

SERGIO RODRIGO QUADROS DOS SANTOS

**SAZONALIDADE ATMOSFÉRICA E SUAS RELAÇÕES COM AS  
FORMIGAS (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) NA FLONA DE  
CAXIUANÃ-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau superior de Bacharel em Meteorologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr. Maria Isabel Vitorino

Belém-PA

Dezembro-2010

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

---

S237s Santos, Sergio Rodrigo Quadros dos Santos

Sazonalidade atmosférica e suas relações com as formigas (hymenoptera, formicidae) na Flona de Caxiuanã-PA/ Sergio Rodrigo Quadros dos Santos; Orientador: Maria Isabel Vitorino – 2010

35 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) – Faculdade de Meteorologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Quarto Período de 2010.

1. Formigas. 2. Clima. 3. Amazônia. 4. Floresta. I. Universidade Federal do Pará. II. Vitorino, Maria Isabel, *orient.* III. Título.

CDD 20º ed.: 595.796

---



Serviço Público Federal  
Universidade Federal do Pará  
Instituto de Geociências  
Faculdade de Meteorologia

35 anos formando Meteorologistas na Amazônia

**FICHA DE AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA DE TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO – TCC**

**ALUNO: SERGIO RODRIGO QUADROS DOS SANTOS**

**TÍTULO: “Sazonalidade Atmosférica e suas relações com as formigas  
(HYMENOPTERA, FORMICIDAE) na flona de Caxiuanã-PA”.**

**BANCA EXAMINADORA**

- 1- Profª Maria Isabel Vitorino (Orientadora)
- 2- Prof. Everaldo Barreiros de Souza (Membro)
- 3- Prof. Adriano M. L. Sousa (Membro)

9,0  
9,0  
9,0

CONCEITO:

EXC

Belém, 15 de dezembro de 2010.

Dedico esta conquista às mulheres  
de minha vida: minha mãe, Lucibela,  
minhas valorosas amigas, Thamiris e  
Ana Paula, e minha orientadora, Maria Isabel.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por estar sempre comigo; por me mostrar o melhor caminho a seguir e, principalmente, por permitir a realização deste trabalho.

Aos meus exemplos de vida, minha base, minha estrutura, meus pais, Lucibela Santos e Sergio Santos, por toda a formação e pela oportunidade de estudo que me proporcionaram. Sem eles, definitivamente não teria feito este trabalho.

Ao meu "irmão-amigo" João Paulo Santos, por todo companheirismo, amizade, lealdade, paciência desmedida, por ter me ensinado o real sentido da palavra "irmão".

A minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Maria Isabel Vitorino pela paciência, contribuição, dedicação, conselhos e orientação segura na realização deste trabalho e por ter sido uma das maiores incentivadoras do meu sucesso, e pela grande amizade construída.

Aos professores, Dr. Everaldo Souza e Dr. Adriano Marlisom, pelo apoio e pelas valiosas contribuições e sugestões dadas para a realização desse trabalho.

As minhas valorosas amigas Paulinha "pequeno" e Thamiris pelas manhas mais alegres, conselhos, risadas e os momentos tensos que são comuns na Faculdade.

Aos amigos da faculdade, Flávio Soares, Danúbia Fôro, Marcelo Favacho, Silvia Garcez, dentre outros, pelo companheirismo e pelo especial apoio.

Aos amigos Adriano Alves, Deivide Maia, Kleber Santos, Romulo Rocha, Hildo Garcia, Ronaldo Rodrigues, Priscilla Barreto e Rommel Benicio pelos momentos de descontração e incentivo

Ao IBAMA que proporcionou todas as facilidades para o bom andamento de dados na Reserva Florestal de Caxiuanã.

Aos projetos LBA e TEAM, pelo fornecimento dos dados para a realização desde trabalho.

Ao CNPq pela bolsa ITI concedida ao projeto "CENÁRIOS PARA A AMAZÔNIA": USO DA TERRA, BIODIVERSIDADE E CLIMA. Processo: 183238/2009-5.

A todos, muito Obrigado!

“Vai ter com a formiga, ó preguiçoso,  
considera os seus caminhos e sê sábio.  
Não tendo ela chefe, nem oficial, nem  
comandante, no estio, prepara o seu pão,  
na sega, ajunta o seu mantimento.”  
(Provérbios 6: 6-8)

## RESUMO

A variabilidade temporal da fauna de formigas coletadas em Caxiuanã-PA, durante o protocolo de formigas de serrapilheira do Projeto TEAM/Caxiuanã foram estudadas a partir das condições meteorológicas locais observadas nos meses de janeiro e abril (estação chuvosa), e julho e outubro (estação menos chuvosa) para o período de 2006 e 2007. Para isso, foram utilizados dados meteorológicos da torre micrometeorológica de Caxiuanã. Durante a estação chuvosa, notou-se o predomínio de elevados valores de precipitação, umidade do solo e baixas temperaturas do ar. Na estação menos chuvosa, observou-se comportamento oposto do período chuvoso para as variáveis meteorológicas. Em geral, observou-se que a frequência de formigas é maior quando há redução da precipitação, da umidade do solo, e do aumento da temperatura do ar. Percebeu-se ainda, que as correlações estatísticas (polinomial de segunda ordem) entre as variáveis atmosféricas e a frequência de formigas mostram claramente que estas ocorrem de modo inverso para a precipitação e a umidade do solo, e direto para a temperatura do ar. Estes resultados sugerem que a maioria das formicidae se desenvolvem em ambientes quentes e úmidos.

**Palavras-Chave:** Formigas, Clima, Amazônia, Floresta.

## **ABSTRACT**

The temporal variability of ant fauna collected in Caxiuanã-PA during the protocol-litter ants Project TEAM / Caxiuanã were studied from the local meteorological conditions observed during the months of January and April (rainy season) and July and October (less rainy season) for the period 2006 to 2007. For this, we used meteorological data from micrometeorological tower Caxiuanã. During the rainy season, it was noted the predominance of high values of precipitation, soil moisture and low air temperatures. At least rainy season, we observed the opposite behavior of the rainy season for the meteorological variables. In general, we found that the frequency of ants is greater when there is decrease in rainfall, soil moisture, and increased air temperature. There was also that the statistical correlation (second order polynomial) between the atmospheric variables and the frequency of ants clearly show that they occur in reverse order for the precipitation and soil moisture, and direct to the air temperature. These results suggest that most formicidae thrive in hot and humid environments.

**Keywords:** Ants, Climate, Amazon, Forest.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1. Mapa de localização da ECFPn e das áreas de coleta de formigas.....19
- Figura 2. Variação temporal da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar, durante os meses em que se realizaram as campanhas de coleta de formiga na região de Caxiuanã, Melgaço-PA.....22
- Figura 3. Variação temporal da umidade, durante os meses em que se realizaram as campanhas de coleta de formiga na região de Caxiuanã, Melgaço-PA.....23
- Figura 4. Variação temporal da frequência de indivíduos de formigas na Flona de Caxiuanã –PA, durante 2006 e 2007.....24
- Figura 5. Variação temporal dos principais gêneros das formigas na estação chuvosa (a) e menos chuvosa (b) de 2006.....25
- Figura 6. Variação temporal dos principais gêneros das formigas na estação chuvosa (a) e menos chuvosa (b) de 2007.....25
- Figura 7. Correlações estatísticas entre as formigas e as variáveis meteorológicas para o período de 2006 a 2007. (a) Precipitação versus formiga; (b) temperatura do ar versus formiga.....26
- Figura 8. Correlações estatísticas entre as formigas e a variável meteorológicas, umidade do solo, para o período de 2006 a 2007.....26

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ENOS - El Niño-Oscilação Sul

LBA - Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia

LI - Linhas de Instabilidade

OMJ - Oscilações de Madden e Julian

PRP - Precipitação

ROL - Radiação de Onda Longa

TEAM - Projeto de Ecologia, Avaliação e Monitoramento de Florestas Tropicais

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO GERAL.....	14
1.2	OBJETIVO ESPECIFICOS.....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
2.1	ASPECTOS GERAIS SOBRE O CLIMA DA AMAZÔNIA.....	15
2.2	ASPECTOS GERAIS SOBRE AS FORMICIDAE NA AMAZÔNIA....	16
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1	ÁREA EM ESTUDO.....	19
3.2	DADOS UTILIZADOS.....	20
3.3	DADOS ESTATÍSTICOS.....	21
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>21</b>
4.1	VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS .....	21
4.2	FORMICIDAE E AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.....	24
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A floresta Amazônica é uma importante região do globo por sua conhecida fonte de energia para a circulação geral da atmosfera, desempenhando um papel ativo em relação às trocas energéticas dentro do sistema solo-planta-atmosfera (MOLION, 1985, SÁ et al. 1986). A bacia amazônica contém uma variedade de ecossistemas e grande riqueza em termos de diversidade biológica e étnica. Esta região contém a mais extensa floresta tropical do globo e possui recursos hídricos abundantes, com mais de cinco milhões de quilômetros quadrados, e responde por aproximadamente um quarto das espécies animais e vegetais do planeta (MARENGO et al. 2006). Apresenta clima quente e úmido, onde os gradientes de temperaturas são muito pequenos, muita nebulosidade e bastante precipitação convectiva, ocorrendo durante todo ano uma grande incidência dos raios solares. A umidade do ar presente, embora com valores altos, sofre variações acentuadas no tempo e no espaço. Estas condições atmosféricas são moduladas por sistemas meteorológicos que ocorrem desde a escala local, meso até a grande escala, tais como: os cumulonimbus isolados, as linhas de instabilidade e a Zona de Convergência Intertropical, entre outros (COHEN et al. 1995; MACHADO et al. 2002; MOTA; SOUZA, 1996).

Segundo Lindsay e Bayoh (2004) o clima é o mais importante fator que governa a distribuição dos insetos sobre grandes áreas terrestres, sendo o calor e a umidade do ar e do solo essenciais para a reprodução, o desenvolvimento e a sobrevivência da maioria dos insetos. Segundo Bale et al. (2002) a temperatura do ar é o fator abiótico que afeta diretamente o desenvolvimento, a reprodução e a sobrevivência dos insetos herbívoros. No entanto, há evidências de que o efeito da temperatura do ar e da precipitação em alguns insetos pode ser contraditório, devido a influência da fertilidade do solo e da distribuição desigual das espécies entre as plantas (BLANCHE, 2000).

As formigas (família Formicidae) fazem parte da ordem Hymenoptera que constitui um dos grupos mais diversos e bem adaptados entre os insetos (BORROR; DE LONG, 1988). Dentre a extraordinária diversidade de insetos

nas regiões tropicais, as formigas se destacam. Por apresentarem grande riqueza em espécies e de funções ecológicas nos ecossistemas (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Muitas são detritívoras, outras são predadoras ou se alimentam de produtos vegetais como néctar e sementes, e há ainda um grupo especializado, os cultivadores de fungo da tribo Attini, a qual inclui algumas espécies que podem causar severas desfolhas às plantas (SCHULTZ; MCGLYNN, 2000). Sua sensibilidade às mudanças no ambiente e sua relação com a estrutura das comunidades de outros organismos fazem das formigas potenciais indicadores ambientais (MAJER, 1997).

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a sazonalidade das condições meteorológicas locais, com a frequência de indivíduos de formigas na flona de Caxiuanã.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a variabilidade temporal das variáveis atmosféricas e das formicidae.
- Determinar as correlações estatísticas entre as variáveis meteorológicas e a frequência de indivíduos de formicidae.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE O CLIMA DA AMAZÔNIA

Estudos observacionais mostram que a atmosfera tropical é modulada pelas oscilações intrasazonais associadas com as Oscilações de Madden e Julian (OMJ) (MADDEN; JULIAN, 1971, 1972; LAU; CHAN, 1983; WEICKMANN et al., 1985, KOUSKY; KAYANO, 1994) e pelas oscilações interanuais associadas com a El Niño-Oscilação Sul (ENOS) (GU; PHILANDER, 1995). Essas oscilações influenciam os padrões de anomalias da circulação atmosférica que estão relacionados com as variações na precipitação de muitas regiões dos trópicos e subtropicais. Segundo Krishnan e Kasture (1996), as mudanças no escoamento de larga escala, causadas pelas anomalias do ENOS, afetam a propagação das oscilações de 30-60 dias. Lau e Chan (1986), utilizando dados de radiação de onda longa (ROL), observaram que durante o El Niño 1982/83 a convecção associada às oscilações de 40-50 dias apareceram esporadicamente no Pacífico Oeste.

A OMJ consiste de um mecanismo de escala planetária com distúrbios em ambos os padrões tropicais de circulação e de convecção profunda, o qual se propaga para leste ao longo do equador como uma onda atmosférica tropical, cujo ciclo completo ao redor do globo apresenta duração de aproximadamente 30 a 60 dias (SOUZA; AMBRIZZI, 2006). Durante o seu ciclo de vida, o ambiente de grande escala da OMJ afeta diretamente a variabilidade atmosférica regional das inúmeras regiões oceânicas e continentais dentro dos trópicos, inclusive na América do Sul (KOUSKY; KAYANO, 1994; SOUZA; AMBRIZZI, 2006).

Estudos realizados por Souza et al (2009) permitiram que a comunidade científica compreendesse que uma característica intrínseca do clima da Amazônia é a presença de um amplo espectro de variações no tempo e espaço da atividade convectiva tropical e da precipitação. Na verdade, esta última variável climática pode ser considerada a mais importante na região. Sabe-se, ainda, que a maior parte da precipitação sobre o a região Amazônica ocorre entre as estações de verão e outono austral (FIGUEROA; NOBRE, 1990; MARENGO et al., 2001; SOUZA; AMBRIZZI, 2003), em associação,

principalmente, aos padrões de circulação atmosférica quase-estacionários de grande escala ligados à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A ZCIT exerce um papel preponderante na modulação do regime pluviométrico na região equatorial, podendo ser considerada o sistema meteorológico de grande escala de maior importância na região (LOPES, 2009). A ZCAS é um fenômeno meteorológico de escala intra-sazonal que influencia a distribuição de precipitação, sendo em muitos casos, responsável por variabilidades no clima regional da Amazônia (KODAMA, 1992; LIEBMANN et al., 1999; NOGUES-PAEGLE; MO, 1997; QUADRO, 1994).

É interessante observar que os mecanismos de precipitação na Amazônia variam no decorrer do ano. Enquanto as zonas de convergência (ZCIT e ZCAS) são muito influentes no verão austral, em outras épocas do ano outros mecanismos não tão eficientes quanto os anteriores, são responsáveis pela maior parte da precipitação na Amazônia, como é o caso das linhas de instabilidade (LI) geradas no litoral, a Nordeste da Amazônia, mais frequentes no período de abril a agosto (COHEN et al., 1995). Essas linhas de instabilidade são mais eficientes em gerar precipitação em anos úmidos, quando o fenômeno El Niño não se manifesta intensamente.

Efetivamente, a região da Amazônia atua como uma fonte de calor para a atmosfera, influenciando nas condições meteorológicas de regiões remotas e locais (GANDU; SILVA DIAS, 1998), o que torna o estudo da circulação atmosférica na Amazônia importante para o entendimento do tempo e do clima em regiões afastadas dos trópicos.

## 2.2 ASPECTOS GERAIS SOBRE AS FORMICIDAE NA AMAZÔNIA

As florestas tropicais são ecossistemas com elevada diversidade de processos ecológicos e abrigam maior diversidade biológica que qualquer outro ambiente terrestre (BAWA et al. 2004). Isso está relacionado principalmente à alta abundância de espécies de insetos, e outros artrópodes, nessas áreas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). As estimativas de riqueza, com números de milhões de espécies ainda não catalogadas, desta classe de invertebrados (BASSET et al. 1996; ODEGAARD et al. 2000) e o desflorestamento

desenfreado nas regiões tropicais (TABARELLI; GASCON 2005), contribuem para a relevância dos estudos de distribuição, diversidade e composição destes organismos dentro das florestas tropicais. O conhecimento sobre a estrutura e o funcionamento desses ecossistemas constitui um elemento fundamental face aos desafios conservacionistas deste século (BAWA et al. 2004).

A Amazônia é uma das principais zonas tropicais da região Neotropical com muitos centros de endemismo (SILVA et al. 2005); alta diversidade local e riqueza de espécies em seus vários tipos florestais; e elevada heterogeneidade de habitats, a qual explica, de certo modo, os endemismos e a elevada biodiversidade. Na floresta tropical pluvial amazônica a diversidade de insetos é bastante elevada em relação a uma floresta temperada ou subtropical, provavelmente devido à ampla variedade de locais para nidificação como reflexo da história evolutiva da região (BENSON; HARADA, 1988; MAJER; DELABIE, 1994; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Em ambientes estruturalmente complexos, como as florestas tropicais, as formigas são consideradas um dos principais componentes biológicos, compreendendo um terço da biomassa animal, junto com os cupins (Fittkau ;Klinge 1973). Elas formam a megadiversa família Formicidae (Insecta, Hymenoptera), a qual está constituída de 21 subfamílias, aproximadamente 300 gêneros e mais de 12400 espécies descritas (Bolton 2003; Agosti; Johnson 2009). Para a região Neotropical são conhecidas 14 subfamílias, 119 gêneros com cerca de 3000 espécies viventes (Fernández 2007). Em ecossistemas tropicais, formicídeos são organismos dominantes em riqueza de espécies, abundância e diversidade em vários habitats; sendo encontrados em todos os estratos florestais, utilizando inúmeros recursos e desenvolvendo funções relevantes na ciclagem de nutrientes (Hölldobler; Wilson 1990; Longino; Nadkarni 1990; Diehl-Fleig 1995).

A heterogênea distribuição das comunidades de formigas na região amazônica está relacionada a fatores bióticos e abióticos relacionados entre si. Vasconcelos et al. (2003) encontraram forte influência da topografia sobre a abundância e a densidade de ninhos de formigas; além de diferenças na composição de espécies entre os sítios de platô e vale de uma floresta na Amazônia central, sendo que o elemento topográfico estava correlacionado à vegetação e ao tipo de solo.

As florestas de várzea (sazonalmente inundadas) na Amazônia são mais pobres em espécies de formigas comparadas às florestas de terra firme (MAJER; DELABIE 1994; VASCONCELOS 2007); além disso, o solo e a serrapilheira são mais ricos em espécies que a vegetação, porém, quando analisada apenas a mirmecofauna da várzea, a riqueza de espécies é maior na vegetação que no solo ou na serrapilheira (MAJER; DELABIE 1994). Estas tendências, por sua vez, são influenciadas pela capacidade adaptativa e hábito alimentar das espécies encontradas.

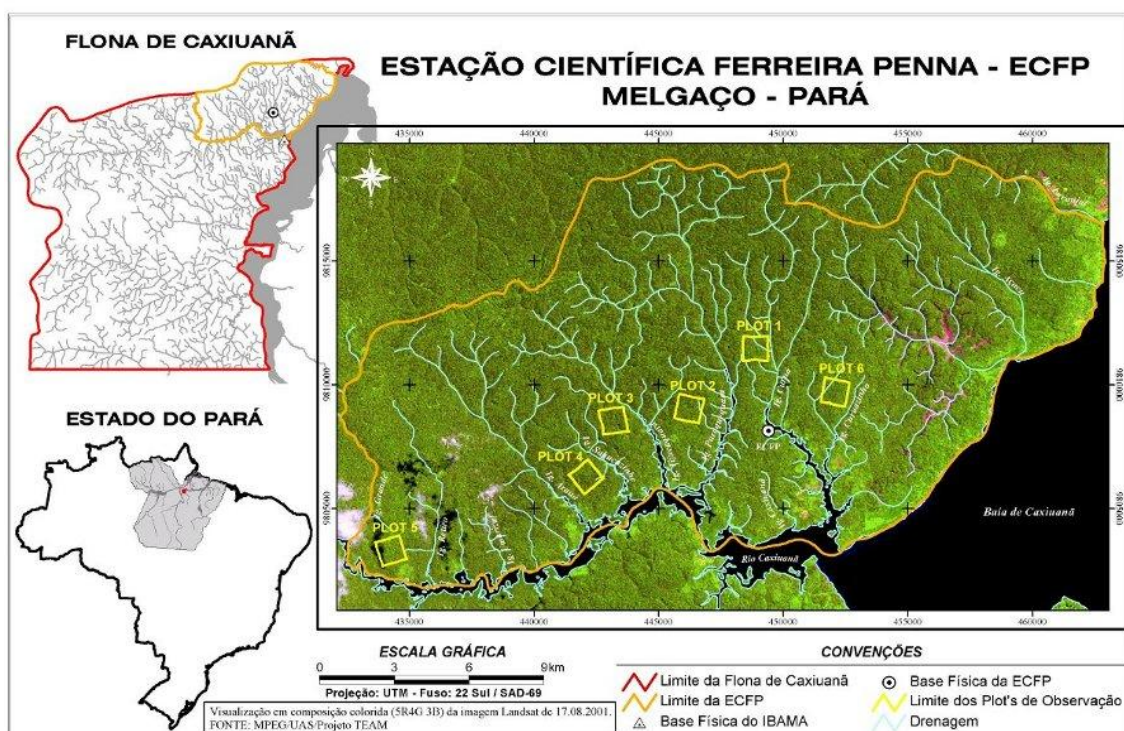
Nas áreas mais elevadas (de terra firme) há dominância de espécies predadoras devido, entre outros fatores, a alta disponibilidade de presas, e baixa frequência de espécies onívoras ou saprófagas; enquanto que nas áreas de várzea a frequência relativa de espécies com hábitos onívoros ou saprófagos é similar à das predadoras (MAJER; DELABIE 1994). Ketelhut (2004) encontrou maior diversidade e riqueza de espécies de formigas no solo do que na vegetação, em cultivos e floresta de várzea de uma ilha na Amazônia Central. Esta autora sugere que o padrão de diversidade encontrado está relacionado ao clima e ao intervalo de inundação, com intensa atividade das formigas em períodos climáticos intermediários aos picos de vazante (com pouca chuva) e de cheia (com muita chuva).

Por outro lado, podem existir diferenças na distribuição de espécies de formigas em um mesmo tipo florestal. Benson; Brandão (1987) observaram diferenças na riqueza de espécies e baixa similaridade na composição de espécies do gênero *Pheidole* entre áreas de terra firme na região de Carajás, sudeste da Amazônia. Além disso, espécies simpátricas deste gênero, na Amazônia, apresentam diferenças na atividade de forrageamento e dieta em um mesmo tipo vegetacional (MOUTINHO 1991).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA EM ESTUDO

A área em estudo está localizada na Floresta Nacional de Caxiuanã ( $1^{\circ}42'30''\text{S}$  e  $51^{\circ}31'45''\text{W}$ )(figura 1), distante em torno de 400 km de Belém, no município de Melgaço-Pa. Essa Floresta é constituída, em 85% de sua área, por floresta densa de terra firme, com dossel médio das árvores entre 30 a 40m de altura, as quais, entretanto só interceptam pouco mais de 10% da precipitação incidente (MORAES, et al. 1997). Apresenta duas estações bem distintas ao longo do ano, uma chuvosa compreendida nos meses de dezembro a maio, e outra menos chuvosa que se estende de junho a novembro (COSTA et al. 2006). Segundo Ruivo et al. (2000), na região predominam solos classificados como Latossolos, que variam de bem a moderadamente drenados, cor bruno-amarelo-escuro a vermelho-amarelado; a textura varia de arenosa à argilosa.



**Figura 1-** Mapa de localização da ECFPn e das áreas de coleta de formigas.

### 3.2 DADOS UTILIZADOS

Para a análise das condições meteorológicas locais foram utilizados totais mensais de precipitação pluviométrica (mm), temperatura do ar (°C) e umidade do solo ( $m^3m^{-3}$ ) nas profundidades de 5cm, para os meses representativos ao período chuvoso (janeiro e abril) e menos chuvoso (julho e outubro), durante os anos de 2006 e 2007. Para a aquisição destes dados utilizou-se os seguintes sensores, CS616-L50 que mede a umidade do solo, HMP45AC que mede a temperatura do ar e o pluviógrafo TB4-L RAIN GAUGE. Esses sensores são de baixa frequência e estão conectados a um datalogger modelo CR10X (Campbell Scientific). Os quais fazem parte de uma estação meteorológica automatizada que esta instalada em uma torre micrometeorológica de 54m de altura. Os dados foram coletados em campanhas mensais e registrados a cada 30 minutos, em seguida foram tratados e encaminhados a um banco de dados.

A torre micrometeorológica e todos os seus sensores pertencem ao Programa LBA (Large Scale Biosphere-Atmosphere in Amazon Program) (VON RANDOW, et al. 2002 ), o qual envolve pesquisas interdisciplinares sobre o funcionamento da Amazônia como entidade regional, com respeito aos ciclos da água, carbono, gases do efeito estufa e nutrientes; e como as alterações dos usos da terra e do clima afetam o funcionamento biológico, físico e químico dos ecossistemas amazônicos.

As coletas das formigas foram realizadas em seis parcelas de 1 km<sup>2</sup>, durante o protocolo de formigas de serrapilheira do Projeto TEAM/Caxiuanã (Projeto de Ecologia, Avaliação e Monitoramento de Florestas Tropicais ) (SOUZA, et al. 2007), em seis áreas em torno de 20~50 km da torre micrometeorológica para o mesmo período. Neste estudo foi considerada a frequência de ocorrência de indivíduos, devido à representação da escala de tempo das variáveis meteorológicas.

O método de amostragem utilizado neste estudo foi o extrator de Winkler. Ele é apropriado para usar em ambientes de floresta, para coletar formigas que utilizem a serapilheira para forragear ou para abrigar-se (BESTELMEYER et al. 2000), e foi considerado o mais eficiente em número de espécies coletadas (DELABIE et al. 2000; FISHER et al. 2000).

### 3.3 ANÁLISE ESTATÍSTICAS

Testes de regressões logarítmicas, exponenciais, lineares, potenciais e polinomiais de segunda ordem foram aplicados para dar subsidio aos resultados (tabela 1). Porém foram usadas apenas as regressões polinomiais de segunda ordem, por apresentar resultados mais significantes de  $r^2$ .

Tabela 1 – valores de  $r^2$  para as variáveis meteorológicas e as formicidae

Funções	Prp x Formicidae	Temperatura do ar x Formicidae	Umidade do solo x Formicidae
Exponencial	0,10	0,30	0,66
Linear	0,13	0,42	0,70
Polinomial de segunda ordem	0,68	0,67	0,72
Logarítmica	0,35	0,41	0,70
Potencial	0,28	0,29	0,65

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.

O total pluviométrico em Caxiuanã (Figura 2) para 2006 e 2007, durante os meses correspondentes a estação chuvosa e menos chuvosa foi de 638 mm e 121 mm, e de 365 mm e 159 mm, respectivamente. Observou-se ainda que

para 2006 e 2007 a temperatura do ar média na estação chuvosa e menos chuvosa foi de 22,4 °C e 24,4 °C, e de 23,7 °C e 24,2 °C, respectivamente. Nota-se que os totais pluviométricos da estação chuvosa de 2006 foram maiores que o do ano de 2007, porém quando analisamos os totais da estação menos chuvosa verificamos que foram menores em 2006 e maiores em 2007. Esta variabilidade intrasazonal da precipitação pode estar relacionada com a OMJ (Oscilações de Madden e Julian), fenômeno cujas conseqüências para a Amazônia foram estudadas por Souza e Ambrizzi (2006).

Verificou-se ainda que a média da temperatura do ar da estação chuvosa de 2006 foi menor que a de 2007, isto pode estar relacionado com o aumento de nebulosidade que ocorre na estação chuvosa, reduzindo a quantidade de radiação solar na superfície terrestre, conseqüentemente observa-se temperaturas mais baixas do que a estação menos chuvosa. Segundo Nobre et al. (1991) a variabilidade temporal da precipitação associada a ocorrência de eventos extremos (excesso ou escassez) prolongado fazem parte do controle natural dos ecossistemas. Por isso, ter compreensão da variabilidade climática dos extremos de chuvas e secas, pode fornecer elementos para a preservação e desenvolvimento sustentável de uma região, de modo a lidar com os episódios adversos.

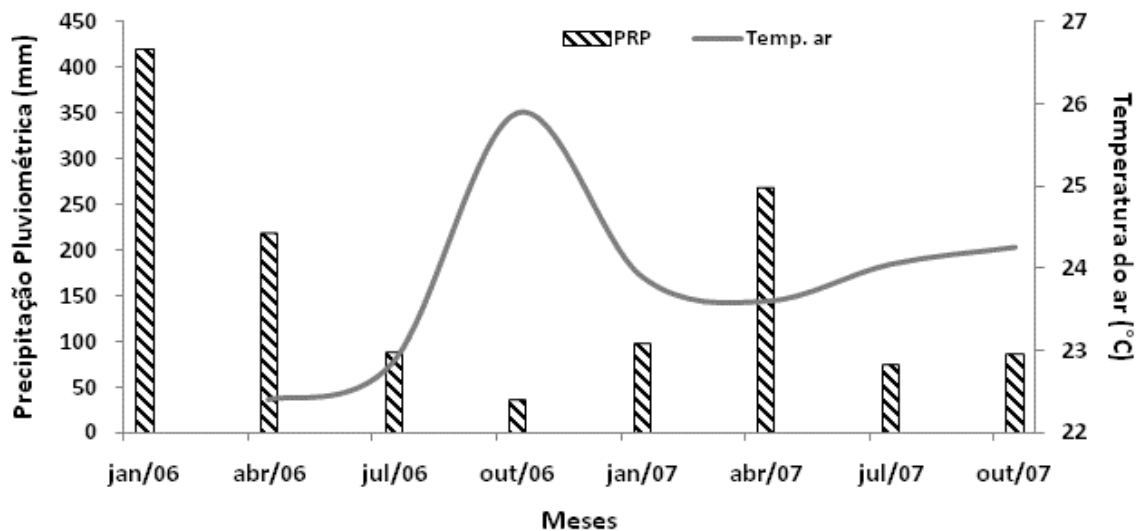


Figura 2 - Variação temporal da precipitação pluviométrica e da temperatura do ar, durante os meses em que se realizaram as campanhas de coleta de formiga na região de Caxiuanã, Melgaço-PA.

A umidade do solo é um elemento importante, pois regula as atividades dos organismos e limita a distribuição dos mesmos dentro de um ecossistema (ODUM, 1988). Neste sentido, nota-se na Figura 3 que durante a estação chuvosa e menos chuvosa de Caxiuanã para 2006 e 2007 indica valores de umidade do solo em 2006 e 2007 de  $0,446 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  e  $0,422 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  na estação chuvosa, e  $0,360 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  e  $0,376 \text{ m}^3.\text{m}^{-3}$  na menos chuvosa, respectivamente.

Verificou-se que na estação chuvosa, de ambos os anos, a umidade do solo foi maior que na estação menos chuvosa, pois na estação chuvosa há maior frequência do molhamento do dossel e desta forma há maior disponibilidade hídrica para a floresta. Vale ressaltar que os valores de umidade do solo foi maior na estação chuvosa de 2006, pois os totais pluviométricos dessa estação foram maiores que o de 2007, uma análise análoga pode ser feita para a estação menos chuvosa.

Os estudos de Paul et al., (2003) demonstram que a temperatura do solo afeta também o crescimento das plantas diretamente (com seu efeito na atividade fisiológica) e indiretamente (com seu efeito na disponibilidade de nutrientes do solo) e os estudos de Sanches *et al.*, (2008) evidencia que a variação no conteúdo do solo é devido o efeito de mudanças na fisiologia vegetal.

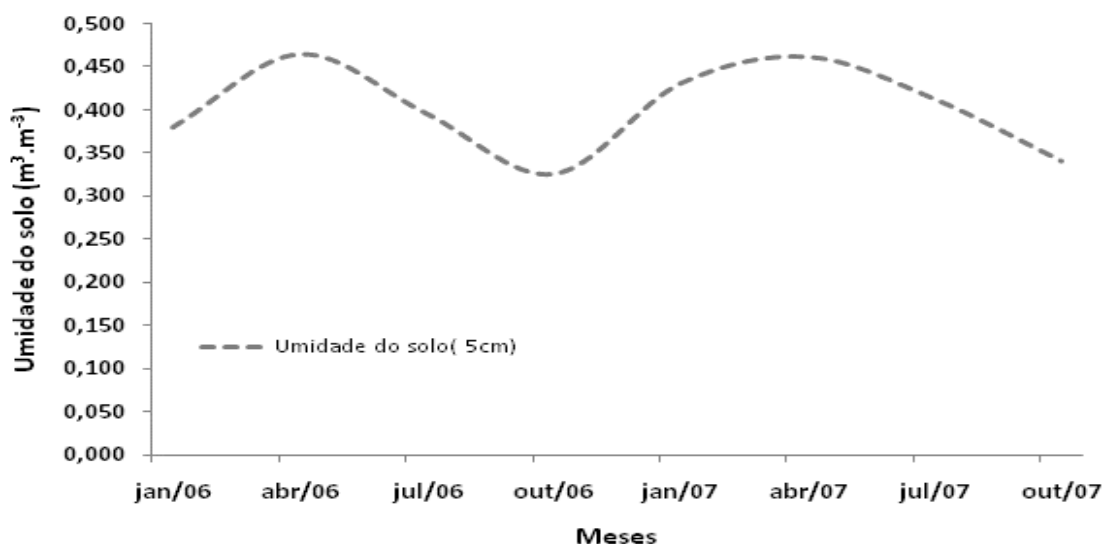


Figura 3 - Variação temporal da umidade, durante os meses em que se realizaram as campanhas de coleta de formiga na região de Caxiuanã, Melgaço-PA.

## 4.2 FORMICIDAE E AS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Nota-se que a freqüência de formigas é maior na estação chuvosa de 2007 e menor da de 2008, porem a estação menos chuvosa de 2006 apresenta uma maior freqüência de formigas do que a de 2007(figura 4). Verificou-se, anteriormente, que a estação chuvosa de 2007 e a estação menos chuvosa de 2006 apresentaram menores valores de precipitação (figura 2), de maneira análoga essa analise pode ser feita para as demais variáveis meteorológicas dem estudo, desta forma a freqüência de formiga é maior quando há menores valores de precipitação. Com a diminuição significativa da precipitação a umidade do solo diminui principalmente nas camadas superiores do solo, havendo também um aumento da temperatura do ar e do solo. Os estudos de Araújo et al., (2002) mostram que as florestas Amazônicas apresentam altas taxas de evapotranspiração, mesmo na estação menos chuvosa .Isso ocorre porque as árvores da Floresta Amazônica, na sua maioria, têm raízes profundas, atingindo o lençol freático nas camadas inferiores do solo. Assim, as formigas da floresta de Caxiuanã mostram-se adaptadas ao clima quente e úmido da região, pois quanto mais quente e úmido, umidade esta originada da evapotranspiração, maior será a freqüência e a riqueza de gêneros das formigas.

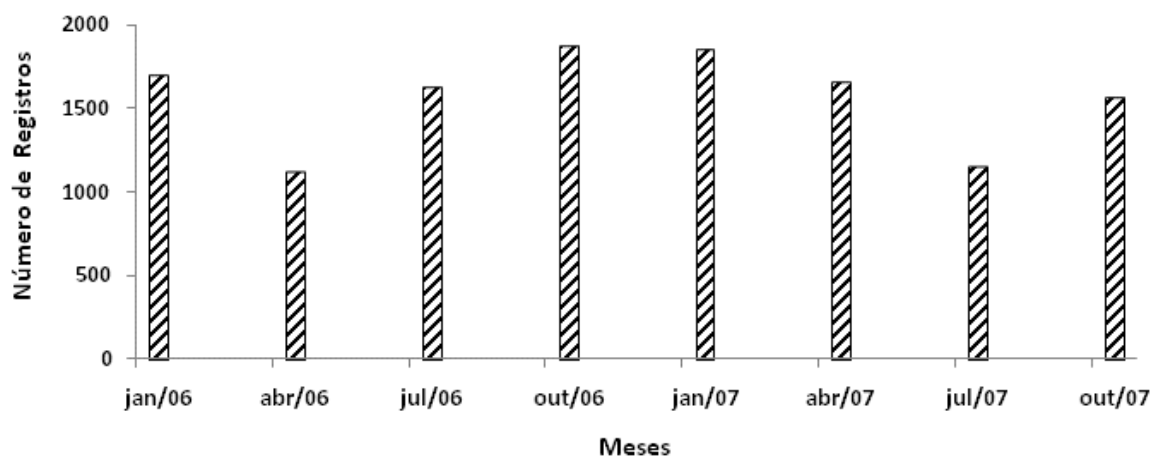


Figura 4 - Variação temporal da freqüência de indivíduos de formigas na Flona de Caxiuanã –PA, durante 2006 e 2007.

Os gêneros que apresentaram maior freqüência na amostra de dados em ambos os anos estudados foram os *Crematogaster*, *Hypoconera*, *Pheidole* e *Solenopsis*. Segundo Fernández (2003) estes gêneros possuem grande

abundância, riqueza e capacidade adaptativa nos nichos ecológicos na região neotropical. Fagundes et al. (2009) ressalta que, várias explicações podem ser dadas para a existência das variações temporais de espécimes de formigas no decorrer das estações. A disponibilidade de alimentação é um dos principais fatores relacionados a abundância das formigas. Comportamentos específicos como hábitos nômades de armazenamento de alimentos ou especificidade de habitat podem determinar a permanência de uma espécie, durante e após a variação das condições atmosféricas locais.

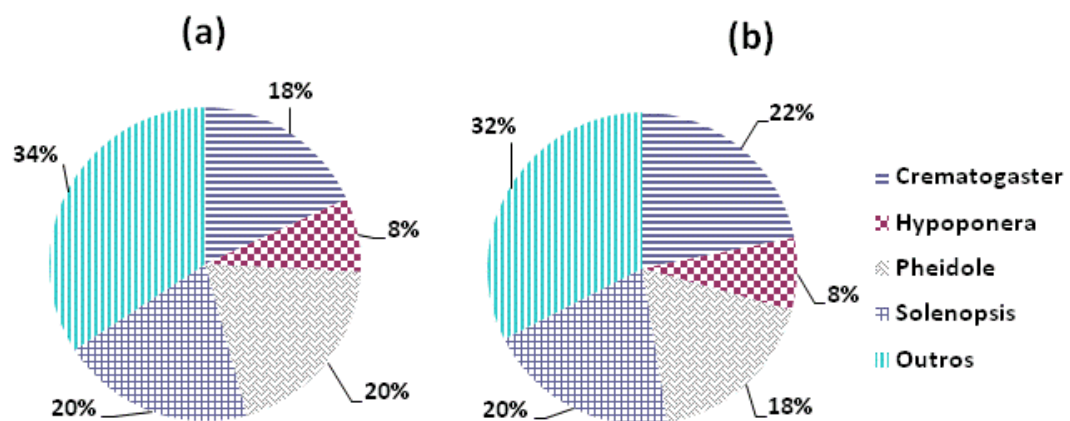


Figura 5 – Variação temporal dos principais gêneros das formigas na estação chuvosa (a) e menos chuvosa (b) de 2006.

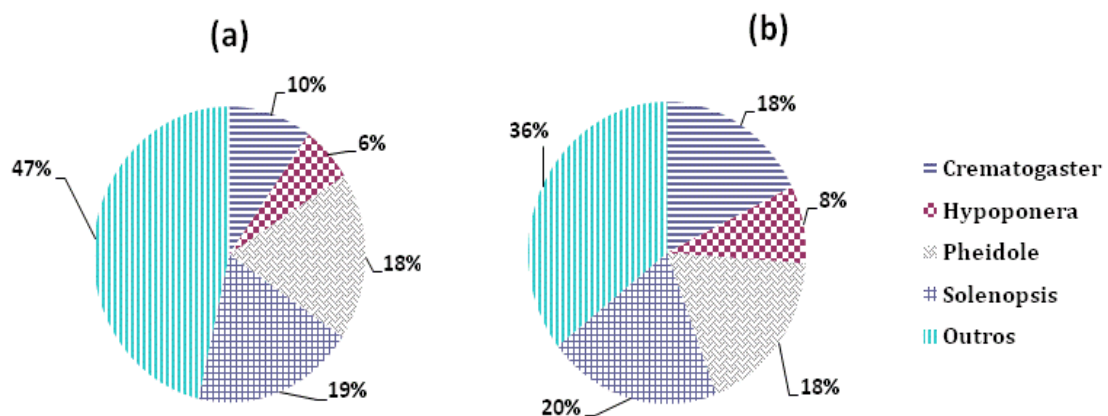


Figura 6 – Variação temporal dos principais gêneros das formigas na estação chuvosa (a) e menos chuvosa (b) de 2007.

### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A correlação polinomial de segunda ordem mostra que as formicidae apresentam uma alta correlação com a precipitação (68%), com a temperatura do ar (67%) (figura7) e com a umidade do solo (72%) (figura8). Mostrando claramente que estas ocorrem de modo inverso a precipitação e a umidade do solo, ou seja, a medida que um aumenta o outro diminuiria e direto a temperatura do ar, ou seja, quando a variável aumenta a frequência de formiga também aumentara. Desta forma, as condições atmosféricas em Caxiuanã influenciam a fauna de formigas, onde as mesmas respondem dinamicamente aos estímulos ou restrições impostas por estas condições atuantes. Assim sendo, Hölldobler; Wilson (1990) sugerem que a temperatura e a umidade do ar e do solo criam um envelope de restrições para as diferentes espécies de formigas, influenciando na sua reprodução, distribuição e sobrevivência.

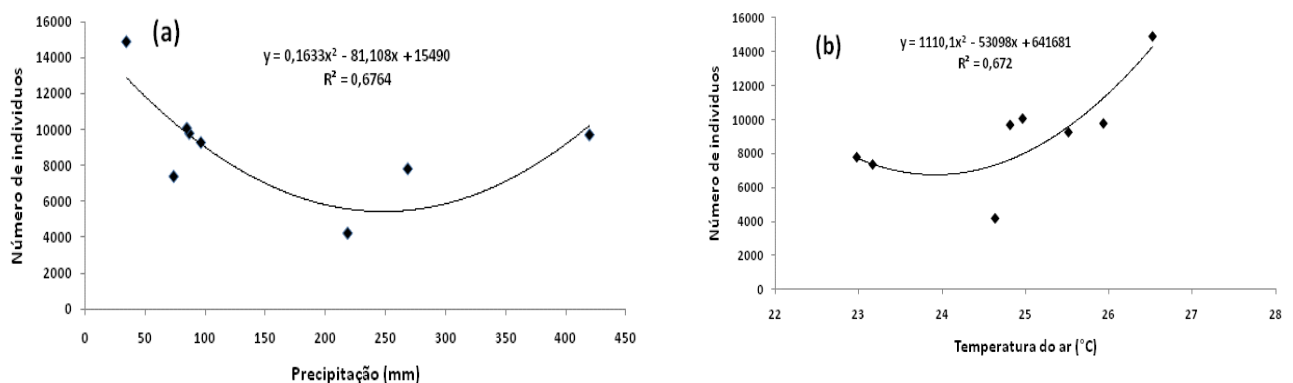


Figura 7 - Correlações estatísticas entre as formigas e as variáveis meteorológicas para o período de 2006 a 2007. (a) Precipitação versus formiga; (b) temperatura do ar versus formiga.

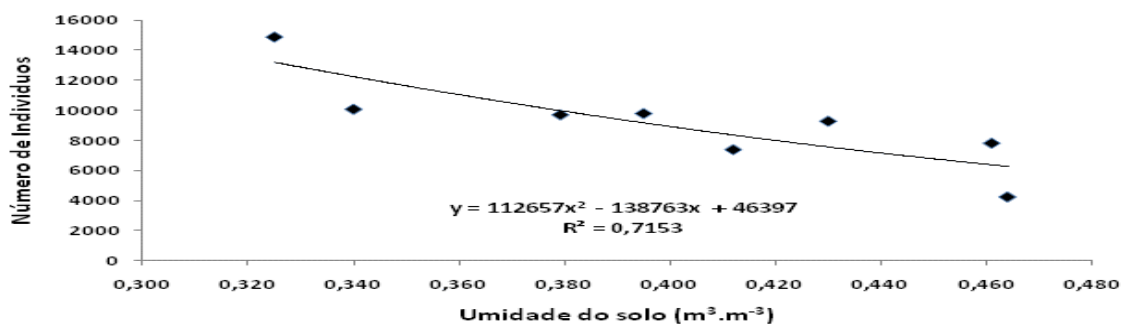


Figura 8 - Correlações estatísticas entre as formigas e as variável meteorológica, umidade do solo, versus formiga para o período de 2006 a 2007.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho constatou a sazonalidade dos parâmetros meteorológicos e a abundância de formicidae na Floresta Nacional de Caxiuanã, no período de 2006 a 2007. Durante a estação chuvosa, notou-se o predomínio de elevados valores de precipitação, umidade do solo e baixas temperaturas do ar. Na estação menos chuvosa, observou-se comportamento oposto do período chuvoso para as variáveis meteorológicas. Em geral, observou-se que a frequência de formigas é maior quando há redução da precipitação, da umidade do solo, e do aumento das temperaturas do ar. Os gêneros das formigas *Crematogaster*, *Hypoponera*, *Pheidole* e *Solenopsis* apresentaram maior quantidade de indivíduos, já que os mesmos têm grande capacidade adaptativa nos nichos ecológicos.

As correlações estatísticas (polinomial de segunda ordem) entre as variáveis atmosféricas e a frequência de formigas mostram claramente que estas ocorrem de modo inverso a precipitação e a umidade do solo, e direto a temperatura do ar. Isto pode significar que a família das formicidae se desenvolve em ambientes quentes e úmidos. Consideramos que a amostra dos dados para este estudo pode ser ainda incipiente para maiores conclusões. No entanto, os resultados indicam que existem relações entre as formigas e as variáveis meteorológicas locais. Todavia, a coleta de dados biológicos desta natureza, representativos da floresta amazônica, ainda é alvo de complexa atividade científica de campo, em áreas de difícil acesso.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, A.C.; OBRE, A.D.; KRUIJT, B.; ELBERS, J.A.; DALLAROSA, R.; STEFANI, P.; RANDOW, C.; MANZI, A.O.; CULF, A.D.; GASH, J.H.C.; VALENTINI, R.; KABAT, P. Comparative measurements of carbon dioxide fluxes from two nearby towers in a central Amazonian rainforest: The Manaus LBA site. **Journal of Geophysical Research**, v. 107, p. 58-20. 2002.

AGOSTI, D.; JOHNSON, N. F. Number of species recorded in Formicidae. In: \_\_\_\_\_. **Antbase**: available in the world wide. Disponível em: <[http://osuc.biosci.ohio-state.edu/hymenoptera/tsa.sppcount?the\\_taxon=Formicidae](http://osuc.biosci.ohio-state.edu/hymenoptera/tsa.sppcount?the_taxon=Formicidae)>. Acesso em 05/março/2010. 2009.

BAWA, S. K.; W. J. Kress; N. M. Nadkarni ; S. Lele. Beyond paradise – meeting the challenges in tropical biology in the 21st century. **Biotropica** n. 36, p. 437-446. 2004.

BASSET, Y.; SAMUELSON, G. A.; ALLISON, A. ; MILLER, S. E.. How many species of host-specific insects feed on a species of tropical tree? **Biological Journal of the Linnean Society** n. 59, p. 201-216. 1996.

BENSON, W. W.; HARADA. A. Y. Local diversity of tropical and temperate ant fauna (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Amazonica** n. 18, p. 275-289. 1988.

BENSON, W. W.; BRANDÃO, C. R. F.. Pheidole diversity in the humid tropics: a survey from Serra dos Carajás, Pará, Brazil, In: EDER, J. ; REMBOLD, H. (eds.). **Chemistry and biology of social insects**. München: Verlag J. Peperny, 1987. p. 593-594.

BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute** n. 71, p. 1-370. 2003

BALE, J. S.; MASTERS, G. J.; HODKINSON, I .D. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. **Global Change Biology**, n.8, p.1–16. 2002

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; LEEANNE, F.; ALONSO, T.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN, W.L.; DELABIE, J.H.C.; SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-living ants: An Overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; TENNANT, A.; SCHULTZ, T.R. (Eds). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, DC., USA: Smithsonian Institution Press, 2000. p. 122-144.

BORROR, D. J.; DE LONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Chicago . Edgard Blücher LTDA, 1988. 653 p.

BLANCHE, K. R. Diversity of insect-induced galls along a temperature-rainfall gradient in the tropical savannah region of the Northern Territory, Australia. **Austral Ecology**, n. 25, p 311-318. 2000

COSTA, A.C.L. et al. Estudos Hidrometeorológicos em uma floresta tropical chuvosa na Amazônia – Projeto ESECAFLOR. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n.3b. p. 283 – 290. 2006.

COHEN, J.C.P., SILVA DIAS, M.A. F., NOBRE, C. A. Environmental conditions associated with Amazonian squall lines: a case study. **Mon. Wea. Rev.** n.123, p.3163-3174. 1995

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (Eds.), **Sampling ground-dwelling ants: case studies from de world's rain forests**. Bulletin. 2000.

DIEHL-FLEIG, E. **Formigas: organização social e ecologia comportamental**. São Leopoldo, Ed. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 168 p. 1995.

FAGUNDES, R.; SANTOS, N.B.E.; SILVA, G.L.; MAIA, A.C.R.; SANTOS, J.F.L; RIBEIRO, S.P. Efeito das mudanças climáticas sazonais no forrageio de Formigas em uma área de mata estacional semidecidual Montana. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço - MG. **Anais...** São Lourenço – MG: SBEO, 2009. 1 CD-ROM.

FERNANDEZ F. (ed.). **Introducción a las Hormigas de la region Neotropical**. Bogota: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. xxvi; 398p.

FISHER, B.L.; MALSCH, A.K.F.; GADAGKAR, R.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L.; MAJER, J.D. APPLYING THE ALL PROTOCOL. In: AGOSTI, D. ; MAJER, J. D. ; TENNANT, A.; SCHULTZ, E T. R. (Eds). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, DC., USA. 2000. p. 207-214.

Fernández, F. Filogenia y sistemática de las hormigas en la región Neotropical. **Biológico** , v. 69 (supl. 2), p. 197-204. 2007.

FITTKAU, E. J; KLINGE H. The biomass and trophic structure of the Central Amazonia rain forest ecosystem. **Biotropica**. n, 5. p,2-14. 1973.

FIGUEROA, S. N.; NOBRE, C. A. Precipitation distribution over central and western tropical South America. **Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v.5, p.36-45. 1990.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON. E. O. **The ants**. Cambridge: The Belknap Press of Havard University Press, 1990. p. 731.

GANDU, A. W.; SILVA DIAS, P.L. Impact of tropical heat sources on the South American tropospheric upper circulation and subsidence. **J. Geoph. Research**, v.103 , n.D6, p.6001-6015. 1998.

GU, D., PHILANDER, S. G.H. Secular Changes of Annual and Interannual Variability in the Tropics during the Past Century. **Journal of Climate**. n, 84. P. 864-876, april. 1995.

KETELHUT, S. M. **Ecologia de comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na várzea da Ilha de Marchantaria – município de Iranduba, Amazônia Central**. 2004. 192f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade do Amazonas, Manaus, 2004.

KRISHNAN, R.; S.V. KASTURE. Modulation of low frequency intraseasonal oscillations of Northern Summer Monsoon by El Niño and Southern Oscillation (ENSO). **Meteoro. Atmos. Phys.**, v.60, n.4, p. 237-257. 1996.

KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the SACZ). **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v.70, n.4, p.813-836. 1992.

KOUSKY, V.E., KAYANO, M.T. Principal modes of outgoing longwave Radiation and 250-mb circulation for the South American Sector. **Journal of Climate**, v.7, n.7, p. 1131-1143, July. 1994

LIEBMANN, B. ET AL. Submonthly convective variability over South America and the South Atlantic convergence zone. **Journal of Climate**, v.12, p.1877-1891. 1999.

LINDSAY, S. W.; BAYON, M. N. Mapping members of the *Anopheles gambiae* complex using climate data, **Physiological Entomology**, n. 29, p. 204-209. The Royal Entomological Society. 2004.

LOPES, M.N.G. **Aspectos regionais da variabilidade de precipitação no Estado do Pará**: estudo observacional e modelagem climática em alta resolução. 2009. 00f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - PPGCA da UFPa, Belém, 2009.

LAU, K.M., CHAN, P.H. Aspects of the 40-50 day oscillation during the northern summer as inferred from outgoing longwave radiation. **Mon.Wea.Rev.**, n.114, p. 1354-1367. 1986

LONGINO, J. T.; NADKARNI, N. M. A comparison of ground and canopy leaf litter ants (Hymenoptera: Formicidae) in a neotropical montane forest. **Psyche** n. 97, p. 81-93. 1990.

MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C. Comparison of the ant communities of annually inundated and terra firme forests at Trombetas in the Brazilian Amazon. **Insectes Sociaux** 41: 343-359. 1994.

MAJER, J. D. The use of pitfall traps for sampling ants – a critique. **Memoirs of the Museum of Victoria**, v. 56, n.2, p.323-329. 1997.

MOUTINHO, P. R. S. Note on foraging activity and diet of two Pheidole Westwood species (Hymenoptera: Formicidae) in an area of “shrub canga” vegetation in Amazonian Brazil. **Revista Brasileira de Biologia** n. 51, p. 403-406. 1991.

MADDEN, R.A., JULIAN, P.R. Detection of a 40-50 day oscillation in the zonal wind in the tropical Pacific. **J.Atmos.Sci.**, n. 28, p. 702-708. 1971.

MADDEN, R.A., JULIAN, P.R. Description of global-scale circulation cells in the tropics with a 40-50 day period. **J.Atmos.Sci.** n. 29, p.1109-1123. 1972.

MARENGO, J. A. et al. Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon Basin. **Journal of Climate**, v.14, p.833-852. 2001.

MAJER, J. D. The use of pitfall traps for sampling ants – a critique. **Memoirs of the Museum of Victoria**, v. 56, n. 2, p.323-329. 1997.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI – IBAMA, Brasília: MMA, 2006.

MACHADO, L. A. T.; LAURENT, H.; LIMA, A. A. Diurnal March of the Convection Observed During TRMMWETAMC/ LBA. **Journal of Geophysical Research**, v. 107, n. D20, 0.1029/2001JD000338. 2002

MOLION, L. C. B. Micrometeorology of an Amazon rain forest. In: DICKINSON, R. E. (ed). **The geophysiology of Amazonia**: vegetation and climate interactions. Chichester, UK: John Wiley; Sons, 1985. p. 255-269.

MOTA, M. A .S.; SOUZA, P.F.S. Influência da precipitação nas características termodinâmicas da atmosfera durante um mês seco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão-SP, **Anais...** SBMET, p. 1136-1138. 1996.

MORAES, J. C.; COSTA, J. P. R.; ROCHA, E. J. P.; SILVA, I. M. O. Estudos Hidrometeorológicos na Bacia do Rio Caxiuanã. Em: LISBOA, P. L. B. **CAXIUANÃ**. (Ed.) Belém: Publicação do Museu Paraense Emilio Goeldi, MCT/CNPq, 1997. p 85-95.

NOBRE, C.A.; SELLERS, P.J.; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v. 4, p.957-987. 1991.

NOGUÉS-PAEGLE, J.; MO, K. C. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Monthly Weather Review**, v.125, p.279-291. 1997.

ODEGAARD, F.; DISERUD, O. H.; ENGEN, S.; AAGAARD K. The magnitude of local host specificity for phytophagous insects and its implications for estimates of global species richness. **Conservation Biology**, n.14, p. 1182-1186. 2000.

OLIVEIRA, M. C. F.; PEREIRA, M. G. P.; OLIVEIRA, J. B.; SOUZA, P. F. S.; COSTA, A. C. L; COSTA, J. P. R. Condições Ambientais e Micrometeorológicas do Ecossistema de Caxiuanã- PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu-PR. **Anais..** Foz do Iguaçu-PR: SBMET, 2002. 1 CD\_ROM.

ODUM, E. P. **Ecologia**, 1. ed. Rio de Janeiro, RJ. Guanabara, 1988. 434p.

OLSON, D. M. A comparison of the efficacy of litter sifting and "Pitfall" traps for sampling leaf litter ants (Hymenoptera, Formicidae) in a tropical wet Forest, Costa Rica. **Biotropica**, v. 23, n.2, p.166-172. 1991.

PAUL, K. I.; POLGLASE, P. J.; SMETHURST, P.J.; O' CONNELL, A.M.; CARLYLE, C.J.; KHANNA, P. K. Soil temperature under forest: a simple model for predicting soil temperature under a range of forest types. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 121 p. 167-182. 2003.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina, Editora Planta, 328 p. 2001.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de episódios de zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul**. 1994, 123f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São Paulo. 1994.

RUIVO, M. L. P. et al. Solos dos sítios do experimento ESECAFLOR. In: LISBOA, P. L. B. (org.). **Caixuanã: populações tradicionais, meio físico & diversidade biológica**. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, p.207-213. 2000.

SILVA, J. M. C; A. B. RYLANDS; FONSECA. G. A. B. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**, n. 1, p. 124-131. 2005.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Modulation of the intraseasonal rainfall over tropical Brazil by the Madden-Julian Oscillation. **International Journal of Climatology**, v.26, p1759-1776. 2006.

SOUZA, E. B. et al. Precipitação sazonal sobre a Amazônia oriental no período chuvoso: observações e simulações regionais com o regcm3. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.2, p.111-124. 2009.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Pentad precipitation climatology over Brazil and the associated atmospheric mechanisms. **Climanálise – Boletim de Monitoramento e Análise Climática**, v.1. 2003.

SANCHES, L; VALENTINI, C. M. A. ; JÚNIOR, O. B. P. ; NOGUEIRA, J. S. ; VOURLITIS, G. L. ; BIUDES, M. S. ; DA SILVA, C. J. ; BAMBI, P. ; LOBO, F. A. Seasonal and interannual litter dynamics of a tropical semideciduous forest of the southern Amazon Basin, Brazil. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, p. G04007. 2008.

SÁ, L. D. A.; MANZI, A. O.; VISWANADAM, Y. **Partição de fluxos de calor sensível e de calor latente acima da floresta amazônica de terra firme**. São José dos Campos, INPE, julho (INPE-3972-PRE/970). 1986.

SOUZA, J. L. P. ; MOURA, C. A. R. ; HARADA, A. ; FRANKLIN, E. Diversidade de espécies dos gêneros de *Crematogaster*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementaridade dos métodos de coleta durante a estação seca numa estação ecológica no Estado do Pará, Brasil.. **Acta Amazonica**, v. 37, n.4, p. 649-656. 2007.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. Modulation of the intraseasonal rainfall over tropical Brazil by the Madden-Julian Oscillation. **International Journal of Climatology**, v.26, p1759-1776. 2006.

SCHULTZ, T. R. ; MCGLYNN, T. P. The interactions of ants with other organisms. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. ; SCHULTZ, T. R. eds. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution. p.35-44. 2000.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, n.1, p. 181-188. 2005.

VON RANDOW, C. ; SÁ, L. D. A. ; PRASAD, G. S. S. D. ; MANZI, A. O. ; ARLINO AND B. KRUIJT, P. R. A. Scale variability of atmospheric surface layer fluxes of energy and carbon over a Tropical Rain Forest in Southwest Amazonia: diurnal conditions, **Journal of Geophysical Research**, v.107, n. D20, p. 29.1-29.12, 4 September. 2002.

VASCONCELOS, H. L. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in central Amazonia. **Biodiversity and Conservation** n. 8, p. 409-420. 1999.

VASCONCELOS, H. L. Padrões de distribuição de formigas na várzea amazônica, p. 153-178. In: A. L. K. M. Albernaz (org.). Conservação da várzea: identificação e caracterização de regiões biogeográficas. Manaus, **Projeto Manejo dos Recursos Naturais da Várzea/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**, 353 p. 2007.

WEICKMANN, K.M., LUSSKY, G.R., KUTZBACH, J.E. INTRASEASONAL (30-60 Day) Flutuactions of Outgoing Longwave Radiation and 250 mb Streamfunction During Northern Winter. **Amer. Meteor. Soc.**, n.113,p. 941-961. 1985.