentro de cupinzeiros, principalmente nas paredes e na base hipógea, ficando isoladas do construtor e só entrando em contato com eles quando o cupinzeiro é perturbado, por exemplo quando quebrado por grandes predadores.

Embora as formigas sejam predadoras de cupins, a maioria é oportunista e são poucas as espécies registradas como especialistas. A formiga *Megaponera foetens* Fabr., espécie caçadora da subfamília Ponerinae da África, é o melhor exemplo de uma formiga que forma grupos para atacar cupins da subfamília Macrotermitinae (Longhurst *et al.* 1978).

Em culturas como arroz foram encontrados cupinzeiros, construídos pela atividade de diferentes espécies de cupins, com até 27 espécies de artrópodes, onde se destaca uma alta riqueza de espécies de formigas dentro e na superfície do cupinzeiro (Choosai *et al.* 2009). O cupinzeiro pode se converter num espaço no qual as formigas sobrevivem, podendo colonizar outros habitats e desenvolver funções como agente de controle biológico de pragas no cultivo de arroz (Settle *et al.* 1996). Cornelius & Grace

(1996) afirmam que algumas espécies de formigas inquilinas de cupins podem beneficiar os cupins ao defendê-los do ataque por outras espécies de formigas. Porém, existem evidências de competição por espaço entre formigas e cupins (Sennepin 1996), e de predação de cupins hospedeiros e inquilinos por formigas, como todas as espécies de formigas do gênero *Centromyrmex* (Kempf 1966; Dejean & Feneron 1999).

Enquanto alguns estudos registram formigas só predando cupins sem competir pelo espaço (Gonçalves *et al.* 2005), outros reportam espécies de formigas como *Camponotus fastigatus* Roger (1963) que coabita em 100% dos cupinzeiros construídos por *Cortaritermes sp.*, sem predá-los (Diehl *et al.* 2005). Segundo Quinet *et al.* (2005) pode se apresentar uma relação de mutualismo entre formigas e cupins, onde o cupinzeiro construído pelo cupim oferece um lugar para a formiga nidificar e a formiga oferece proteção para os cupins. Diehl *et al.* (2005) sugerem um comportamento oportunista da formiga, já que as formigas aparentemente não defendem os ninhos. Algumas espécies de formigas dos gêneros como *Solenopsis*, *Carebara*, *Centromyrmex* e *Hypoponera* nidificam dentro de cavidades de cupinzeiros, separadas dos cupins, e elas entram e predam ninfas e operários, mas não tem um forte impacto sobre as suas populações (Holldobler & Wilson 1990; Dejean & Fenerón 1999).

Estudos em campo realizados por Longhurst *et al.* (1978) e Leponce *et al.* (1999) descrevem relações agonísticas em que as formigas predam cupins, mas a atividade predadora parece não ter um forte impacto sobre a sobrevivência da colônia do cupim. Vários estudos mostram que o impacto da predação é baixo considerando a biomassa das colônias de cupins. Por exemplo, no caso de *Megaponera foetens* o consumo é de 0,537 cupins/m<sup>2</sup>/dia, não afetando na formação das colônias (Darlington 1985). Porém, algumas espécies podem ter uma redução significativa de sua população devido à pressão de predação (Longhurst *et al.* 1978; Abe & Darlington 1985) como no caso de *Iridomyrmex sanguineus* Forel (1910), uma formiga Dolichoderinae que tem preferência de estabelecer seus ninhos dentro do cupinzeiro construído pelo cupim *Amitermes laurensis* Mjöberg (1920), fazendo-o nas paredes e recobrimo com vegetação as trilhas entre as galerias. Esta formiga exerce uma forte pressão de predação sobre o cupim e ocupação do ninho de até 80% (Yamada *et al.* 2007)

Há observações de cupins que se favorecem com a presença de formigas em seus ninhos (Greenslade 1975; Jaffé *et al.* 1995). Por exemplo, *Nasutitermes corniger* Motschulsky (1855) obtém benefícios das formigas que habitam no seu cupinzeiro, alimentando-se de seus mortos e suas fezes, o que ajuda a incrementar sua reserva de Nitrogênio. Este caso foi registrado como uma incipiente forma de mutualismo oportunista (Jaffé *et al.* 1995).

## 2. Objetivo Geral

Avaliar a variação na composição de espécies de formigas e de cupins e suas interações nos cupinzeiros de *Cornitermes cumulans* em cerrado *sensu stricto* e pastagens.

### 2.1. Objetivos Específicos

- Determinar a riqueza e composição das espécies de formigas e de cupins habitantes dos cupinzeiros de *Cornitermes cumulans* no hábitat cerrado *sensu stricto* e pastagem;
- Avaliar se existe uma relação de coocorrência ou exclusão entre as espécies de formigas, de cupins e de formigas e cupins inquilinos no cupinzeiro de *C. cumulans*;
- Determinar a variação na riqueza e composição da comunidade de formigas e de cupins inquilinos em função do tamanho do cupinzeiro e da presença ou ausência do construtor *C. cumulans* nos dois hábitats.

### 2.2. Hipóteses

- A riqueza e composição da comunidade de formigas e cupins que habita o cupinzeiro de *C. cumulans* variam com a estrutura da vegetação. Espera-se encontrar um menor número de espécies nos hábitats menos complexos como as pastagens, assim com uma variação na composição das espécies;
- A coocorrência ou exclusão entre as formigas, os cupins inquilinos e entre as formigas e os cupins depende da presença ou ausência do construtor. Espera-se uma menor quantidade de interações na presença de *C. cumulans*;
- A riqueza e composição da comunidade de formigas e cupins inquilinos mudam com o tamanho do cupinzeiro, a presença do construtor *C. cumulans* e o hábitat. Espera-se encontrar uma maior riqueza de formigas e de cupins inquilinos em cupinzeiros maiores e abandonados pelo construtor no cerrado *ss*, assim como uma maior variação na composição das espécies.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Áreas de estudo

A pesquisa foi desenvolvida em três localidades com áreas naturais de cerrado *sensu stricto* (*ss*) e áreas antropizadas de pastagem para gado (Figura 1). A primeira localidade foi a Fazenda Água Limpa (FAL) (15°94'S; 47°93'W), de propriedade da Universidade de Brasília que possui uma área de aproximadamente 4.340 hectares. A temperatura média anual é de 20,4 °C e a precipitação média anual é de 1.600 mm.

A segunda localidade foi a Estação Experimental da Embrapa Cerrados (15°36"S; 47°44"W) que está localizada em Planaltina, DF, a 35 km de Brasília. Compreende 3.500 hectares (Embrapa 2.010). A temperatura média anual é de 20,4 °C; a precipitação média anual é de 1.574 mm, com uma pronunciada estação seca de junho a setembro (INMET 2011).

A terceira localidade foi a Reserva Particular de Patrimônio Natural do Acangau (17°13'S; 46°52'W), situada no município de Paracatu, Minas Gerais. Apresenta 3.000 hectares de reserva, a temperatura média anual na região de Paracatu é de 23°C e a precipitação média anual é de 1.350 mm (INMET 2011).

O relevo das regiões é constituído com predominância de formas achatadas e onduladas, apresentando pouquíssimas variações topográficas. Nas áreas de estudo as altitudes variam de 600 m a 980 m, com solos latossolo vermelho-escuro e vegetação de cerrado *ss* além de pastagens, que antigamente eram ocupadas por cerrado *ss*.

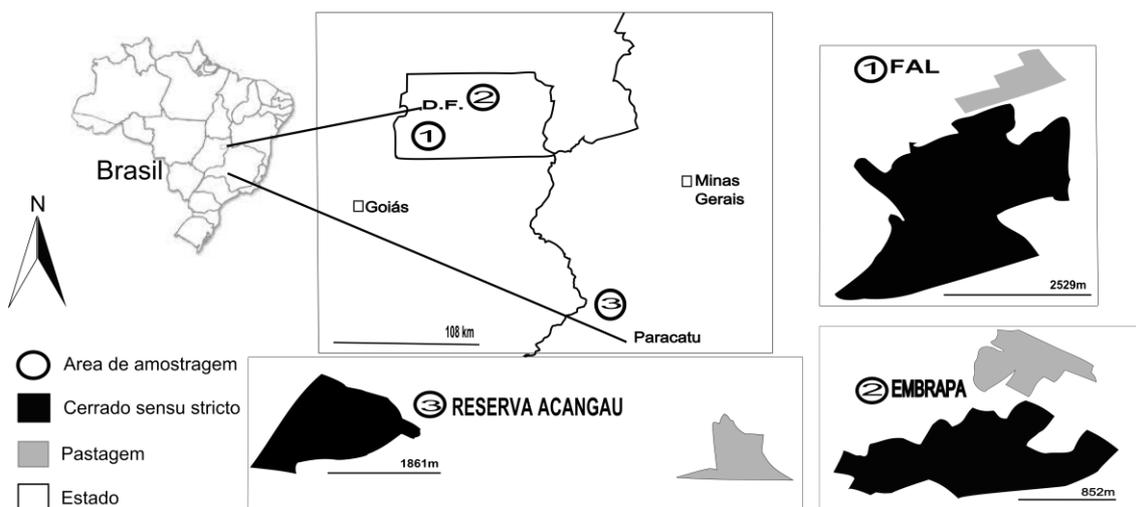


Figura 1. Mapa da localização das três localidades de estudo: 1. Fazenda Agua Limpa FAL, 2. Estação experimental da Embrapa Cerrados, e 3. Reserva do Acangau.

### 3.2. Método de amostragem

Para realização das coletas, cada área escolhida foi percorrida fazendo-se um censo de todos os ninhos de *C. cumulans* encontrados. Cada ninho foi numerado, marcado com uma fita colorida, anotada a altura desde o solo até o topo do cupinzeiro e o diâmetro da base, assim como sua coordenada geográfica. Além disso, foi verificado se o construtor estava presente (ninho ativo) ou ausente (ninho abandonado). Na FAL foram sorteados 32 cupinzeiros: 10 ninhos com *C. cumulans* em cerrado, seis ninhos sem *C. cumulans* em cerrado, 10 ninhos com *C. cumulans* em pastagem e seis ninhos sem *C. cumulans* em pastagem. Na EMBRAPA e ACANGAU foram sorteados 20 cupinzeiros, assim: cinco ninhos com *C. cumulans* em cerrado, cinco ninhos sem *C. cumulans* em cerrado, cinco ninhos com *C. cumulans* em pastagem e cinco ninhos sem *C. cumulans* em pastagem. Um total de 72 cupinzeiros foi amostrado. Foram realizados mapas de localização dos cupinzeiros para cada área (Anexo 1).

Quando um cupinzeiro era escolhido, primeiro era feita uma observação de sua superfície, por cinco minutos, para coletar e registrar a atividade das possíveis formigas que podiam estar forrageando, entrando ou saindo. Posteriormente, limpava-se uma faixa de 50 cm, com ajuda de uma enxada, ao redor de cada cupinzeiro, facilitando a

localização e a identificação de espécies de formigas que nidificam fora do cupinzeiro e que atacam as espécies que nidificam dentro quando o mesmo é aberto. A abertura do cupinzeiro e coleta foi iniciada sempre pela face norte (ponto conferido com uma bússola), que servia de ponto de referência da localização das formigas e cupins na medida em que eram coletados. Os cupinzeiros foram quebrados com ajuda de picolas, de forma lenta e cuidadosa. Cada pedaço foi colocado sobre uma bandeja branca para ser cuidadosamente revisado e obter uma amostra representativa das formigas e dos cupins e para verificar suas distribuições e possíveis interações dentro do cupinzeiro. Os cupinzeiros foram derrubados e escavados até a parte hipógea (até 70 cm de profundidade) com ajuda de picaretas (Figura 2). A matriz ao redor das áreas de cerrado *ss* eram culturas e pastagens.

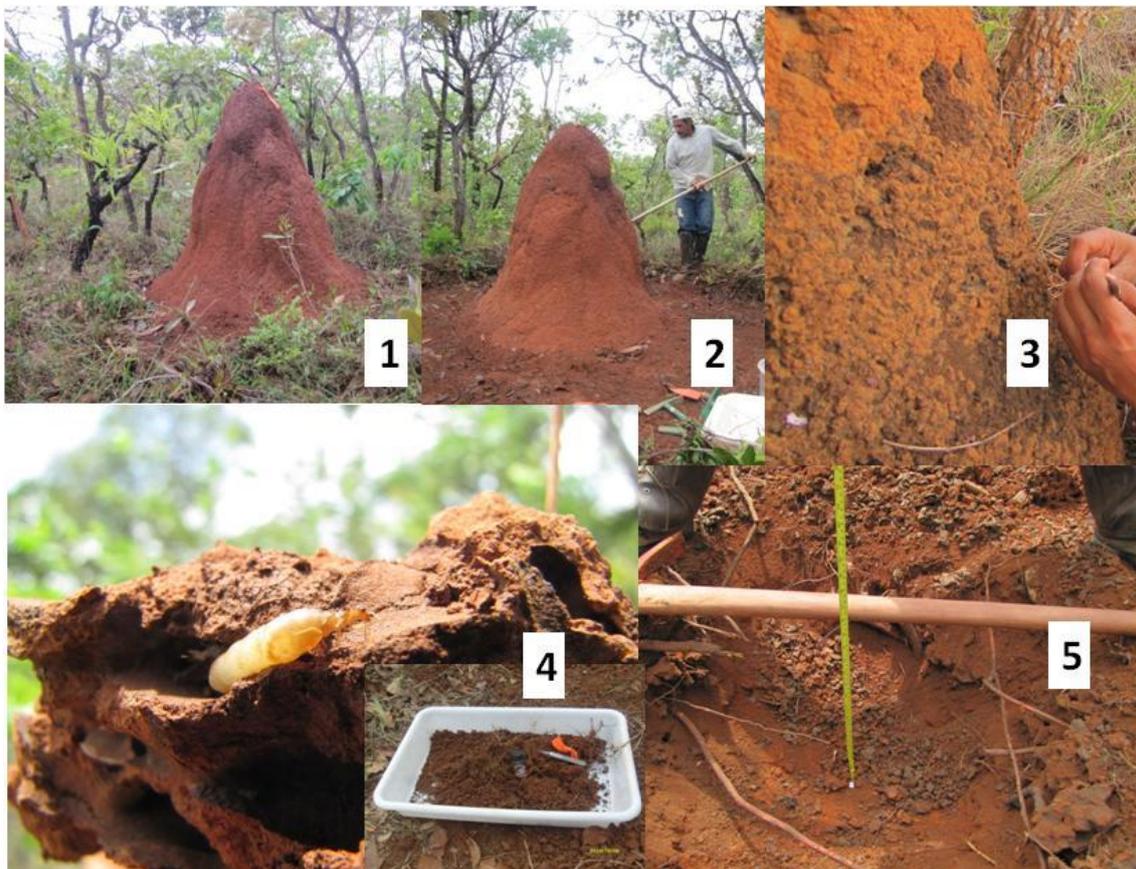


Figura 2. Método de amostragem: 1. Cupinzeiro sorteado; 2. Limpeza dos arredores; 3. Coleta na superfície; 4. Coleta no interior (pedaços desmanchados na bandeja; 5. Coleta das medidas.

Formigas e cupins foram fixados em álcool 80% e levados ao laboratório de Termitologia da Universidade de Brasília, onde todo o material foi triado e identificado até gênero com ajuda de literatura especializada, no caso dos cupins, de Araujo (1954); Emerson & Banks (1957); Emerson & Krishna (1975); Mathews (1977); Fontes (1982, 1985); Canello (1989); Constantino (1995); Canello *et al.* (1996); Constantino & de Souza (1997); Constantino (1999); Constantino (2000). Quando indivíduos de cupins da mesma espécie eram encontrados em sítios diferentes do mesmo cupinzeiro, foram considerados como provenientes da mesma colônia, já que em microhabitats é difícil definir os limites entre colônias (Eggleton & Bignell 1995). As formigas foram identificadas até espécie (quando possível) com auxílio de chaves de identificação mais atuais para os gêneros de Palacio & Fernández (2003) e Bolton *et al.* (2006) e por comparação com o material do acervo de formigas do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo com ajuda do professor R. Feitosa. Para o gênero *Cephalotes*, a identificação foi feita pela bióloga V. Sandoval da Universidade Federal de Viçosa. Os *vouchers* foram depositados na coleção de insetos do Instituto de Biologia da Universidade de Brasília. Tem-se de esclarecer que o pessoal que ajudou nas coletas em campo, foram estudantes de mestrado e doutorado com conhecimento de cupins e formigas, e com experiência em identificação taxonômica nos dois grupos.

As coletas foram realizadas nas seguintes datas:

FAL: Agosto – Novembro de 2010. Final da seca.

EMBRAPA: Abril – Junho de 2011. Final da chuva.

ACANGAU: Agosto – Outubro de 2011. Final da seca.

### **3.3. Análise de dados**

Para a análise dos dados considerou-se a riqueza como número de espécies e a abundância como frequência de ocorrência, ou seja, a abundância é igual ao número de cupinzeiros onde uma determinada espécie ocorre.

Os dados da riqueza de espécies de formigas e cupins não cumpriram com os pressupostos de homogeneidade de variância e normalidade, portanto foi realizada uma transformação dos dados ( $\ln+1$ ) que permitiu a realização de uma Anova.

As estimativas da riqueza e índices de diversidade foram calculadas para as três localidades e para todos os habitats, riqueza média de espécies, Uniques (número de espécies que ocorrem em uma única amostra), Duplicates (número de espécies que ocorrem em somente duas amostras), assim como as curvas de acumulação de espécies (ou curva do coletor) entre a riqueza média e o número de amostras, e o cálculo dos estimadores de riqueza como Jack1e Bootstrap (*EstimateS*, Colwell 2005). O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H) foi selecionado por ser o mais usado nesse tipo de estudo. A transformação  $e^H$  (onde  $e$  é a base do logaritmo natural) possibilita analisar a diversidade de Shannon em unidade de riqueza de espécies. A Equitabilidade também foi calculada (*Past version 0,98c* 2003).

Foi realizada uma análise de agrupamento entre as três localidades e os dois tipos de habitats pelo índice de Morisita-Horn, utilizando dados de abundância (frequência de ocorrência) e independente do tamanho da amostra (*Statistica 6.0 para Windows*). A associação entre espécies de cupins e formigas inquilinas (cupins x cupins; formigas x formigas; cupins x formigas) nos cupinzeiros, foi testada através da análise de coocorrência. O índice *C-score* (Stone & Roberts 1990) calcula o número de unidades de tabuleiro de xadrez entre cada par de espécies. Para verificação do nível de significância do *C-score* foram realizadas 5000 permutações no programa Ecosim (*Gotelli & Entsminger* 2006).

Para avaliar a relação entre riqueza, tamanho do cupinzeiro e presença ou ausência do construtor foi realizado uma Análise de Covariância (ANCOVA) (*Statistica 6.0 para Windows*), na qual a incidência de *C. cumulans* foi empregada como fator de classificação (i.e. presença ou ausência da espécie construtora *C. cumulans*). O cálculo do volume do cupinzeiro foi realizado a partir da somatória da área do cone, para a parte epígea, e a metade da área da esfera, para a parte hipógea, assim:

$$\text{Vol cone} = 1/3 \pi r^2 h$$

Onde  $r$  foi calculado com o perímetro da base do cupinzeiro e  $h$  a altura do solo ao topo do cupinzeiro,  $\text{Vol esfera} = 4/3 \pi r^2$

Neste caso o  $r$  esta representado pela profundidade da parte hipógea do cupinzeiro, então temos:  $\text{Vol cupinzeiro} = \text{Vol cone} + 1/2 \text{Vol esfera}$ .

A classificação da comunidade de cupins por guildas alimentares foi feita de acordo com o trabalho de Lima & Costa-Leonardo (2007), esta classificação é mais facilmente compreensível e é puramente ecológica. Os grupos usados são: **comedores de serapilheira** que forrageiam na superfície, são comedores de folhíço, isso inclui gramíneas e serapilheira; **humívoros** que se alimentam de húmus e matéria orgânica no solo; **xilófago** que se alimenta principalmente de madeira; e **intermediários** são aqueles que não se encaixam nas outras guildas. A classificação das espécies de cupins nas diferentes estratégias de defesa foi baseada nos trabalhos de Coles (1980) e Prestwich (1984).

## 4. Resultados e discussão

Como esta tese trata de dois grupos taxonômicos, as formigas e os cupins, e das interações entre eles, os resultados, com suas análises e discussões, serão apresentados em três partes para facilitar a compreensão do texto. A primeira parte abordará os dados da comunidade de formigas; a segunda os dados da comunidade de cupins; e a terceira parte as possíveis interações entre formigas e cupins.

### 4.1. FORMIGAS

#### 4.1.1. Riqueza e Abundância de espécies de formigas (geral)

Nos 72 cupinzeiros amostrados nos dois habitats das três localidades, foram coletadas 770 amostras de formigas de 133 espécies distribuídas em 43 gêneros e nove subfamílias. A subfamília Myrmicinae apresentou maior riqueza de espécies (65 espécies em 21 gêneros), seguida por Formicinae (20 em 3) e Ponerinae (18 em 7), as outras subfamílias Dolichoderinae, Ectatomminae, Ecitoninae, Pseudomyrmecinae, Cerapachyinae e Amblyoponinae apresentaram menores valores de riqueza. Esse é um padrão comum para amostragens de formigas no solo do cerrado. Um possível indicativo de que cupinzeiros não selecionam certas espécies de formigas (Figura 3). Aproximadamente 4,3% das espécies (3100) e 36,4% dos gêneros (118) conhecidos para a região Neotropical (Fernández & Sendoya 2004) foram coletados neste estudo.

A riqueza de formigas apresentada neste trabalho foi maior que a registrada em diferentes pesquisas sobre comunidades de artrópodes que identificam a presença de formigas coabitando cupinzeiros construídos pela mesma espécie *C. cumulans* (Redford 1984; Costa *et al.* 2009) e por outras espécies dos gêneros *Nasutitermes*, *Syntermes*, *Cubitermes*, *Amitermes* e *Macrotermes*, entre outras (Tabela 1). Redford (1984) amostrou 106 cupinzeiros de *C. cumulans* e em 60% (85) deles coletou 10 espécies de formigas. Já Costa *et al.* (2009) amostraram 87 cupinzeiros da mesma espécie, coletando 19 espécies de formigas (Tabela 1).

**Tabela 1. Formigas registradas como coabitantes de cupinzeiros de diferentes espécies. \* Valores encontrados nesta pesquisa nas áreas de cerrado ss (At: ativos, cupinzeiros com construtor; Ab: abandonados, cupinzeiros sem construtor).**

<b>Autor</b>	<b>Localidade</b>	<b>No. de espécies</b>	<b>Espécie construtora</b>	<b>Observação</b>
Redford 1984	Parque Nacional das Emas, Goiás	10	<i>C. cumulans</i>	106 cupinzeiros
Costa <i>et al.</i> 2009	PNE, Mineiros, Goiás	19	<i>C. cumulans</i>	87 cupinzeiros
<b>Esta pesquisa *</b>	FAL D.F., EMBRAPA Goiás, ACANGAU Paracatú	123c 51p	<i>C. cumulans</i>	36 cupinzeiros, até 15 spp. por cupinzeiro. 85 spp. em At; 88 spp. Em Ab.
Holt & Greslande 1979	Townsville, Queensland	30	<i>Amitermes laurensis</i>	Até 7 spp por cupinzeiro
Bolton <i>et al.</i> 1992	Campo Forest Reserve, Cameroon	62	<i>Cubitermes banksi</i>	14 spp. em At e 60 spp. em Ab.
Bolton <i>et al.</i> 1992	Campo Forest Reserve, Cameroon	40	<i>Ophiotermes mandibularis</i>	31 spp. em At. e 20 spp. em Ab.
Martius <i>et al.</i> 1994	Floresta de Várzea, Amazonia Central	8	<i>N. tatarendae</i>	1 cupinzeiro Ab.
Dejean & Boltón 1995	Campo Forest Reserve, Cameroon	33	<i>Procubitermes niapuensis</i>	27 spp. em At e 21 spp. em Ab.
Dejean & Ruelle 1995	Campo Forest Reserve, Cameroon	29	<i>C. banksi</i> e <i>C. subarquatus</i>	Em <i>C. banksi</i> e <i>C. fungifaber</i> 6 spp. em At. e 21 spp. em Ab. Em <i>C. subarquatus</i> 10 spp. em At. e 14 spp. em Ab.
Delabie 1995	Ilhéus, Bahía	15	<i>Syntermes</i> spp.	
Dejean <i>et al.</i> 1996	Forest Reserve, Cameroon	118	<i>Cubitermes fungifaber</i> e <i>C. banksi</i>	77 spp. em At. e 94 spp. Ab.
Issa & Jaffé 1996	Barlovento, Miranda	3	<i>Nasutitermes corniger</i>	
Dejean <i>et al.</i> 1997	Forest Reserve, Cameroon	75	<i>Cubitermes subarquatus</i>	64 spp. em At. e 34 spp. em Ab.
Leponce <i>et al.</i> 1999	Nueva Guinea	5	<i>Microcerotermes biroi</i>	
Leponce <i>et al.</i> 1999	Nueva Guinea	2	<i>Nasutitermes princeps</i>	
Cunha & Brandão 2000	Parque Estadual Serra de Caldas Novas, PESCAN, Goiás	11	<i>Constrictotermes cyphergaster</i>	
Santos <i>et al.</i> 2010	Ilhéus, Bahía	54	<i>Nasutitermes</i> spp.	
Prestes & Cunha 2012	Anápolis, Goiás	15	<i>Cornitermes snyderi</i>	

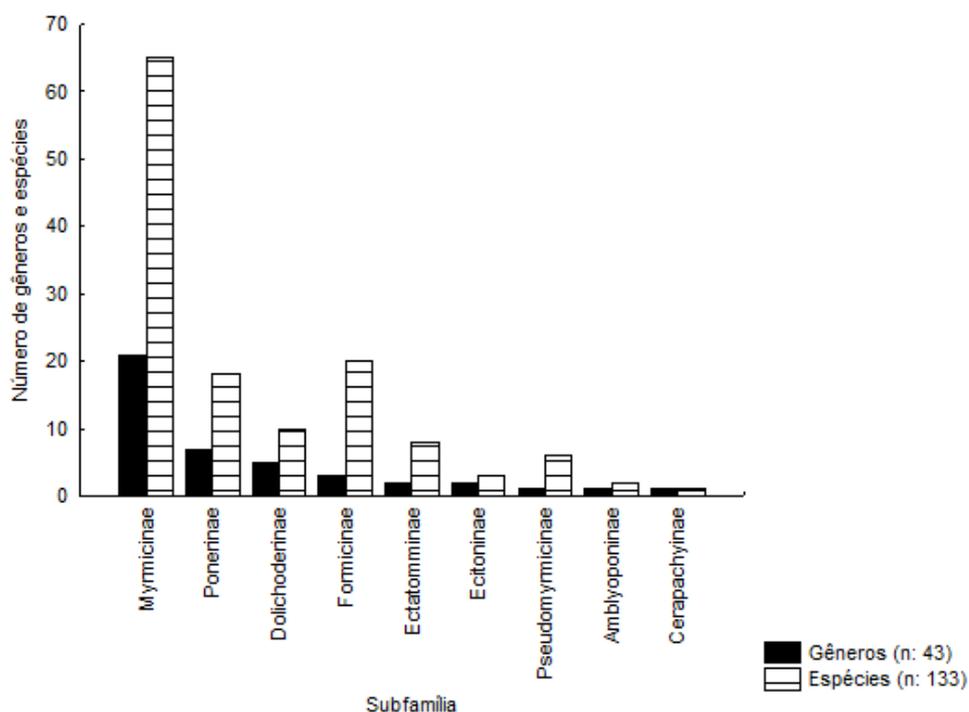
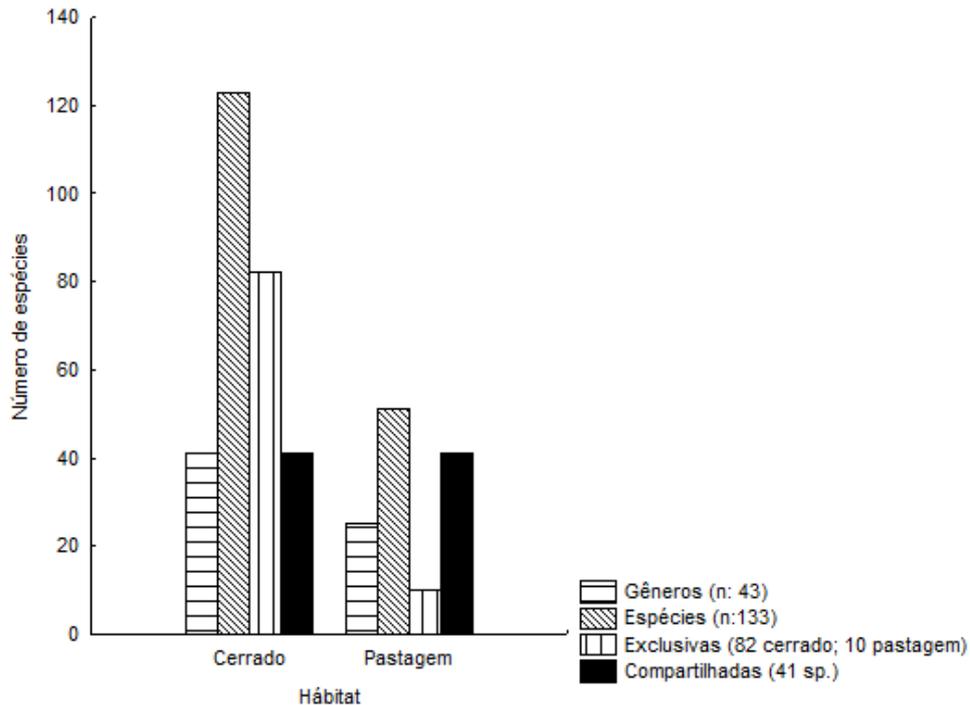


Figura 3. Riqueza de formigas distribuídas por gêneros e espécies dentro das nove subfamílias coletadas nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).

#### 4.1.2. Riqueza por localidade e hábitat

De acordo com os habitats amostrados, o cerrado *ss* apresentou 92,48% (123) das espécies coletadas, sendo 61,6% (82) exclusivas para este hábitat. No caso da pastagem foram coletados 38,3% (51) do total, sendo exclusivas 7,5% (10). Entre os habitats são compartilhadas 41 espécies (30,82%) (Figura 4). O maior levantamento faunístico de formigas realizado em áreas de Cerrado empregando métodos quantitativos e qualitativos registrou 333 espécies de 65 gêneros e sete subfamílias em sete localidades (Silvestre *et al.* 2003). Comparados com os dados obtidos nesta pesquisa, se sugere que a riqueza de formigas que albergam os cupinzeiros das três áreas de cerrado *ss* amostradas deve cumprir um papel fundamental na dinâmica deste ecossistema. Pode-se conceber o cupinzeiro como uma ilha de recursos onde as espécies conseguem um lugar para nidificar e se desenvolver assim como foi sugerido por Redford (1984).



**Figura 4. Riqueza de formigas por gênero, espécie, espécies exclusivas e compartilhadas nos dois habitats.**

No caso das localidades amostradas, a reserva Acangau apresentou o maior valor de riqueza para o cerrado *ss* (64 spp) e a Embrapa para a pastagem (33 spp) (Figura 6). Segundo os resultados da Anova, se apresentaram diferenças significativas entre as localidades ( $F_{2,60} = 18,203$ ;  $p = 0,001$ ), entre os habitats cerrado *ss* e pastagem ( $F_{1,60} = 76,913$ ;  $p = 0,001$ ), na presença ou ausência do construtor ( $F_{2,60} = 4,772$ ;  $p = 0,032$ ) e na interação localidade-habitat ( $F_{2,60} = 9,989$ ;  $p = 0,001$ ) mas não foram significativas nas interações dos outros fatores. A Pos-Anova mostrou diferenças significativas na pastagem entre FAL-EMBRAPA, FAL-ACANGAU e EMBRAPA-ACANGAU ( $F_{2,60} = 9,989$ ;  $p = 0,001$ ) (Figura 5A, 5B, Anexo 2).

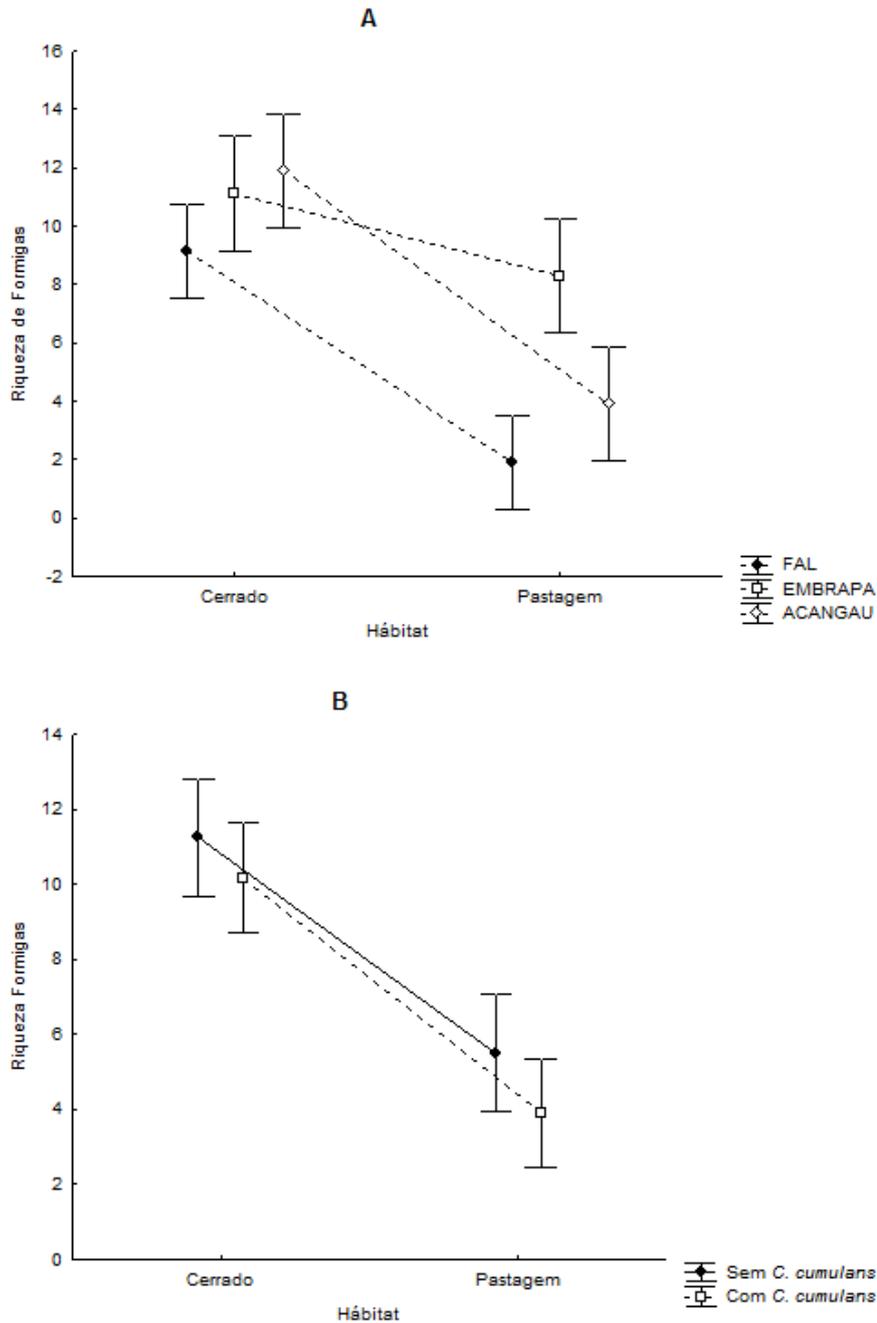
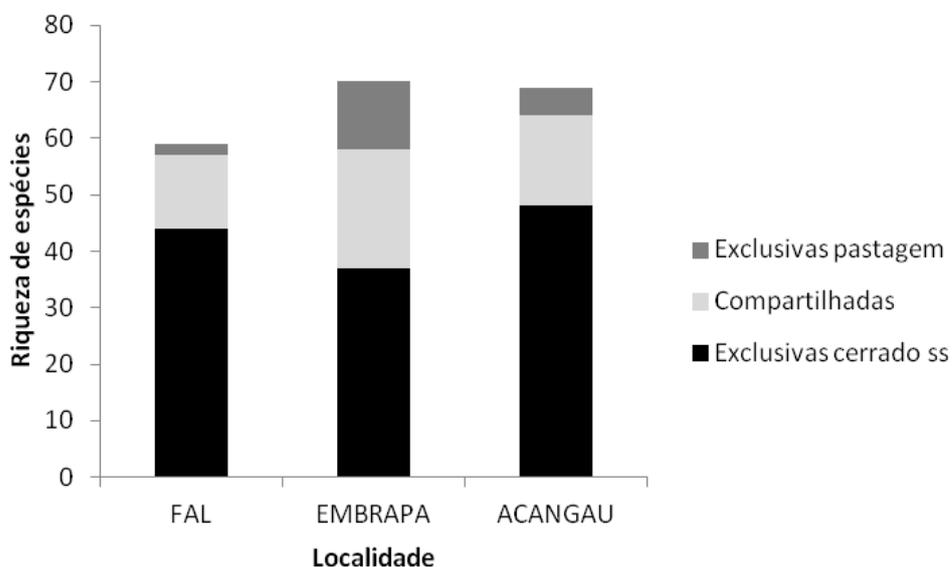


Figura 5. Valores médios da riqueza de espécies de formigas A. por hábitat e localidade; B. por hábitat e presença ou ausência do construtor *C. cumulans*. As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança (A.  $F_{2,60}=9,989$ ;  $p=0,001$ ; B.  $F_{2,60}=4,772$ ;  $p=0,032$ )

A composição da fauna de formigas que habita nos cupinzeiros de *C. cumulans* foi influenciada pelo tipo de hábitat, cerrado ss ou pastagem. As diferenças nos fatores microambientais dentro dos cupinzeiros, determinadas pelos fatores ambientais locais,

como consequência da complexidade estrutural da vegetação nos dois habitats, de cerrado *ss* para pastagem, são importantes para determinar tanto a riqueza quanto a composição da fauna de formigas. Os cupinzeiros se apresentam como um refúgio que fornece condições ótimas para o seu desenvolvimento (Tabela 2, Figura 6). A quantidade, disponibilidade e heterogeneidade espacial dos recursos, assim como competição e condições microclimáticas são fatores que podem influenciar a riqueza local de formigas (Andersen 1992). Geralmente o padrão de muitas espécies em áreas de cerrado é devido à alta diversidade beta entre essas áreas nativas. Ou seja, há muitas espécies exclusivas de cada uma das localidades. Enquanto a fauna da pastagem é mais homogênea.



**Figura 6. Riqueza de espécies de formigas por localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) e habitat.**

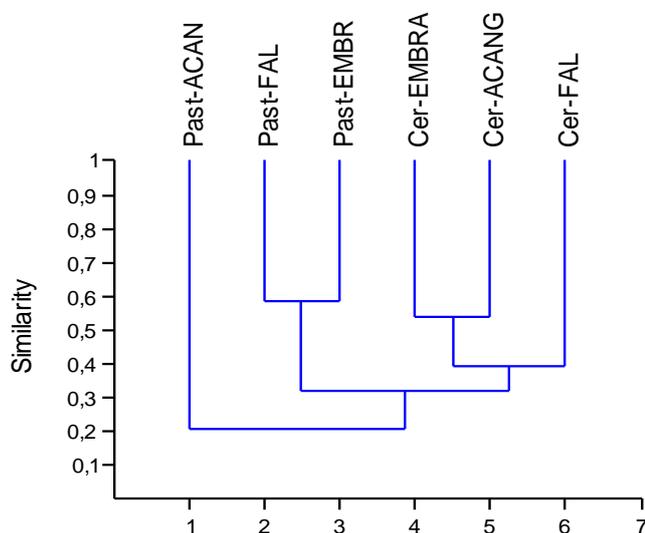
A distribuição por subfamílias entre os habitats por localidade mostrou que no cerrado *ss* foram coletadas nove subfamílias, sendo sete delas também encontradas na pastagem. Além disso, a subfamília Ectatomminae só obteve um registro na Acangau, *Ectatomma brunneum* Smith (1858) (Tabela 2). A subfamília Myrmicinae apresentou maior riqueza de espécies em todos os habitats e localidades (Figura 6, Tabela 2). Esta subfamília é considerada a mais abundante da região Neotropical, suas espécies podem

se adaptar facilmente a uma variedade de condições ambientais e disponibilidade de recursos (Fowler *et al.* 1991).

**Tabela 2. Riqueza de espécies da mirmecofauna por subfamília nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).**

SUBFAMÍLIA (sp)	cerrado <i>sensu stricto</i>			Pastagem		
	FAL	EMBRAPA	ACANGAU	FAL	EMBRAPA	ACANGAU
Myrmicinae (65)	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
Formicinae (20)	10	12	13	4	5	2
Ponerinae (18)	7	11	6	1	6	2
Ectatomminae (8)	4	2	5	0	0	1
Ecitoninae (3)	1	1	0	0	1	1
Dolichoderinae (10)	3	2	3	3	4	4
Cerapachyinae (1)	1	0	1	0	0	0
Amblyoponinae (2)	0	1	1	0	0	0
Pseudomyrmecinae (6)	2	2	2	1	2	1

A análise de agrupamento pelo método de Morisita estabeleceu dois grupos, um com os três habitats de cerrado *ss* e outro com os três de pastagem. No caso do cerrado *ss*, a FAL apresentou as maiores diferenças na composição das espécies e no caso da pastagem foi Acangau (Figura 7).



**Figura 7. Análise de agrupamento da riqueza de espécies por habitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).**

### 4.1.3. Riqueza por subfamílias

A subfamília Myrmicinae foi a que apresentou o maior número de espécies tanto no cerrado *ss* quanto na pastagem nas três localidades (Anexo 3). Dos 21 gêneros da subfamília, *Pheidole* apresentou maior riqueza de espécies 22 (33,85%), seguida de *Solenopsis* com nove espécies (13,85%), ambas com variações na composição dentro dos habitats. *Pheidole* é um dos gêneros mais diverso das formigas, de tamanho pequeno, dimórficas e polimórficas, habitantes do solo e serapilheira, predadoras, comedoras de carniça e frugívoras (Wilson 2003), foi o gênero mais abundante e diverso registrado nos cupinzeiros de *C. cumulans*, coletando-se até quatro espécies num mesmo cupinzeiro. De outro lado, as *Solenopsis* são formigas habitantes comuns da serapilheira, monomórficas e dimórficas, de tamanho pequeno, forrageiras generalistas e predadoras (Brown 2000; Fernández 2003), este gênero foi encontrado em maior abundância nos cupinzeiros no cerrado *ss*. Por seu tamanho pequeno se estabelecem por todo o cupinzeiro, tanto na parte epígea quanto na hipógea, encontrando-se diversas galerias concentradas com muitos indivíduos por colônia. Foram coletadas até duas espécies num mesmo cupinzeiro.

Gêneros como *Acromyrmex*, *Atta*, *Megalomyrmex*, *Monomorium*, *Mycetarotes*, *Mycocepurus*, *Myrmicocrypta*, *Octostruma*, *Oxyepoecus*, *Strumigenys* e *Wasmannia* apresentaram uma única espécie. *Cephalotes*, um gênero de hábito arborícola, do qual não se tem registros nidificando no solo, foi representado por quatro espécies, das quais *C. grandinosus* e *C. pusillus* foram coletadas as rainhas já sem asas, sugerindo que haviam copulado e estariam prontas para fundar uma nova colônia. O gênero *Carebara* é registrado por Wheeler (1936) em estreita associação aos cupinzeiros de *Macrotermes*, *Acanthotermes* e *Odontotermes*. Lepage & Darlington (1984) registram a presença de *Carebara* em 2% dos cupinzeiros de *Macrotermes*, e Holldobler & Wilson (1990) apresentam o gênero como inquilino de cupins. Neste estudo, *Carebara* se apresentou frequentemente nos cupinzeiros, tanto no cerrado como na pastagem, e é importante ressaltar que este gênero nunca tinha sido registrado associado a cupins no Neotrópico. Destaca-se a presença das Attini *Cyphomyrmex*, *Mycetarotes*, *Mycocepurus*, *Myrmicocrypta* e *Trachymyrmex*, gêneros cultivadores de fungo a partir de fezes de insetos e/ou resíduos vegetais (Holldobler & Wilson 1990).

A subfamília Formicinae foi representada por 20 espécies com a segunda maior riqueza específica, distribuída nos gêneros *Brachymyrmex*, *Camponotus* e *Nylanderia*, sendo *Camponotus* o maior representante, com 14 espécies (70%). O gênero *Camponotus* (14 spp.) é um gênero hiperdiverso, são formigas de tamanho bastante variável, habitam no solo e árvores, e são consideradas onívoras. Foi o segundo maior gênero coletado nos cupinzeiros, com maior abundância no cerrado *ss* (Brown 2000; Fernández 2003). *Camponotus crassus*, *C. blandus*, *C. atriceps* e *C. rufipes* foram as espécies mais abundantes, estabelecendo suas colônias desde as paredes externas epígeas até a parte o final da parte hipógea bem no fundo, com grande quantidade de indivíduos. Até quatro espécies foram coletadas num mesmo cupinzeiro. O gênero *Brachymyrmex* caracterizadas por serem formigas de tamanho pequeno, forrageiras generalistas de solo e serapilheira. Foram abundantes no cerrado *ss* e coletadas até três espécies por cupinzeiro (Brown 2000; Fernández 2003).

As Ponerinae foram as terceiras em diversidade com 18 espécies e sete gêneros dos quais *Hypoponera* foi o maior representante com seis espécies (33,3%), seguida de *Pachycondyla* com cinco espécies (27,78%). *Pachycondyla* tem sido registrada predando cupins (Souza & Oliveira 2002). Gêneros como *Anochetus*, *Thaumatomyrmex* e *Dinoponera*, apresentaram uma única espécie. *Thaumatomyrmex mutilatus* Mayr (1887), espécie críptica de solo e serapilheira, alimentam-se de diplópodes polyxenídeos (Brandão *et al.* 1991; Jahyny *et al.* 2007), dos quais aproveita os tricomas dos pinceis caudais do seu corpo para tampar a galeria, esta espécie só utiliza o cupinzeiro para desenvolver sua pequena colônia (Jahyny com. pessoal). É importante destacar a presença de *Centromyrmex brachycola* Roger (1861) e *C. alfaroi* Emery (1890), além de ter se encontrado as duas espécies ocupando o mesmo cupinzeiro, este gênero tem sido registrado como predador de cupins (Delabie 1995). Também se registra a presença de colônias de *Pachycondyla stigma* Fabricius (1804), em maior abundância no cerrado. Esta espécie prefere nidificar em galhos com alta umidade encontrados no solo (Arias-Penna & Fernández 2007). *P. stigma* é considerada uma espécie invasora (comun. Pessoal R. Feitosa).

Entre as Ectatomminae o maior representante foi *Ectatomma* com seis espécies (75%), das quais *E. tuberculatum* Olivier (1791) encontrou-se estabelecida nos

cupinzeiros com colônias grandes (mais de 50 indivíduos), sendo coletados diferentes estádios larvais e pupas. Esta espécie constrói ninhos no solo, forrageia na vegetação, e é registrada como predadora de pequenos invertebrados como formigas, vespas e cupins (Wheeler 1986), além de cuidar de Membracídeos e Afídeos dos quais aproveitam as secreções açucaradas (López & Lachaud 1983). *E. edentatum* Roger (1863), apesar de não ter sido coletada a colônia, sua presença foi abundante. Esta espécie nidifica embaixo do solo e prefere forragear no estrato epígeo, é registrada como consumidora de frutos e sementes (Pizzo & Oliveira 2000).

Em Ecitoninae, formigas chamadas de legionárias ou de correição, o gênero *Labidus* apresentou duas espécies (66,67%) e *Neivamyrmex* apenas uma.

Dolichoderinae apresentou cinco gêneros, *Azteca*, *Tapinoma*, *Forelius*, *Linepithema* e *Dorymyrmex*, o mais diverso com quatro espécies (40%). O gênero *Azteca* apresentou duas espécies, uma delas com presença de rainha sem asas, o que sugere o estabelecimento de colônia. Deste gênero têm sido descritas 130 espécies todas arborícolas, *Dorymyrmex* e *Forelius* costumam fazer os seus ninhos no solo em ambientes de escassa cobertura vegetal (Cuezzo 2003).

Da subfamília Cerapachyinae foi registrada uma única espécie *Acanthostichus brevicornis* Emery (1894) que se caracteriza por ser predadora específica de cupins e outras formigas (Brown 2000).

Em Amblyoponinae se registram duas espécies *Stigmatomma armigera* Mayr (1897) e uma espécie nova de *Stigmatomma*. Estas formigas são consideradas predadoras especialistas de quilópodeos, que estabelecem, geralmente, suas colônias na serapilheira e madeira podre no solo (Lattke 2003).

A subfamília Pseudomyrmecinae apresentou o gênero *Pseudomyrmex* com seis espécies. Este gênero se caracteriza por habitar no estrato arbóreo, sendo territorialista, mas *P. termitarius* Fr. Smith (1855) é uma espécie que prefere construir seu ninho no solo, precisamente foi esta a espécie dominante nos cupinzeiros. Há indícios de que *Camponotus blandus* Fr. Smith (1858) possa estar mimetizando *P. termitarius* devido à semelhança morfológica e comportamental entre as duas espécies (Gallego-Roperó & Feitosa 2013).

#### 4.1.4. Índice de diversidade e estimadores de riqueza

A curva de acumulação de espécies calculada com os dados dos cupinzeiros para as três localidades juntas e separadas por hábitat e segundo os estimadores de riqueza, Jack1 e Bootstrap, indica que o esforço amostral esteve entre 70,28% e 84,65%, respectivamente. Um total de 56 espécies foi registrado uma única vez (singletons) (Figura 8), sendo um padrão comum no cerrado (Campos et al. 2011).

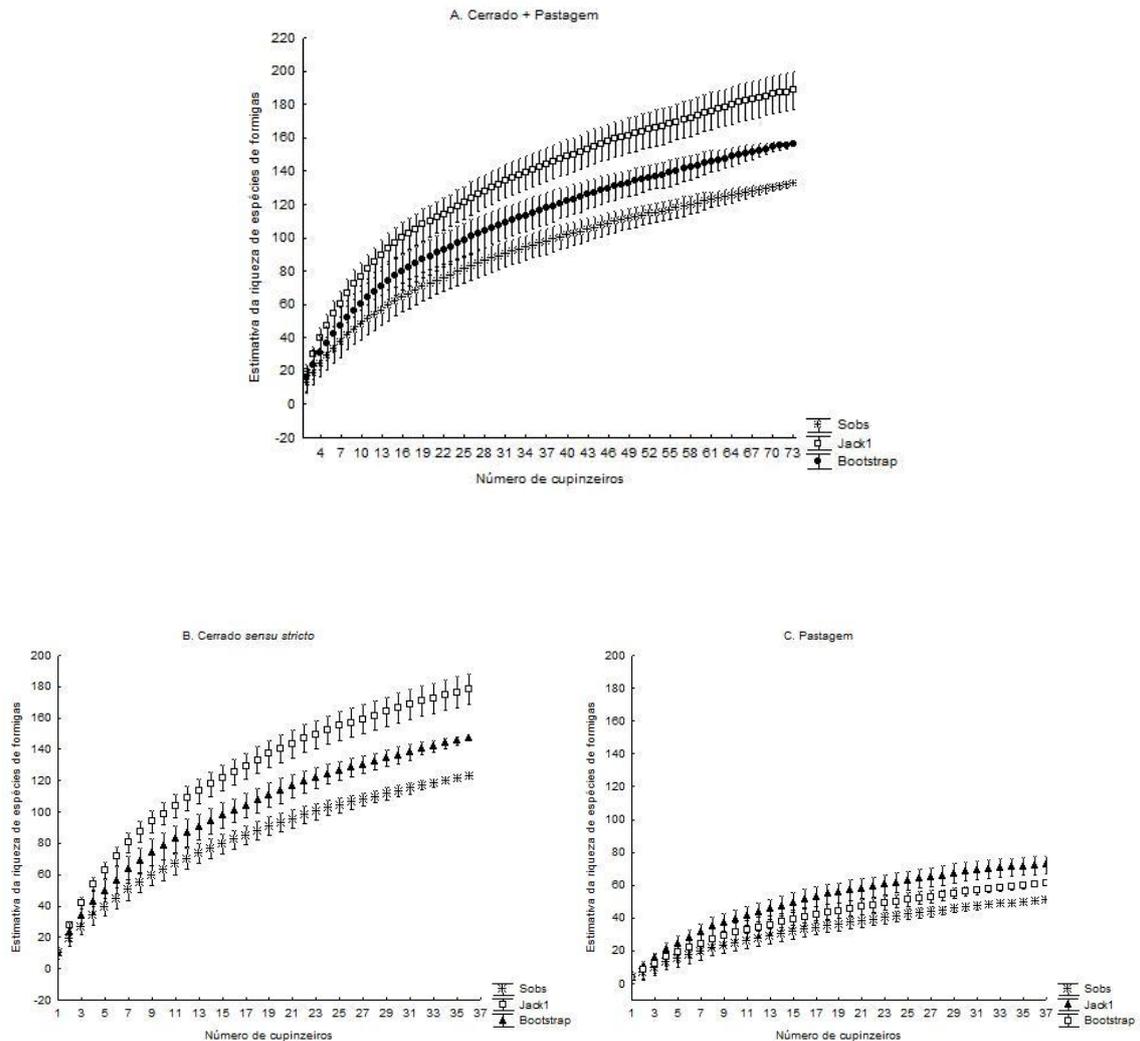


Figura 8. Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza para as formigas coletadas nos cupinzeiros de *C. cumulans* A. nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG); B. no cerrado ss e C. na pastagem.

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para cada um dos habitats nas três localidades foram maiores nas áreas de cerrado *ss* quando comparados às pastagens, sendo o índice maior para o cerrado *ss* de Acangau (3,96) e para a pastagem da Embrapa (3,23). Ao comparar  $H$  com  $e^H$ , verifica-se que para as três localidades a diversidade no cerrado *ss* é maior do que na pastagem. Igualmente, para os estimadores de riqueza calculados, segundo Bootstrap, no caso de cerrado *ss* se esperaria ter 147 espécies, 24 espécies a mais do que as coletadas (16,3%). No caso da pastagem se estimou 60 espécies, nove a mais que as coletadas (15%). A Equitabilidade foi alta no cerrado *ss* e baixa na pastagem (Tabela 3).

**Tabela 3. Valores observados, calculados e estimados da diversidade de espécies de formigas nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) nos dois habitats.**

	cerrado <i>sensu stricto</i>			Total <i>cerrado</i> <i>ss</i>	pastagem			Total pastagem
	FAL	EMBRAPA	ACANGAU		FAL	EMBRAPA	ACANGAU	
Taxa	57	58	64	123	15	33	21	51
Shannon	3,71	3,83	3,96	4,4	2,58	3,23	2,69	3,52
$e^H$	40,85	46,25	52,35	81,45	13,24	25,36	14,73	33,78
Equitabilidade	0,92	0,95	0,98	0,91	0,64	0,80	0,67	0,90
Bootstrap				147				60
Jack1				178				72

#### 4.1.5. Abundância por subfamília (frequência de ocorrência)

Dos 72 cupinzeiros amostrados 97,2% (70) apresentaram pelo menos uma espécie de formiga associada. A frequência de ocupação (número de cupinzeiros em que cada espécie ocorreu) das formigas nos cupinzeiros de *C. cumulans*, variou de acordo com a espécie. Dos 43 gêneros, 17 foram coletados entre 15% e 97% dos cupinzeiros e 12 foram coletados uma única vez (Tabela 4). Redford (1984) registrou 60% dos 85 cupinzeiros de *C. cumulans* amostrados ocupados por formigas.

As Myrmicinae ocuparam 86,1% (62) dos cupinzeiros e o gênero *Pheidole* foi dominante nesta subfamília, ocupando 49 deles, representando 68% do total. *Solenopsis* foi registrada em 38,89% dos cupinzeiros. *Carebara* e *Cephalotes* se encontraram em

23,6% cada um. *Tranopelta* em 20,8%. *Crematogaster*, *Mycocephurus* e *Trachymyrmex* estiveram presentes em 11,11% cada um. Gêneros como *Megalomyrmex*, *Monomorium*, *Mycetarotes*, *Myrmicocrypta*, *Octostruma*, *Oxyeopocus*, *Strumigenys* e *Wasmannia* apresentaram apenas um registro.

A subfamília Ponerinae ocupou 54,2% (39) dos cupinzeiros, e os gêneros *Odontomachus*, *Hypoponera* e *Pachycondyla* apresentaram os maiores valores de ocupação com 30,6; 18,1 e 16,7%, respectivamente. As Ectatomminae se apresentaram em 23,6% (17) dos cupinzeiros e o gênero *Ectatomma* foi o maior representante ocupando 20,8%. Das Dolichoderinae se registrou 41,7% (30) de ocupação, sendo o gênero *Linepithema* coletado em 12,5% dos cupinzeiros e *Dorymyrmex* em 22,2% deles. A subfamília Formicinae apresentou 73,6% (53) de ocorrência. Destacam-se os gêneros *Camponotus* 62,5% e *Brachymyrmex* 52,8%. Nas Pseudomyrmecinae se registrou 40,3% (29) e o gênero *Pseudomyrmex* ocupou 40,28% do total dos cupinzeiros. As subfamílias Ecitoninae, Cerapachyinae e Amblyoponinae ocuparam menos de 7% (5) dos cupinzeiros.

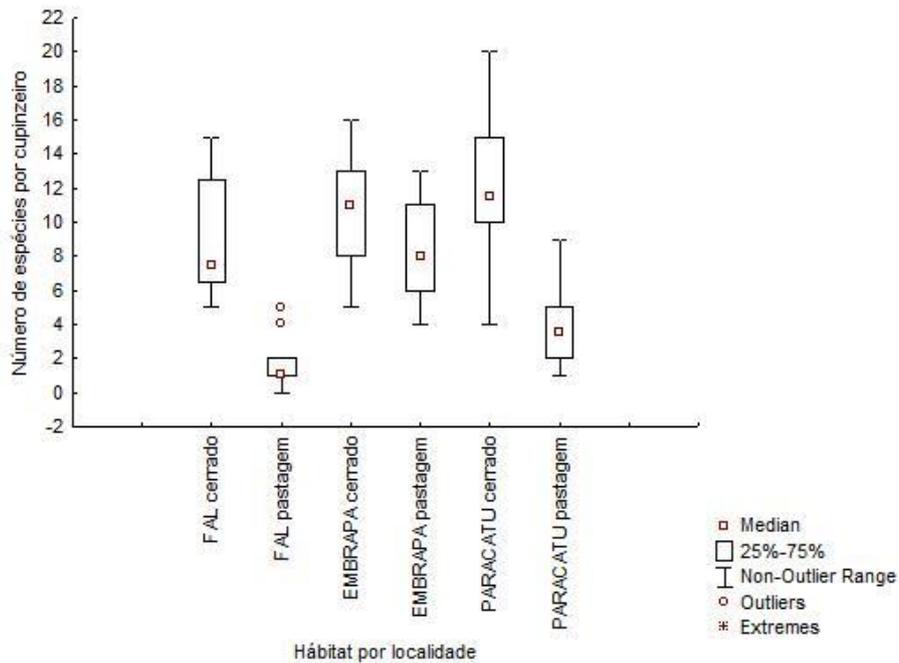
Os trabalhos que registram a presença de formigas habitando em cupinzeiros apresentam os gêneros *Camponotus*, *Pseudomyrmex*, *Crematogaster* e *Solenopsis* como dominantes (Domingos 1983; Redford 1984; Holldobler & Wilson 1990; Jaffé et al, 1995; Cunha & Brandão 2000). Neste estudo, os gêneros mais frequentes, em ordem decrescente de ocupação, foram *Pheidole*, *Camponotus*, *Brachymyrmex* e *Solenopsis* (Tabela 4).

#### **4.1.6. Coocorrência de formigas**

No cerrado *ss* foram coletadas coabitando um mínimo de quatro e um máximo de 20 espécies de formigas. Na pastagem o valor mínimo foi uma e o máximo 13 espécies (Figura 9). Costa *et al.* (2009) registram até cinco espécies de artrópodes habitando um cupinzeiro.

**Tabela 4. Frequência de ocorrência dos gêneros de formigas nos cupinzeiros de *C. cumulans* nos dois habitats amostrados.**

Subfamília	Gênero	Número de espécies por gênero	Cerrado ss	Pastagem
			(36)	(36)
			Número de cupinzeiros	
Myrmicinae	<i>Acromyrmex</i>	1	1	1
	<i>Atta</i>	1	2	
	<i>Carebara</i>	2	10	7
	<i>Cephalotes</i>	4	17	
	<i>Crematogaster</i>	4	6	2
	<i>Cyphomyrmex</i>	3	6	
	<i>Megalomyrmex</i>	1	1	
	<i>Monomorium</i>	1		1
	<i>Mycetarotes</i>	1	1	
	<i>Mycocepurus</i>	1	6	2
	<i>Myrmicocrypta</i>	1	1	
	<i>Nesomyrmex</i>	2	3	
	<i>Octostruma</i>	1	1	
	<i>Oxyepoecus</i>	1	1	
	<i>Pheidole</i>	22	29	20
	<i>Rogeria</i>	2	2	1
	<i>Solenopsis</i>	9	21	7
	<i>Strumigenys</i>	1	1	
	<i>Trachymyrmex</i>	5	7	1
	<i>Tranopelta</i>	1	13	2
<i>Wasmannia</i>	1	1		
Ponerinae	<i>Odontomachus</i>	2	6	16
	<i>Hypoponera</i>	6	9	4
	<i>Pachychondyla</i>	5	10	2
	<i>Anochetus</i>	1	2	2
	<i>Thaumatomyrmex</i>	1	3	
	<i>Dinoponera</i>	1	1	
	<i>Centromyrmex</i>	2	4	4
Ectatomminae	<i>Ectatomma</i>	6	13	2
	<i>Gnamptogenys</i>	2	2	
Ecitoninae	<i>Labidus</i>	2	1	2
	<i>Neivamyrmex</i>	1	1	
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex</i>	4	5	11
	<i>Linepithema</i>	1	8	1
	<i>Tapinoma</i>	1		1
	<i>Forelius</i>	2	2	3
	<i>Azteca</i>	2	2	2
Cerapachyinae	<i>Acanthostichus</i>	1	5	
Amblyoponinae	<i>Stigmatomma</i>	2	2	
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex</i>	6	14	15
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i>	5	26	12
	<i>Camponotus</i>	14	35	10
	<i>Nylanderia</i>	1	4	
Total gêneros por habitat			41	25
Total espécies por habitat			123	51
Total espécies exclusivas por habitat			82	10
Total espécies compartilhadas entre habitats				41



**Figura 9. Riqueza de espécies de formigas coletadas dentro dos cupinzeiros de *C. cumulans* distribuídos por hábitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).**

A análise de coocorrência mostrou valores do índice C-Scores não significativos para as comunidades de formigas coletadas nos cupinzeiros, em cada um dos habitats para cada localidade, permitindo afirmar que a associação das formigas dentro dos cupinzeiros é ao acaso, ou seja, as espécies de formigas encontradas nos cupinzeiros estão distribuídas independentemente umas das outras (Tabela 5, Anexo 4). Apesar disso, em campo foi comum observar a presença simultânea de espécies dos gêneros *Camponotus* e *Brachymyrmex*; *Camponotus* e *Pseudomyrmex*; *Camponotus*, *Carebara* e *Pseudomyrmex*; *Brachymyrmex* e *Pheidole*; *Brachymyrmex* e *Solenopsis*; *Pheidole* e *Tranopelta*; *Pheidole* e *Solenopsis*; *Hypoponera* e *Ectatomma*; *Pheidole* e *Odontomachus* estas espécies fazem suas galerias próximas às paredes externas ou internas, bem na parte epígea ou hipógea, mas, por exemplo, *Odontomachus brunneus* é dominante nas pastagens com e sem presença do construtor. Esta espécie prefere se estabelecer em toda parte hipógea até o fundo com colônias grandes.

**Tabela 5. Valores do índice C-Score obtidos pelas 5000 aleatorizações a partir dos dados observados nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).**

	Cerrado <i>sensu stricto</i>			Pastagem		
	FAL	EMBRAPA	ACANGAU	FAL	EMBRAPA	ACANGAU
C-Score	3,4392	1,9879	1,9003	2,4761	2,3314	1,2238
<i>p</i>	0,1518	0,0676	0,4848	0,9164	0,3284	0,1710

#### 4.1.7. Colônias de formigas

Foram encontradas 348 colônias desenvolvidas de 61 espécies, das 133 espécies de formigas coletadas, e 66 rainhas, com ou sem asas, de algumas das espécies, assim: 28 rainhas da subfamília Myrmicinae, 24 de Formicinae, cinco de Ponerinae, três de Ectatomminae, uma de Dolichoderinae e cinco de Pseudomyrmecinae. Das espécies encontradas com colônias estabelecidas, no cerrado ocorreram 58 espécies e na pastagem 32 espécies.

Além disso, foram coletadas 10 rainhas de outras espécies de formigas como *Azteca* sp1, *Gnamptogenys* sp1, *Ectatomma edentatum*, *Ectatomma brunneum*, *Cephalotes grandinosus*, *Cephalotes pusillus*, *Mycocepurus goeldii*, *Oxyepoecus* sp1, *Trachymyrmex bugnioni* e *Pseudomyrmex* sp3. Estas rainhas estavam sem as asas, e sem coônias, o que faz supor que estavam fundando uma nova colônia. Observa-se que algumas espécies dos gêneros *Brachymyrmex*, *Camponotus* e *Carebara* foram as mais abundantes em número de colônias nos cupinzeiros (Tabela 6). Encontraram-se até 15 espécies de formigas com colônias desenvolvidas num mesmo cupinzeiro. Espécies dos gêneros *Dorymyrmex*, *Linepithema* e *Thaumatomyrmex* foram somente coletadas na região epígea do cupinzeiro.

Na superfície dos cupinzeiros foram coletadas 45 espécies de formigas forrageando, das quais 29 espécies tinham estabelecido sua colônia dentro do cupinzeiro. Dessas espécies, 42 se apresentaram no cerrado *ss* e dez na pastagem. Sugere-se que as espécies de formigas coletadas patrulhando poderiam estar procurando uma fonte nutricional, como é indicado por Santos *et al.* (2010), ou explorando novos habitats para se estabelecer.

Tabela 6. Número de colônias de cada espécie de formiga coletada dentro dos cupinzeiros de *C. cumulans* segundo o hábitat.

Subfamília	Espécie	Hábitat	
		cerrado ss	Pastagem
		Número de colônias	
<b>Cerapachyinae</b>	<i>Acanthostichus brevicornis</i>	5	
<b>Dolichoderinae</b>	<i>Linepithema cerradense</i>	8	1
	<i>Dorymyrmex</i> sp1	1	9
<b>Ectatomminae</b>	<i>Ectatomma tuberculatum</i>	6	
<b>Ecitoninae</b>	<i>Labidus spinidonis</i>		2
<b>Formicinae</b>	<i>Brachymyrmex</i> sp2	15	2
	<i>Brachymyrmex</i> sp3	2	2
	<i>Brachymyrmex</i> sp4	11	1
	<i>Brachymyrmex</i> sp5	3	
	<i>Brachymyrmex</i> sp6	3	
	<i>Camponotus atriceps</i>	7	
	<i>Camponotus blandus</i>	6	5
	<i>Camponotus cingulatus</i>	3	
	<i>Camponotus crassus</i>	22	3
	<i>Camponotus cf genatus</i>	1	1
	<i>Camponotus leydigi</i>	2	
	<i>Camponotus melanoticus</i>	2	
	<i>Camponotus (myrmobranchys)</i> sp2	1	1
	<i>Camponotus renggeri</i>	2	1
	<i>Camponotus rufipes</i>	5	
	<i>Camponotus trapeziceps</i>	1	
	<i>Camponotus</i> sp1	1	
	<i>Nylanderia</i> sp1	4	
	<b>Myrmicinae</b>	<i>Carebara</i> sp1	9
<i>Crematogaster evallans</i>			1
<i>Crematogaster</i> sp1		3	
<i>Cyphomyrmex transversus</i>		3	
<i>Cyphomyrmex</i> sp1		2	
<i>Myrmicocrypta</i> sp1		1	
<i>Octostruma iheringi</i>		1	
<i>Monomorium inusuale</i>			1
<i>Pheidole fracticeps</i>		4	
<i>Pheidole reflexans</i>		4	4
<i>Pheidole</i> sp1		11	5
<i>Pheidole</i> sp4		4	2
<i>Pheidole</i> sp6		3	5
<i>Pheidole</i> sp7		1	
<i>Pheidole</i> sp10			4
<i>Pheidole</i> sp11		2	5
<i>Pheidole</i> sp13		1	
<i>Pheidole</i> sp14		1	
<i>Pheidole</i> sp15		4	1
<i>Pheidole</i> sp17		6	1
<i>Pheidole</i> sp18		5	
<i>Rogeria blanda</i>		1	1
<i>Solenopsis</i> sp1		8	1
<i>Solenopsis</i> sp2	5	4	
<i>Solenopsis</i> sp3	2		
<i>Solenopsis</i> sp4	4	2	

Subfamília	Espécie	Hábitat	
		cerrado ss	pastagem
		Número de colônias	
	<i>Solenopsis</i> sp5	1	
	<i>Solenopsis</i> sp6	1	
	<i>Solenopsis</i> sp9	1	
	<i>Tranopelta gilva</i>	13	2
Ponerinae	<i>Hypoconerina</i> sp1	1	2
	<i>Hypoconerina</i> sp3	3	
	<i>Hypoconerina</i> sp6	4	2
	<i>Odontomachus brunneus</i>	4	16
	<i>Pachychondyla stigma</i>	7	2
	<i>Thaumatomyrmex mutilatus</i>	3	
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	1	14
	<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	1	
<b>Total colônias por hábitat</b>		237	111

#### 4.1.8. As formigas inquilinas e sua relação com o construtor *C. cumulans*

Os resultados da Anova, não apresentam diferenças estatísticas entre a riqueza de formigas coletadas nos cupinzeiros abandonados e ativos dentro dos habitats nas três localidades ( $F_{2,60}=0,846$ ;  $p=0,433$ ). Apesar disso, a riqueza na EMBRAPA e ACANGAU tanto no cerrado ss quanto na pastagem e na pastagem da FAL, foi maior na ausência do construtor. No caso do cerrado ss da FAL, a riqueza foi maior nos cupinzeiros ativos (Anexo 5). Aparentemente as formigas não apresentam nenhuma mudança de comportamento na presença dos cupins, conseguem se estabelecer e aproveitar o espaço. Apesar das análises não mostrarem diferenças na riqueza de espécies de formigas, na presença ou ausência de *C. cumulans*, algumas espécies como *Hypoconerina* sp1, *Hypoconerina* sp2, *Thaumatomyrmex mutilatus*, *Forelius maranhaoensis* e *Camponotus renggeri* ocorreram na ausência e outras como *Brachymyrmex* sp1 e *Camponotus leydigi* só ocorreram na presença do construtor.

Uma grande diversidade de formigas foi coletada nos cupinzeiros construídos por *C. cumulans*, algumas delas parecem estar só forrageando dentro do cupinzeiro, já que só foram encontrados alguns indivíduos, mas muitas outras espécies foram coletadas com colônias completas, que na maioria das ocasiões incluíam alados. Nota-se a preferência de algumas espécies em ficar nas partes internas e/ou externas da parede epígea ou hipógea do cupinzeiro, chegando até bem no fundo onde a umidade é mais elevada. Outras estabelecem suas galerias bem perto do cartão central com o construtor

presente. Mesmo assim, com todas as observações feitas, ainda é difícil dizer, com certeza, o tipo de interação que acontece entre elas e/ou com o construtor.

Quando o cupinzeiro é quebrado pode se observar que formigas principalmente dos gêneros *Camponotus*, *Odontomachus*, *Pachychondyla*, *Pheidole* e *Pseudomyrmex* aproveitam a perturbação gerada para predação operários, mas evidentemente nas condições naturais no interior do cupinzeiro devem estar acontecendo associações de mutualismo ou facilitação pelo menos entre as formigas e possivelmente o construtor deve se beneficiar de seus hospedeiros.

#### 4.1.9. Volume (Tamanho) do Cupinzeiro

Os 72 cupinzeiros amostrados, 36 em áreas de cerrado *sensu stricto* e 36 em áreas de pastagem, apresentaram uma altura variando entre 33 e 115 cm, um perímetro entre 60 e 373 cm e uma profundidade entre 25 e 70 cm. O volume calculado foi maior nos cupinzeiros do cerrado *ss* que na pastagem (Tabela 7). A altura média dos cupinzeiros avaliados foi de 72,75 cm (20,26 DP).

**Tabela 7. Média e desvio Padrão (DP) das variáveis medidas e do volume calculado nos cupinzeiros de *C. cumulans* amostrados nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) em cada hábitat.**

Hábitat	N	Altura (cm)	Perímetro (cm)	Profundidade (cm)	Volume (L)
<b>Cerrado <i>ss</i></b>	36	76,19 (22,31)	253,25 (57,77)	44,44 (7,68)	310,61 (163,26)
<b>Pastagem</b>	36	69,31 (17,64)	245,14 (40,52)	44,75 (8,74)	265,23 (108,23)

Para determinar se existe uma relação entre a riqueza de espécies de formigas, o volume do cupinzeiro, e a presença ou ausência do construtor *C. cumulans*, foi realizada uma Análise de Covariância. Os resultados sugerem um efeito do volume sobre a riqueza de formigas, mas não se observa efeito do construtor ou da interação com o volume (Tabela 8). Quando observamos a figura 10A, poderia se sugerir que existe uma tendência ao aumento da riqueza de espécies na medida em que se aumenta o volume, mas observando a figura 10B, isso ocorre no cerrado *ss* na presença do construtor.

Tabela 8. Análise de Covariância da riqueza de formigas, sua relação com o volume, a presença ou ausência do construtor e a interação entre as duas.

Efeito	SQ	GL	MS	F	p
Volume	2,457	1	2,457	4,776	0,032
Presença- Ausência de <i>C. cumulans</i>	0,041	1	0,041	0,081	0,776
<i>C. cumulans</i> x Volume	0,228	1	0,228	0,444	0,507
Resíduo	34,986	68	0,514		

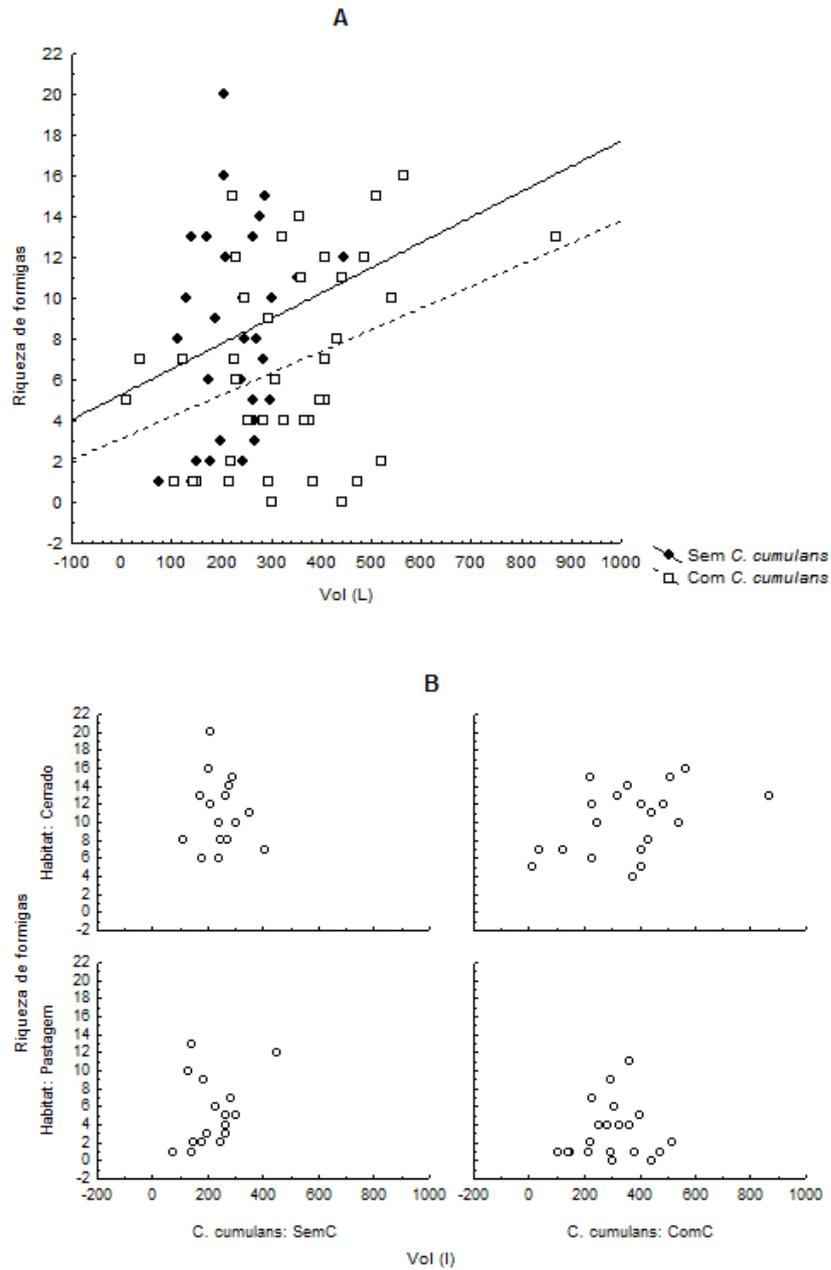


Figura 10. Relação da riqueza de formigas com o volume do cupinzeiro e a presença ou ausência do construtor *C. cumulans* A. Nos dois habitats. B. Para cada habitat.

## 4.2. CUPINS

### 4.2.1. Riqueza e Abundância de espécies de cupins (geral)

Nos 72 cupinzeiros amostrados nos dois habitats das três localidades, foram coletadas 773 amostras de cupins de 81 espécies distribuídos em 35 gêneros e três famílias: Rhinotermitidae, Serritermitidae e Termitidae. A família Termitidae com quatro subfamílias Apicotermitinae, Nasutermitinae, Syntermitinae e Termitinae apresentou maior riqueza de espécies (78 espécies em 33 gêneros) (Figura 11). Aproximadamente 3,1% das espécies do mundo (2600) (Kambhampati & Eggleton 2000); 14,4% da região Neotropical (Constantino 2012); 27% das espécies do Brasil e 58,3% das espécies registradas para o Cerrado (139)(Constantino & Acioli 2006) foram coletados neste estudo.

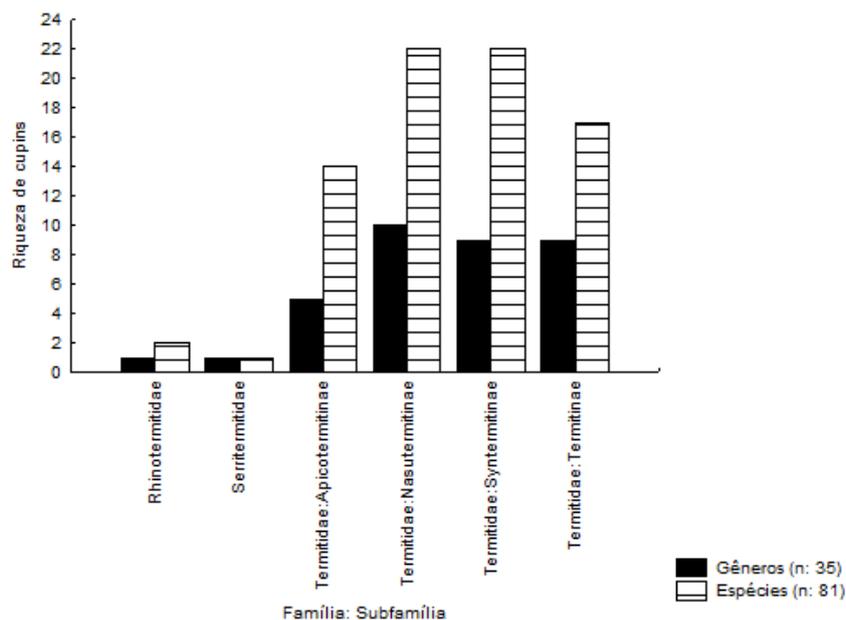


Figura 11. Riqueza de cupins distribuídos por gêneros e espécies: A. dentro das três famílias; B. dentro das três famílias e quatro subfamílias coletadas nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva Acangau, MG).

Segundo Constantino (2005) estima-se entre 40 e 60 espécies a diversidade local em áreas de cerrado, considerando-se que o tipo de amostragem empregado é o método de parcelas. Estudos com esta metodologia de coleta registram valores similares aos encontrados nesta pesquisa, mas outros estudos sobre comunidades de artrópodes que identificam a presença de cupins coabitando cupinzeiros construídos pela mesma espécie *C. cumulans* e por outras espécies, registram valores menores (Tabela 9). No caso das pesquisas sobre comunidades de cupins que habitam cupinzeiros de *C. cumulans*, Redford (1984) amostrou 64 cupinzeiros coletando 17 espécies em 14 gêneros, e Costa *et al.* (2009) amostrou 87 cupinzeiros coletando 26 espécies. Neste estudo se amostrou 72 cupinzeiros, 36 em áreas de cerrado *ss*, coletando-se 69 espécies e 36 em áreas de pastagens, coletando-se 53 espécies. Darlington (2011) amostrou cupinzeiros da espécie *Macrotermes michaelseni*, em Kajiado, Kenya. Os cupinzeiros construídos por esta espécies são grandes e resistentes, e podem-se comparar aos construídos por *C. cumulans*. No seu estudo Darlington, amostrou 34 cupinzeiros, coletando 29 ocupantes secundários, dos quais nove espécies eram cupins.

#### **4.2.2. Riqueza por localidade e hábitat**

De acordo com os hábitats amostrados, o cerrado apresentou 85,18% (69) das espécies coletadas, sendo 34,56% (28) exclusivas para este hábitat. No caso da pastagem foi coletado 65,43% (53) do total, sendo exclusivas 14,81% (12). Entre os hábitats são compartilhadas 41 espécies (50,61%) (Figura 12). Dentre os primeiros levantamentos faunísticos de cupins em áreas de vegetação de cerrado *sensu stricto* e em cupinzeiros esta o realizado por Coles (1980). A autora encontrou 44 espécies nas coletas feitas em parcelas e 37 espécies nos cupinzeiros construídos por várias espécies como *Syntermes dirus*, *Cortaritermes silvestrii*, *Procornitermes araujoi*, entre outras.

**Tabela 9. Número de espécies de cupins registrados em diferentes fitofisionomias de Cerrado, tanto pelo método de coleta de parcelas e/ou manual, como na coleta direta dentro dos cupinzeiros construídos por diferentes espécies de cupins (ss *sensu stricto*; \*cupinzeiros de *C. cumulans*; c cerrado, p pastagem).**

Autor	Número de espécies de cupins por tipo de amostragem em fitofisionomias de Cerrado		Localidade
	Parcelas e/ou coleta manual	Cupinzeiros	
Mathews 1977	62		Campo, cerrado, cerradão e mata, Serra do Roncador, Mato Grosso
Coles 1980	44	37	Cerrado ss e cupinzeiros de várias spp, Brasília, DF
Redford 1984		17*	Cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> , Parque Nacional das Emas (PNE), Goiás, 64 cupinzeiros.
Domingos & Gontijo 1996		47	242 cupinzeiros de sete espécies diferentes, Sete Lagoas MG.
Brandão & Souza 1998	22		Cerrado, Goiana
Constantino & Schlemmermeyer 2000	54		Cerrado, Região do Manso, MT
Oliveira 2003	22		Cerrado-campo rupestre, Hidrolândia, Goiás
Sena <i>et al.</i> 2003	14		Cerrado, Reserva Guaribas, Mamanguape, Paraíba
Constantino 2005	46		Cerrado, Serra da Mesa, Goiás
Lima Filho 2005	32		Cerrado-campo rupestre, Pico dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás
Cunha <i>et al.</i> 2006	51c-46p		Cerrado ss em 9 municípios, Goiás, 244 parcelas
Pinhero 2008, tese		3	Cupinzeiros de <i>Nasutitermes coxipoensis</i> , Campus Itaperi, Fortaleza, CE
Carrijo <i>et al.</i> 2009	21c-17p		Cerrado, Parque Estadual da Serra de Jaraguá, Goiás
Costa <i>et al.</i> 2009		26*	Cupinzeiros de <i>C. cumulans</i> , campo limpo, PNE, Mineiros, Goiás, 87 cupinzeiros.
Oliveira 2009	57		Cerrado ss, Parque Estadual Serra de Caldas Novas, PESCAN, Goiás
<b>Esta pesquisa</b>		<b>69c 35p</b>	<b>Cupinzeiros de <i>C. cumulans</i>, FAL, EMBRAPA, ACANGAU. 81 spp.</b>

Posteriormente, trabalhos como os de Constantino & Schlemmermeyer (2000); Cunha *et al.* (2006) e Oliveira (2009) deram importantes contribuições para o conhecimento da fauna dos Isoptera. Constantino & Schlemmermeyer amostraram diferentes fitofisionomias na região do Manso, MT, e registraram para o cerrado ss 54 espécies. Cunha *et al.*, amostraram onze municípios do estado de Goiás, 244 parcelas de

25m<sup>2</sup> cada, registrando 77 espécies, mas só 51 espécies foram coletadas no cerrado *ss* e 46 espécies nas pastagens (comunic. pessoal H. Cunha). Por sua vez, Oliveira amostrou 123 parcelas de 10 m<sup>2</sup> cada, no platô do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, coletando 57 espécies no cerrado *ss*.

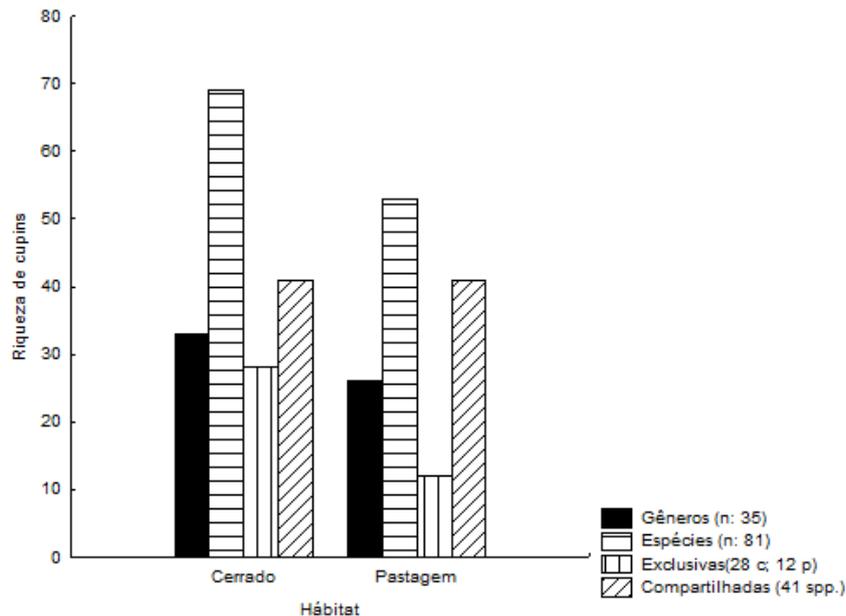
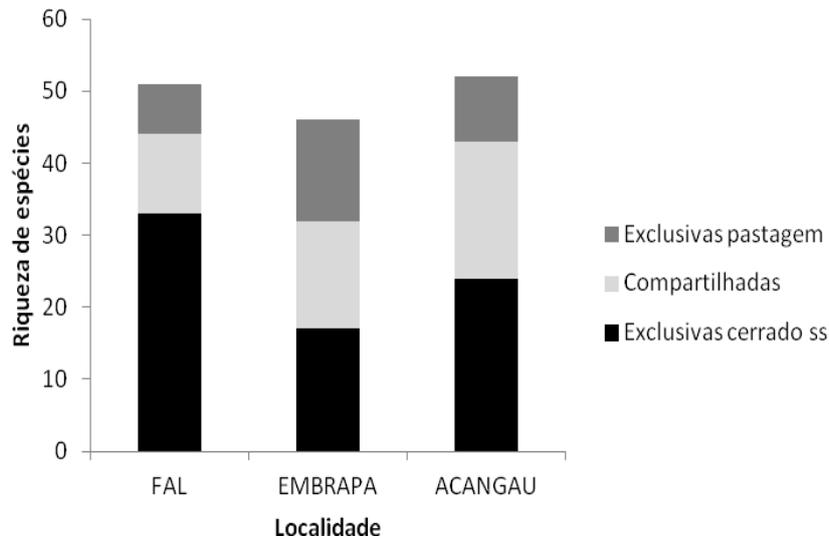


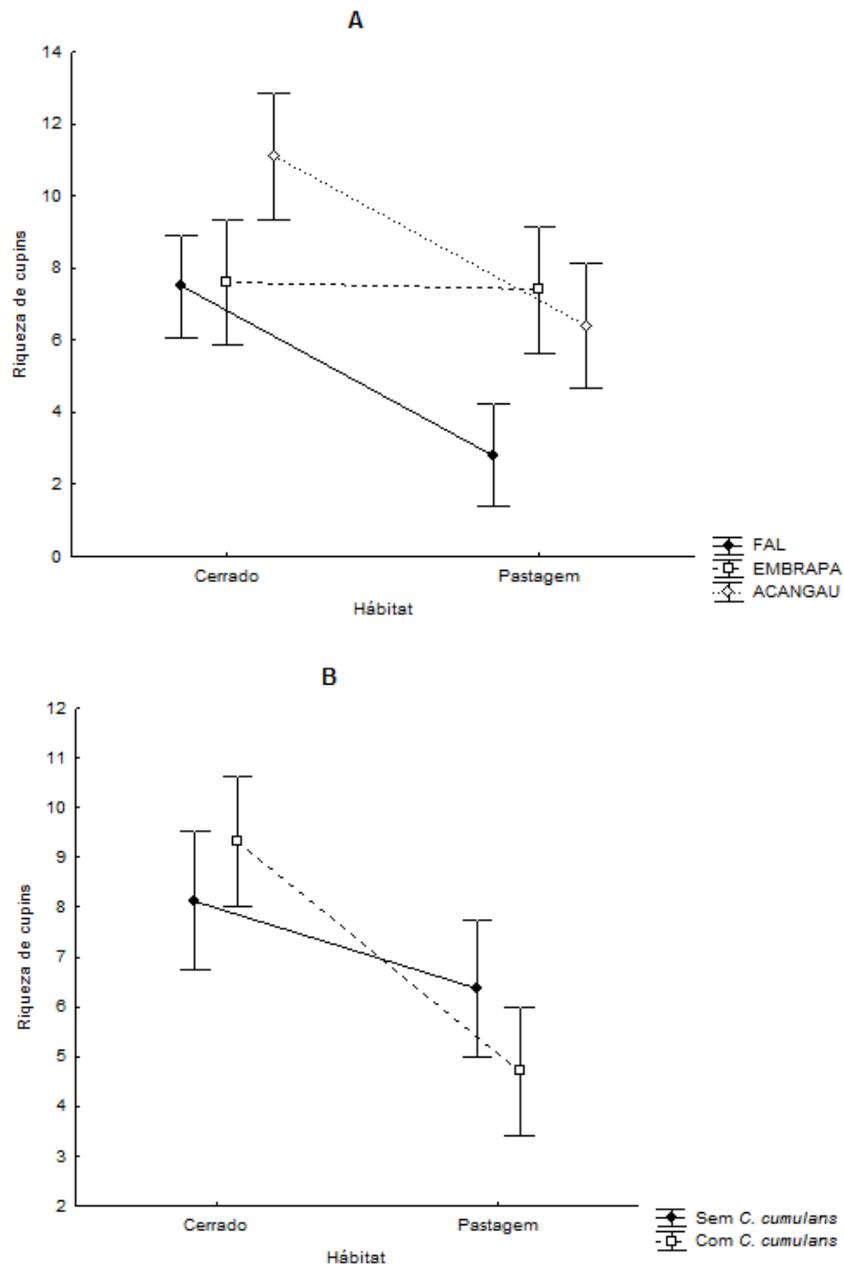
Figura 12. Riqueza de cupins por gênero, espécie, espécies exclusivas e compartilhadas por hábitat.

Considerando a riqueza por localidades, a FAL e Acangau apresentaram os maiores valores para o cerrado 44 e 43 spp, respectivamente. Nas pastagens a Embrapa e Acangau tiveram os maiores valores 29 e 28 spp cada (Figura 13). Trabalhos realizados em áreas de pastagem como os de Brandão & Souza (1998) onde foram amostrados cinco quadrantes de 50 x 100 m, obtiveram sete espécies; Cunha *et al.* (2006) amostraram oito quadrantes de 5x5 m em nove municípios e coletaram de cinco à 20 espécies; Carrijo *et al.* (2009) amostraram dez quadrantes de 5 x 2 m e coletaram 17 espécies de cupins em pastagens e 21 espécies de cupins no cerrado *ss*. Estes valores de riqueza foram menores que os encontrados nas áreas de pastagem amostradas neste estudo (Figura 13).



**Figura 13. Riqueza de espécies de cupins nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) e em cada habitat.**

Para cumprir com os pressupostos de homogeneidade de variância e normalidade, os dados da riqueza de espécies de cupins foram transformados ( $\ln+1$ ). Ao realizar uma Anova encontraram-se diferenças estatísticas na riqueza de espécies de cupins entre as localidades ( $F_{2, 60}=16,063$ ;  $p=0,000$ ), entre habitats cerrado ss e pastagem ( $F_{1, 60}=27,658$ ;  $p=0,004$ ), e nas interações localidade-habitat ( $F_{2, 60}=7,744$ ;  $p=0,001$ ) e habitat-presença ou ausência do construtor ( $F_{1, 60}=4,504$ ;  $p=0,037$ ). A Pós-Anova mostrou diferenças significativas nas pastagens entre FAL-EMBRAPA e FAL-ACANGAU e entre os habitats na presença de *C. cumulans* (Figura 14) (Anexo 6).



**Figura 14.** Valores médios da riqueza de espécies de cupins A. por hábitat e localidade; B. por hábitat e presença ou ausência do construtor *C. cumulans*. As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança (A.  $F_{2,60}=7,744$ ,  $p=0,001$ ; B.  $F_{1,60}=4,504$ ,  $p=0,037$ )

O tipo de hábitat, cerrado ou pastagem, foi um fator determinante da composição da fauna de cupins que habita os cupinzeiros de *C. cumulans*. Os fatores ambientais locais associados à complexidade estrutural da vegetação são importantes para determinar tanto a riqueza quanto a composição da fauna de cupins. No caso, os

cupinzeiros apresentam condições microambientais ótimas para o desenvolvimento de muitas espécies, condições que estão influenciadas pelo hábitat onde se estabelecem. O fato de se localizarem dentro de áreas de cerrado e pastagem, permite manter diferenças na composição da comunidade de cupins (Figura 14). Assim como outros estudos (Brandão & Souza 1998; Carrijo *et al.* 2009), esta pesquisa apresenta dados de como o desmatamento do cerrado para conversão de terras para pastagens, reduz significativamente a riqueza de espécies de cupins, alterando a dinâmica do ecossistema. As áreas de pastagens amostradas apresentam diferentes tipos de manejo, idade, frequência e intensidade de ocupação pelo gado, entre outras, que influenciam a dinâmica das populações.

Nas três localidades, tanto no cerrado quanto na pastagem, foram coletadas as três famílias, mas cabe esclarecer que Serritermitidae com sua única espécie descrita *Serritermes serrifer* Hagen & Bates (1858) foi coletada num só evento na pastagem de Acangau e foi abundante no cerrado. As subfamílias Nasutitermitinae e Syntermitinae apresentaram os maiores valores de riqueza de espécies no cerrado e no caso da pastagem foram Apicotermatinae e Syntermitinae (Figura 11, Tabela 10).

**Tabela 10. Riqueza de espécies de cupins por subfamília nos dois hábitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).**

FAMÍLIA: SUBFAMÍLIA (sp)	cerrado <i>sensu stricto</i>			Pastagem		
	FAL	EMBRAPA	ACANGAU	FAL	EMBRAPA	ACANGAU
Rhinotermitidae (2)	2	2	1	2	1	0
Serritermitidae (1)	1	1	1	0	0	1
<b>Termitidae:</b>						
Apicotermatinae (17)	11	10	8	5	11	9
Nasutitermitinae (22)	13	4	12	4	1	4
Syntermitinae (22)	7	6	13	5	10	10
Termitinae (17)	10	9	8	2	6	4

A análise de agrupamento pelo método de Morisita-Horn permitiu comparar a diversidade Beta entre localidades e hábitats, assim se estabeleceram dois grupos, um grupo com os dois hábitats cerrado e pastagem da FAL (40% de similaridade) e outro

com as duas localidades EMBRAPA e ACANGAU, neste caso o grau de similaridade foi maior entre os cerrados (60%) (Figura 15).

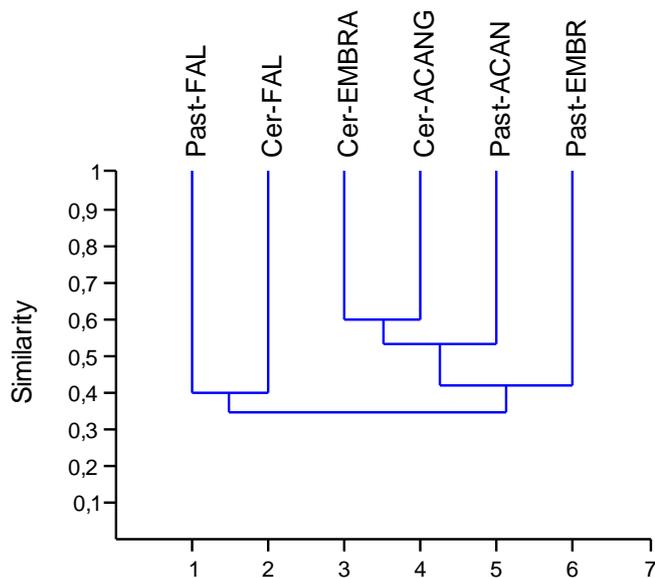


Figura 15. Análise de agrupamento da riqueza de espécies de cupins por hábitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) (método de Morisita)(Past: pastagem; Cer: cerrado ss).

### 4.2.3. Riqueza por famílias

Das três famílias coletadas, Termitidae apresentou o maior número de espécies no cerrado (66 spp. em 31 gêneros) e na pastagem (50 spp. em 24 gêneros). Dentre das quatro subfamílias de Termitidae registradas, Nasutitermitinae foi quem apresentou o maior número de espécies no cerrado (18 em nove) e Syntermitinae na pastagem (18 em oito) nas três localidades. Na subfamília Apicotermitinae, o gênero *Grigiotermes* com oito espécies (9,87%) e *Anoplotermes* com cinco espécies (6,17%) registraram os maiores valores de riqueza, sua composição foi similar nos dois habitats. *Aparatermes* se apresentou com uma única espécie. Cabe ressaltar a presença do gênero *Tetimatermes*, um gênero monotípico com a espécie *T. oliveirae* Fontes (1986) (Acioli 2007).

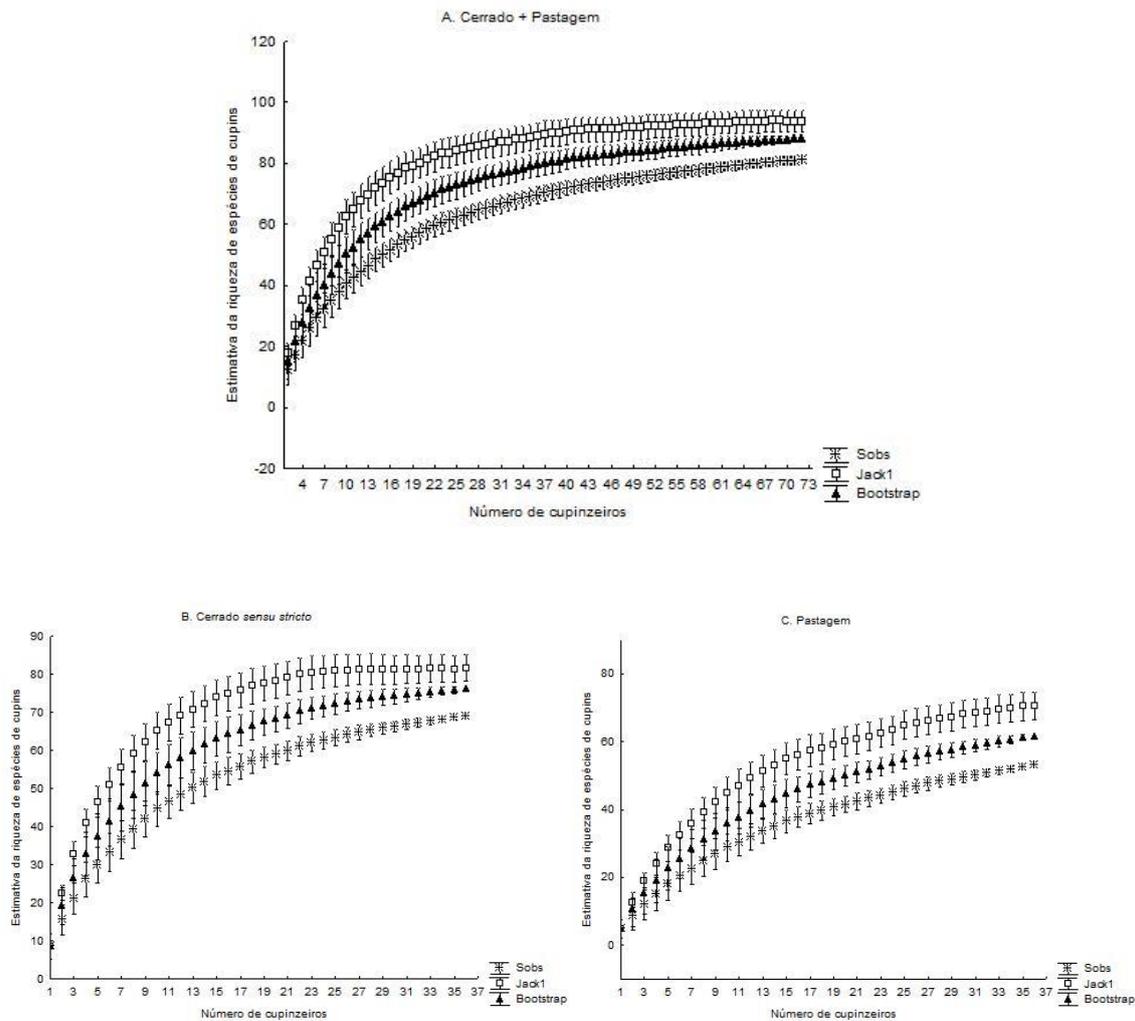
Syntermitinae, com 22 espécies, registrou a maior riqueza no gênero *Labiotermes* com seis espécies (7,40%), quatro no cerrado e três na pastagem.

*Cyrrillitermes strictinasus* Mathews, 1977 apresentou uma espécie só. Esta subfamília foi mais diversa na pastagem que no cerrado. A subfamília Nasutitermitinae com 22 espécies apresentou o gênero *Velocitermes* com quatro espécies (4,93%), todas elas presentes no cerrado e apenas uma na pastagem. Gêneros como *Agnathotermes*, *Caetetermes*, *Nasutitermes* e *Constrictotermes* apresentaram uma única espécie. No caso a espécie *Constrictotermes cyphergaster* Silvestri (1901) foi coletada num cupinzeiro do lado de uma árvore, esta tinha dentro do cupinzeiro a colônia desenvolvida e muito abundante, apesar de ser uma espécie que prefere nidificar nas árvores, Moura *et al.* (2006) e Vasconcellos *et al.* (2007) afirmam que ela usa o solo e as pedras para construir seu ninho.

A subfamília Termitinae apresentou 17 espécies, 16 no cerrado e nove na pastagem. Os gêneros *Cavitermes*, *Crepititermes*, *Dentispicotermes* e *Dihoplotermes* apresentaram uma única espécie. A espécie *Dihoplotermes inusitatus* tem sido considerada inquilina obrigatória de *Cornitermes* (Constantino 1999), mas nesta pesquisa foi coletada tanto na presença como na ausência, e em maior proporção na ausência. A família Rhinotermitidae registrou duas espécies e Serritermitidae apresentou sua única espécie descrita *Serritermes serrifer* Hagen & Bates (1858).

#### **4.2.4. Índice de diversidade e estimadores de riqueza**

A curva de acumulação de espécies calculada com os dados da riqueza de cupins coabitando os cupinzeiros para as três localidades combinadas, por localidade e por habitat foram similares, apresentaram um crescimento lento na riqueza e não se estabilizaram. As pastagens acumularam uma riqueza inferior que os cerrados *ss.* Segundo os estimadores de riqueza Jack1 e Bootstrap, indica-se que o esforço amostral esteve entre 75,17% e 90,75%, respectivamente. Um total de 13 espécies foi registrado somente uma vez (singletons) no cerrado e 18 na pastagem (Figura 16, Tabela 11).



**Figura 16.** Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza para os cupins coletados nos cupinzeiros de *C. cumulans* A. nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG); B. no cerrado ss e C. na pastagem.

Os valores do índice de diversidade de Shannon-Wiener para cada um dos habitats nas três localidades foram maiores nas áreas de cerrado ss quando comparados com as pastagens, sendo o índice maior para o cerrado da FAL (3,56) e para a pastagem de ACANGAU (3,17). Ao comparar  $H$  com  $e^H$ , verifica-se que para as três localidades a diversidade nos cerrados é maior, e menor nas pastagens. Igualmente, para os estimadores de riqueza calculados, segundo Bootstrap, no caso do cerrado se esperaria ter 76 espécies, sendo sete espécies a mais das coletadas (9,21%). No caso da pastagem se estimou 61 espécies, oito a mais das coletadas (13,11%). A Equitabilidade foi similar

nos dois habitats, sugerindo uma distribuição similar das espécies no cerrado *ss* e na pastagem (Tabela 11). A riqueza no cerrado *ss* da EMBRAPA foi menor que nas outras localidades e não houve grande diferença com a riqueza das pastagem da EMBRAPA e ACANGAU, isto pode ser devido a presença esporádica de gado nas áreas. Estes fragmentos de cerrado *ss* estão destinados à conservação, entretanto parte da matriz circundante é destinada à produção bovina e há uma falta de rigor no controle do acesso do gado às áreas de conservação, fazendo com que os fragmentos de cerrado *ss* sofram um forte efeito por esta perturbação.

**Tabela 11. Valores observados, calculados e estimados da diversidade de espécies de cupins nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) nos dois habitats.**

	Cerrado <i>sensu stricto</i>			Total cerrado <i>ss</i>	Pastagem			Total pastagem
	FAL	EMBRAPA	ACANGAU		FAL	EMBRAPA	ACANGAU	
<b>Taxa</b>	44	32	43	69	18	29	28	53
<b>Shannon</b>	3,56	3,26	3,53	3,95	2,46	3,14	3,17	3,58
<b>e<sup>H</sup></b>	35,02	26,00	34,26	51,94	11,74	23,03	23,69	35,87
<b>Equitabilidade</b>	0,94	0,94	0,94	0,93	0,85	0,93	0,95	0,90
<b>Bootstrap</b>				76,03				61,48
<b>Jack1</b>				81,64				70,5

#### 4.2.5. Abundância por subfamília (frequência de ocorrência)

Dos 72 cupinzeiros amostrados 97,2% (70) apresentaram pelo menos uma espécie de cupim associada, além do construtor. Foram coletadas 485 colônias das 81 espécies de cupins, o que equivale a uma média de seis colônias por espécie. Na maioria das espécies foi coletada a rainha. Houve uma grande variação na distribuição da abundância de colônias entre as espécies (número de cupinzeiros em que cada espécie ocorreu). Dos 35 gêneros registrados, 17 foram coletados entre 15% e 65% dos cupinzeiros, mas *Caetetermes* e *Constrictotermes* foram coletados somente uma vez (Tabela 12).

Na família Rhinotermitidae o gênero *Heterotermes* se registrou em 23,61% (17) dos cupinzeiros e Serritermitidae com *Serritermes* ocorreu em 15,28% (11).

A subfamília Apicotermitinae foi a mais frequente ocorrendo em 83,33% (60) dos cupinzeiros; o gênero *Grigiotermes* foi dominante na subfamília e em toda a coleta, ocupando 47 cupinzeiros (65,28%). *Anoplotermes* foi registrado em 41,67% dos cupinzeiros. *Aparatermes*, *Ruptitermes* e *Tetimatermes* se encontraram entre dois e 11%.

A subfamília Syntermitinae ocupou 70,83% (51) dos cupinzeiros, sendo o gênero *Syntermes* o mais abundante ocupando 38,89% (28) dos cupinzeiros. Outros gêneros como *Labiatermes*, *Procornitermes*, *Embiratermes* e *Curvitermes* apresentaram valores de ocupação por volta de 20%.

Termitinae ocupou 70,83% (51) dos cupinzeiros. Destacam-se os gêneros *Spinitermes*, *Neocapritermes*, *Orthognathotermes*, *Crepititermes* e *Cavitermes* com porcentagens de ocupação ao redor de 20%.

Na subfamília Nasutitermitinae que ocupou 56,94% (41) dos cupinzeiros, destaca-se o gênero *Subulitermes* com 25% (18) de ocupação.

Redford (1984) registra a presença dominante dos gêneros *Velocitermes*, *Armitermes*, *Anoplotermes*, *Spinitermes* e *Grigiotermes*. Por sua parte Costa *et al.* (2009) registram *Velocitermes*, *Spinitermes*, *Embiratermes*, *Paracornitermes* e *Curvitermes*. Neste estudo, os gêneros mais frequentes, em ordem decrescente de ocupação foram *Grigiotermes*, *Anoplotermes*, *Syntermes*, *Labiatermes*, *Subulitermes* e *Spinitermes* (Tabela 12).

Tabela 12. Frequência de ocorrência dos gêneros de cupins nos cupinzeiros de *C. cumulans* nos dois habitats amostrados.

Família: Subfamília	Gênero	No. de espécies por gênero	Cerrado (36)	Pastagem (36)
			Número de cupinzeiros	
<b>Termitidae:</b>	<i>Anoplotermes</i>	5	17	12
<b>Apicotermitinae</b>	<i>Aparatermes</i>	1		2
	<i>Grigiotermes</i>	8	22	26
	<i>Ruptitermes</i>	2	6	2
	<i>Tetimatermes</i>	1	1	1
<b>Syntermitinae</b>	<i>Armitermes</i>	2	3	2
	<i>Cornitermes</i>	2	2	4
	<i>Curvitermes</i>	2	11	3
	<i>Cyrelliotermes</i>	1	6	
	<i>Embiratermes</i>	3	9	4
	<i>Labiatermes</i>	6	13	7
	<i>Procornitermes</i>	2	3	10
	<i>Rhynchotermes</i>	2	2	4
<b>Nasutitermitinae</b>	<i>Syntermes</i>	2	14	14
	<i>Agnathotermes</i>	1	4	
	<i>Angularitermes</i>	2	4	
	<i>Atlantitermes</i>	4	9	3
	<i>Caetetermes</i>	1		1
	<i>Constrictotermes</i>	1	1	
	<i>Cyranotermes</i>	2	8	
	<i>Diversitermes</i>	2	8	
	<i>Nasutitermes</i>	1	9	1
	<i>Subulitermes</i>	4	10	8
<i>Velocitermes</i>	4	10	1	
<b>Termitinae</b>	<i>Cavitermes</i>	1	8	4
	<i>Cilindrotermes</i>	2	5	
	<i>Crepititermes</i>	1	12	
	<i>Dentispicotermes</i>	1	3	
	<i>Dihoplotermes</i>	1	4	1
	<i>Neocapritermes</i>	4	8	8
	<i>Orthognathotermes</i>	2	9	6
	<i>Spinitermes</i>	3	13	5
<i>Termes</i>	2	2	2	
<b>Rhinotermitidae</b>	<i>Heterotermes</i>	2	12	5
<b>Serritermitidae</b>	<i>Serritermes</i>	1	10	1
<b>Total gêneros e espécies por habitat</b>			<b>69 (33)</b>	<b>53(26)</b>
<b>Total espécies exclusivas por habitat</b>			<b>28</b>	<b>12</b>
<b>Total espécies compartilhadas entre habitats</b>				<b>41</b>

#### 4.2.6. Coocorrência de Cupins na Presença ou Ausência de *C. cumulans*

No cerrado foram coletadas, habitando no mesmo cupinzeiro, no mínimo quatro e no máximo 20 espécies de cupins, com média de nove espécies por cupinzeiro. Na pastagem o valor mínimo foi zero e o máximo 12 espécies com média de cinco espécies

por cupinzeiro. Redford (1984) registrou 60% dos 106 cupinzeiros de *C. cumulans* amostrados ocupados por 17 espécies de cupins, e 8% dos cupinzeiros com até cinco espécies num mesmo cupinzeiro. Por sua vez Costa *et al.* (2009) amostraram 87 cupinzeiros de *C. cumulans* coletando 26 espécies de cupins inquilinos com até cinco espécies de artrópodes num mesmo cupinzeiro (Figura 17).

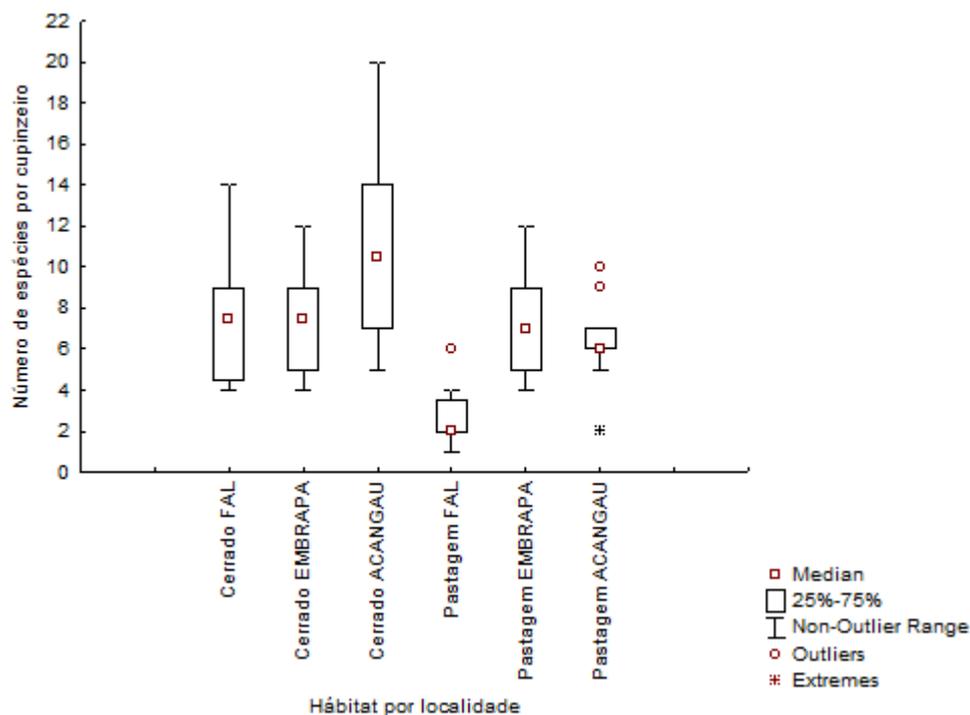


Figura 17. Riqueza de espécies de cupins coletados dentro dos cupinzeiros de *C. cumulans* distribuídos por habitat e localidade de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).

A análise de coocorrência mostrou valores do índice *C-Scores* não significativos para as comunidades de cupins coletados nos cupinzeiros da EMBRAPA e ACANGAU, sugerindo que a associação dos cupins dentro dos cupinzeiros é ao acaso, ou seja, as espécies de cupins estão distribuídas independentemente dentro dos cupinzeiros, mas na FAL o valor do índice *C-Score* foi significativo, sugerindo que há co-exclusão nas espécies de cupins (Tabela 13, Anexo 7). Para saber se é um efeito da presença ou ausência do construtor, foi realizada a análise de coocorrência separado, cerrado *ss* sem *C. cumulans*, cerrado *ss* com *C. cumulans*, pastagem sem *C. cumulans* e pastagem com *C. cumulans*. Os índices *C-Scores* encontrados não foram significativos, logo essa

distribuição é independente da presença ou ausência do construtor. Assim, as espécies de cupins na FAL não estão distribuídas independentemente umas das outras. Possivelmente algumas espécies estão competindo pelos mesmos recursos.

Ao fazer uma revisão da composição das espécies e suas possíveis associações observou-se o seguinte:

### Cerrado ss

As seguintes espécies foram encontradas habitando simultaneamente em 33% dos cupinzeiros:

- *Atlantitermes cf osborni*, *Serritermes serrifer* e *Labiatermes brevilabius*
- *Atlantitermes cf osborni* e *Cyrelliatermes strictinasus*.
- *Velocitermes cf melanocephalus*, *Diversitermes diversimilis*, *Neocapritermes araguaia* e *Nasutitermes kemneri*.
- *Nasutitermes kemneri* e *Cyranotermes timuassu*.
- *Cavitermes parmae*, *Diversitermes aporeticus* e *Labiatermes brevilabius*.

### Pastagem

*Heterotermes tenuis* e *Griogiotermes* sp2 foram coletadas em 50% dos cupinzeiros simultaneamente.

**Tabela 13. Valores do índice C-Score obtidos pelas 5000 aleatorizações a partir dos dados observados das espécies de cupins nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).**

	Cerrado <i>sensu stricto</i>			Pastagem		
	FAL	EMBRAPA	ACANGAU	FAL	EMBRAPA	ACANGAU
C-Score	4,208	2,629	2,645	2,863	2,645	2,530
<i>p</i>	<b>0,011</b>	0,706	0,112	<b>0,033</b>	0,112	0,114

#### 4.2.7. Guildas tróficas

Segundo a classificação proposta por Lima & Costa-Leonardo (2007), nos cupins podem se diferenciar quatro guildas: Humívoros, Comedores de Serapilheira, Xilófagos e Intermediários. De acordo com esta classificação, a guilda com maior frequência foram os humívoros com 47 espécies (58%), a proporção entre comedores de serapilheira e intermediários foi similar (19%), sendo os xilófagos a guilda com menor frequência (Tabela 14). Esta alta proporção de espécies humívoras pode ser explicada porque os cupinzeiros construídos por *C. cumulans* retém bastante matéria orgânica, já que o construtor é um grande consumidor de gramíneas ou serapilheira (Redford 1984). As famílias Rhinotermitidae, Serritermitidae e as subfamílias Nasutitermitinae e Termitinae parecem ser as mais afetadas pela mudança no uso da terra.

Comparando os dois habitats cerrado *ss* e pastagem, observa-se que os humívoros são a maioria, seguidos pelos comedores de serapilheira e os intermediários, sendo os dois mais diversos no cerrado. No caso dos xilófagos, apesar de apresentarem a mesma riqueza de espécies, a abundância foi maior no cerrado (Tabela 15 e 16). Os cupins humívoros têm sido afetados pelo desmatamento e estabelecimento de lavouras e pastagens, já que eles desenvolvem seus ninhos na primeira camada do solo (Eggleton *et al.* 1995), neste caso se evidencia que os cupinzeiros de *C. cumulans* são um refúgio no qual eles encontram condições apropriadas para seu desenvolvimento.

**Tabela 14.** Lista dos gêneros de cupins, guilda trófica e número de colônias associadas aos cupinzeiros de *C. cumulans* nos dois habitats Cerrado ss e Pastagem.

Espécie	Guilda alimentar	Cerrado ss	Pastagem
		Número de colônias	
<b>RHINOTERMITIDAE</b>			
<i>Heterotermes</i>	Xilófago	12	5
<b>SERRITERMITIDAE</b>			
<i>Serritermes</i>	Humívoro	10	1
<b>TERMITIDAE</b>			
<b>Apicotermittinae</b>			
<i>Ruptitermes</i>	Comedor de serapilheira	6	2
<i>Anoplotermes</i>	Humívoro	31	20
<i>Aparatermes</i>	Humívoro	0	2
<i>Grigiotermes</i>	Humívoro	32	36
<i>Tetimatermes</i>	Humívoro	1	1
<b>Nasutitermittinae</b>			
<i>Diversitermes</i>	Comedor de serapilheira	8	0
<i>Velocitermes</i>	Comedor de serapilheira	10	1
<i>Agnathotermes</i>	Humívoro	4	0
<i>Angularitermes</i>	Humívoro	4	0
<i>Atlantitermes</i>	Humívoro	9	3
<i>Caetetermes</i>	Humívoro	0	1
<i>Cyranotermes</i>	Humívoro	9	0
<i>Subulitermes</i>	Humívoro	10	8
<i>Constrictotermes</i>	Intermediário	1	0
<i>Nasutitermes</i>	Xilófago	9	1
<b>Syntermittinae</b>			
<i>Cornitermes</i>	Comedor de serapilheira	2	4
<i>Procornitermes</i>	Comedor de serapilheira	3	10
<i>Rhynchotermes</i>	Comedor de serapilheira	2	4
<i>Syntermes</i>	Comedor de serapilheira	14	14
<i>Cyrrilliotermes</i>	Humívoro	6	0
<i>Labiotermes</i>	Humívoro	14	8
<i>Curvitermes</i>	Humívoro	12	4
<i>Armitermes</i>	Intermediário	3	2
<i>Embiratermes</i>	Intermediário	9	4
<b>Termitinae</b>			
<i>Cavitermes</i>	Humívoro	8	4
<i>Crepititermes</i>	Humívoro	12	0
<i>Dihoplotermes</i>	Humívoro	4	1
<i>Orthognathotermes</i>	Humívoro	9	6
<i>Spinitermes</i>	Humívoro	13	5
<i>Cylindrotermes</i>	Intermediário	5	0
<i>Dentispicotermes</i>	Intermediário	3	0
<i>Neocapriltermes</i>	Intermediário	8	11
<i>Termes</i>	Intermediário	2	2
<b>Número total de colônias</b>		<b>285</b>	<b>160</b>

**Tabela 15. Número e porcentagem de espécies e colônias nas diferentes guildas alimentares coletadas nos dois habitats.**

Guilda alimentar	Cerrado <i>ss</i>		Pastagem	
	Spp.	Colônias	Spp.	Colônias
Comedor de serapilheira	13(19,11%)	45 (15,78%)	9 (17,30%)	35 (21,87%)
Humívoro	40 (58,82%)	188 (65,96%)	30 (57,69%)	100 (62,50%)
Intermediário	12 (17,64%)	31 (10,87%)	10 (19,23%)	19 (11,87%)
Xilófago	3 (4,41%)	21 (7,36%)	3 (5,76%)	6 (3,75%)
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>285</b>	<b>52</b>	<b>160</b>

Os Apicotermatinae apresentaram o maior número de espécies e colônias húmidas. Embora, seja a subfamília Nasutitermitinae a única que teve representantes nas quatro guildas alimentares. A família Serritermitidae, ocorreu no cerrado *ss* e, em apenas uma vez, na pastagem (Tabela 16).

**Tabela 16. Número de espécies e número de colônias ( ) de cupins nas diferentes famílias-subfamílias por guilda trófica nos dois habitats.**

Habitat	Guildas Tróficas			
	Comedor de serapilheira	Humívoro	Intermediário	Xilófago
<b>Cerrado <i>ss</i></b>				
<b>Rhinotermitidae</b>	-	-	-	2 (12)
<b>Serritermitidae</b>	-	1 (10)	-	-
<b>Termitidae</b>				
Apicotermatinae	2 (6)	14(64)	-	-
Nasutitermitinae	6 (18)	10 (36)	1 (1)	1 (9)
Syntermitinae	5 (21)	7 (32)	3 (12)	-
Termitinae	-	8 (46)	8 (18)	-
<b>Pastagem</b>				
<b>Rhinotermitidae</b>				2 (5)
<b>Serritermitidae</b>		1 (1)		
<b>Termitidae</b>				
Apicotermatinae	1 (2)	14 (59)	-	-
Nasutitermitinae	1 (1)	6 (12)	-	1 (1)
Syntermitinae	7 (32)	5 (12)	5 (6)	-
Termitinae	-	4 (16)	5 (13)	-

#### 4.2.8. Estratégias de defesa nos cupins

Os cupins têm desenvolvido diferentes estratégias de defesa que permitiram sua evolução e êxito na natureza. Das 69 espécies de cupins coletadas no cerrado, 34% (23spp) usam defesa mecânica, 27% (18spp) química, 24% (16spp) operários e 15% (10spp) mista. Na pastagem, das 53 espécies coletadas, 29% (15spp) apresentam defesa mecânica e operários, 25% (13spp) mista e 16% (8spp) química (Tabela 17).

**Tabela 17. Número de espécies por gênero dos cupins inquilinos coletados nos cupinzeiros *de C. cumulans* nos dois habitats e sua estratégia de defesa (Coles 1980; Prestwich 1984).**

Gênero	Cerrado <i>ss</i>	Pastagem	Estratégia de defesa
	No. de espécies		
<i>Serritermes</i>	1	1	Indeterminada
<i>Cornitermes</i>	1	1	Mecânica
<i>Labiotermes</i>	4	3	Mecânica
<i>Cavitermes</i>	1	1	Mecânica
<i>Crepititermes</i>	1		Mecânica
<i>Dihoploterme</i> s	1	1	Mecânica
<i>Orthognathoterme</i> s	2	1	Mecânica
<i>Spinitermes</i>	3	1	Mecânica
<i>Cylindrotermes</i>	2		Mecânica
<i>Dentispicoterme</i> s	1		Mecânica
<i>Neocapritermes</i>	3	3	Mecânica
<i>Termes</i>	2	2	Mecânica
<i>Heteroterme</i> s	2	2	Mecânica
<i>Procornitermes</i>	1	2	Mista
<i>Rhynchoterme</i> s	1	2	Mista
<i>Synterme</i> s	2	2	Mista
<i>Cyrilliterme</i> s	1		Mista
<i>Curviterme</i> s	2	2	Mista
<i>Armiterme</i> s	1	2	Mista
<i>Embiraterme</i> s	2	3	Mista
<i>Ruptiterme</i> s	2	1	Operários
<i>Anoploterme</i> s	5	5	Operários
<i>Aparaterme</i> s		1	Operários
<i>Grigioterme</i> s	8	7	Operários
<i>Tetimaterme</i> s	1	1	Operários
<i>Diversiterme</i> s	2		Química
<i>Velociterme</i> s	4	1	Química
<i>Agnathoterme</i> s	1		Química
<i>Angulariterme</i> s	2		Química
<i>Atlantiterme</i> s	2	2	Química
<i>Caeteterme</i> s		1	Química
<i>Cyranoterme</i> s	2		Química
<i>Subuliterme</i> s	3	3	Química
<i>Constrictoterme</i> s	1		Química
<i>Nasutiterme</i> s	1	1	Química

#### 4.2.9. Os cupins inquilinos e sua relação com o construtor *C. cumulans*

Não existe diferença estatística entre a riqueza de cupins nos cupinzeiros abandonados e ativos dentro dos habitats nas três localidades ( $F_{2,60}=0,268$ ;  $p=0,76513$ ). Apesar disso, a riqueza na FAL tanto no cerrado *ss* quanto na pastagem, e nas pastagens da EMBRAPA e ACANGAU foram maiores nos cupinzeiros abandonados, mas no cerrado *ss* da EMBRAPA e ACANGAU a riqueza foi maior nos cupinzeiros ativos (Anexo 8). O construtor ocupa a parte central do cupinzeiro, é abundante e aparentemente domina, mas o fato de achar uma alta diversidade de cupins nas paredes externas e principalmente na parte hipógea permite sugerir que as espécies inquilinas não estão interferindo no desenvolvimento do construtor. Apesar das análises não mostrarem diferenças na presença ou ausência de *C. cumulans*, podemos dizer que algumas espécies como *Orthognathotermes mirim*, *Serritermes serrifer* e *Tetimatermes* sp. só ocorreram na presença e outras como *Angularitermes orestes*, *Velocitermes pausipilis*, *Velocitermes cf melanocephalus*, *Armitermes* sp. e *Caetetermes* sp. ocorreram na sua ausência.

Não podemos afirmar categoricamente que exista uma sequência de ocupação dos cupins, mas é evidente que algumas espécies dominam na presença do construtor, como o caso de *Grigiotermes* sp., *Subulitermes* sp., *Anoplotermes* sp. e *Cavitermes parmae* e na ausência *Subulitermes* sp., *Nasutitermes kemneri* e *Procornitermes araujoii*.

A seguir apresenta-se uma série de anotações sobre o comportamento observado em campo, das espécies de cupins coabitantes dos cupinzeiros:

*Agnathotermes glaber* faz galerias na parte epígea e central próximas das galerias de *C. cumulans*, sendo as colônias abundantes.

*Angularitermes orestes* na ausência do construtor faz galerias forradas de material escuro, na região média do cupinzeiro.

*Anoplotermes* sp. foi coletado tanto na presença como na ausência de *C. cumulans*, às vezes perto do cartão central na parte epígea e nas paredes; as colônias são abundantes. Outras vezes foi coletado perto de galerias de *Velocitermes* sp., *Labiotermes* sp., *Syntermes nanus* e/ou *Orthognathotermes heberi*.

*Armitermes* sp. faz galerias próximas de *Cyranotermes* sp. e *Anoplotermes* sp. havendo comportamento agonístico quando entram em contato.

*Atlantitermes cf osborni* faz galerias com terra e fezes na parte hipógea, perto de *Cyrelliotermes* sp. e *Spinitermes* sp., as galerias se cruzam, também foi coletado perto de *Velocitermes* sp4 e *Embiratermes* sp.

As galerias de *Cavitermes parmae* cruzam com as de *Orthognatermes heberi*, na parede externa epígea na ausência ou presença de *C. cumulans*. Também foi observado que as galerias são próximas de *Procornitermes triacifer* e de *C. cumulans*, às vezes bem perto do cartão e chegando até o fundo da parte hipógea do cupinzeiro, suas colônias são abundantes na parte epígea e hipógea.

Já as galerias de *Cilindrotermes brevipilosus* cruzam e se unem com as galerias de *Anoplotermes* sp. e *Subulitermes* sp. na divisória entre a parte epígea e hipógea do cupinzeiro, sem comportamento agonístico.

*Cornitermes silvestrii* com colônias abundantes na base epígea, perto de *C. cumulans*. Os soldados se encontram e não brigam.

*Crepititermes verruculosus*, na ausência do construtor, se estabelece no centro hipógeo, suas galerias forradas de cor preta vão até o fundo da parte hipógea do cupinzeiro, onde chegam bem próximas de *Cyranotermes* sp. Quando o construtor esta presente, as colônias são grandes e com galerias próximas da parte cartonada, na parte epígea até o final da parte hipógea bem no fundo.

Quando o construtor é ausente, as ninfas de *Curvitermes minor* podem se encontrar em câmaras separadas de barro, abundantes. As galerias chegam bem perto de *Termes* sp. até o fundo de parte hipógea, os operários possuem reação agonística rápida. Quando presente, as colônias grandes se localizam no alto próximo às galerias de *C. cumulans* e ao cartão e se estendem até o final da parte hipógea, onde se observam as galerias entre as galerias do construtor. Nesta parte também se observam galerias próximas às de *Cyrelliotermes strictinasus*.

*Curvitermes odontognathus* e *Spinitermes* sp3 constrói galerias no topo, ao redor do cartão, próximo uns três centímetros, com galerias bem próximas de *C. cumulans*. Os operários do construtor entram em contato, são tranquilos e não mostram reação agonística.

*Curvitermes minor* e *C. odontognathus* foram coletados no mesmo cupinzeiro entram em contato com operários do construtor sem agressão.

*Cyranotermes timuassu* constrói seu cupinzeiro de forma arredondada por todo o cupinzeiro, é muito abundante na ausência do construtor. Além de possuir galerias no fundo da parte hipógea perto de *Crepititermes verruculosus*.

*Cyrillitermes strictinasus* constrói galerias forradas de barro marrom escuro desde a parte epígea até o final da parte hipógea, apresenta “sabor e cheiro de manga verde”, é muito abundante na presença ou ausência de *C. cumulans*. Às vezes, é o segundo mais abundante depois do construtor, chegando a ter galerias no cartão.

*Embiratermes* sp3 com galerias forradas escuras com matéria orgânica. Quando o construtor está ausente, estabelece seu ninho na base do cupinzeiro, dentro do buraco.

*Embiratermes* sp2, quando ausente o construtor, se estabelece no cartão em galerias entrecruzadas com as de *Atlantitermes* sp. e próximas às galerias de *Spinitermes* sp.

*Grigiotermes* sp. constrói galerias por todo o cupinzeiro, é abundante, chegando perto de outras espécies como *Velocitermes* sp e *Subulitermes* sp. Duas espécies de *Grigiotermes* foram coletadas em galerias próximas, mas separadas, observando comportamento agonístico.

*Heterotermes longiceps* apresenta galerias aderidas à parte hipógea, parece separada do ninho. Quando ausente o construtor as colônias são grandes e as galerias recobertas com uma camada amarelada.

*Heterotermes tenuis* possui as galerias forradas com cartão claro e madeira. Quando ausente o construtor, se estabelece no cartão central e quando presente, no fundo do cupinzeiro.

*Labiotermes brevilabius* possui colônias grandes com galerias próximas de *C. cumulans* e de *Spinitermes* sp. no fundo do cupinzeiro.

*Nasutitermes kemneri* é abundante na ausência do construtor, se estabelece no cartão e por todo o cupinzeiro, parece dominar. Além de formar galerias perto de *Rhynchotermes* e outras vezes de *Velociteres heteropterus*.

*Neocapritermes araguaia*, na ausência do construtor, faz galerias bem próximas a *Spinitermes* estendendo-se por todo o cupinzeiro. Na presença do construtor faz galerias na parede no fundo da parte hipógea, forradas de material escuro, próximas de *C. cumulans*. Apresenta comportamento bem agressivo.

Em *Orthognathotermes heberi* as galerias cruzam com as de *Cavitermes parmae* na parede externa, epígea tanto na ausência como na presença do construtor.

*Orthognathotermes heberi* e *Curvitermes odontognathus* foram muito abundantes na presença de *C. cumulans*, no fundo da parte hipógea.

*Orthognathotermes mirim* possui galerias largas e forradas de material escuro, colônias grandes. Na ausência do construtor as galerias são próximas ao cemitério, no centro do cupinzeiro. As galerias também estão próximas as de *Subulitermes* sp., *Cyranotermes* sp. e *Curvitermes* sp. Às vezes, parece que esta espécie constrói o seu ninho no solo adjacente ao cupinzeiro.

Segundo Redford (1984) *Orthognathotermes* sp. parece inibir a presença de outras espécies de cupins, mas neste estudo não se evidenciou tal fato. Pelo contrário existe uma alta frequência de ocorrência da espécie *O. heberi* no cerrado ss e na pastagem sendo maior na ausência do construtor, em coabitação com uma grande diversidade tanto de cupins quanto de formigas.

*Procornitermes triacifer* tanto na ausência como na presença do construtor possui colônias muito grandes na parte epígea e hipógea. Galerias de *Cavitermes* sp apresentam-se bem próximas.

*Ruptitermes* sp. possui galerias não forradas próximas às de *Crepititermes* sp., tanto na parte epígea como na hipógea.

*Rhynchotermes nasutissumus* possui galerias próximas às de *Nasutitermes kemneri*. O ninho encontra-se concentrado no fundo da parte hipógea com galerias conectadas à parte externa.

*Serritermes serrifer* é muito abundante no cerrado ss, sempre ocorrendo na presença do construtor, às vezes com galerias em folhas seca, parcialmente enterrado com a presença do casal reprodutor. Outras vezes com galerias perto do cartão central com muitos alados, geralmente os ninhos são abundantes com galerias que vão desde a região média epígea até o fundo da parte hipógea do cupinzeiro. Observou-se, também, galerias perto de *Termes* sp2.

*Spinitermes* sp3, quando ausente o construtor, estabelece seu ninho dentro da região vazia da parte cartonada, próximo do ninho de *Curvitermes minor*. Quando o

construtor está presente, se estabelece desde a parte alta, na parede, próximo das galerias de *Curvitermes* sp. e *C. cumulans* até o fundo da parte hipógea.

*Spinitermes* sp1 possui galerias forradas de material escuro que chegam perto do cartão, na ausência do construtor, às vezes próximas das de *Neocapritermes araguaia*. Quando o construtor está presente possui galerias ao redor, encostadas ao cartão que vão até a parede, com colônias grandes. No fundo da parte hipógea do cupinzeiro as galerias chegam perto das de *Labiotermes* sp. e de *Ortognathotermes* sp.

*Subulitermes* sp2 constrói galerias no cartão, aproveita a ausência do construtor. Além disso, forma colônias grandes, na parede interna e externa até o fundo da parte hipógea, preferindo locais com maior umidade. Às vezes constrói galerias embaixo e bem próximas das galerias de *Embiratermes* sp. e *Curvitermes* sp. Quando presente o construtor, faz galerias no topo, na parte alta.

*Syntermes nanus*, quando o construtor está ausente, espalha suas galerias com capim por todo o cupinzeiro. Às vezes, associado com *Labiotermes* sp., dominam na parte epígea e associado com *Procornitermes* sp., dominam na parte hipógea até o fundo da parte hipógea. Quando presente o construtor, possui galerias ao redor do cupinzeiro, perto de galerias de *Ruptitermes* sp., até 20 cm de profundidade.

*Termes bolivianus* possui galerias de cartão, com colônias na ausência do construtor. Às vezes, possui galerias próximas a *Curvitermes* sp., e os operários apresentam reação agonística rápida, no fundo interno da parte hipógea.

*Termes* sp1 possui galerias escuras de matéria orgânica parecidas com as de *Serritermes serrifer*, tanto na parte epígea como na hipógea na ausência do construtor. Já na presença do construtor, as galerias situam-se bem perto das de *S. serrifer*, apresentando colônias grandes.

*Velocitermes heteropterus* é abundante por todo o ninho quando o construtor está ausente. Quando presente o construtor, se estabelece desde a base até o fundo da parte hipógea, com galerias próximas de *Nasutitermes kemneri*.

*Velocitermes velox* quando o construtor está ausente, a colônia vai desde a base ao redor até o centro. Às vezes, junto com *Grigiotermes* sp., dominam grande parte do cupinzeiro.

*Cavitermes parmae* foi encontrado em cupinzeiros abandonados e em cupinzeiros ativos, abundante em ambos e espalhados pelo ninho todo.

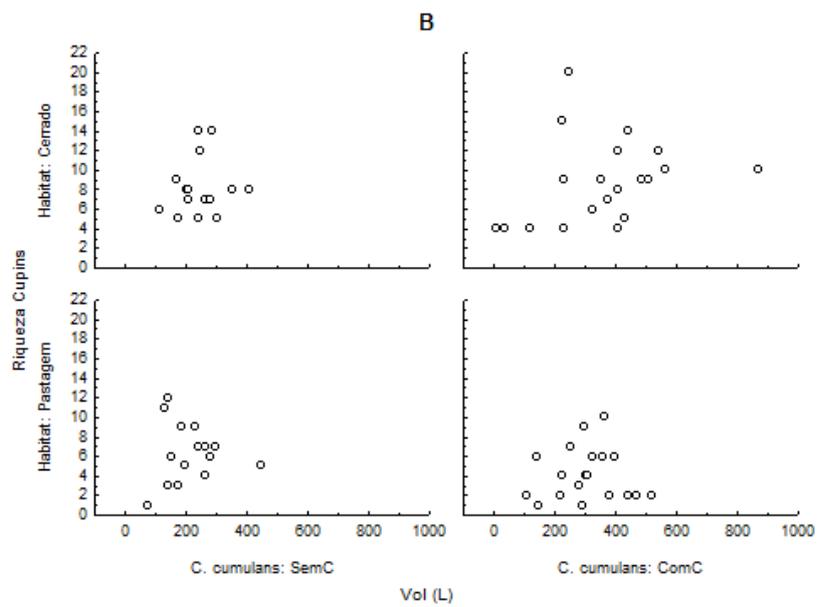
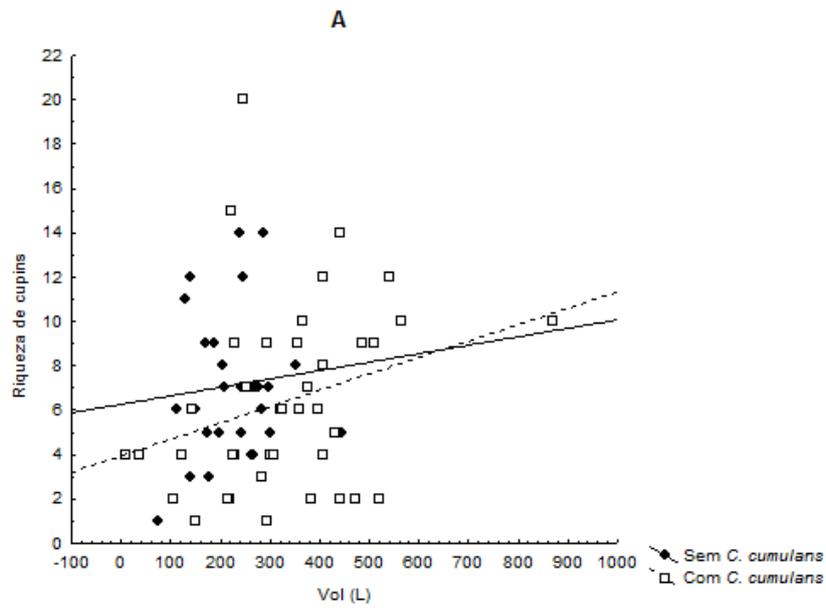
De acordo com as observações realizadas neste estudo e baseados nos dados coletados, pode-se sugerir que o construtor pode aceitar indivíduos de outras espécies, poderia se falar que essas espécies não geram nenhum efeito negativo para a colônia como no caso de *Curvitermes odontognathus*, *C. minor* e *Spinitermes* sp3., mas seria necessário aprofundar a pesquisa sobre este comportamento e tentar esclarecer a verdadeira interação entre eles. Experimentos no laboratório com *C. cumulans* realizados por Marins & DeSouza (2008), sugerem que o construtor tem a capacidade de reconhecer e rechaçar quem não pertence a sua colônia.

#### 4.2.10. Volume (Tamanho) do Cupinzeiro

Foi realizada uma Análise de Covariância para verificar se existe relação entre a riqueza de espécies de cupins com o volume do cupinzeiro, a presença do construtor *C. cumulans* e as interações. Não se observou efeito algum dos fatores nem da interação com 5% de nível de significância ( $p=0,05$ ), mas poderia se falar que há um efeito do volume na riqueza de cupins considerando a proximidade do valor  $p$  encontrado ( $p=0,07$ ) (Tabela 18). Quando analisamos a figura 18A, podemos observar que parece haver um aumento na riqueza de cupins na medida em que aumenta o volume, mas ao observar a figura 20B, observamos que essa leve relação entre riqueza e volume se apresenta só no cerrado *ss* e na presença de *C. cumulans*. Nas outras interações parece não haver uma tendência ou padrão.

**Tabela 18. Análise de Covariância da riqueza de cupins, sua relação com o volume, a presença ou ausência do construtor e a interação entre as duas.**

Efeito	SQ	GL	MS	F	p
Volume	0,827	1	0,827	3,240	0,076
Presença- Ausência de <i>C. cumulans</i>	0,213	1	0,213	0,836	0,364
<i>C. cumulans</i> x Volume	0,000	1	0,000	0,001	0,975
Resíduo	17,348	68	0,255		



**Figura 18.** Relação da riqueza de cupins com o volume do cupinzeiro e a presença ou ausência do construtor *C. cumulans* A. Nos dois habitats. B. Para cada habitat

### 4.3. FORMIGAS E CUPINS

#### 4.3.1. Riqueza e Abundância de espécies de Cupins e Formigas

Um total de 214 espécies entre formigas (133) e cupins (81) foram coletados nos 72 cupinzeiros amostrados no cerrado *ss* e na pastagem. Das 133 espécies de formigas, 61 tinham desenvolvido sua colônia dentro do cupinzeiro (Figura 19).

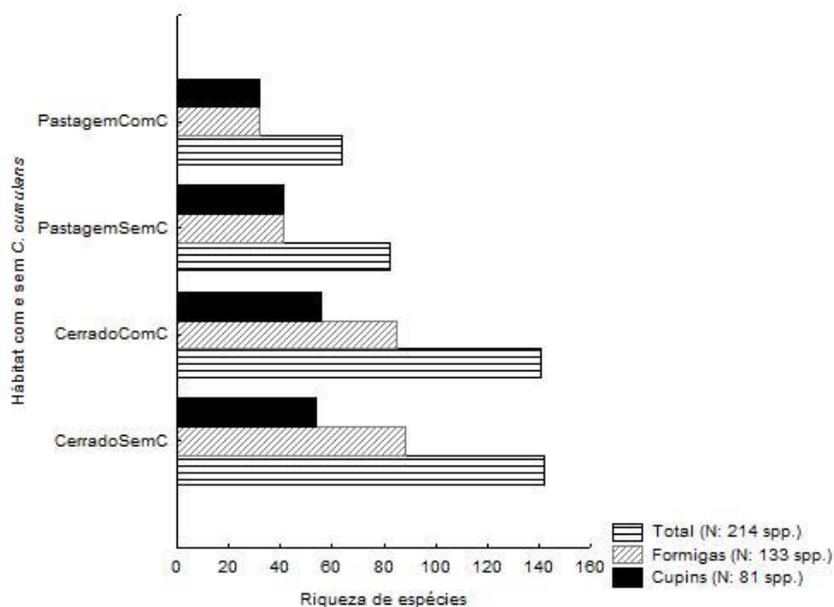


Figura 19. Riqueza de espécies de formigas e cupins total e distribuída por habitat na presença ou ausência do construtor

Ao realizar uma análise de Anova, encontraram-se diferenças significativas na riqueza de espécies para cada uma das variáveis, localidade ( $F_{2,60} = 23,751$ ;  $p = 0,001$ ) habitat ( $F_{1,60} = 69,428$ ;  $p = 0,001$ ), presença-ausência do construtor ( $F_{1,60} = 4,875$ ;  $p = 0,031$ ) e na interação localidade-habitat ( $F_{2,60} = 13,774$ ;  $p = 0,001$ ), mas não houve significância na interação das outras variáveis (Figura 20).

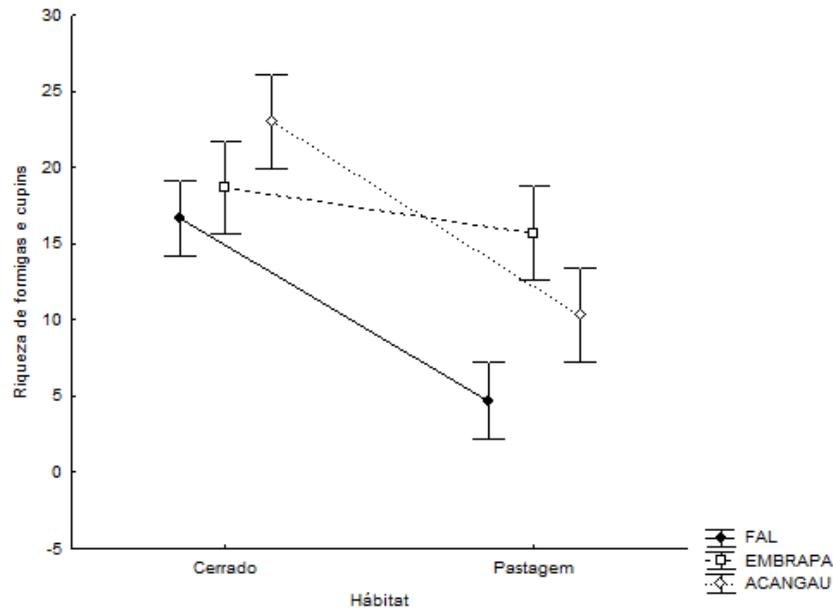


Figura 20. Valores médios da riqueza de espécies de formigas e cupins por hábitat e localidade. As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança ( $F_{2,60}=13,774$ ;  $p=0,001$ ).

A análise de agrupamento pelo método de Morisita-Horn permitiu analisar a diversidade Beta entre localidades e habitats, assim estabeleceu dois grupos, um com as pastagem (35-55% de similaridade) e outro com os cerrados ss, neste caso o grau de similaridade foi maior entre os cerrados (40-60%) (Figura 21).

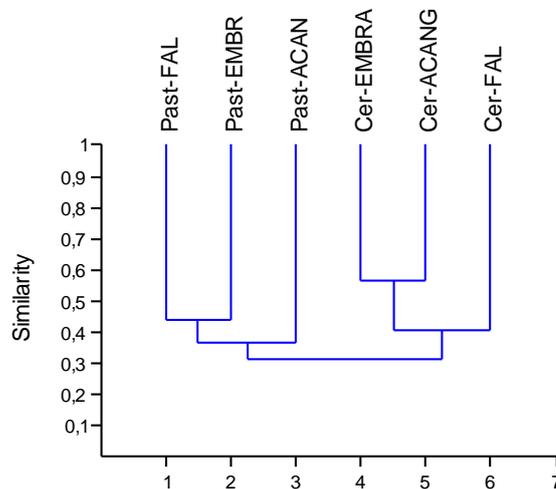


Figura 21. Análise de agrupamento da comunidade de formigas e cupins nos dois habitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG) (Método de Morisita).

### 4.3.2. O Volume (tamanho) do cupinzeiro influencia a comunidade de formigas e cupins?

Para avaliar se existe um efeito do volume do cupinzeiro na comunidade de formigas e cupins na presença ou ausência do construtor *C. cumulans*, foi realizada uma análise de Covariância (Tabela 19). Os valores calculados permitem inferir que há um efeito do volume sobre a riqueza de espécies, mas para o fator presença ou ausência do construtor e a interação dos fatores não existe significância. Pode-se dizer que a presença de *C. cumulans* não influencia a diversidade de formigas e cupins (Figura 22). Resultados similares foram obtidos por Costa (2005) quando analisou a comunidade de cupins associados aos cupinzeiros de *C. cumulans*, mas Carvalho (2005) encontrou que no caso da comunidade de aranhas, sua abundância é maior na ausência do construtor.

Tabela 19. Análise de Covariância da riqueza de formigas e cupins e sua relação com o volume, a presença ou ausência do construtor e a interação entre os dois fatores.

Efeito	SQ	GL	MS	F	p
Volume	2,567	1	2,567	5,129	<b>0,027</b>
Presença-Ausência de <i>C. cumulans</i>	0,090	1	0,090	0,180	0,672
<i>C. cumulans</i> x Volume	0,182	1	0,182	0,364	0,549
Resíduo	34,034	68	0,500		

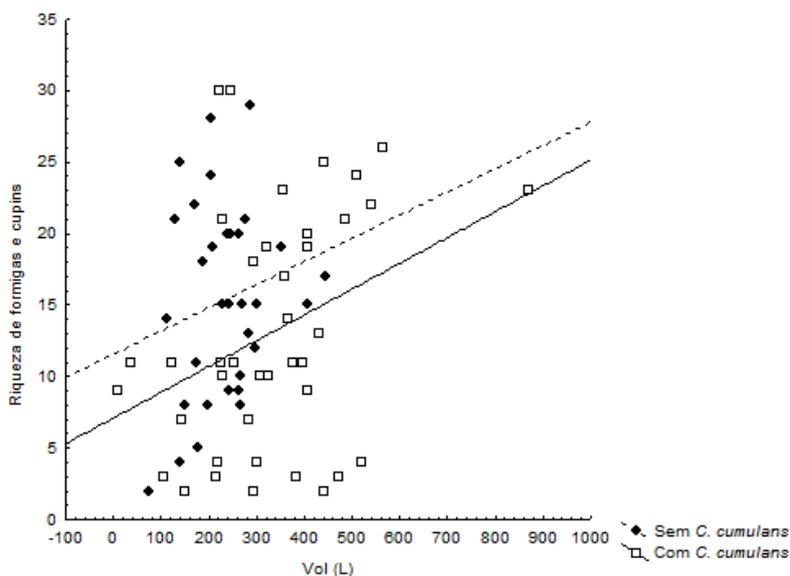
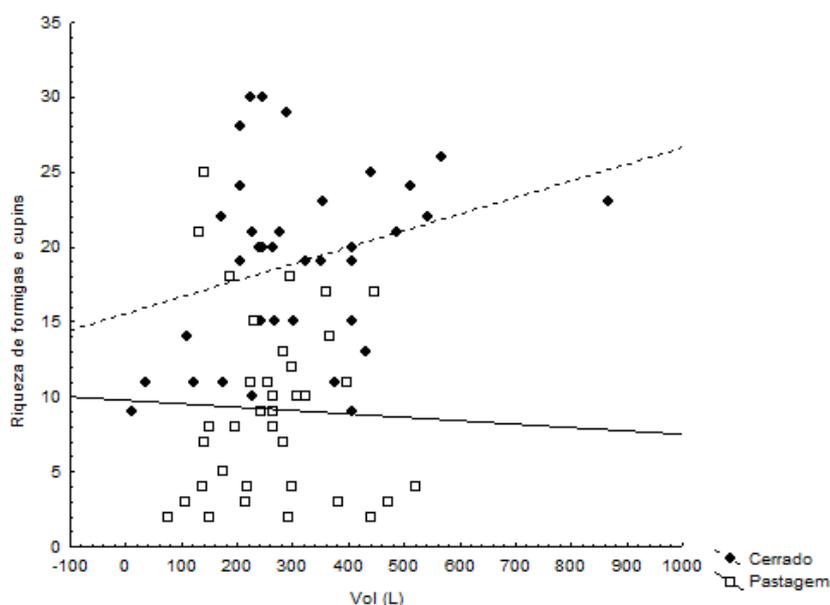


Figura 22. Relação da riqueza de formigas e cupins com o volume dos cupinzeiros na presença ou ausência do construtor *C. cumulans*.

Para determinar qual é o efeito do volume do cupinzeiro na riqueza de espécies, foi feita uma Ancova, retirando-se o fator presença ou ausência do construtor (Tabela 20). Pela análise da figura (Figura 23) podemos observar que embora não exista uma diferença significativa, no cerrado *ss* há uma tendência, ou seja, à medida que aumenta o volume do cupinzeiro, uma maior riqueza de espécies é encontrada.

**Tabela 20. Análise de Covariância da riqueza de formigas e cupins e sua relação com o volume do cupinzeiro construído pela espécie *C. cumulans*.**

Efeito	SQ	GL	MS	F	<i>p</i>
Habitat	1,461	1	1,461	4,252	<b>0,043</b>
Vol (l)	0,146	1	0,146	0,427	0,515
Habitat*Vol (l)	0,142	1	0,142	0,416	0,521
Resíduo	23,367	68	0,343		



**Figura 23. Relação entre a riqueza de formigas e cupins com o volume dos cupinzeiros por habitat.**

Nos ambientes naturais e antropizados onde *C. cumulans* constrói os cupinzeiros, ocorrem uma série de perturbações naturais como os ataques de Tamanduá. No entanto, a capacidade de reorganização e recuperação das condições do cupinzeiros pelos cupins é muito eficiente, situação que poderia fazer que o valor calculado para a

variável volume seja subjetivo, já que depende da medida da altura e do perímetro do cupinzeiro no momento da coleta. Então, apesar de não ter uma significância estatística, na medida que o volume do cupinzeiro aumenta, há uma maior riqueza de espécies, e isso fica mais evidente no cerrado *ss* na presença do construtor. Resultados similares foram obtidos por Costa (2005) onde concluiu que a riqueza de inquilinos aumenta com o tamanho do cupinzeiro.

#### 4.3.3. Existe coocorrência ou exclusão entre formigas e cupins, coabitantes dos cupinzeiros de *C. cumulans*?

Uma média de 19 espécies por cupinzeiro foi coletada no cerrado *ss*, sendo 11 espécies de formigas e oito de cupins. Na pastagem a média foi de nove espécies, quatro de formigas e cinco de cupins (Figura 24). No cerrado *ss* 50% dos cupinzeiros apresentam mais de 20 espécies de formigas e cupins coabitando. Na pastagem 38% apresentam mais de dez espécies.

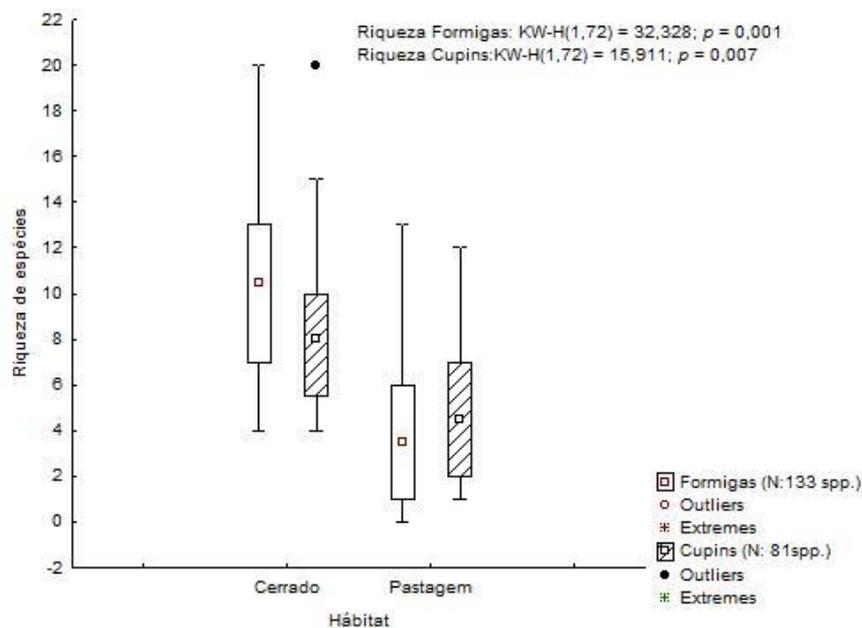


Figura 24. Valores médios da riqueza de espécies de formigas e cupins nos dois habitats.

Pórem, para saber se essa comunidade de formigas e cupins ocorre ao acaso ou por algum tipo de interação, foi realizada uma análise de coocorrência. A análise mostrou segundo os valores do índice *C-Score* (Tabela 21) que na EMBRAPA e ACANGAU não existe um padrão, podendo se inferir que as espécies que estão associadas ao cupinzeiro só apresentam interações casuais entre elas e com o construtor. No caso da FAL o valor do índice *C-Score* (Tabela 21), mostrou que existe coexclusão tanto no cerrado *ss* como na pastagem. Neste caso pode-se afirmar que segundo a análise por grupo taxonômico, esta coexclusão ocorre na comunidade de cupins, e pode ser devido: **a.** competição interespecífica, as espécies de cupins compitem pelos recursos dentro do cupinzeiro; **b.** hábitat, a estrutura dos cupinzeiros é heterogênea; **c.** eventos históricos, desde o momento da colonização e fundação de novas colônias.

**Tabela 21.** Valores do índice *C-Score* obtidos pelas 5000 aleatorizações a partir dos dados observados das espécies de cupins e formigas nos dois hábitats nas três localidades de estudo (Fazenda Água Limpa, DF; Embrapa Cerrados, DF; Reserva do Acangau, MG).

	Cerrado <i>sensu stricto</i>			Pastagem		
	FAL	EMBRAPA	ACANGAU	FAL	EMBRAPA	ACANGAU
<i>C-Score</i>	4,346	2,487	2,440	2,779	2,732	2,325
<i>p</i>	<b>0,002</b>	0,346	0,348	<b>0,043</b>	0,103	0,098

O menor número de espécies coletadas coabitando os cupinzeiros no cerrado *ss* foi de oito: cinco formigas e três cupins. Do outro lado, temos cupinzeiros com um máximo de 29 espécies coabitando, das quais 15 espécies são formigas e 14 espécies são cupins (Figura 25). Estes dados permitem sugerir que a ocupação dos cupinzeiros por uma grande diversidade de formigas e cupins é comum, e que tanto cupins quanto formigas conseguem fundar e estabelecer suas colônias dentro. Ainda que seja muito difícil afirmar que tipo de interação se estabelece entre as espécies, dada a variedade de guildas alimentares e tipos de defesa que os taxa apresentam. A seguir, são apresentados uma série de comentários sobre as observações mais relevantes feitas em campo acerca de algumas interações entre as formigas e os cupins.

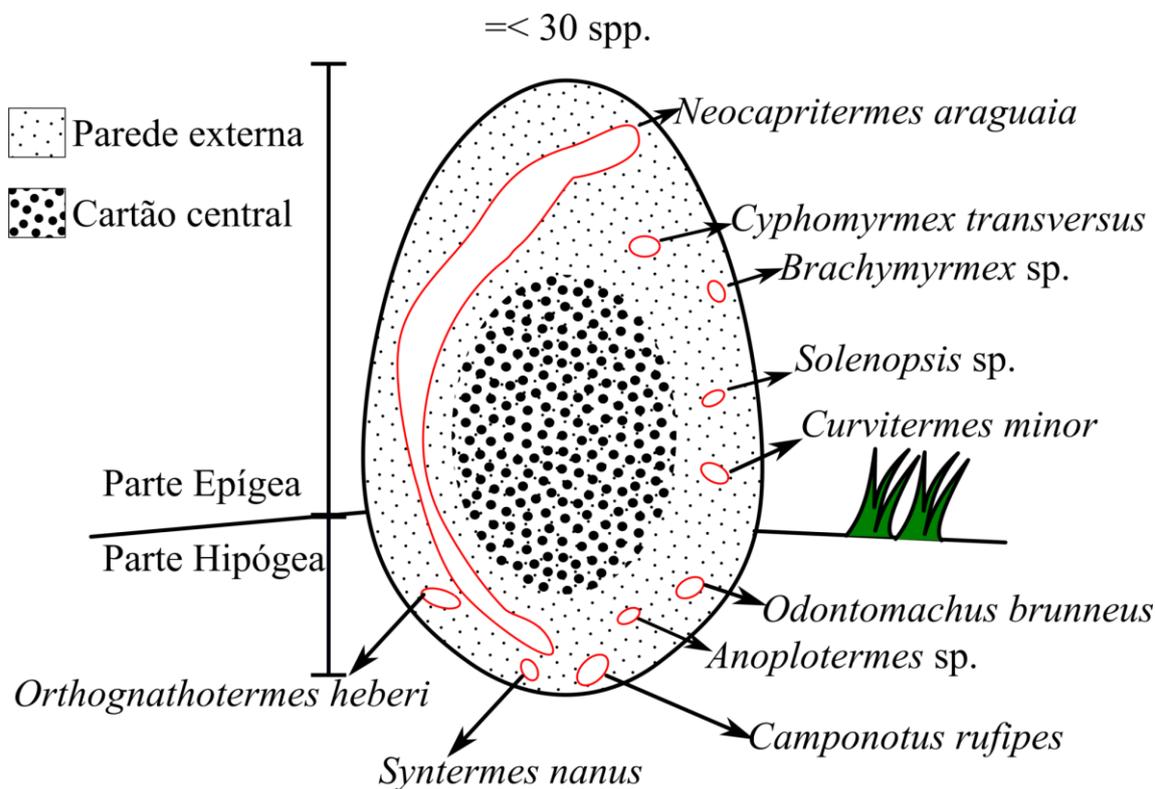


Figura 25. Desenho do cupinzeiro de *C. cumulans* que representa um exemplo da riqueza de espécies de formigas e cupins que coabita nas diferentes regiões no interior epígeo e hipógeo.

*Acanthostichus brevicornis* é considerada uma espécie predadora de formigas e cupins (Brown 2000; Fisher & Cover 2007). Foi coletada no cerrado, perto das galerias de *Subulitermes* e *Cilindrotermes* na parede epígea, e próxima das galerias de *Spinitermes* na parte hipógea, não se observou comportamento agonístico.

*Centromyrmex brachycola* e *C. alfaroi* foram coletadas além de separadamente, habitando simultaneamente no mesmo cupinzeiro na parte hipógea. Delabie (1995) registrou a presença de *Centromyrmex gigas* e *C. alfaroi* num mesmo cupinzeiro de *Syntermes sp.*, sendo que *C. alfaroi* foi encontrada na parte hipógea, diferentemente de *C. gigas* que se estabeleceu na parte externa do cupinzeiro. Estas espécies são consideradas inquilinas obrigatórias de cupinzeiros, e predam seus hospedeiros; as operárias são cegas e dificilmente são encontradas fora de cupinzeiros (Wheeler 1936, Dejean & Féneron 1999).

*Camponotus* sp. foi um gênero diverso e abundante nos cupinzeiros, com colônias grandes distribuídas desde a parte epígea pelas paredes externas até o fundo da parte hipógea. Às vezes, mais de uma espécie foi coletada simultaneamente, como *C. cingulatus* e *C. renggeri*, em cupinzeiros abandonados e com colônias bem desenvolvidas. Além disso, outras espécies foram coletadas com suas galerias perto das galerias de *Grigiotermes* sp., outras perto de galerias de *Brachymyrmex* sp., ou, como no caso de *Cyranotermes* sp., perto do ninho de *C. trapeziceps*. *C. blandus* foi encontrada em estreita associação com *P. termitarius*. *Camponotus rufipes* tem sido registrada como predadora oportunista de espécies de cupins dos gêneros *Ruptitermes*, *Spinitermes* e *Velocitermes* (Mill 1982).

*Brachymyrmex* sp. foi diverso e abundante nos cupinzeiros, sendo coletado simultaneamente até três espécies, com colônias grandes e com galerias satélites conectadas entre si, chegando perto do cartão. Este gênero é considerado habitante do solo e da serapilheira, de hábito onívoro, com preferência pelos habitats abertos (Brown 2000; Fernández 2003). Foi coletado tanto no cerrado *ss* quanto na pastagem. Constrói suas galerias frequentemente perto das galerias de *Solenopsis* sp., *Camponotus* spp., *Odontomachus* spp., *Tranopelta* spp. Porém, também foi coletado nas galerias próximas a *Velocitermes* sp., *Heterotermes* sp., *Curvitermes minor* e ao redor das galerias de *Cyranotermes* sp., inclusive aproveitando as galerias construídas e abandonadas por este cupim para se estabelecer. Além disso, foram coletadas algumas cabeças secas de *Neocapritermes* spp. junto a pupas, e alguns restos de cabeças de uma espécie de Nasutitermitinae no cemitério.

*Carebara* sp. é considerada uma espécie conspícua e termitoléstica na África, com grande variedade de tamanho entre seus operários e reprodutores (Wheeler 1936) e está associada aos cupinzeiros dos gêneros *Macrotermes*, *Acanthotermes* e *Odontotermes* sendo considerada uma grande predadora de estados juvenis (Lepage & Darlington 1984). Em *C. cumulans*, o gênero *Carebara* foi abundante, coletado em 25% dos cupinzeiros amostrados, as colônias com grande quantidade de estados imaturos, operários, soldados e alados, inclusive com várias colônias simultaneamente em um mesmo cupinzeiro. Apresenta um comportamento de locomoção lenta, coloração marrom clara, brilhante no sol. Foi observada perto das galerias de *Ortognathotermes*

sp., sendo atacada por soldados. Também, encontrou-se próxima as galerias de *Labiotermes* sp. no fundo da parte hipógea e em galerias perto do cartão, na presença do construtor. Às vezes foi observada simultaneamente coabitando com *Solenopsis* sp. e *Tranopelta gilva*.

*Pseudomyrmex termitarius* é uma das duas espécies do gênero que prefere nidificar dentro dos montículos construídos por diferentes espécies de cupins ou faz ninhos subterrâneos no solo (Mill 1981). *P. termitarius* é considerada uma formiga predadora oportunista e no caso de habitar cupinzeiros, alimenta-se dos estados imaturos do construtor ou de seus inquilinos (artrópodes). Foi registrada a defesa de *Nasutitermes peruanus* com sua secreção da glândula frontal contra *P. termitarius* (Mill 1983). Esta espécie foi coletada em 47% dos cupinzeiros amostrados com maior frequência na pastagem, tanto na presença como na ausência do construtor. Suas colônias grandes se estabelecem desde a parte alta do cupinzeiro, nas paredes externas até a parte hipógea. Detectou-se uma forte associação como *C. blandus* (Gallego & Feitosa 2013). Também foi observada com galerias perto de *Procornitermes triacifer* e ao entrar em contato com *Termes* sp. houve reação agonística.

## 5. Considerações finais

Neste trabalho é registrada a maior riqueza de espécies de formigas e cupins coletada até o momento coabitando os cupinzeiros contruídos pela espécie *C. cumulans*. Confirmou-se a importância ecológica que esta espécie tem para a conservação do cerrado, já que seu cupinzeiro consegue abrigar uma grande quantidade de espécies.

Observou-se pela variação na riqueza da comunidade de formigas e cupins, no cerrado *ss* e na pastagem, e pelos índices de dissimilaridade que a fauna apresenta uma alta sensibilidade aos tipos de vegetação. O cerrado provavelmente se comporta como uma fonte de diversidade que alimenta os cupinzeiros e estes, por sua vez, comportam-se como sumidouros. Na pastagem os cupinzeiros se comportam como ilhas de recursos que são aproveitadas por um grupo de espécies que consegue ultrapassar as barreiras que o construtor estabelece.

É difícil discernir além da predação e a competição interespecífica, quais outras interações podem ocorrer dentro do cupinzeiro. Parece que os inquilinos, tanto formigas quanto cupins, esperam que o cupinzeiro tenha um tamanho mínimo para procurar a melhor forma de entrar e se estabelecer. Pode ser que além disso, estejam empregando mecanismos de simulação de odores, cores (mimetismo), sons que permitam uma “fácil” entrada ou um “passaporte” para ganhar um lugar.

Observou-se que algumas das espécies, principalmente de cupins, além de aproveitar as galerias construídas pelo construtor, modificam sua arquitetura ou constroem suas próprias, como no caso de *Cyranotermes* sp. Quanto às formigas, *Thaumatomyrmex* aproveita parte de sua presa para bloquear a galeria e se proteger dos possíveis predadores. Já *Brachymyrmex* aproveita as galerias construídas e abandonadas pelo cupim *Cyranotermes* sp. para estabelecer sua colônia.

Ainda não é possível afirmar se algumas das espécies de cupins e formigas inquilinas têm um comportamento mutualístico com *C. cumulans*, favorecendo seu desenvolvimento, ou se pelo contrário, algumas delas conseguem afastar o construtor no decorrer das suas atividades ao longo do tempo.

A ocorrência simultânea de espécies de formigas, de cupins ou de formigas e cupins pode ser devida à existência de algum tipo de interação específica, ou pode ser consequência do processo de colonização na busca de habitats com condições ótimas para o seu desenvolvimento.

Apesar de todos os dados coletados, não foi evidente um padrão de ocupação dos cupinzeiros que esteja determinado pela presença ou ausência do construtor, assim como não é claro seu efeito na riqueza das espécies. Quanto à composição de espécies de cupins, algumas delas, como *Serritermes serrifer*, só foram registradas na presença do construtor e *Syntermes molestus* só na ausência. Para as formigas algumas espécies como *Thaumatomyrmex mutilatus*, *Forelius maranhaoensis*, *Camponotus renggeri* e algumas espécies do gênero *Hypoponera*, ocorreram na ausência do construtor. No entanto, outras espécies como *Camponotus leydigi* e espécies do gênero *Brachymyrmex* só ocorreram na presença do construtor.

Pode ser que nos eventos de queimadas naturais do cerrado o cupinzeiro consiga abrigar e proteger uma grande quantidade de espécies, assim como acontece quando o cerrado é desmatado e convertido em pastagens. Fica evidente o impacto que o desmatamento do cerrado e sua conversão em pastagens para gado geram nas populações. Formigas e cupins são importantes componentes dos ecossistemas, tanto por sua riqueza quanto por sua biomassa, e por sua participação nos processos de ciclagem de nutrientes e estão sendo seriamente afetados pelo estabelecimento de grandes áreas de pastagens.

## 6. Referências bibliográficas

- Abensperg-Traun M, Smith GT, Arnold GW, Steven DE. 1996. The effects of habitat fragmentation & livestock grazing on animal communities in remnants of gimlet *Eucalyptus salubris* woodland in the Western Australian wheatbelt. *Journal of Applied Ecology* 33: 1281-1301.
- Abe T, Darlington JPEC. 1985. Distribution and abundance of a mound-building termite, *Macrotermes michaelseni*, with special reference to its subterranean colonies and ant predators. *Physiological Ecology* 22, 59-74.
- Acioli A.N. S. 2007. Revisão Taxonômica e Relações Filogenéticas do Gênero Neotropical Ruptitermes Mathews, 1977 (Isoptera: Termitidae: Apicotermitidae). Tese Doutorado, Universidade Federal do Amazonas, UFAM.
- Agosti D, Johnson NF. 2010. Editors. Antbase. World Wide Web electronic publication. [antbase.org](http://antbase.org).
- Alho CJR. 2005. Desafios para a conservação do Cerrado, em face das atuais tendências de uso e ocupação. In: Biodiversidade, ecologia e conservação do cerrado (eds Scariot AO, Silva JCS, Felfili JM.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 369-381.
- Andersen AN. 1991. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of tropical Australia. *Biotropica* 23: 575-585.
- Andersen AN. 1992. Regulation of 'momentary' diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. *American Naturalist* 140, 401-420.
- Araujo RL. 1970. Termites of the Neotropical región. In: *Biology of termites*. (eds Krishna K, Weesner FM.). New York, Academic Press, vol.2, pp 527-571.
- Araújo RL. 1954. Notes on the genus *Paracornitermes* Emerson, 1949, with the description of two new species (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 1: 181-9.
- Barcellos A. de O. 1996. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção: pecuária bovina de corte nos Cerrados. In: *Simpósio sobre o Cerrado. International Symposium on Tropical Savannas*. Anais. EMBRAPA-CPAC, Planaltina
- Bolton B, Dejean A, Ngnegueu PR. 1992. Les fourmis du sol. *Faculté des Sciences*. Yaoundé. Cameroun.
- Bolton B, Alpert G, Ward PS, Naskrecki P. 2006. Bolton's catalogue of ants of the world. Harvard University Press, Cambridge, MA, p.1758-2005.

- Brandão CRF, Diniz JLM, Tomotake M. 1991. *Thaumatomyrmex* strips millipedes for prey, a novel predatory behaviour in ants and the first case of sympatry in the genus. *Insectes Soc* 38:335-344.
- Brandão D, Souza R F. 1998. Effects of deforestation and implantation of pastures on the termite fauna in the Brazilian "Cerrado" region. *Tropical Ecology* 39: 19-22.
- Brown K. 1991. Conservation of Neotropical environments: Insects as indicators. In: *Conservation of Insects and their Environments*. (eds Collins NM, Thomas JA.). London, Academic Press. pp 349-404.
- Brown WL. 2000. Diversity of Ants. In: *Ants: standard methods for measuring & monitoring biodiversity*. Agosti D, Majer JD, Alonso LE, Schultz TR. (Eds.). Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 45-79.
- Buczowski G, Bennett G. 2008. Behavioral Interactions between *Aphaenogaster rudis* (Hymenoptera: Formicidae) and *Reticulitermes flavipes* (Isoptera: Rhinotermitidae): The Importance of Physical Barriers. *Journal of Insect Behavior* 21(4): 296-305.
- Campos RI, Vasconcelos HL, Andersen A, Frizzo TLM, Spena KC. 2011. Multi-scale ant diversity in savanna woodlands: an intercontinental comparison. *Austral Ecology* 36: 983-992.
- Canello EM. 1989. Revisão de *Cornitermes* Wasmann (Isoptera: Termitidae: Nasutitermitinae). Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Canello EM, Brandão D, Amarante STP. 1996. Two new *Angularitermes* species (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) from Brazil with a discussion of the cephalic microsculpture of the soldier. *Sociobiology* 27(3): 277-86.
- Carrijo TF, Brandão D, De Oliveira DE, Costa DA, Santos T. 2009. Effects of pasture implantation on the térmita (Isoptera) fauna in the Central Brazilian Savanna (Cerrado). *J. Insect. Conserv.* 13: 575-581.
- Carvalho RA. 2005. Estudo sobre a fauna de invertebrados associados a ninhos de *Cornitermes cumulans* (Kollar) no Parque Estadual das Emas, Mineiros, Goiás. Dissertação, Universidade Federal de Goiás, Brazil.
- Choosai C, Mathieu J, Hanboonsong Y, Jouquet P. 2009. Termite mounds and dykes are biodiversity refuges in paddy fields in north-eastern Thailand. *Env Cons* 36(01): 71-79.
- Coles HR.1980. Defensive strategies in the ecology of Neotropical termites. Southampton, University of Southampton. Ph.D. Thesis.
- 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, De Souza OFF. 1997. Key to the soldiers of *Atlantitermes* Fontes 1979, with a new species from Brazil (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Tropical Zoology* 10(2): 205-13
- Constantino R. 1999. Chave ilustrada para identificação dos gêneros de cupins (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia* 40: 387-448.
- Constantino R. 2000. Key to the soldiers of South American Heterotermes with a new species from Brazil (Isoptera : Rhinotermitidae). *Insect Systematics & Evolution* 31(4): 463-72.
- Constantino R, Schlemmermeyer T. 2000 Cupins (Insecta: Isoptera). In Alho C J R, editor. *Fauna silvestre da região do rio Manso - MT. IBAMA / ELETRONORTE*, Brasília. p. 129-151.
- Constantino R. 2005. Padrões de diversidade e endemismo de térmitas no bioma cerrado. In *Biodiversidade, ecología e conservação do cerrado*. (eds Scariot AO, Silva JCS, Felfili JM.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp319-333.
- Constantino R, Acioli ANS. 2006. Termite diversity in Brazil (Insecta:Isoptera). In: *Soil Biodiversity in Amazonian and Other Brazilian Ecosystems*. Moreira FMS, Siqueira JO, Brussaard L. (eds.). Wallingford, CAB International, 280 p.
- Constantino R. 2012. [www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal](http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant/catal)
- Cornelius M L, Grace J K. 1995. Laboratory evaluations of interactions of three ant species with the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Sociobiology* 26: 291-298.
- Colwell R K. 2000. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from samples. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Costa DA. 2005. Inquilinos associados a ninho de *Cornitermes cumulans* (Isoptera: Termitidae) em uma área de campo no Parque Nacional das Emas, GO. Dissertação, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Costa DA, Carvalho RA, Lima-Filho GF, Brandão D. 2009. Inquilines and Invertebrate Fauna Associated with Termite Nests of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) in the Emas National Park, Mineiros, Goiás, Brazil. *Sociobiology*, 53: 443-453.
- Cuezzo F. 2003. Subfamilia Dolichoderinae. In: *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Fernández F. (ed.) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, 424 pp
- Cunha H, Brandão D. 2000. Invertebrates associated with the Neotropical termite *Constrictotermes cyphergaster* (Isoptera: Termitidae, Nasutitermitinae). *Sociobiology* 37(38): 593-599.

- Cunha HF, Costa DA, Brandão D. 2006. Termite (Isoptera) Assemblages in Some Regions of the Goiás State, Brazil. *Sociobiology* 47(2): 1-14.
- Darlington JPEC. 1985. Attacks by doryline ants and termite nest defenses (Hymenoptera: Formicidae, Isoptera: Termitidae). *Sociobiology* 11:184–200
- Darlington JPEC. 2011. Termites (Isoptera) as secondary occupants in mounds of *Macrotermes michaelseni* (Sjostedt) in Kenya. *Insect. Soc.*
- Decaëns T, Lavelle P, Jiménez JJ, Escobar G, Rippstein G. 1994. Impact of land management on soil macrofauna in the Llanos Orientales of Colombia. *Eur J Soil Biol* 30(4): 157-168.
- Dejean A, Bolton B. 1995. Fauna sheltered by *Procupitermes niapuensis* termitaries of the African rainforest. *Journal of Advanced Zoology* 109:481-487
- Dejean A, Ruelle JE. 1995. Importance of *Cubitermes termitaries* as shelter for alien incipient termites societies. *Ins. Soc.* 42: 129-136.
- Dejean A, Durand JL, Bolton B. 1996. Ants inhabiting *Cubitermes termitaries* in African rain forests. *Biotropica* 28: 701–713
- Dejean A, Bolton B, Durand JL. 1997. *Cubitermes subarquatus* termitaries as shelters for soil fauna in African rainforests. *Journal of Natural History*, 31(8): 1289-1302
- Dejean A, Feneron A. 1999. Predatory behaviour in the ponerine ant *Centromyrmex bequaerti*: a case of termitolesty. *Behavioural Processes* 47(2): 125-133.
- Diehl E, Junqueira LK, Berti-Filho E. 2005. Ant and termite mound coinhabitants in the wetlands of Santo Antonio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brazil. *Braz J Biol* 65(3): 431-437.
- Delabie JHC. 1995. Inquilinismo simultâneo de duas espécies de *Centromyrmex* (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae) em cupinzeiros de *Syntermes* sp (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 39:605-609
- Domingos D. 1983. O ninho de *Armitermes euamingnathus* (Isoptera, Termitidae): Características gerais, crescimento e associações. *Cienc. Cul.* 35: 783-789.
- Domingos DJ, Gontijo TA. 1996. Multi-occupation of termite mounds in cerrado vegetation in south-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56 (4):717-723.
- Eggleton P, Bignell DE. 1995. Monitoring the response of tropical insects to changes in the environment: troubles with termites. *Insects in a Changing Environment*. Eds R. Harrington & N.E. Stork. pp. 473±497. Academic Press, London, UK.
- Eggleton P, Bignell DE, Sands WA, Waite B, Wood TG, Lawton H. The species richness of termites (Isoptera) under differing levels of disturbance in the

- Mbalnayo Forest Reserve, southern Cameroon. *Journal of Tropical Ecology*, v. 11, p. 85-98. 1995.
- Embrapa. 2010. Home page.< <http://www.cpac.embrapa.br/unidade/historia>>. Acessado 2010 agos 12.
- Emerson AE, Banks FA. 1957. Five New Species and One Redescription of the Neotropical Genus *Armitermes* Wasmann (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae).
- Emerson AE, Krishna K. 1975. The Termite Family Serritermitidae (Isoptera). *American Museum Novitates* 2570: 1-31. *American Museum Novitates* 1841: 1-17.
- Fernández F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Fernández F, Sendoya S. 2004. List of Neotropical Ants (Himenóptera: Formicidae). *Revista Biota Colombiana* 5(1): 3-93
- Fernández F, Arias-Penna TM. 2007. Las hormigas cazadoras en la región Neotropical. In: Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia. Jiménez E, Fernández F, Arias TM. (Eds.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p.3-39.
- Fittkau EJ, Klinge H. 1973. On Biomass and Trophic Structure of the Central Amazonian Rain Forest Ecosystem. *Biotropica* 5(1): 2-14.
- Fleischner TL. 1994. Ecological costs of livestock grazing in western North América. *Conservation Biology* 8: 629-644.
- Fontes LR. 1982. Novos táxons e novas combinações nos cupins nasutos geófagos da região Neotropical (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae). *Revista Brasileira de Entomologia* 26(1): 99-108.
- Fontes LR. 1985. New genera and new species of Nasutitermitinae from the Neotropical region (Isoptera, Termitidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 3(1): 7-25.
- Fowler HGL, Forti C, Brandão CRF, Delabie JHC, Vasconcelos HL. 1991. Ecologia nutricional de formigas, p. 131-209. In: A.R. Pazzini, & J.R.P. Parra (eds). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo, Manole, 359 p.
- Fragoso C, Brown GG, Patrón JC, Blanchart E, Lavelle P, Pashanasi B, Senapati B, Kumar T. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. *Appl Soil Ecol* 6: 17–35.
- Gallego-Roper MC, Feitosa R. 2013. Evidence of Batesian Mimicry in Ants of the Brazilian Savannah (Submetido).

- Gonçalves T, Reis Jr.R, Desouza O, Ribeiro SP. 2005. Predation and interference competition between ants (Hymenoptera: Formicidae) and arboreal termites (Isoptera: Termitidae). *Sociobiology* 46(2): 409-419.
- Gotelli NJ, Entsminger GL. 2006. EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jericho, VT 05465. [Online, URL: <<http://www.garyentsminger.com/ecosim/ecosim.htm>>.]
- Greenslade PJM. 1975. Dispersion and history of a population of the meat ant *Iridomyrmex purpureus* (Hymenoptera: Formicidae). *Aust J Zool* 23: 495-510.
- Holldobler B, Wilson EO. 1990. *The Ants*. Harvard University Press, Harvard. 732 p.
- Holt JA, Greenslade PJM. 1979. Ants (Hymenoptera: Formicidae) in mound of *Amitermes laurensis* (Isoptera: Termitidae). *J. Aust Ent Soc* 18: 349-361.
- Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Normas climatológicas. Home page <<http://www.inmet.gov.br/html/clima.php>>. Acessado 2011 fev 20.
- Issa S, Jaffé K. 1996. Aspectos ecológicos de *Nasutitermes corniger* (Termitidae: Nasutitermitinae) en Barlovento, Edo. Miranda. *Boletín de Entomología Venezolana*. 11(1) : 33-38.
- Jaffé K, Ramos C, Issa, S. 1995. Trophic interactions between ants and termites that share common nests. *Annals of the Entomology Society of America*, 88: 328-333.
- Jahyny B, Lacau S, Delabie JHC, Fresneau D. 2007. Le genre *Thaumatomyrmex* Mayr 1887, cryptique et prédateur spécialiste de Diplopoda Penicillata, p. 329–346. In: E. Jiménez; F. Fernández; T. Milena Arias & F. H. Lozano-Zambrano (eds.). *Sistemática, biogeografía y conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 621 p.
- Jones CG, Lawton JH, Shachak M. 1997. Positive and negative effects of organisms as physical ecosystem engineers. *Ecology* (78) 7: 1946-1957.
- Kambhampati S, Eggleton P. 2000. Phylogenetics and Taxonomy. In *Termites: Evolution, Sociality, Symbiosis, Ecology*. (eds Abe T, Bignell DE, Higashi M.). Kluwer Academic Publishers. pp 1-23.
- Kaspari M. 2003. Introducción a la Ecología de las hormigas de la región Neotropical. In: *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Fernández F. (Ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. pp 97-106.
- Kaspari M, Weiser MD. 2000. Ant activity along moisture gradients in a neotropical forest. *Biotropica* 32: 703-711.

- Kempf WW. 1966. A synopsis of the Neotropical ants of the genus *Centromyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Stud. Entomol.* 9: 401-410
- Kistner DH. 1990. The integration of foreign insects into termite societies or why do termites tolerate foreign insects in their societies. *Sociobiology* 17: 191–215.
- Lattke JE. 2003. Subfamilia Ponerinae. In: *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. F. Fernández (Ed.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, pp. 261-276.
- Lavelle P. 1996. Diversity of soil fauna and ecosystem function. *Biology International*, 33: 3-16
- Lavelle P. 1997. Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystems function. *Adv. Ecol Res* 27: 93-132.
- Lavelle P, Pashanasi B. 1989. Soil macrofauna and land management in Peruvian Amazonia (Yurimaguas, Loreto). *Pedobiologia* 33: 283–291.
- Lepage MG, Darlington JPEC. 1984. Observations on the ant *Carebara vidua* F. Smith preying on termites in Kenya. *Journal of Natural History* 18(2):293-302.
- Leponce M, Roisin Y, Pasteels JM. 1999. Community interactions between ants and arboreal-nesting termites in New Guinea coconut plantations. *Insectes Sociaux* 46(2): 126-130.
- Lima-Filho GF. 2005. Padrões de variação na fauna de cupins (Insecta: Isoptera) ao longo de um gradiente ambiental no Pico dos Pirineus, Goiás. Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Lima JT, Costa-Leonardo AM. 2007. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera). *Biota Neotrop.* Vol.7 (2) Vol.7: 243-250.
- Longhurst C, Johnson RA, Wood TG. 1978. Predation by *Megaponera foetens* (Fabr.) (Hymenoptera: Formicidae) on termites in the Nigerian southern Guinea savanna. *Oecologia* 32(1): 101-107.
- López I, Lachaud JP. 1983. Ritmo de actividad y aprovisionamiento de los nidos en las hormigas *Ectatomma ruidum* Roger en el soconusco. En: XVIII Congreso Nacional de entomología. Sociedad Mexicana de Entomología. Tapachula, México. 57-58.
- Lubchenco J, Olson AM, Brubaker LB, Carpenter SR, Holland MM. 1991. The Sustainable Biosphere Initiative: an ecological research agenda. *Ecology* 72: 371-412.
- Machado RB, Ramos MB, Pereira PGP, Caldas EF, Gonçalves DA, Santos NS, Tabor K, Steininger. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Conservation International do Brasil, Brasília.

- Majer JS. 1983. Ants: bioindicators of mine-site rehabilitation, land use, and land conservation. *Environmental Management* 7: 375-383.
- Marins A, DeSouza O. 2008. Nestmate recognition in *Cornitermes cumulans* termites (Insecta: Isoptera). *Sociobiology*, 51: 255-263 p.
- Martius C. 1994. Diversity and ecology of termites in Amazonian forest. *Pedobiology* 38: 407-428.
- Mathews AGA. 1977. Studies on termites from the Mato Grosso state, Brazil. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 267 p.
- Mboukou-Kimbatsa IMC, Bernhard-Reversat F, Loumeto JJ. 1998. Change in soil macrofauna and vegetation when fast-growing trees are planted on savanna soils. *For Ecol Manage* 110: 1–12.
- Mill AE. 1981. Observations on the ecology of *Pseudomyrmex termitarius* Hymenoptera, Formicidae in Brazilian savannas. *Revta. Bras. de Entomologia*, 25(4):271-274.
- Mill AE. 1982. Faunal studies on térmites (Isoptera) and observations on their ant predators (Hymenoptera: Formicidae) in the Amazon basin. *Revta. Bras. de Entomologia*. 26(3/4): 253-260.
- Mill AE. 1983. Behavioral and toxic effects of termites defensive secretions on ants. *Physiol. Entomol.* 8: 413-418.
- Moura FMS, Vasconcellos, A. Araújo VFP, Bandeira AG. 2006. Seasonality in foraging behaviour of *Constrictotermes cyphergaster* (Termitidae, Nasutitermitinae) in the Caatinga of Northeastern Brazil. *Insect. Soc.* 53: 1-8.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Nash MA, Whitford WG, Van Zee JW, Havstad K. 1998. Monitoring changes in stressed ecosystems using spatial patterns of ant communities. *Environmental Monitoring and Assessment* (51): 201-210.
- Noirot C, Darlington JPEC. 2000. Termite nests: architecture, regulation and defence. In: *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology* (eds Abe T, Bignell E, Higashi M.). Netherlands: Kluwer Academic Publishers. pp 121-139.
- Oliveira ARG. 2003. Variação na composição de espécies e no padrão de riqueza e abundância de cupins ao longo de uma transição cerrado-campo rupestre, no Morro Feio, município de Hidrolândia, GO. Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Oliveira DE. 2009. Estrutura espacial da assamléia de cupins (Isoptera) em cerrado sensu stricto do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás.

Past version 0,98c. 2003. <http://folk.uio.no/ohammer/past>

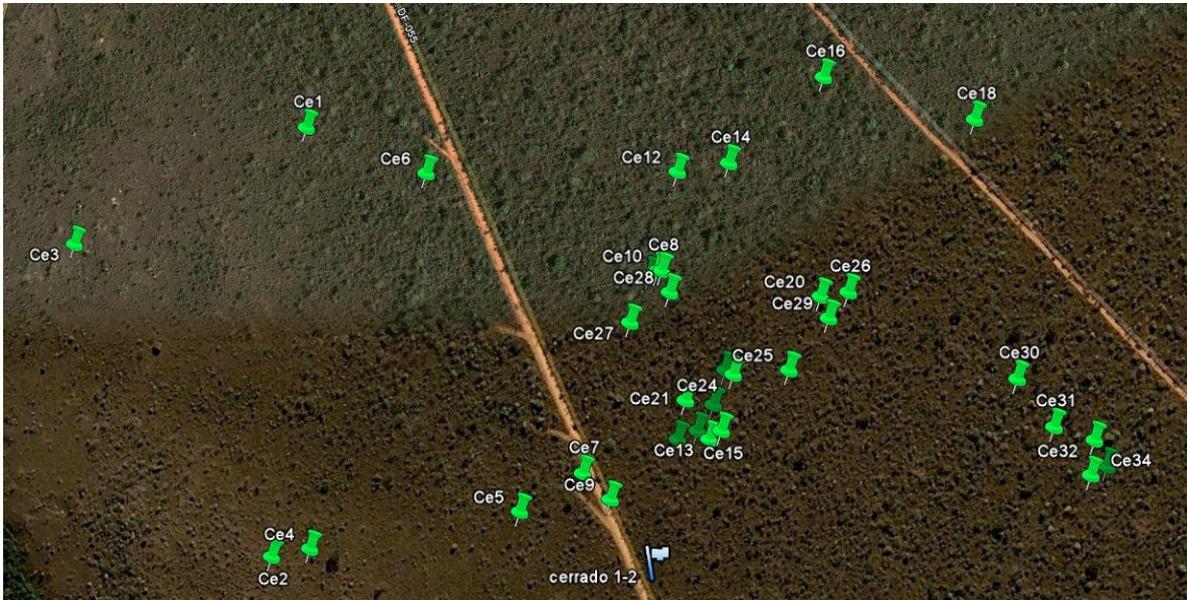
- Palacio EE, Fernández F. 2003. Claves para las subfamilias y géneros. In *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. (ed Fernández F.). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. pp 233-260.
- Perfecto I, Vandermeer J. 1996. Microclimatic changes and the indirect loss of ant diversity in a tropical agroecosystem. *Oecologia* 108: 577-582.
- Pimentel D, Stachow U, Takacs D, Brubaker H, Dumas A, Meaney H, ONeil JAS, Onsi DE, Corzihus DB. 1992. Conserving biological diversity in agricultural forestry systems. *BioScience* 42(5): 354-362.
- Pinhero SF. 2008. Fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) e outros invertebrados associada a ninhos de *Nasutitermes coxipoensis* (Holmgren, 1910) (Isoptera: Termitidae). Tese, Universidade Estadual do Ceará.
- Pizo MA, Oliveira PS. 2000. The use of fruits and seeds by ants in the Atlantic forest of southeast Brazil. *Biotropica*, 32(4b): 851-861.
- Pivello VR. 2005. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In *Biodiversidade, ecología e conservação do cerrado* (eds Scariot AO, Silva JCS, Felfili JM.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp 402-413.
- Prendergast JR, Quinn RM, Lawton JH, Eversham BC, Gibbons DW. 1993. Rare species, the coincidence of diversity hotspots and conservation strategies. *Nature* 365: 335-337.
- Prestes AC, Cunha HF. 2012. Interações entre cupins (Isoptera) e formigas (Hymenoptera) co-habitantes em cupinzeiros epígeos. *Revista de Biotecnologia & Ciência*. Vol. 1 (1). p. 50-60.
- Prestwich GD. 1979. Chemical defence by termites. *Journal of Chemical Ecology* 5: 459-480.
- Pringle RM, Doak DF, Brody AK, Jocqué R, Palmer TM. 2010. Spatial pattern enhances ecosystem functioning in an African savanna. *PLoS Biology* 8(5): 1-12.
- Quinet Y, Tekule N, Biseau JC. 2005. Behavioural Interactions Between *Crematogaster brevispinosa rochai* Forel (Hymenoptera: Formicidae) and Two *Nasutitermes* species (Isoptera: Termitidae). *Journal of Insect Behavior* 18(1): 1-17.
- Redford KH. 1984. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. *Biotropica* 16(2): 112-119.
- Sano E, Rosa R, Brito J, Ferreira L. 2010. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental monitoring and assessment* 113-124.

- Santos P, Vasconcellos A, Jahyny B, Delabie JHC. 2010. Ant fauna (Hymenoptera, Formicidae) associated to arboreal nests of *Nasutitermes* spp. (Isoptera, Termitidae) in a cacao plantation in southeastern Bahia, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 54(3): 450–454.
- Scariot A, Sevilla A. 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado, In Biodiversidade, ecología e conservação do cerrado. (eds Scariot AO, Silva JCS, Felfili JM.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp121-139.
- Sena JM, Vasconcelos A, Gusmão MA, Bandeira AG. 2003. Assemblage of termites in a fragment of cerrado on the coast of Paraíba State, Northeast Brazil (Isoptera). *Sociobiology*, 42, 753-760 p.
- Sennepin A. 1996. Fonctions synergiques des interactions termites/fourmis. *Actes Coll. Insectes Sociaux* 10: 133–145.
- Settle WH, Ariawan H, Astuti ET, Cahyana W, Hakim AL, Hindayana D, Lestari AS. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77(7): 1975-1988.
- Silva JM, Bates JM. 2002. Biogeographic patterns and conservation in the south american Cerrado: A tropical savanna hotspot. *BioScience* 52 (3): 225-233.
- Silva JF, Farinas MR, Felfili JM, Klink CA. 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *Journal of Biogeography* 33(3): 536-548.
- Silvestre R, Brandão CR, Silva RR. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: Fernández F. (ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, p.113-148.
- Souza AC, Vasconcelos V. 2002. Comparação da freqüência da atividade forrageira da formiga *Pachycondyla obscuricornis* (Emery, 1890) (Hymenoptera, Formicidae) no verão e no inverno, em condições de campo. *Rev. bras. Zoociências*, Juiz de Fora, 4(1), p. 97-109
- Stone L, Roberts A. 1990. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia* 85: 74-79
- Stork N E, Eggleton P. 1992. Invertebrates as determinants and indicator of soil quality. *Am J. Alt Agric* 7: 38-55.
- Thorne BL, Traniello JFA. 2003. Comparative social biology of basal taxa of ants and termites. *Annual Review of Entomology* 48: 283-306.
- Traniello JFA. 1981. Enemy deterrence in the recruitment strategy of a termite: soldier-organized foraging in *Nasutitermes costalis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 78(3): 1976-1979.

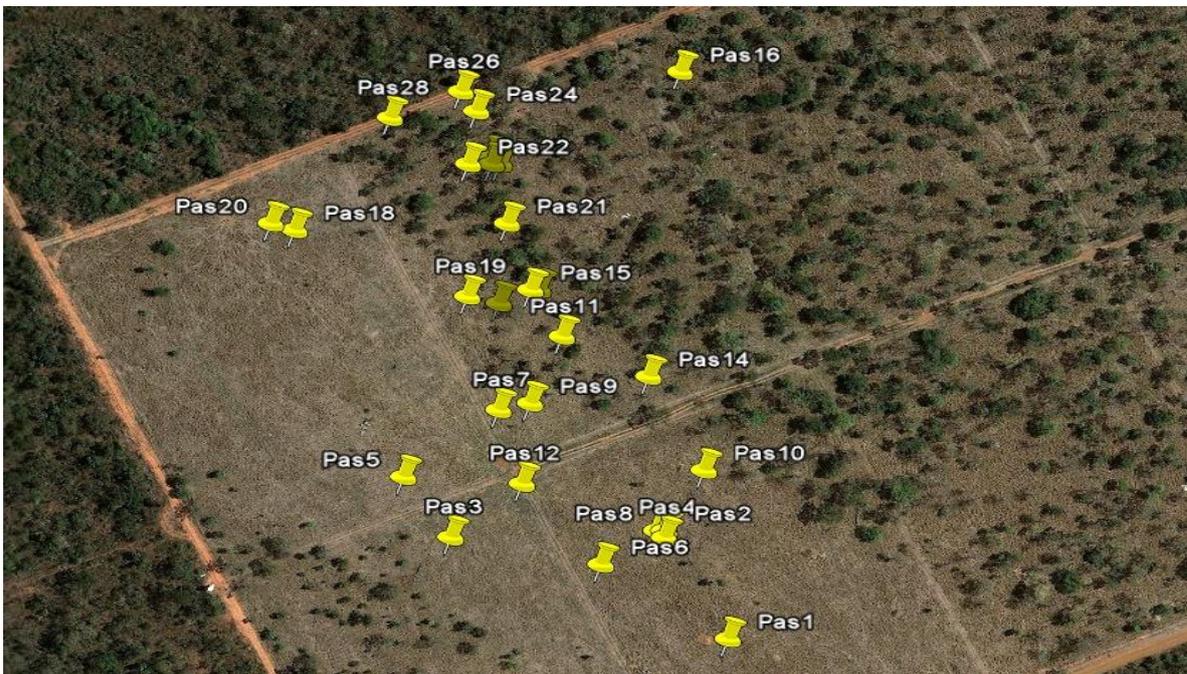
- Vasconcellos A, Araújo VFP, Moura FMS, Bandeira AG. 2007. Biomass and Population Structure of *Constrictotermes cyphergaster* (Silvestri) (Isoptera: Termitidae) in the Dry Forest of Caatinga, Northeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 36(5): 693-698.
- Vohland K, Schroth G. 1999. Distribution patterns of the litter Macrofauna in agroforestry and monoculture plantations in central Amazonia as affected by plant species and management. *Appl Soil Ecol* 13: 57–68.
- Wagner H, Wildi O, Ewald KC. 2000. Additive partitioning of plant species diversity in an agricultural mosaic landscape. *Landscape Ecology* 15: 219-227.
- Westman WE. 1990. Managing for biodiversity. *BioScience* 40: 26-33.
- Wheeler JL. 1936. Ecological relations of ponerine and other ants to termites. *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 71: 159–243.
- Wilson EO. 2003. *Pheidole* in the New World, a Dominant, Hyperdiverse Ant Genus. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Wood TG, Sands WA. 1978. The role of termites in ecosystems. In: Brian MV, editor. *Production Ecology of Ants and Termites*. pp. 245-292. Cambridge University Press.
- Wuerthner G. 1994. Subdivisions versus agriculture. *Conservation Biology* 8: 905-908.
- Yamada A, Inoue T, Hyodo F, Tayasu I, Takuya A. 2007. Effects of mound occupation by the meat ant *Iridomyrmex sanguineus* (Hymenoptera: Formicidae) on the Termite *Amitermes laurensis* (Isoptera: Termitidae) in an Australian Woodland. *Sociobiology* 50(1): 1-9.

## Anexos

Anexo 1. Levantamento dos cupinzeiros nos dois habitats, a. cerrado *sensu stricto*; b. pastagem.



a. Localização dos cupinzeiros inventariados no cerrado *sensu stricto* da FAL.



b. Localização dos cupinzeiros inventariados na pastagem da FAL.

## Anexo 2. Anova formigas

Univariate Tests of Significance for  $\ln(1+riqformigas)$

Sigma-restricted parameterization

Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Localidade	6,1099	2	3,0550	18,203	0,000001
Habitat	12,9080	1	12,9080	76,913	0,000000
C. cumulans	0,8008	1	0,8008	4,772	0,032849
Localidade*Habitat	3,3529	2	1,6764	9,989	0,000180
Localidade*C. cumulans	0,0809	2	0,0404	0,241	0,786623
Habitat*C. cumulans	0,2143	1	0,2143	1,277	0,262984
Localidade*Habitat*C. cumulans	0,2842	2	0,1421	0,847	0,433874
Error	10,0696	60	0,1678		

**Anexo 3.** A, B. *Stigmatomma* sp. nova; C,D. *Stigmatomma armígera*; E,F. *Acanthostichus brevicornis*; G,H. *Centromyrmex brachycola*; I,J; *Thaumatomyrmex mutilatus*; K,L. *Gnamptogenys schmitti*; M,N. *Cephalotes pusillus*; O. *Cephalotes*; P. *Mycocepurus goeldii*, Q. *Carebara* sp., R. *Oxyepoecus* sp., S. *Trachymyrmex* sp., T. *Cyphomyrmex* sp.



#### Anexo 4. Análise de coocorrência das formigas.

##### TODAS AS FORMIGAS

**Simulation frequencies:**

FAL CERRADO	C-Score simulado		# Simulations frequencia
	Low	High	
Indice Obs			
3,43922	3,3277	3,352	92
p	3,3521	3,376	662
0,1518	3,3765	3,401	1333
	3,4009	3,425	1125
	<b>3,4252</b>	<b>3,45</b>	905
	3,4496	3,474	486
	3,474	3,498	227
	3,4984	3,523	104
	3,5228	3,547	32
	3,5472	3,572	22
	3,5715	3,596	9
	3,5959	3,62	3

##### FORMIGAS COM COLONIAS

**Simulation frequencies:**

FAL CERRADO	C-Score simulado		# Simulations frequencia
	Low	High	
Indice Obs			
4,56129	4,305	4,347	97
p	4,347	4,389	375
0,0978	4,389	4,431	1012
	4,431	4,473	1349
	4,473	4,515	1053
	4,515	4,557	611
	4,557	4,599	300
	4,599	4,641	149
	4,641	4,683	43
	4,683	4,725	3
	4,725	4,767	2
	4,767	4,809	6

FAL pastagem	C-Score simulado		# Simulations frequencia
	Low	High	
Indice Obs			
2,47619	2,381	2,415	18
p	2,4151	2,449	162
0,9164	<b>2,4492</b>	<b>2,483</b>	380
	2,4833	2,517	836
	2,5175	2,552	762
	2,5516	2,586	1176
	2,5857	2,62	854
	2,6198	2,654	422
	2,654	2,688	284
	2,6881	2,722	80
	2,7222	2,756	22
	2,7564	2,79	4

FAL pastagem	C-Score simulado		# Simulations frequencia
	Low	High	
Indice Obs			
2,92424	2,818	2,852	45
p	2,852	2,886	130
0,8922	2,886	2,92	364
	2,92	2,955	980
	2,955	2,989	870
	2,989	3,023	944
	3,023	3,057	725
	3,057	3,091	624
	3,091	3,125	208
	3,125	3,159	78
	3,159	3,193	24
	3,193	3,227	8

EMBRAPA cerrado	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
1,9879	1,9062	1,92	66
p	1,9204	1,934	465
0,067	1,9345	1,949	1281
	1,9486	1,963	1481
	1,9627	1,977	997
	<b>1,9768</b>	<b>1,991</b>	455
	1,9909	2,005	157
	2,005	2,019	59
	2,0192	2,033	25
	2,0333	2,047	7
	2,0474	2,062	4
	2,0615	2,076	3

EMBRAPA cerrado	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
2,35699	2,206	2,239	65
p	2,239	2,272	644
0,219	2,272	2,305	1285
	2,305	2,338	1400
	2,338	2,371	860
	2,371	2,404	479
	2,404	2,437	182
	2,437	2,47	49
	2,47	2,503	23
	2,503	2,536	10
	2,536	2,569	2
	2,569	2,602	1

EMBRAPA pastagem	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
2,33144	2,214	2,239	57
p	2,2391	2,264	399
0,3284	2,2642	2,289	919
	2,2893	2,314	1164
	<b>2,3144</b>	<b>2,339</b>	1193
	2,3395	2,365	667
	2,3646	2,39	329
	2,3897	2,415	165
	2,4148	2,44	81
	2,4399	2,465	12
	2,465	2,49	12
	2,4901	2,515	2

EMBRAPA pastagem	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
2,72101	2,627	2,656	26
p	2,656	2,686	186
0,8142	2,686	2,716	610
	2,716	2,745	991
	2,745	2,775	1009
	2,775	2,804	941
	2,804	2,834	653
	2,834	2,864	322
	2,864	2,893	135
	2,893	2,923	63
	2,923	2,952	49
	2,952	2,982	15

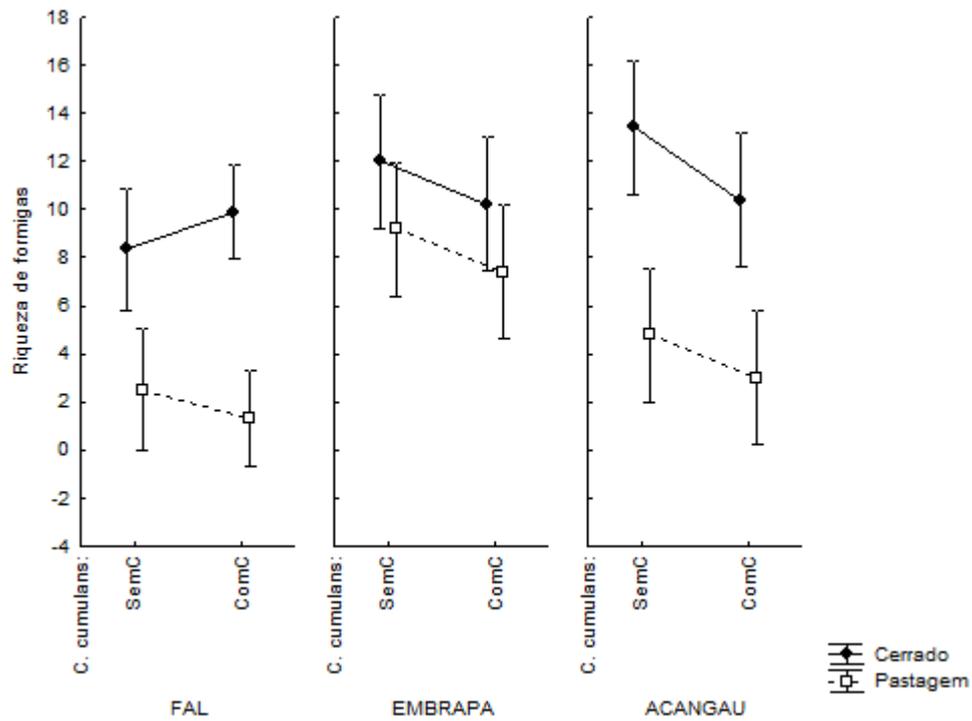
ACANGAU cerrado	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
1,9003	1,8487	1,861	41
p	1,861	1,873	377
0,4848	1,8732	1,885	872
	1,8854	1,898	1079
	<b>1,8977</b>	<b>1,91</b>	1011
	1,9344	1,947	237
	1,9466	1,959	82
	1,9588	1,971	29
	1,9711	1,983	9
	1,9833	1,996	12

ACANGAU cerrado	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
2,27899	2,208	2,224	64
p	2,224	2,24	223
0,5566	2,24	2,256	639
	2,256	2,272	895
	2,272	2,288	1009
	2,288	2,303	888
	2,303	2,319	595
	2,319	2,335	387
	2,335	2,351	169
	2,351	2,367	87
	2,367	2,382	26
	2,382	2,398	18

ACANGAU pastagem	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
1,22381	1,0429	1,079	160
p	1,0794	1,116	880
0,171	1,1159	1,152	1413
	1,1524	1,189	1080
	1,1889	1,225	700
	<b>1,2254</b>	<b>1,262</b>	399
	1,2619	1,298	172
	1,2984	1,335	90
	1,3349	1,371	61
	1,3714	1,408	31
	1,4079	1,444	9
	1,4444	1,481	5

ACANGAU pastagem	C-Score simulado		# Simulations
	Low	High	frequencia
Indice Obs			
1,47273	1,236	1,317	219
p	1,317	1,397	876
0,526	1,397	1,477	1572
	1,477	1,558	1020
	1,558	1,638	754
	1,638	1,718	271
	1,718	1,798	155
	1,798	1,879	86
	1,879	1,959	31
	1,959	2,039	8
	2,039	2,12	2
	2,12	2,2	6

**Anexo 5. Valores médios da riqueza de espécies de formigas com e sem a presença de *C. cumulans* nos dois habitats. As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança ( $F_{2,60}=0,846$ ;  $p =0,433$ ).**



## Anexo 6. Anova cupins

Univariate Tests of Significance for  $\ln(1+r_{iqcupins})$

Sigma-restricted parameterization

Effective hypothesis decomposition

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Localidade	5,9943	2	2,9972	16,063	0,000002
Habitat	4,9588	1	4,9588	27,658	0,000002
C. cumulans	0,3390	1	0,3390	1,864	0,177256
Localidade*Habitat	3,0690	2	1,5345	7,744	0,000590
Localidade*C. cumulans	0,4205	2	0,2102	1,156	0,321627
Habitat*C. cumulans	0,7844	1	0,7844	4,504	0,037101
Localidade*Habitat*C. cumulans	0,0555	2	0,0277	0,152	0,858915
Error	10,9107	60	0,1818		

## Anexo 7. Análise de coocorrência dos cupins.

Simulation frequencies:

FAL	C-Score simulado		#
CERRADO	Low	High	Simulations
Indice Obs	Low	High	frequencia
4,20825	3,92283	3,95137	27
p	3,95137	3,97992	58
0,011	3,97992	4,00846	315
	4,00846	4,037	1053
	4,037	4,06554	1299
	4,06554	4,09408	968
	4,09408	4,12262	574
	4,12262	4,15116	349
	4,15116	4,1797	187
	4,1797	4,20825	118
	4,20825	4,23679	36
	4,23679	4,26533	16

FAL	C-Score simulado		#
PASTAGEM	Low	High	Simulations
Indice Obs	Low	High	frequencia
2,86275	2,33333	2,40251	112
p	2,40251	2,47168	563
0,0334	2,47168	2,54085	999
	2,54085	2,61002	1254
	2,61002	2,67919	881
	2,67919	2,74837	612
	2,74837	2,81754	333
	2,81754	2,88671	121
	2,88671	2,95588	66
	2,95588	3,02505	41
	3,02505	3,09423	12
	3,09423	3,1634	6

EMBRAPA CERRADO		C-Score simulado		# Simulations
Indice Obs	Low	High	frequencia	
2,62903	2,55444	2,57409	37	
p	2,57409	2,59375	210	
0,7064	2,59375	2,61341	640	
	2,61341	2,63306	775	
	2,63306	2,65272	1066	
	2,65272	2,67238	934	
	2,67238	2,69204	738	
	2,69204	2,71169	372	
	2,71169	2,73135	145	
	2,73135	2,75101	63	
	2,75101	2,77067	16	
	2,77067	2,79032	4	

EMBRAPA PASTAGEM		C-Score simulado		# Simulations
Indice Obs	Low	High	frequencia	
2,64532	2,4803	2,51006	148	
p	2,51006	2,53982	778	
0,112	2,53982	2,56958	1276	
	2,56958	2,59934	1195	
	2,59934	2,62911	768	
	2,62911	2,65887	433	
	2,65887	2,68863	242	
	2,68863	2,71839	104	
	2,71839	2,74815	31	
	2,74815	2,77791	18	
	2,77791	2,80768	5	
	2,80768	2,83744	2	

ACANGAU CERRADO		C-Score simulado		# Simulations
Indice Obs	Low	High	frequencia	
2,53045	2,4031	2,42313	89	
p	2,42313	2,44315	572	
0,114	2,44315	2,46318	889	
	2,46318	2,4832	1072	
	2,4832	2,50323	973	
	2,50323	2,52326	674	
	2,52326	2,54328	387	
	2,54328	2,56331	194	
	2,56331	2,58333	101	
	2,58333	2,60336	44	
	2,60336	2,62339	4	
	2,62339	2,64341	1	

ACANGAU PASTAGEM		C-Score simulado		# Simulations
Indice Obs	Low	High	frequencia	
2,78042	2,64021	2,6616	36	
p	2,6616	2,68298	229	
0,1482	2,68298	2,70437	722	
	2,70437	2,72575	1100	
	2,72575	2,74713	1070	
	2,74713	2,76852	795	
	2,76852	2,7899	548	
	2,7899	2,81129	312	
	2,81129	2,83267	126	
	2,83267	2,85406	35	
	2,85406	2,87544	20	
	2,87544	2,89683	7	

**Anexo 8. Valores médios da riqueza de espécies de cupins com e sem a presença de *C. cumulans*. As barras verticais amostram 0,95 do intervalo de confiança ( $F_{2,60}=0,268$ ;  $p=0,765$ )**

