



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA



Nº de ordem: MET-UFAL-MS-086

ESTUDO BIOCLIMATOLÓGICO ENTRE AS CONDIÇÕES DO TEMPO E A MALÁRIA
NA AMAZÔNIA LEGAL.

Ana Carla dos Santos Gomes

MACEIÓ
2011

ANA CARLA DOS SANTOS GOMES

**ESTUDO BIOCLIMATOLÓGICO ENTRE AS CONDIÇÕES DO TEMPO E A MALÁRIA
NA AMAZÔNIA LEGAL.**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito à obtenção do Título de Mestre em Meteorologia.

Orientador: Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho

**MACEIÓ
2011**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

G633e Gomes, Ana Carla dos Santos.
Estudo bioclimatológico entre as condições do tempo e a malária na Amazônia Legal / Ana Carla dos Santos Gomes. – 2011.
84 f. : il., grafs., tabs.

Orientador: Manoel da Rocha Toledo Filho.
Dissertação (mestrado em Meteorologia : Processos de Superfície Terrestre) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió, 2011.

Bibliografia: f. 66-70.

1. Bioclimatologia. 2. Amazônia. 3. Malária. 4. Doenças endêmicas. 5. Clima.
I. Título.

CDU: 551.509(1-928)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO

N.º de Ordem: MET-UFAL-MS-086.

*“ESTUDO BIOCLIMATOLÓGICO ENTRE AS CONDIÇÕES DO TEMPO E A
MALÁRIA NA AMAZÔNIA LEGAL.”*

Ana Carla dos Santos Gomes

Dissertação submetida ao colegiado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Meteorologia.

Aprovado pela Banca Examinadora composta por:

Manoel Toledo

Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho
(Orientador)

Maria Luciene Dias de Melo

Prof.ª Dr.ª Maria Luciene Dias de Melo
(Membro interno)

Paulo Sergio Lucio

Prof. Dr. Paulo Sergio Lucio
(Membro externo - UFRN)

MACEIÓ - AL
2011

DEDICO

A **Deus** por ter me dado força para superar os obstáculos, aos meus pais **Edilson** e **Ana Lúcia** e ao meu irmão **André** por estarem ao meu lado em todas as horas da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao meu querido orientador Prof^o Dr^o Manoel Toledo pela dedicação, confiança, amizade e carinho durante esses dois anos de convivência.

A Prof^a Dr^a Luciene Melo pela ajuda em todos os momentos, como coordenadora do Programa de Pós- Graduação de Meteorologia do ICAT, que não mediu esforços para auxílio dos alunos;

Aos meus pais (Edilson Gomes e Ana Lúcia Santos) e meu irmão (André Gomes) que são imprescindíveis na minha vida;

Aos meus familiares que mesmo pela distância se fizeram presentes nesta etapa de minha vida.

A Prof^a e amiga Maria do Carmo de Oliveira e ao Prof^o e amigo José Carvalho da UFPA;

Aos colegas do mestrado Walsyneide (querida Wal), Maicon, André (bolsista), Allan, Patrícia (gaúcha querida), Fabio, Pinho, Cíntia, Henrique, Fabiano, Antonio (Jequiá), Clebson pela amizade e colaboração.

As minhas amigas e amigos que graças a Deus nem a distância consegue nos separar, Mirian, Cristina, Paty, Paulinha, Venize, Diego e Eduardo.

A todos os meus novos amigos que conquistei nessa cidade; Marlise, Eva, Jaqueline, Carla, Thiago, Mery, Jordânnya;

E a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

"É graça divina começar bem. Graça maior persistir na caminhada certa. Mas a graça das graças é não desistir nunca."

(Dom Hélder Câmara)

GOMES, Ana Carla dos Santos. **Estudo Bioclimatológico entre as condições do tempo e a malária, na Amazônia Legal**. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas, Maceió, 2011.

RESUMO

O conhecimento antecipado das condições do tempo pode ser de grande utilidade para ajudar a sociedade a evitar desperdícios e prejuízos de recursos humanos e materiais. A partir de uma análise estatística descritiva, procurou-se encontrar associação entre a malária e as variáveis climatológicas na Amazônia legal, a partir das condições do tempo e no período de 2000 a 2009. Para isso se faz necessária a verificação de existência ou não de uma relação; irão ser utilizados dados mensais de notificações de malária e dados meteorológicos de treze municípios da Amazônia Legal. A malária é uma das doenças humanas mais antigas e de maior prevalência no mundo, nenhuma se compara a ela na distribuição geográfica e no comprometimento da saúde das populações. Por este motivo, torna-se necessário investigar o ciclo da malária juntamente com a variabilidade climática na Amazônia Legal, já que esta região é a de maior incidência da doença no Brasil. Os resultados apresentaram diferentes situações para a situação ideal de contágio, quando analisados junto com as variáveis nas distintas localidades, porém evidenciam clara associação entre ambas. Este estudo poderá ser usado na previsão da situação desta doença, contribuindo para políticas públicas evitando assim desperdícios econômicos e humanos.

Palavras-Chave: Clima. Malária. Amazônia.

GOMES, Ana Carla dos Santos. **Bioclimatology study between weather conditions and malaria in the Amazon**. 2011. 83f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas, Maceió, 2011.

ABSTRACT

Advance knowledge of weather conditions can be very useful for helping society to avoid waste and loss of human and material resources. From a statistical analysis, we tried to find an association malaria and climatic variables in Amazonia. For this it is necessary to check whether there is a relationship, will be used monthly data of reported malaria and meteorological data for the period 2000 to 2009 thirteen municipalities of the Amazon. Malaria is one of the oldest human diseases most prevalent in the world, none can match her in the geographical distribution and the health of populations. For this reason, it is necessary to investigate the cycle of malaria with climate variability in the Amazon, since this region has the highest incidence of the disease in Brazil. The results showed different situations for the ideal situation of contagion, when analyzed together with the variables in different locations, showed a clear association between them. This study could be used to predict the situation of this disease, contributing to public policy avoiding economic and human waste.

Key-Words: Climate. Malaria. Amazon.

LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 01	Distribuição da Malária, área vermelha, nas áreas continentais do globo terrestre.	22
Figura 02	Total anual de precipitação pluviométrica (mm) do Brasil	25
Figura 03	Representação dos Municípios Estudados.	26
Figura 04	Exemplo representativo do gráfico boxplot.	28
Figura 05	Boxplot das variáveis estudadas de Boa Vista-RR de 2000 a 2009.	31
Figura 06	Total anual de casos de Malária de Boa Vista-RR.	32
Figura 07	Boxplot das variáveis estudadas de Coari - AM de 2000 a 2009.	33
Figura 08	Total anual de casos de Malária de Coari-AM.	35
Figura 09	Boxplot das variáveis estudadas de Manaus-AM de 2000 a 2009.	36
Figura 10	Total anual de casos de Malária de Manaus - AM.	37
Figura 11	Boxplot das variáveis estudadas de Belém - PA de 2000 a 2009.	39
Figura 12	Total anual de casos de Malária de Belém-Pa.	40
Figura 13	Boxplot das variáveis estudadas de Macapá-AP de 2000 a 2009.	42
Figura 14	Total anual de casos de Malária de Macapá - AP.	43
Figura 15	Boxplot das variáveis estudadas de Itaituba-PA de 2000 a 2009.	44
Figura 16	Total anual de casos de Malária de Itaituba-PA.	45
Figura 17	Boxplot das variáveis estudadas de Altamira-PA de 2000 a 2009.	46
Figura 18	Total anual de casos de Malária de Altamira-PA.	47
Figura 19	Boxplot das variáveis estudadas de Porto Velho-RO de 2000 a 2009.	49
Figura 20	Total anual de casos de Malária de Porto Velho - RO.	50
Figura 21	Boxplot das variáveis estudadas de Turiaçu - MA de 2000 a 2009.	51
Figura 22	Total anual de casos de Malária de Turiaçu - MA.	52
Figura 23	Boxplot das variáveis estudadas de Cruzeiro do Sul - AC de 2000 a 2009.	54
Figura 24	Total anual de casos de Malária de Cruzeiro do Sul – AC.	55
Figura 25	Boxplot das variáveis estudadas de Gleba Celeste – MT de 2000 a 2009.	56
Figura 26	Total anual de casos de Malária de Gleba Celeste – MT.	57
Figura 27	Boxplot das variáveis estudadas de Porto Nacional – TO de 2000 a 2009.	59
Figura 28	Total anual de casos de Malária de Porto Nacional – TO.	60
Figura 29	Boxplot das variáveis estudadas de Peixe – MT de 2000 a 2009.	61
Figura 30	Total anual de casos de Malária de Peixe – MT.	62

LISTA DE QUADROS

		Página
Quadro 01	Municípios estudados.	25
Quadro 02	Municípios estudados e meses de maior incidência da malária.	61
Quadro 03	Municípios estudados e suas respectivas correlações entre malária e temperatura média do ar, umidade relativa do ar média e precipitação pluviométrica.	62

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO	14
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
1.1 Considerações Gerais	16
1.2 Malária	17
1.2.1 Agente Etiológico	18
1.2.2 Entomologia do Anopheles	19
1.2.3 Agente Transmissor	19
1.2.4 Ciclo Reprodutivo	20
1.3 Estudos Sobre a Malária, Clima e Meio Ambiente.	21
1.4 Mecanismos Reguladores da Variabilidade Na Amazônia.	23
2 MATERIAIS E MÉTODOS	26
2.1 Área Experimental	26
2.2 Observações dos Agravos Notificáveis	27
2.3 Dados Meteorológicos	28
2.4 Metodologia	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
3.1 Boa Vista - RR	30
3.2 Coari - AM	32
3.3 Manaus- AM	35
3.4 Belém – PA	38
3.5 Macapá – AM	41
3.6 Itaituba – PA	43
3.7 Altamira-PA	45

3.8	Porto Velho – RO	48
3.9	Turialva – TO	50
3.10	Cruzeiro do Sul – AC	52
3.11	Gleba Celeste – MT	55
3.12	Porto Nacional-TO	58
3.13	Peixe – MT	60
3.14	Correlação	63
4	CONCLUSÕES	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICES	71

INTRODUÇÃO

A aplicação da investigação científica para compreender algo que se desconhece ou de que se tem pouco conhecimento é de extrema importância em áreas relativamente pouco exploradas. A Biometeorologia consiste no estudo dos efeitos biológicos, do tempo e do clima no ambiente físico-químico e nos organismos vivos. Ela possui três vertentes a biometeorologia animal, vegetal e humana (BALDWIN, 1979).

O homem, na sua incessante busca por mais conforto e poder, tornou-se capaz de utilizar novas fontes de matérias-primas. Como consequência, obteve-se a modificação de forma desordenada do meio ambiente, com a alteração do clima e do tempo, necessitando assim de novas pesquisas; as quais vêm comprovando a existência de uma relação entre o clima e a transmissão de doenças.

Alguns dos mais importantes fenômenos que contribuíram para a eclosão da questão ambiental na atualidade estão diretamente relacionados ao clima, ou seja, à interação negativa estabelecida entre este e a sociedade. Porém, hoje em dia, ainda existem doenças antigas, que são responsáveis por um número grande de mortes, como por exemplo, a malária.

A malária é causada pelo protozoário do gênero plasmódio, que parasitam os seres humanos e os mosquitos anophelinos. A doença mata cerca de um milhão de pessoas todo ano no mundo. Segundo o Ministério da Saúde (2009), no Brasil, 610 mil pessoas foram contagiadas em 2006 e perto de 310 mil em 2009, 90% de todos os casos foram registrados na região amazônica.

Os aspectos eco-epidemiológicos da Amazônia - calor e umidade excessivos e a grande extensão de seus rios - contribuem para a proliferação dos anophelinos, dificultando o controle desta enfermidade. A epidemiologia da doença envolve fatores determinantes ligados ao hospedeiro, ao parasito à presença do vetor e às condições ambientais e sanitárias da região, bem como das características sócio-econômicas e culturais da população (ROCHA, 2005).

Os treze municípios estudados nessa pesquisa estão representando a Amazônia Legal, neles a ocorrência da doença é mais acentuada, por pertencerem a áreas onde as pessoas se encontram em habitações e condições de trabalho precárias em termos de infra-estrutura, ficando próximas ou até mesmo dentro de áreas florestadas ou desmatadas com água disponíveis em superfície, situações propícias para o surgimento do mosquito.

Consequentemente, as condições do meio ambiente são fatores determinantes para a ocorrência da malária, pela incontestável relação entre o excesso da distribuição de chuva com a incidência da doença. Sendo, assim, de fundamental importância a abordagem desse tipo de estudo, pois a obtenção de resultados irá servir como base científica para planejamentos e formulação de políticas públicas preventivas de saúde, tendo em vista a redução dessa endemia nas regiões tropicais.

Neste contexto, realizou-se um estudo bioclimatológico estatístico descritivo, para a região da Amazônia Legal, com o objetivo de investigar a relação entre a incidência de malária e as variáveis meteorológicas.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Considerações Gerais

Em um primeiro momento da modernidade, o clima aparecia como um dos componentes fundamentais do meio natural, e era muito fracamente tomado em consideração quando se tratava do meio social (MENDONÇA, 2000). As correlações estabelecidas entre estes dois meios prendiam-se na maioria das vezes à perspectiva da determinação e/ou do determinismo natural ou climático, este último também denominado determinismo ambiental, conforme Corrêa (1986).

A sociedade é vulnerável às variáveis climáticas. A saúde humana, e o conforto, são afetados mais pelo clima do que por qualquer outro elemento do ambiente. Os elementos do clima que afetam diretamente as funções fisiológicas do homem incluem: radiação, temperatura, umidade, vento e pressão atmosférica (IPCC, 2007).

Segundo Molion (1995) a previsão de tempo e clima torna-se estratégica quanto ao planejamento das atividades socioeconômicas, incluindo aspectos da saúde pública, como a propagação de pandemias em seres humanos.

A doença pode ser definida como um desajustamento ou uma falha nos mecanismos de adaptação do organismo, ou uma ausência de reação aos estímulos cuja ação está exposta. O processo conduz a uma perturbação na estrutura ou na função de um órgão de um sistema, ou de todo o organismo, ou até mesmo de suas funções vitais. As doenças, sob o ponto de vista do mecanismo etiológico subjacente, pertencem a duas categorias: doenças infecciosas e não-infecciosas. Doença infecciosa, segundo a Organização Panamericana de Saúde, é a doença, clinicamente manifestada no homem ou nos animais, resultante de uma infecção. Assim, doenças não-infecciosas serão todas aquelas que não resultem de infecção: doença coronariana, diabetes e outras (FALCÃO, 2007).

Sob o aspecto de duração, as doenças são crônicas e agudas. Crônicas são as doenças que se desenrolam em longo prazo, enquanto as agudas são de curta duração. Usando-se os dois critérios classificatórios, quatro são as categorias fundamentais de doenças. Destas, as infecciosas agudas e as não-infecciosas crônicas incluem o maior número dentre as doenças conhecidas (ROUQUAYROL e FILHO, 1999).

Neves (2003) define alguns termos técnicos na área de estudos epidemiológicos. Algumas definições são mostradas a seguir:

- *Agente etiológico*, o agente causador ou responsável pela origem da doença. Pode ser um protozoário, bactéria, fungo, helminto.
- *Agente infeccioso* é o parasito, sobretudo micros parasitos (bactérias, fungos, protozoário, vírus, etc.), inclusive helmintos, capazes de produzir infecção ou doença infecciosa.
- *Contaminação* é a presença de um agente infeccioso na superfície do corpo, roupas, brinquedos, água, leite, alimentos, etc.
- *Infestação* é a penetração e desenvolvimento, ou multiplicação, de um agente infeccioso no homem ou animal (inclusive vírus, bactérias, protozoários e helmintos).
- *Incidência* é a frequência com que uma doença ou fato ocorre num período de tempo definido e com relação à população (casos novos, apenas).
- *Endemia* é a prevalência usual de determinada doença com relação à área. Normalmente considera-se como endêmica a doença cuja incidência permanece constante por vários anos, dando uma idéia de equilíbrio entre a doença e a população, ou seja, é o número esperado de casos de um evento em determinada época.
- *Epidemia* ou surto epidêmico é a ocorrência, numa coletividade ou região, de casos que ultrapassam nitidamente a incidência normalmente esperada de uma doença e derivada de uma fonte comum de infecção ou propagação.
- *Epidemiologia* é o estudo da distribuição e dos fatores determinantes da frequência de uma doença (ou outro evento). Isto é, a epidemiologia trata de dois aspectos fundamentais: a distribuição (idade, sexo, raça, geografia, etc.) e os fatores determinantes da frequência (tipo de patógenos, meios de transmissão etc.) de uma doença.
- *Morbidade* expressa o número de pessoas doentes com relação à população. Exemplo: na época do inverno, a morbidade da gripe é alta, isto é, o número de pessoas doentes (incidência) é grande.

1.2 Malária

A malária é uma doença que provavelmente se originou na África tropical onde o parasito se adaptou aos hospedeiros, ficando a infecção auto-limitada a pequenos focos durante os períodos mesolítico (período pré-histórico situado entre o Paleolítico e o Neolítico), e paleolítico (também conhecido como Idade da Pedra Lascada, refere-se ao período pré-histórico que vai de cerca de 2,5 milhões a.C., quando os ancestrais do homem começaram a produzir os primeiros artefatos em pedra lascada, até cerca de 10000 a.C.). No período

neolítico, com o assentamento de grupos humanos e sua migração, a infecção espalhou-se pelos grandes centros de civilizações ribeirinhas como a Mesopotâmia, a Índia, a China, o Vale do Nilo, até as margens do Mediterrâneo, dispersando-se para o mundo tropical inclusive países de clima temperado (SOUZA et al., 1997).

A noção malária-pântano foi reforçada nos séculos XV e XVI, época dos descobrimentos, quando ocorreram, na Península Ibérica, epidemias como resultado do abandono de drenagem pelos camponeses arregimentados ou atraídos pela aventura das viagens transoceânicas e pela construção naval, a qual levou ao desmatamento e à exposição dos pântanos ao sol, provavelmente resultando em uma grande proliferação dos anophelino. (DEANE, 1992).

Nos anos 90, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estimou que cerca de 2,5 milhões de pessoas morriam anualmente devido à malária. Ainda hoje, o número de pessoas que adoecem por ano em decorrência da malária é muito alto, principalmente em países da África, situados ao sul do Deserto de Saara, do Sudeste Asiático e na Amazônia (BEIER, 2008).

A partir de 1970, a população urbana brasileira aumentou significativamente quando comparada com a rural, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010). Entre outras consequências, esse fato acarretou elevação na incidência de várias doenças, como a malária (TAVARES e MARINHO, 2005).

1.2.1 Agente Etiológico

O agente da malária pertence à família *Plasmodiidae* e ao gênero *Plasmodium*. As espécies que parasitam o homem são quatro: *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium malariae* e *Plasmodium ovale*. O agente é caracterizado por três sintomas que são: a febre, o calafrio e a cefaléia. (TAVARES e MARINHO, 2005). A transmissão pelo P. ovale não ocorre no Brasil, e pelo P. malariae é muito rara. As formas que predominam no país são P. vivax, responsável pelo maior número de pacientes infectados, e o P. falciparum, responsável pelas formas mais graves.

De acordo com Neves (2003) as espécies que parasitam o homem possuem as seguintes características:

- *Plasmodium falciparum*: produz a febre terçã maligna com quadros clínicos em que os acessos febris repetem-se ciclicamente com intervalos de 36 a 48 horas. É responsável pela maioria dos casos fatais. Período de incubação de 7 a 10 dias.

- *Plasmodium malariae*: causa febre quartã, que se caracteriza pela ocorrência de acessos febris a cada 72 horas. Período de incubação de 30 dias.
- *Plasmodium vivax*: febre terçã benigna, com acessos febris que retornam a cada 48 horas. Período de incubação de 10 a 15 dias.
- *Plasmodium ovale*: limitada ao continente Africano, responsável por outra forma de febre terçã benigna, com ciclo de 48 horas. Período de incubação de 10 a 15 dias.

A malária é transmitida por vetores, mosquitos do gênero Anopheles, destacam-se os Anopheles Darlingi, pois a maioria dos casos da doença no Brasil ocorridos na Amazônia Legal são consequência da proliferação dessa espécie (TADEI, 1998).

1.2.2 Entomologia do Anopheles

O gênero Anopheles compreende insetos pertencentes à família Culicidae, apresentando a denominação geral de pernilongos. Os insetos adultos medem entre 6 e 15 mm. A postura dos ovos é realizada em locais de água pouco agitada. Os ovos possuem flutuadores, sendo ovipostos separadamente uns dos outros. De dois a quatro dias após a ovipostura, o ovo se transforma em larva. As larvas das diferentes espécies apresentam preferências variadas quanto ao grau de salinidade e concentração de matéria orgânica. Larvas e pupas se desenvolvem em meio aquático necessitando subir à superfície para respirar. Em 10 a 20 dias as larvas evoluem à pupa. A pupa dá origem ao inseto adulto após um a três dias. O mosquito apresenta coloração escura com manchas brancas asas longas, com escamas formando áreas com manchas claras e escuras. Durante o pouso, o Anopheles fica oblíquo à superfície. Os insetos adultos se alimentam de água e seivas vegetais. Entretanto, após o acasalamento, as fêmeas necessitam de um maior aporte protéico, tornando-se hematófagas, e facilitando a transmissão de doenças. Após a maturação ovariana as fêmeas procuram os locais para ovipostura. Os anophelinos têm comportamento crepuscular.

1.2.3 Agente Transmissor

As fêmeas do mosquito anophelino contaminadas são as transmissoras da moléstia, pois são hematófagas (alimentam-se de sangue) e necessitam deste alimento para amadurecerem seus ovos. Já os machos se nutrem do néctar das flores. A realização do repasto sanguíneo para a maturação dos ovos inocula esporozoítas que vão pela via circulatória invadir hepatócitos humanos (CIMERMAN e CIMERMAN, 2002).

1.2.4 Ciclo Reprodutivo

Quanto ao hospedeiro vertebrado – Humano, a infecção malárica inicia-se quando esporozoítos infectantes são inoculados nos humanos pelo inseto vetor. Durante um repasto sanguíneo infectante, aproximadamente 15 a 200 esporozoítos são inoculados sob a pele do hospedeiro, permanecendo ali por cerca de quinze minutos antes de alcançarem a corrente sanguínea (CIMERMAN e CIMERMAN, 2002).

Os esporozoítos são móveis, apesar de não apresentarem cílios ou flagelos, esporozoítos de *Plasmodium* podem entrar em células hospedeiras sem nelas se desenvolverem. Isto propicia a sua migração por diferentes células, antes que ocorra a infecção de um hepatócito, com conseqüente formação de um vácuo parasitóforo (NEVES, 2003).

Quanto ao hospedeiro invertebrado – Inseto, durante o repasto sanguíneo, a fêmea do anophelino ingere as formas sanguíneas do parasito, mas somente os gametócitos serão capazes de evoluir no inseto, dando origem ao ciclo sexuado ou esporogônio.

No intestino médio do mosquito, fatores como temperatura inferior a 30°C e aumento do potencial hidrogeniônico por baixa pressão de monóxido de carbono (CO), estimulam o processo de gametogênese poucos minutos após a ingestão do sangue (VERONESI e FOCACCIA, 1996). O gametócito feminino transforma-se em macrogameta e o gametócito masculino, por um processo denominado exflagelação, dá origem a oito micros gametas. Em 20 a 30 minutos, um micro gameta fecundará um macro gameta, formando o ovo ou zigoto.

Dentro de 24 horas após a fecundação, o zigoto passa a movimentar-se por contrações do corpo, sendo denominado oocineto. Este atravessa a matriz peritrófica e atinge a parede do intestino médio, onde se incita na camada epitelial do órgão, passando a ser chamado oocisto. Inicia-se então o processo de divisão esporogônica e, após um período de nove a quatorze dias, ocorre a ruptura da parede do oocisto, sendo liberados os esporozoítos formados durante o esporogônio (TAVARES; MARINHO, 2005). Estes serão disseminados por todo o corpo do inseto através da hemolinfa até atingir as células das glândulas salivares.

Estes esporozoítos atingirão o canal central da glândula e ingressarão no ducto salivar para serem injetados no hospedeiro vertebrado, juntamente com a saliva, durante o repasto sanguíneo infectante. A possibilidade de variabilidade genética do protozoário tem importância epidemiológica na transmissão da doença e determinação de quadros clínicos diferenciados e resposta diferenciada para as drogas antimaláricas (PARENTE, 2008).

1.3 - Estudos Sobre a Malária, Clima e Meio Ambiente.

Um dos aspectos mais importantes no estudo das relações entre clima e saúde humana diz respeito à análise da vulnerabilidade sócio-ambiental da população. Os impactos na saúde humana ocasionados por fenômenos climáticos podem ocorrer através de mecanismos combinados, diretos ou indiretos. No Brasil, existem várias doenças infecciosas endêmicas que são sensíveis às variações do clima, principalmente aquelas de transmissão vetorial como também, por veiculação hídrica (PARENTE, 2008).

Características ambientais e sociais da Amazônia brasileira se tornam relevantes para a determinação dos quadros epidemiológicos aumentando as implicações para a assistência à saúde. Alguns aspectos geográficos e ecológicos podem ser destacados: a escala espacial dos fenômenos; a extensão territorial e as vias de acesso predominantemente fluviais; a grande diversidade biológica e social e a relativa preservação dos ecossistemas naturais (CONFALONIERI, 2005).

Sendo necessário destacar, a extensão da área total de ambientes aquáticos, como os rios, lagos, planícies inundáveis que, na Amazônia brasileira, chegam a 300 mil km². A relação chuva e malária já é um fato evidente, no entanto essa influência varia de espécie para espécie de vetor. Chuvas pesadas podem arrastá-los para lugares inadequados ou destruir os criadouros de espécies que se desenvolvem em pequenas coleções de água. Contudo, no geral, as chuvas favorecem a multiplicação dos insetos, principalmente quando as precipitações são moderadas, intermitentes e alternadas com períodos de insolação (REY; 2002).

As chuvas constituem um fator ambiental determinante na dinâmica da malária, pois afetam a distribuição e densidade dos vetores. Afinal, o criadouro do vetor anophelino caracteristicamente é representado por coleções de águas límpidas, com certa profundidade, sombreadas, dotadas de vegetação flutuante ou emergente e pobre em sais e matéria orgânica (FORATTINI, 2002).

A temperatura e a umidade também são fatores importantes na relação malária e clima, por interferirem sobre a fisiologia do inseto e duração do seu ciclo de vida, podendo impedir que se completem. Porém, entre esses extremos, o ciclo esporogônico é tanto mais rápido quanto mais elevada for a temperatura.

Em relação ao inseto adulto, a vida média do mosquito é muito curta em climas secos, impedindo que o plasmódio possa completar seu ciclo que dura em média 30 dias (REY, 2002).

A sobrevivência para as diversas espécies pode ser de 60 a 100 dias, este tempo de vida pode variar muito conforme a temperatura e umidade do ar. Por outro lado, o anophelino macho vive por um tempo bem menor que as fêmeas e, não raro por poucos dias.

É importante lembrar que, ao nascer, as fêmeas de mosquitos são incapazes de transmitir qualquer doença. Isto somente ocorrerá se após alguns dias, ao alimentarem-se com sangue de algum animal ou de um ser humano, estas fêmeas ingerirem também formas viáveis de parasitas, como é a situação aqui apresentada com o anophelino e o *Plasmodium* (SANTOS, 2002).

A temperatura quando possui pequenas variações e inconstância nos índices de umidade é o que alimenta o ritmo de propagação da malária de acordo com as chuvas nas regiões tropicais. Nas regiões subtropicais, há períodos em que a temperatura cai de forma brusca, impedindo a atividade de qualquer tipo de vetor e fazendo com que a transmissão seja interrompida. Com isso, caracterizam-se, fora desses períodos, os surtos epidêmicos.

Na Amazônia, essa patologia se tornou estatisticamente significativa, a partir desse período, quando a região passou a ser povoada por migrantes das regiões nordeste, sudeste e sul do Brasil em busca de trabalhos nas grandes obras de infra-estrutura (hidrelétricas, rodovias e projetos de mineração), nos garimpos, na extração de madeira e nos projetos agropecuários implantados na região (SILVA, 2007).

A Figura 1 mostra as regiões do globo onde se processam a maior parte dos casos da malária.

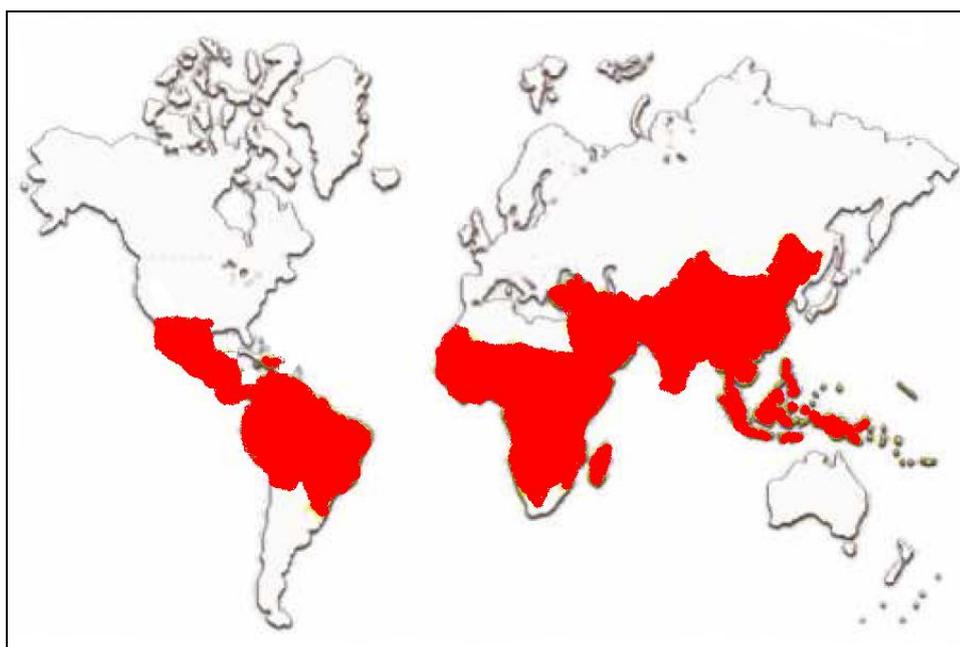


Figura 01: Distribuição da Malária, área vermelha, nas áreas continentais do globo terrestre. Fonte: Gomes (2010) adaptado WHO (2010).

Regiões estas que podem ser observadas próximas a linha do equador. Nas regiões temperadas apresentam surtos instáveis de malária, por causa dos períodos longos de inverno e do clima frio em geral, onde apenas o *Plasmodium vivax* é capaz de sobreviver. A influência da temperatura na transmissão da malária é muito grande por influir sobre a fisiologia dos insetos.

Nas regiões equatoriais do globo, onde as condições climáticas são relativamente estáveis, a transmissão da malária é permanente e a intensidade com que se propaga a infecção é elevada (PARENTE, 2008).

Nas regiões tropicais, havendo alternância de uma estação chuvosa e outra seca, mesmo permanecendo elevada a temperatura, a falta de umidade reduz temporariamente a população de anophelinos mais capazes. A doença adquire um ritmo estacional, relacionado com as chuvas e umidade atmosférica, ainda que possa ocorrer durante todo o ano (SANTOS, 2002).

Na região amazônica a espécie de anopheles predominante é denominada *darlingi*. Essa espécie é considerada tipicamente fluvial. Sendo assim, estabelece o seu criadouro dependente do nível da água dos rios. Portanto, conhecer mais detalhadamente a relação da doença com a dinâmica climática de onde ela se reproduz, vêm ajudando a identificar padrões epidemiológicos, que vêm auxiliando no controle e previsão de enfermidades (GURGEL, 2005).

Mwangangi et al. (2010) estudando a diversidade e abundância de larvas de anopheles e, conseqüentemente, a dinâmica de transmissão de malária, realizaram estudos para examinar a dinâmica do habitat das larvas e os fatores ecológicos em regiões agroecológicas em Mwea, no Quênia. Os resultados sugeriam que as práticas agrícolas têm influência significativa sobre a diversidade e abundância de espécies de mosquito e que determinadas características de habitat favorecem a produção de vetores de malária. Esses fatores devem ser considerados para programa-se estratégias de controle das larvas, baseadas na produtividade de habitat e gestão da água.

1.4 Mecanismos Reguladores da Variabilidade na Amazônia.

A característica principal da Amazônia para a variabilidade de mecanismos reguladores é o clima equatorial úmido. Tempo quente e umidade alta, faz com que a ocorrência de chuva na região seja grande; originando as chuvas de convecção, aquelas que acontecem normalmente pela intensa evaporação de superfícies úmidas e aquecidas, ou seja, o

ar se aquece rapidamente devido ao calor intenso do solo, aumentando assim o processo evaporativo, as nuvens ficam saturadas e precipitam. Normalmente, são pancadas de chuvas fortes, torrenciais, e rápidas (CAVALCANTI et al., 2009).

Na Amazônia a precipitação anual tem seu ciclo bem definido, sendo considerados dois períodos: um chuvoso, quando ocorrem os totais máximos durante o verão e o outono; e outro menos chuvoso, quando ocorre o mínimo durante o inverno austral (MARENGO et al., 2001). O primeiro total anual de precipitação está localizado na porção ocidental com volume de chuva aproximadamente entre 2300 e 3500 mm, estendendo-se numa orientação noroeste-sudeste desde o Estado do Amazonas até o centro-norte do Mato Grosso e sudoeste do Pará. Este máximo ocorre principalmente durante o verão (novembro a fevereiro) e associa-se primariamente com a manifestação da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS (CARVALHO, 2004). Um segundo máximo de precipitação situado na porção oriental, ao longo da costa atlântica dos Estados do Amapá, Pará e Maranhão, com volume de chuva em torno de 2000 a 2900 mm. Este máximo ocorre principalmente durante o outono (fevereiro a maio), quando a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT atinge sua posição mais austral sobre o oceano Atlântico equatorial (SOUZA et al., 2004).

Existe também uma particularidade na região, localizada ao leste da bacia amazônica, próximo ao município de Belém do Pará, com a precipitação anual superior a 4.000 mm e com máxima acumulada no trimestre Fevereiro/Março/Abril, esse centro de máxima possivelmente se deve às linhas de instabilidade que se formam ao longo da costa, durante o fim da tarde, que são forçadas pela circulação de brisa marítima (CAVALCANTI et al., 2009).

Outros sistemas de escala menor, tais como as linhas de instabilidade (COHEN, SILVA DIAS; NOBRE, 1995) e os distúrbios Ondulatórios de Leste (COUTINHO e FISHER, 2007) também exercem forte influência no volume de chuva observado na Amazônia oriental.

Na Amazônia, por apresentar uma variação relativamente pequena em suas temperaturas do ar e nas taxas de umidade relativa do ar, a precipitação pluviométrica passa a ser a variável meteorológica mais importante da região pela sua variabilidade anual.

A vasta extensão territorial do Brasil faz com que ele possua diferentes regimes de precipitação, desde a região equatorial até as latitudes subtropicais. A região da Amazônia apresenta significativa heterogeneidade espacial e sazonal da pluviosidade, sendo a região com o maior total pluviométrico anual, como visto na figura 03.

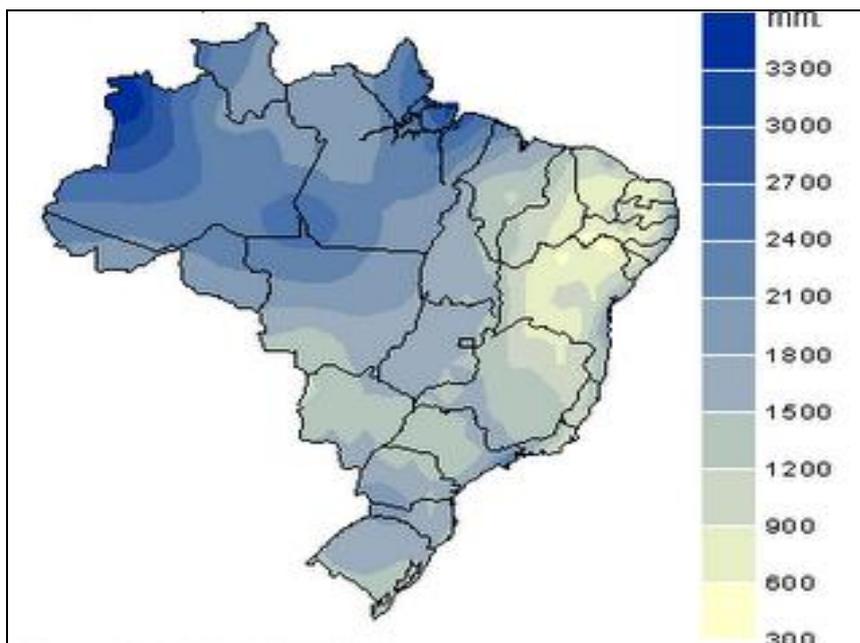


Figura 02- Total anual de precipitação pluviométrica (mm) do Brasil. Fonte: Inmet (2009).

A Amazônia, como floresta tropical, apresenta-se como um ecossistema extremamente complexo e delicado. Todos os elementos (clima, solo, fauna e flora) estão tão estreitamente relacionados e não se pode considerar nenhum deles como principal. A maior parte da região Amazônica possui clima equatorial, marcado pelas altas temperaturas o ano inteiro, tendo, portanto, pequena amplitude térmica anual. A pluviosidade é imensa, geralmente ultrapassando 2500 mm anuais, sem existência de estação seca, exceto no noroeste da região com uma estação seca muito curta.

Condições encontradas na Amazônia, como o ambiente extremamente úmido, são o que permite a ocorrência elevada no número de casos da doença, visto que quando se interrompe o fluxo da água das chuvas, criam-se poças de água, espaço favorável para a proliferação do mosquito vetor transmissor da malária, então se percebe que é na fase de transição entre o período chuvoso e o menos chuvoso na região, a época mais propícia para o surgimento da doença, levando em consideração que caso se tenha mais mosquitos, consequentemente podem-se ter mais pessoas doentes com a malária (CONFALONIERI, 1995).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área Experimental

O estudo foi realizado para Amazônia Legal (Figura 03) cuja atual área de abrangência corresponde à totalidade dos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Estado do Maranhão (a oeste do meridiano de 44° de longitude) perfazendo uma superfície de aproximadamente 5.217.423km² correspondente a cerca de 61% do território brasileiro (IBGE, 2010).



Figura 03: Representação dos Municípios Estudados. Fonte: adaptado de PAREJO (2009).

Dentre desses nove Estados, pertencentes à Amazônia Legal, foram selecionados treze municípios para estudo, sinalizados em vermelho na figura 03 e listados no quadro 01.

Quadro 01 - Municípios da Amazônia legal utilizados na pesquisa, latitude, longitude, população, área e quantidade de unidades de saúde. Fonte: IBGE (2010).

Municípios	Latitude	Longitude	População (hab.)	Área (km²)	Número de Unidades de Saúde
Boa Vista-RR	02°49'N	60°39'W	277.684	5.687	195
Macapá-AP	00°03'S	51°07'W	387.539	6.563	195
Manaus-AM	03°07'S	59°57'W	1.718.584	11.159	1066
Coari-AM	04°05'S	63°08'W	73.475	57.922	17
Belém-PA	01°26'S	48°26'W	1.351.618	1.059	1436
Itaituba-PA	04°17'S	56°00'W	95.210	62.040	32
Altamira-PA	03°13'S	52°13'W	94.624	159.533	67
Turiaçu-MA	01°34'S	45°22'W	33.203	2.578	23
Cruzeiro do Sul-AC	07°38'S	72°40'W	77.323	8.779	69
Porto Velho-RO	08°46'S	63°55'W	410.520	34.096	389
Gleba Celeste-MT	12°12'S	56°30'W	10.635	3.850	9
Porto Nacional-TO	10°43'S	48°25'W	49.012	4.450	45
Peixe-TO	12°01'S	48°21'W	10.364	5.291	8

Nessa região a temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica possuem características semelhantes entre todos os municípios estudados, a faixa da temperatura do ar está compreendida dos 21°C aos 34°C, a umidade relativa normalmente encontra-se, em valores percentuais, acima de 60% e a precipitação pluviométrica média apresenta valores acima dos 80 mm (INMET 2010).

2.2 Observações dos Agravos Notificáveis

Os dados de internações, atendimentos ambulatoriais, por malária mensal foram obtidos do Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde - SUS, processados pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil - DATASUS.

2.3 Dados Meteorológicos

Foram utilizados dados meteorológicos mensais de precipitação pluviométrica, temperatura média do ar, umidade relativa do ar, de treze estações convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), cada uma localizada em um dos municípios estudados, para o período de 2000 a 2009.

2.4 Metodologia

A metodologia utilizada foi dividida em duas etapas: A primeira realizou-se através de uma análise descritiva das variáveis, utilizando o software R. No qual foram gerados gráficos, boxplot que possibilitam representar a distribuição de um conjunto de dados com base em alguns de seus parâmetros descritivos, quais sejam: mediana (é o valor exatamente no meio de um conjunto ordenado de números) (q_2), quartil inferior (q_1), quartil superior (q_3) e do IRQ, intervalo interquartil (é a diferença entre o quartil superior e o quartil inferior).

Um gráfico de “caixa-e-bigode” pode ser útil para lidar com muitos valores de dados.. Eles permitem que as pessoas a explorar os dados e tirar conclusões informais quando duas ou mais variáveis estão presentes. Ele mostra apenas algumas estatísticas, em vez de todos os dados. A figura 04 a seguir apresenta o boxplot, destacando suas principais características.

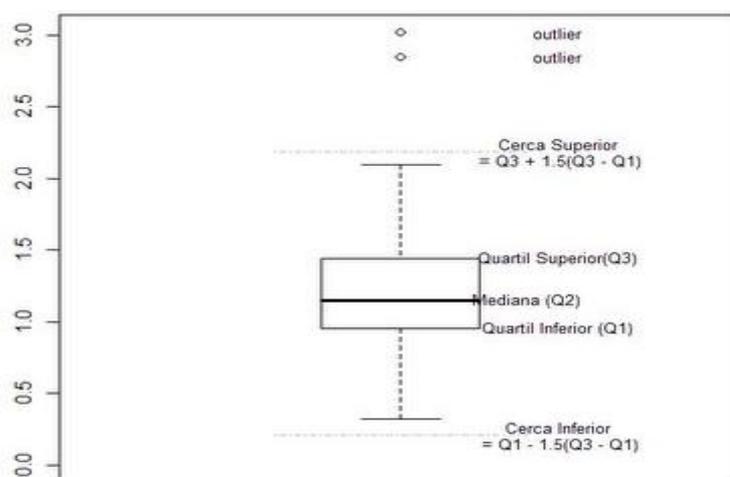


Figura 04-Exemplo representativo do gráfico boxplot. Fonte: Yoav (1988).

A linha central da caixa marca a mediana do conjunto de dados. A parte inferior da caixa é delimitada pelo quartil inferior (q_1) e a parte superior pelo quartil superior (q_3). As hastes inferiores e superiores se estendem, respectivamente, do quartil inferior até o menor

valor não inferior a $q1 - 1.5IQR$ e do quartil superior até o maior valor não superior a $q3 + 1.5IQR$. Os valores inferiores a $q1 - 1.5IQR$ e superiores a $q3 + 1.5IQR$ são representados individualmente no gráfico, sendo estes valores caracterizados como *outliers*, que em estatística é uma observação que seja numericamente distante do descaso dos dados.

As quantidades $q1 - 1.5IQR$ e $q3 + 1.5IQR$ delimitam, respectivamente, as cercas inferior e superior e constituem limites para além dos quais, como visto, os dados passam a ser considerados *outliers*. O boxplot permite avaliar a simetria dos dados, sua dispersão e a existência ou não de *outliers* nos mesmos, sendo especialmente adequado para a comparação de dois ou mais conjuntos de dados correspondentes às categorias de uma variável qualitativa.

O resumo de cinco números consiste na mediana, os quartis, e os valores de maior e menor na distribuição. Visuais imediatos de um gráfico de caixa-e-bigode são o centro, a dispersão e o alcance global de distribuição.

A segunda etapa foi a inferência estatística, em que é testada a hipótese do estudo, verificando a existência ou não de correlação. A análise de correlação foi utilizada para examinar cada par de variáveis de medida que tendem a se moverem juntas.

O coeficiente de correlação mede até que ponto duas variáveis de medida “variam juntas”, ele é dimensionado de modo que seu valor seja independente das unidades de expressão das duas variáveis de medida.

Foi determinada uma estrutura de “lag” (defasagem), pois se sabe que as manifestações biológicas geralmente apresentam um comportamento que mostra uma defasagem em relação à exposição do indivíduo aos agentes climáticos, ou seja, espera-se que as interações observadas em um dia específico estejam relacionadas a variações meteorológicas tanto do referido dia, como, dos dias anteriores. A correlação com defasagem temporal se dá pela diferença de fase entre dois sinais alternados de mesma frequência. Essa similitude defasada nesse estudo foi de significativa importância devido às variáveis meteorológicas influenciar indiretamente na ocorrência da malária. Pois a temperatura do ar e umidade relativa do ar propicia condições para a proliferação do mosquito, vetor transmissor da doença é a precipitação pluviométrica contínua que ocorre na região permite a formação de poças d’água, nas quais o mosquito se reproduz de forma permanente durante todo ano, ou seja, a precipitação de determinado mês irá influenciar nos casos da malária, em até seis meses seguintes. Isso acontece devido às fases de formação do mosquito, ou seja, a fase de ovos, larva, pupa e imago.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Boa Vista-RR

No município de Boa vista observa-se que os maiores valores de temperatura ocorrem de setembro a abril (primavera, verão e outono), com valores médios superiores a 28°C. No período de maio a agosto, as temperaturas médias do ar ficam em torno de 26 a 27°C, implicando em uma pequena variação anual. A umidade relativa do ar é superior a 65%, em todos os meses do ano e os maiores valores coincidem com as menores temperaturas médias. A precipitação apresenta seu período mais chuvoso no trimestre de maio, junho e julho. Apesar de ter sido observado caso da doença durante todos os meses nota-se que em situações de maiores temperaturas, baixa umidade relativa do ar e com precipitação foram mais favoráveis a incidência de casos de malária, mês de março, por exemplo.

Observando estatisticamente o comportamento mensal da temperatura do ar, para Boa Vista na figura 05, nota-se grande variabilidade da mesma durante os meses, sendo maio o mês onde as temperaturas apresentam menor variação, nos anos estudados, apesar da existência de *outliers*: valores extremamente altos, como no caso o ano de 2009 ou baixos, como no caso o ano de 2000 exigindo uma atenção especial.

Avaliando a dispersão dos dados mensais de umidade relativa do ar, nota-se uma menor variabilidade no período de maio a agosto. O ano de 2009 foi um ano anômalo, com valores extremamente baixos e altas temperaturas. Os meses de setembro a abril possuem maior dispersão já que o tamanho dos “bigodes” são maiores. Setembro pode ser considerado um mês que exige atenção especial quanto à existência de valores extremamente baixos.

No gráfico é possível comparar o comportamento da precipitação pluviométrica durante os meses do ano no período estudado. Observa-se claramente que os meses de abril a agosto possuem maior mediana, com tendência dos valores totais mensais serem maiores do que os outros meses do ano possuindo, também, maior dispersão nos dados observados já que o tamanho dos “bigodes” são maiores. Nota-se que no período de novembro a fevereiro existe de *outliers* com valores extremamente altos de precipitação pluviométrica.

Analisando o conjunto de dados mensais do número de casos de malária notificados, é possível ver claramente que os dados do mês de maio são os que apresentam maior dispersão, com tendência de valores maiores, em relação aos outros meses do ano. Praticamente em todos os meses existem casos de outliers. Nota-se que há uma tendência de maiores

ocorrências de malária entre setembro a maio, sendo abril, especialmente um mês de poucas ocorrências apesar de existir valores extremamente altos em 2005 e 2006.

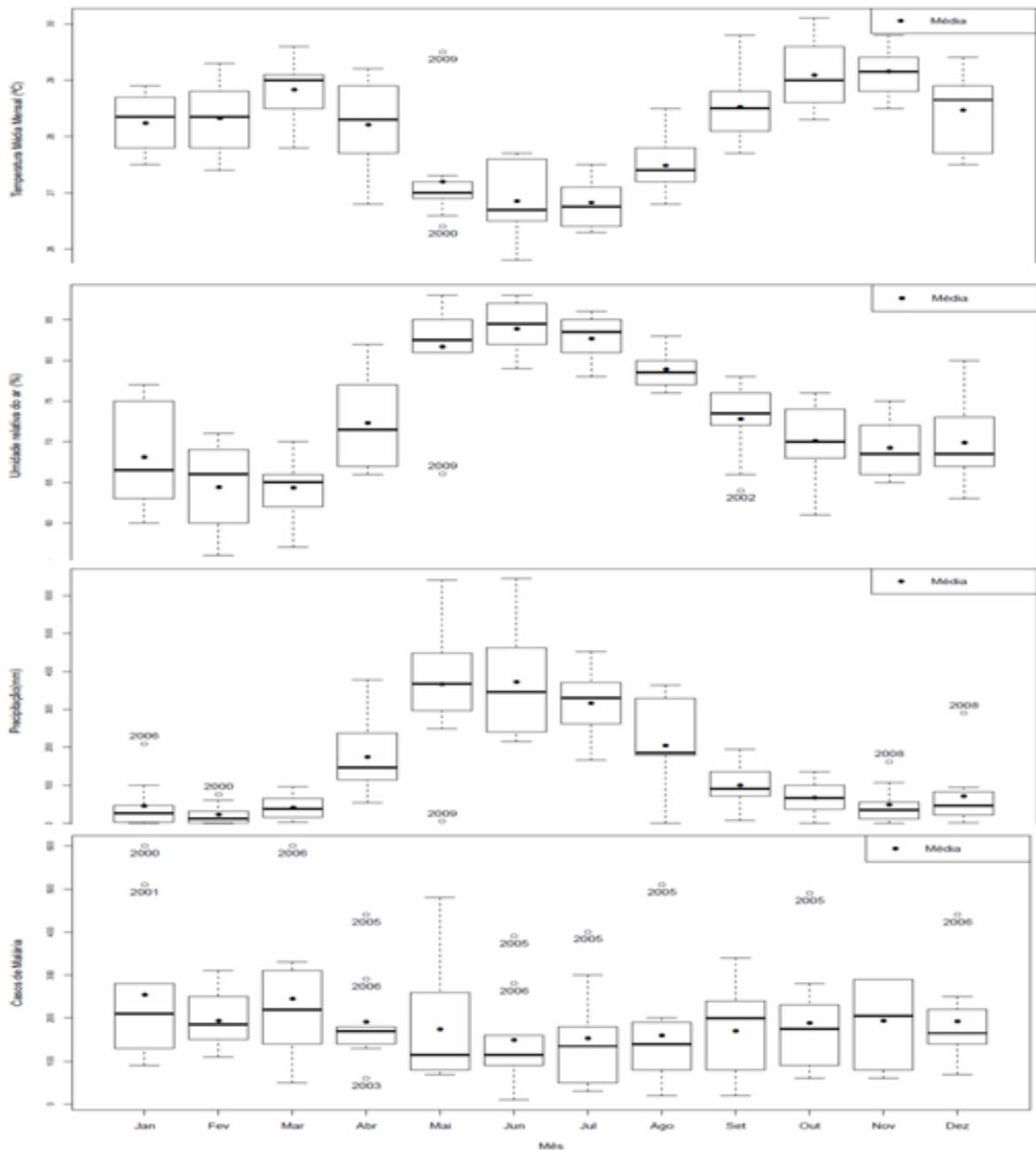


Figura 05 – Boxplot das variáveis estudadas de Boa Vista-RR de 2000 a 2009.

O predomínio de valores extremamente altos observados em 2005 e 2006, em praticamente, todos os meses pode ser justificado pelo fato de neste período ter ocorrido à maior seca na Amazônia da última década, levando em consideração que no município, os níveis dos rios baixaram, no entanto não chegaram a secar (ZANCHETTA, 2005).

Na figura 06 reafirma o resultado de Costa (2008), que após o surto de 2005, a diminuição nos casos de malária, a partir do ano de 2006, deveu-se aos trabalhos de prevenção e combate feitos pela prefeitura de Boa Vista, de janeiro a agosto de 2007, sendo diagnosticados 385 casos de pessoas com malária, 39% menos que em 2006. (DATASUS, 2010).

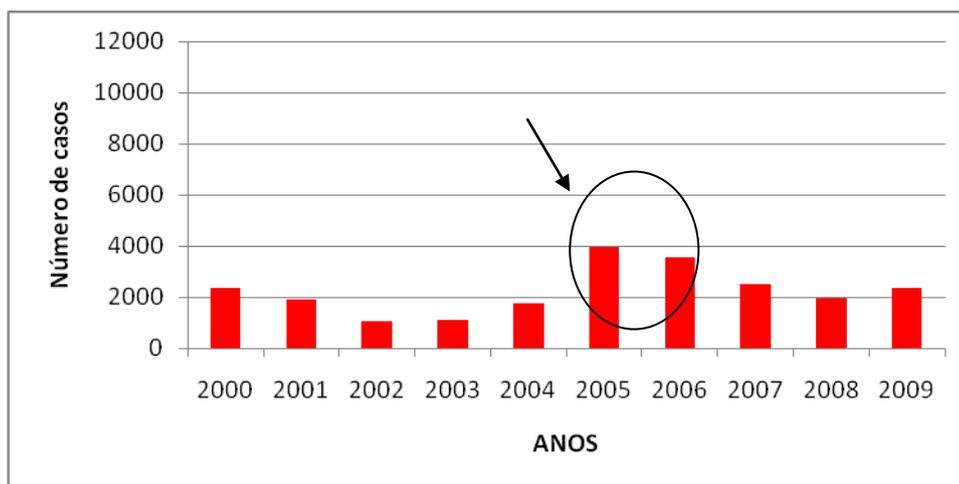


Figura 06 - Total anual de casos de Malária de Boa Vista-RR.

A Secretaria Municipal de Saúde realizou a borrifação com inseticida nos bairros, com maior incidência da malária, como Cauamé e Paraviana, locais próximos de igarapés. As equipes de saúde também aplicam o veneno, que previne a eclosão dos ovos do mosquito da malária, nas margens dos rios e igarapés, principalmente no verão, período em que esses locais secam e formam poças de água, possíveis criadouros. No início 2001, foram realizadas mobilizações comunitárias nos bairros com maior frequência do problema. As atividades incluíram educação, borrifação e exames laboratoriais, caso fossem necessários COSTA, (2008).

3.2 Coari – AM

Em Coari município do Estado do Amazonas, localizado na parte central, observa-se que os valores altos da temperatura ocorrem de julho a novembro, a umidade relativa média é superior a 75% durante todos os meses do ano, o período mais chuvoso ocorre durante os primeiros cinco meses do ano. (figura 07).

Quanto as notificações da malária, visualiza-se que as variações no número são mais relevantes, nos meses de setembro a novembro, verificando esse aumento acentuado,

exatamente nos meses de transição da precipitação, meses de setembro e outubro, da umidade relativa do ar e temperaturas altas, ou seja, para essa região situação em que as temperaturas são elevadas, início do aumento das chuvas juntamente com meses que a umidade relativa do ar é consideravelmente baixa, quando comparada ao restante do ano é quando se observa os maiores valores dos números de notificações.

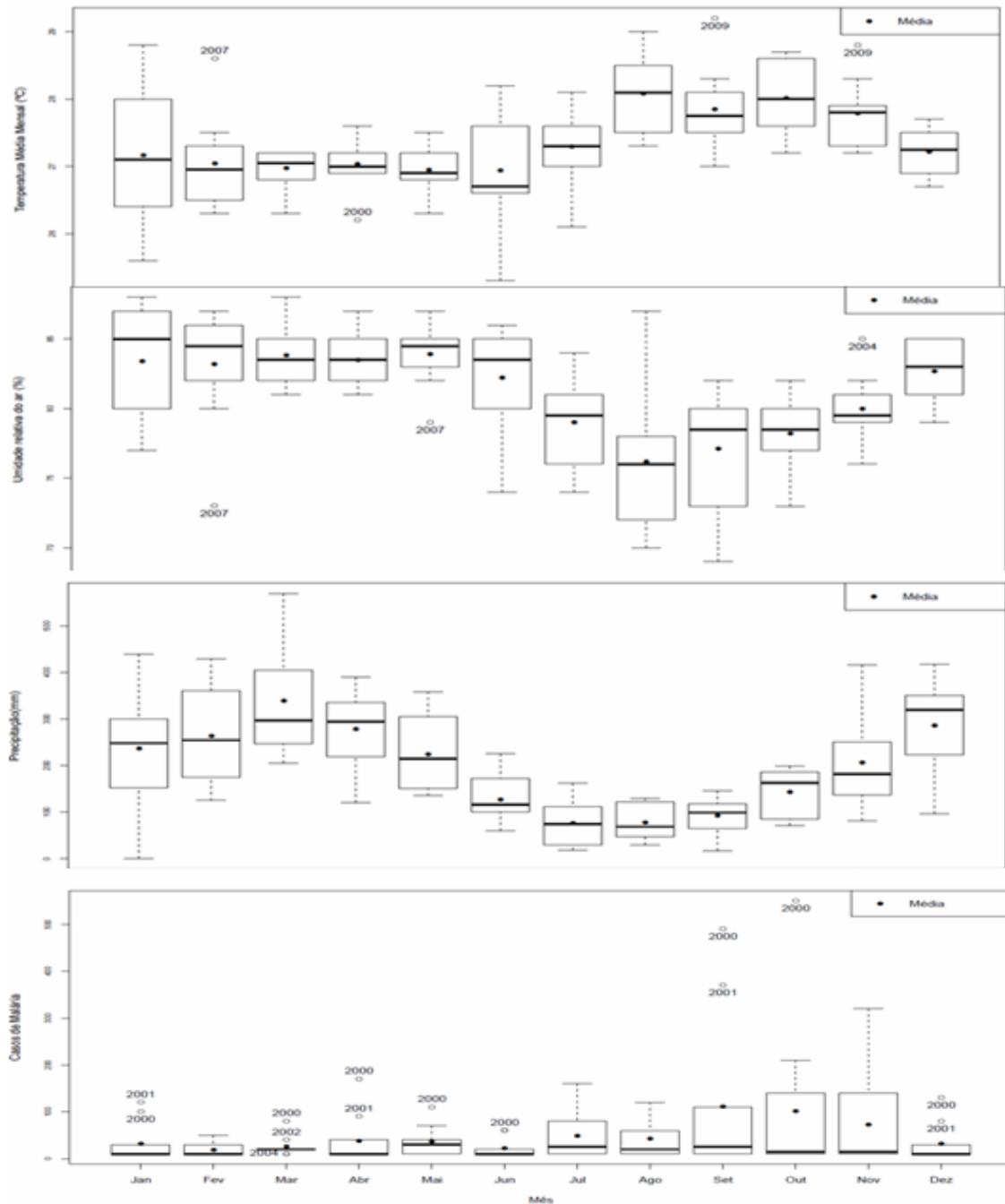


Figura 07 – Boxplot das variáveis estudadas de Coari - AM de 2000 a 2009.

Estatisticamente o comportamento da temperatura média do ar dos últimos 10 anos no município de Coari, caracterizando o período com temperaturas elevadas, a partir de julho, apresentando maior variabilidade nos meses de agosto e outubro; janeiro não está caracterizado por temperaturas altas, porém ele é o mês que apresentou maior variação durante o período estudado. Torna-se evidente os *outliers*, observa-se uma discrepância inferior à média ocorrida em abril do ano de 2000 e três superiores à média, uma no mês de fevereiro de 2007 e duas no ano de 2009, sendo em setembro e novembro.

O boxplot do comportamento da umidade relativa do ar nesse município é inverso ao da temperatura, visualizando discrepâncias em novembro de 2004, fevereiro e maio de 2007. A precipitação pluviométrica no município é sazonal, caracterizando o primeiro semestre como o período chuvoso da região, observa-se que chove mais no verão e no outono, diminuindo no inverno e na primavera.

Nos meses de setembro a novembro apresentam maior variabilidade nos casos da malária, porém em especial chamam atenção os *outliers* do ano 2000, em que visualizamos discrepâncias em quase todo ano, caracterizando a ocorrência acentuada da endemia malárica

Coari foi responsável por mais de 40% dos casos de malária do Estado do Amazonas, em 2000 e 2001 (BRAGA, 2006). Tadei (2008) definiu que o aumento significativo da doença pode estar indiretamente relacionado com o aumento nas precipitações, se levar em consideração o período de defasagem temporal, ou seja, a chuva atípica que fez subir o nível do rio, em julho, mês pertencente ao período menos chuvoso da região, proporcionou a maior proliferação do mosquito, sendo indiretamente relacionada ao número de pessoas doentes meses depois.

As mudanças climáticas estão influenciando diretamente a reprodução dos mosquitos transmissores da malária, segundo Tadei (2008). De acordo com monitoramento realizado por sua equipe, a ocorrência de um verão atípico no lago de Coari (AM) em fevereiro de 2007, provocou um aumento de 300% a 500% no número de mosquitos *Anopheles Darlingi* na região, esse aumento pode ser visualizado no ano de 2007 (figura 08), no total anual. O estudo foi realizado nos municípios por onde passará o gasoduto Coari-Manaus. Tadei explicou que, em outubro de 2007, as águas do lago Coari subiram antes do tempo e invadiram os igapós, fazendo com que eles se tornassem locais ideais para a reprodução do mosquito. Em dezembro de 2006 e janeiro de 2007, o número de mosquitos girou em torno de 30 insetos, colhidos na área do gasoduto. Nos dois meses seguintes, quando ocorreu o verão atípico, o monitoramento apontou 1029 e 1599 mosquitos na região estudada.

Esse aumento representa uma relação direta entre o aquecimento atípico da região e a reprodução do anopheles, segundo o mesmo, normalmente nos outros anos, a ocorrência de mosquitos nos meses de outubro e novembro baixa, pois esse período é de “seca” no Estado do Amazonas. O mosquito da malária se reproduz no período de transição em que os rios, lagos e igarapés da região estão subindo ou descendo.

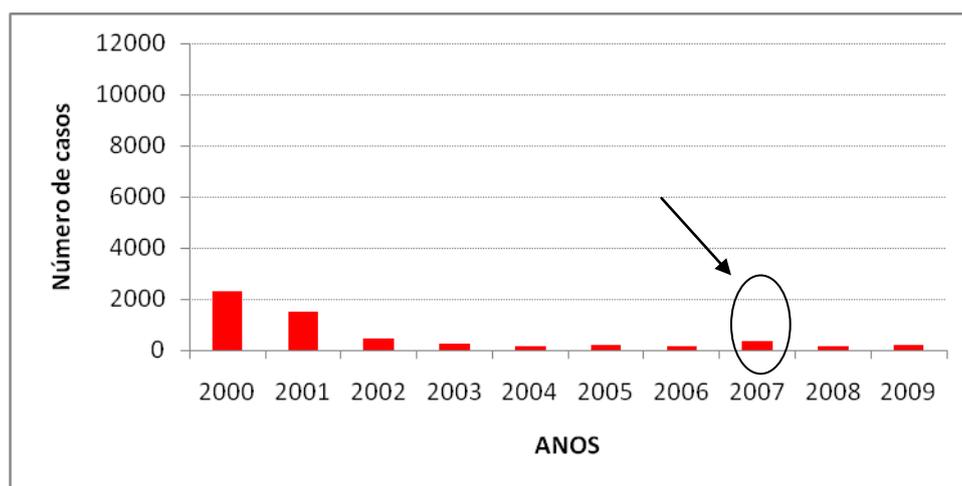


Figura 08 - Total anual de casos de Malária de Coari-AM.

3.3 Manaus- AM

O município de Manaus, localizado na parte central da Amazônia, observam-se maiores valores médios da temperatura nos meses de agosto a novembro, a umidade relativa média é superior a 79% durante todos os meses do ano, a precipitação apresenta seu período mais chuvoso durante seus primeiros cinco meses, e nos dois últimos, em relação aos casos de notificações da malária, percebe-se que a doença tem sua notificação durante todo o ano, a variação é muito pequena, porém percebe-se um sutil aumento de janeiro a março e de agosto a novembro (figura 09).

A região de Manaus possui uma homogeneidade espacial e sazonal da temperatura, pois durante o inverno do hemisfério Sul toda a zona meridional da região norte, que atravessa a Cordilheira dos Andes ao sul do Chile, apresenta eventos excepcionalmente intensos, podendo chegar a provocar o fenômeno da friagem (NIMER, 1979). Estatisticamente observa-se o comportamento da temperatura, a sazonalidade é visualizada nessa região, onde se tem maior variabilidade nos meses em que se têm valores mais elevados. O mês de janeiro se destaca como o período de temperaturas amenas com a maior variação entre elas.

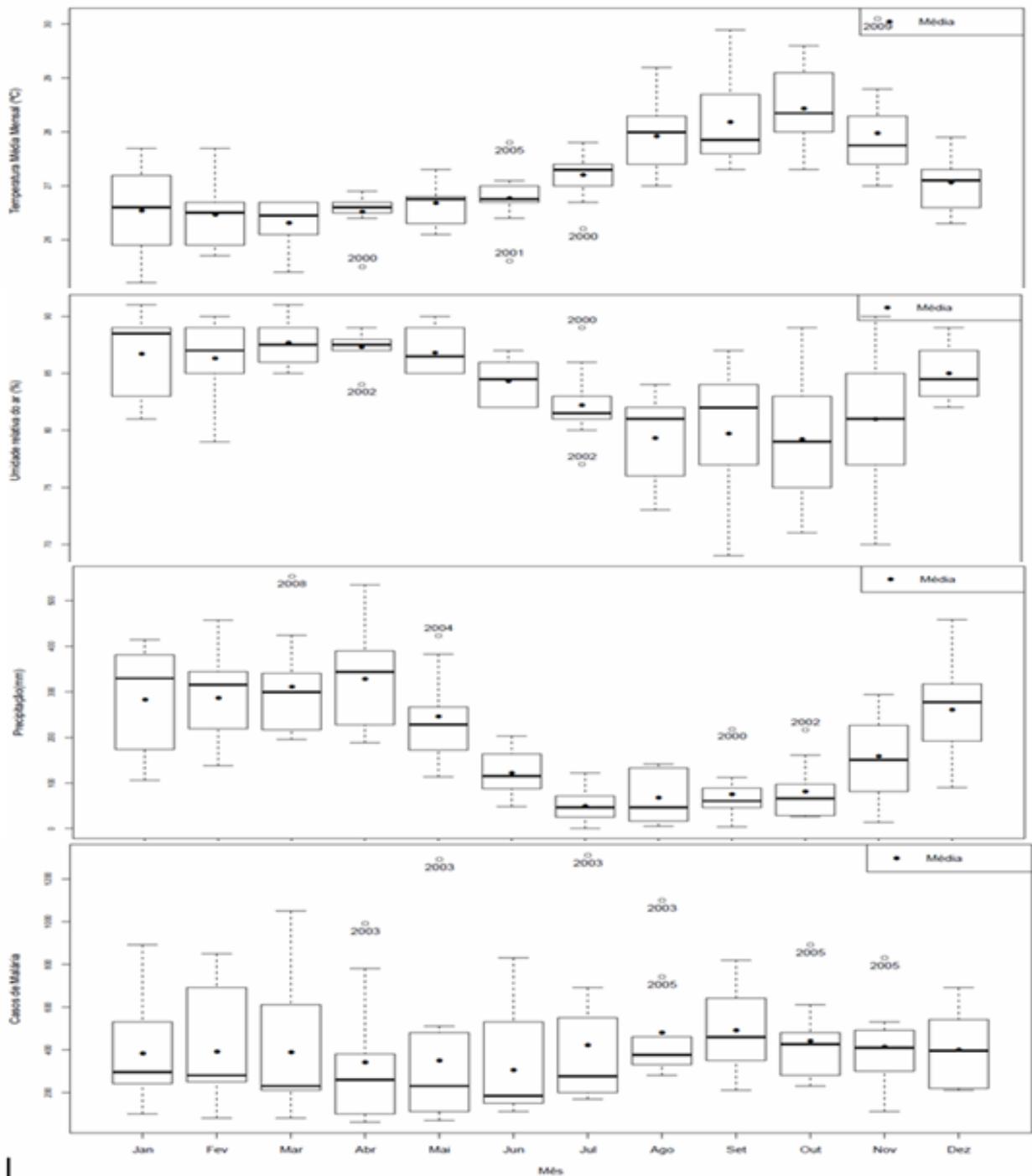


Figura 09 - Boxplot das variáveis estudadas de Manaus-AM de 2000 a 2009.

A umidade relativa tem comportamento inversamente proporcional ao da temperatura, destacando as discrepâncias superiores à média no mês de julho do ano de 2000 e inferiores nos meses de abril e julho no ano de 2002. Na região de Manaus a distribuição da precipitação ocorre entre os meses (dezembro, janeiro, fevereiro e março), que chove mais e (junho, julho, agosto e setembro) chove menos, respectivamente, determinado localmente como período de inverno (muito chuvoso) e verão (menos chuvoso).

De acordo com a sazonalidade, as variações de precipitação entre os períodos são pequenas de 100 a 300 mm, mas é importante destacar que os meses definidos dentro do período de transição entre as estações, principalmente maio e agosto visualizados no gráfico. As discrepâncias observadas ocorreram sempre acima da média, setembro de 2000, outubro de 2002, maio de 2004 e março de 2008, o que pode ser justificada segundo FISCH; MARENGO; NOBRE (1998), pela presença do mecanismo em larga escala que influencia o padrão de precipitação na Amazônia, a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT.

O número de casos da malária em Manaus é grande, quando comparado com os demais municípios pelo fato de se tratar da capital do Estado, lugar onde se encontra melhor infra-estrutura para tratamento, fato que atrai pessoas infectadas em municípios vizinhos menos desenvolvidos. Observaram que as discrepâncias ocorreram nos anos de 2003 e 2005, anos que apresentaram os totais de casos mais elevados segundo DATASUS (2010).

Confaloniere (1995) afirma que quando se tem ambientes muito úmidos, ambientes alagados, como é a maior parte da Amazônia e interrompe-se o fluxo da água, chove menos, a cria ambiente favorável ao mosquito, e quando a situação de seca persiste e a poça seca, não se tem mais mosquito, e o contrário é verdadeiro, quando o ambiente é mais seco, o que não é comum na Amazônia, quando chove pouco empoça logo, e quando chove muito o mosquito não sobrevive devido à enxurrada arrastar a sua larva. Um número maior ou menor de casos de malária não depende só da proliferação do mosquito, mas também de outros fatores sociais.

Segundo Tadei (2008) a partir de 2006 ocorre uma incidência menor comparada aos anos anteriores, o que esta relacionada às campanhas de controle (figura 10).

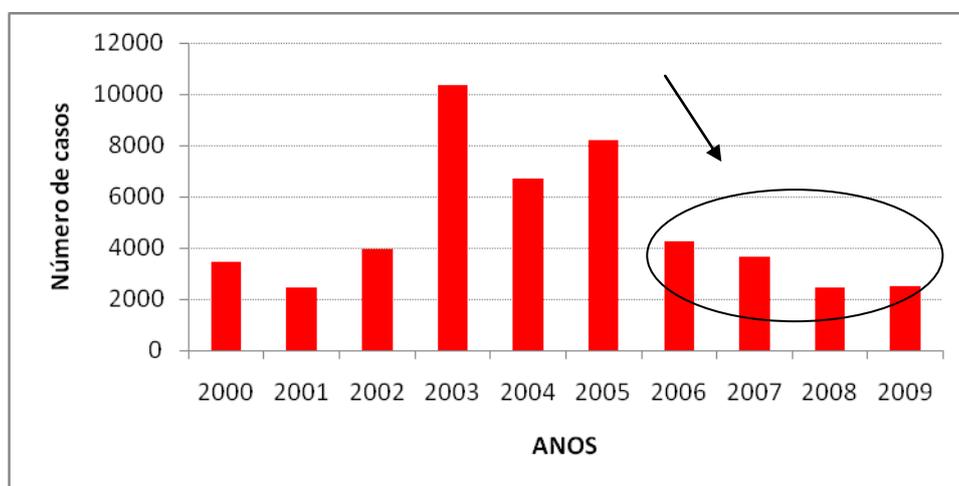


Figura 10 - Total anual de casos de Malária de Manaus - AM.

3.4 Belém – PA

Localizado na parte leste da Amazônia o município de Belém, apresentou maiores valores da temperatura nos meses de agosto a novembro, a umidade relativa média é superior a 75% durante todo ano, a precipitação, apresenta seu período mais chuvoso durante o trimestre de fevereiro/março/abril, em relação aos casos da malária, a variação é muito pequena no número de notificações, porém percebe-se um sutil aumento em dois períodos, de janeiro a março e de agosto a outubro, época que exatamente é caracterizada pela transição entre o período chuvoso e menos chuvoso (figura 11).

Na temperatura média mensal dos últimos dez anos de Belém do Pará, observa-se o período de junho a novembro com os valores médios mais elevados. Observam-se discrepância inferior à média em março de 2009. Estatisticamente observa-se que a variabilidade da temperatura para essa região é relevante para todos os meses do ano.

Verifica-se o comportamento da umidade relativa do ar de Belém inverso ao da temperatura, porém estatisticamente com menor variabilidade, observado na figura anterior. Vizualizando *outliers*, valores discrepantes, em agosto de 2000, maio de 2003, maio e agosto de 2004 e maio de 2009.

A precipitação pluviométrica em Belém apresenta o período mais chuvoso compreendendo os meses de dezembro a abril e o período de maio a novembro o menos chuvoso estatisticamente os meses de junho e dezembro apresentaram maior variabilidade. Observam-se *outliers*, discrepâncias superiores à média em julho de 2001 e março, agosto e novembro de 2006.

Os casos de malária do ano de 2000 possuem discrepâncias que chamam a atenção, podendo ser justificadas como possíveis vestígios do surto da década de 90, estando elas presentes em maior quantidade no período menos chuvoso da região. Estatisticamente a variabilidade ocorre significativamente em quase todos os meses do ano, observando, em média, o aumento nos casos tem um perfil trimestral semelhante, em especial para essa região.

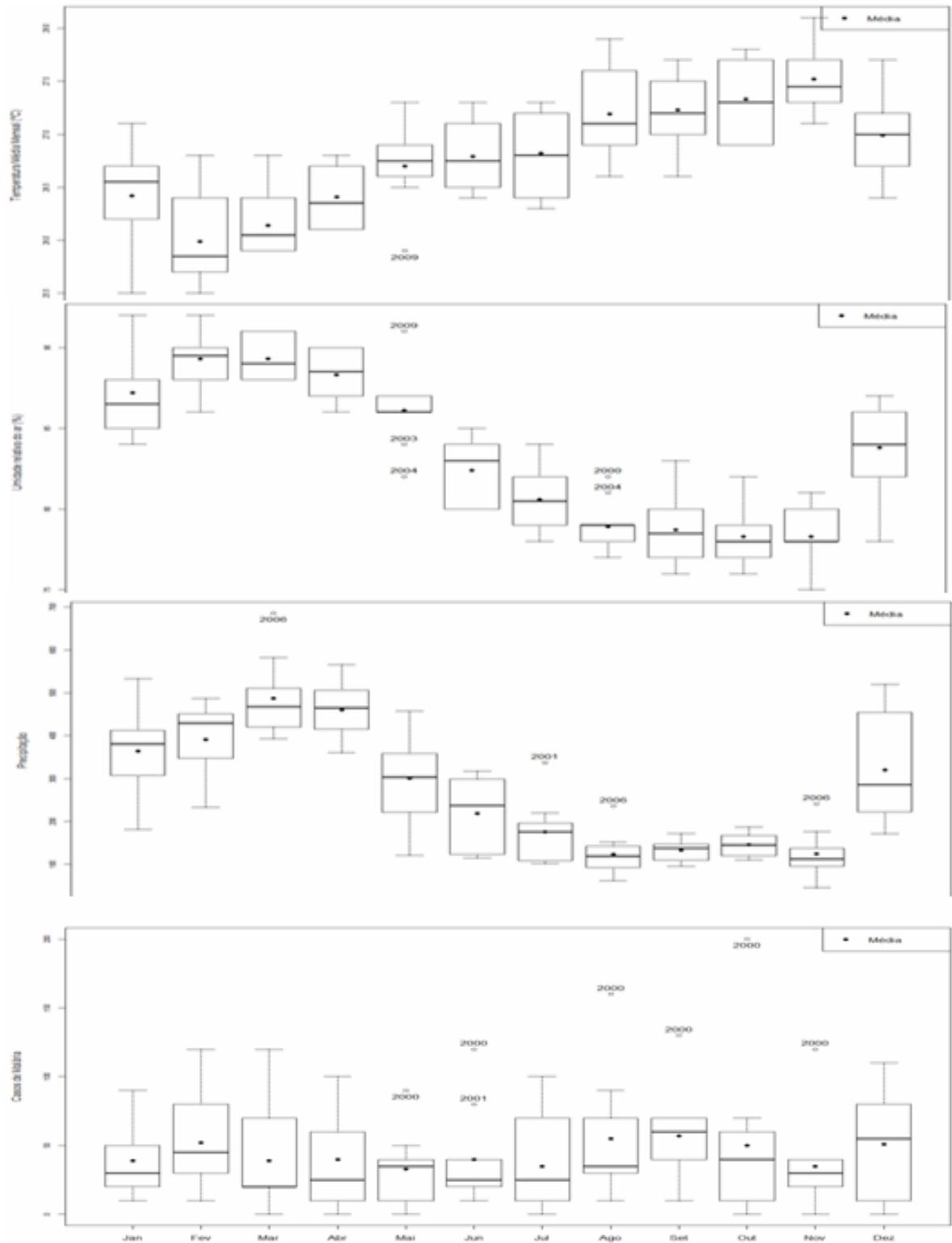


Figura 11 - Boxplot das variáveis estudadas de Belém - PA de 2000 a 2009.

Tadei (1998) afirma que surtos como os da década de 90, não se devem somente a fatores demográficos (migração) ou ecológicos (floresta úmida), os quais não são por si só, condições suficientes, isoladamente ou em combinação, para provocar surto. A ocorrência ou não do surto de malária depende também do contexto social. Em áreas com maior infra-

estrutura ou em que os migrantes estão sujeitos ao controle direto de grandes empresas ou órgãos governamentais (Balbina, Tucuruí, Serra Pelada), a intensificação da ocupação da floresta amazônica não implica surtos de malária. Os surtos ocorrem quando a ocupação é precária feita por migrantes pobres à procura de sustento e trabalho “por conta própria”. O exame mais detalhado dos grupos de maior risco mostra que a malária não é comum entre operários e funcionários, mas entre colonos, posseiros e garimpeiros (MARQUES, 1998).

Estudos mostram que algumas características ambientais e até mesmo sociais da Amazônia brasileira são relevantes, não apenas para a determinação dos quadros epidemiológicos, como também, para implicações em relação à assistência à saúde. Concomitantemente a isso, a situação da malária piora ao se analisar o processo de migração interno, relacionado à expansão da fronteira agrícola, extração madeireira, à construção de rodovias e hidroelétricas e às atividades de garimpo e mineração, desenvolvidos na Região Amazônica. Este movimento migratório desordenado dificulta o controle da malária, permitindo um enorme afluxo de pessoas não-imunes para áreas de alta transmissão. Além disto, permite o refluxo de indivíduos com a infecção para regiões onde a transmissão já fora interrompida, possibilitando, eventualmente, sua reintrodução. (MARQUES, 1998).

Apesar de todos esses fatores contribuírem de forma significativa para um elevado número de casos de malária, no município de Belém e no Estado do Pará, de forma geral, no presente estudo tal fato não foi observado, tanto no número total de casos notificados, quanto no número de possíveis casos autóctones na região, sendo verificada, inclusive, uma pequena queda nos anos de 2004 e 2008, (figura 12).

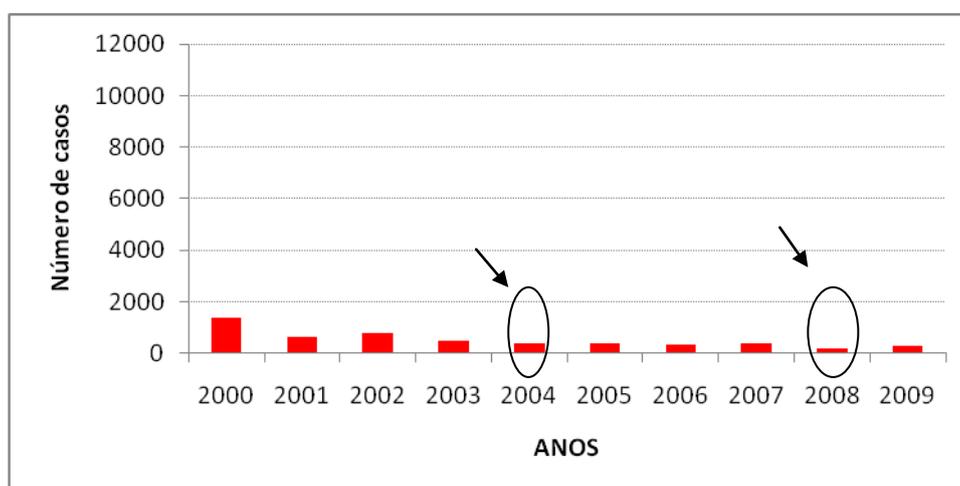


Figura 12 - Total anual de casos de Malária de Belém-Pa.

3.5 Macapá – AM

Na figura 13, dos últimos 10 anos do município de Macapá, localizado na parte leste da Amazônia, observam-se maiores valores da temperatura nos meses de agosto a novembro, a umidade relativa média é superior a 70% durante todos os meses ano, a precipitação apresenta seu período mais chuvoso durante o trimestre de fevereiro/março/abril. Em relação aos casos de notificações da malária, a variação não segue o padrão dos municípios anteriores, saindo do período de transição; o comportamento mais expressivo ocorre tanto nos quatro primeiros meses do ano, como também nos quatros meses finais.

Analisando a temperatura média do ar em Macapá (figura 13) percebeu-se que em quatro meses do ano apresentaram-se valores discrepantes, sendo que a maior quantidade e/ou frequência ocorre no “começo” e no “final” do ano. No trimestre de dezembro a fevereiro ocorre o decréscimo das médias de temperatura. Estatisticamente observa-se pequena variabilidade dos valores durante a maioria dos meses do ano. Os valores de umidade relativa do ar ficam acima de 80% até o mês de agosto e a partir daí tendem a cair, voltando a aumentar em novembro com pico máximo em abril (88%) e mínimo em outubro (73%).

A oscilação dos valores de umidade relativa do ar acompanhou as variações da temperatura do ar, com relação inversa, ou seja, quando houve aumento da temperatura do ar, a umidade relativa do ar diminuiu, porém, a umidade relativa foi sempre superior a 70%, isto significa que, Macapá sendo uma cidade plana, circundada por dois rios e uma baía, tem grande quantidade de vapor d’água na atmosfera e esta quantidade diminui à medida que a temperatura do ar aumenta.

Na distribuição da precipitação pluviométrica (figura 13) observa-se a ocorrência de dois períodos bem distintos, um mais chuvoso, (de janeiro a maio), e outro menos chuvoso, (de junho a novembro). A época mais chuvosa é caracterizada pela presença da ZCIT na região, o que acelera a atividade convectiva, enquanto que, na época menos chuvosa, a maioria das precipitações está relacionada aos efeitos locais (chuvas convectivas). Estatisticamente os meses que apresentaram maior variabilidade estão compreendidos no início do período chuvoso. Observam-se *outliers*, superiores a média em maio de 2000, novembro de 2006 e abril de 2007.

Macapá em relação às ocorrências mais elevadas, dos casos da malária, se deu nos meses de dezembro e janeiro, estatisticamente apresentaram variabilidade, no número dos casos, significativa. Observa-se *outliers* nos anos iniciais e no ano final do período estudado, situação clara quando se visualizam as discrepâncias no gráfico.

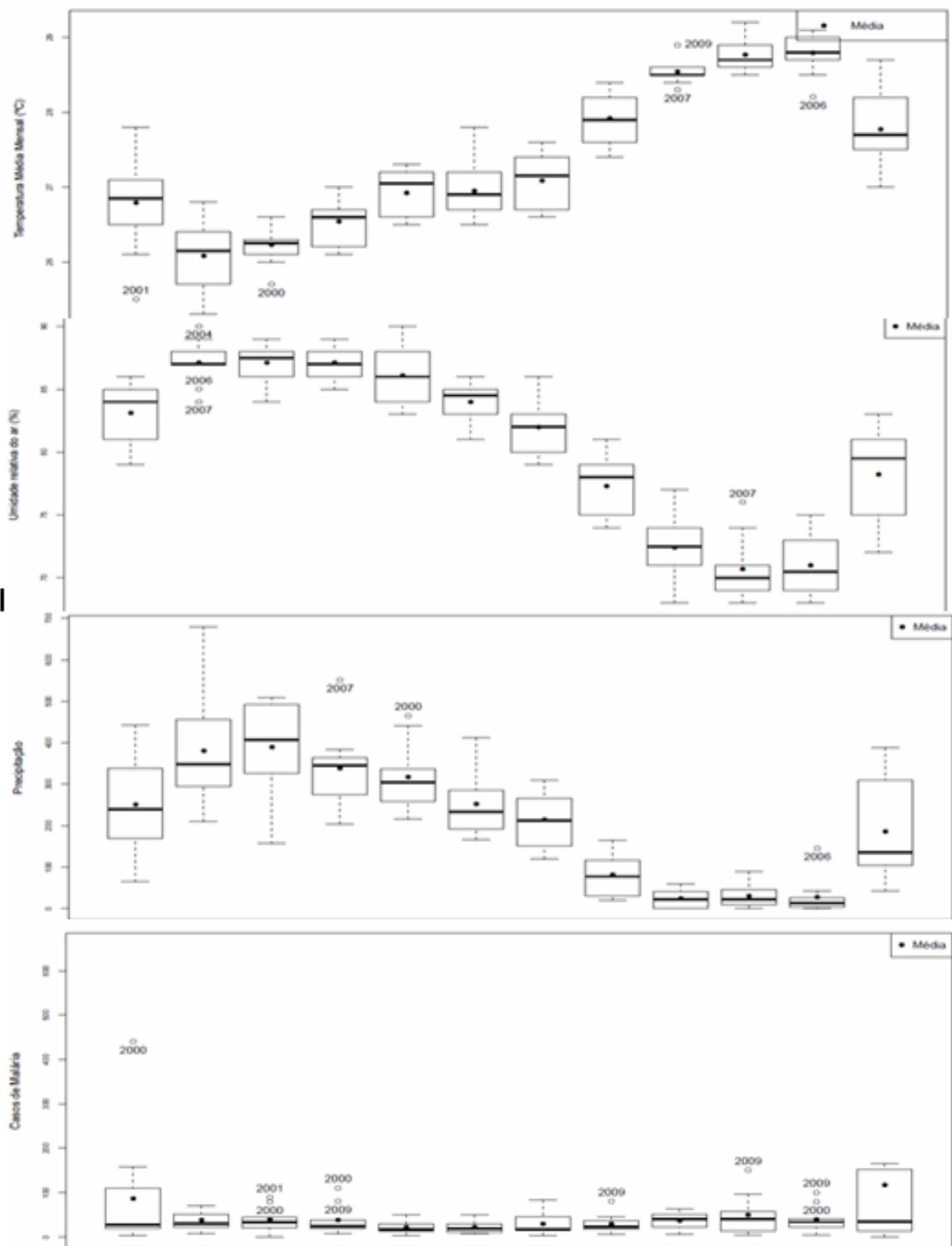


Figura 13- Boxplot das variáveis estudadas de Macapá-AP de 2000 a 2009.

No início do período estudado, ainda podiam se visualizar vestígios do surto malárico da década de 90. No Estado do Amapá, o número de casos foi reduzido, porém já no ano de 2009 ocorreu um aumento das enfermidades.

No final do ano de 2001 foram definidas as ações integradas entre a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para o controle da malária nos assentamentos, por meio da portaria interministerial do Ministério da Saúde e Ministério de Desenvolvimento Agrário, figura 14.

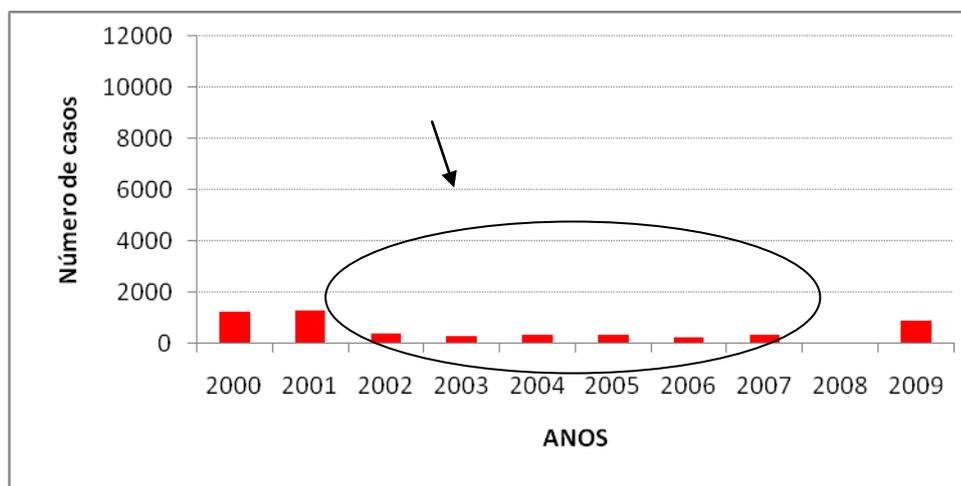


Figura 14 - Total anual de casos de Malária de Macapá - AP.

3.6 Itaituba – PA

Localizado na parte sul da Amazônia, o município de Itaituba foram observados maiores valores da temperatura nos meses de agosto a novembro, a umidade relativa média é superior a 79% durante todo ano. O município apresenta seu período mais chuvoso durante os quatro primeiros meses do ano, de janeiro a abril. Em relação aos casos de notificações da malária, a doença ocorreu de forma muito significativa no período estudado, observa-se que em Itaituba o mês em que menos choveu foi agosto e o menor número de doença foi de julho, deixando evidente que as condições regionais se diferem interferindo no resultado de cada município.

Na figura 15, a temperatura média do ar em Itaituba, observa-se que o período mais quente da região ocorre nos meses de julho a outubro, entre fevereiro e abril as temperaturas são mais amenas. As discrepâncias são visualizadas em julho, agosto e outubro de 2000, fevereiro de 2002 e agosto de 2003 principalmente no período em que as temperaturas são elevadas. Estatisticamente dezembro e janeiro, foram os meses que apresentaram maior variabilidade (meses pertencentes ao período de transição). Observam-se o comportamento da umidade relativa do ar na região de Itaituba, sendo este período inverso (de temperaturas amenas) ao gráfico anterior, a variabilidade é pequena no período de fevereiro a abril.

Discrepâncias superiores à média, são verificadas em julho, agosto e outubro de 2000, período menos úmido da região.

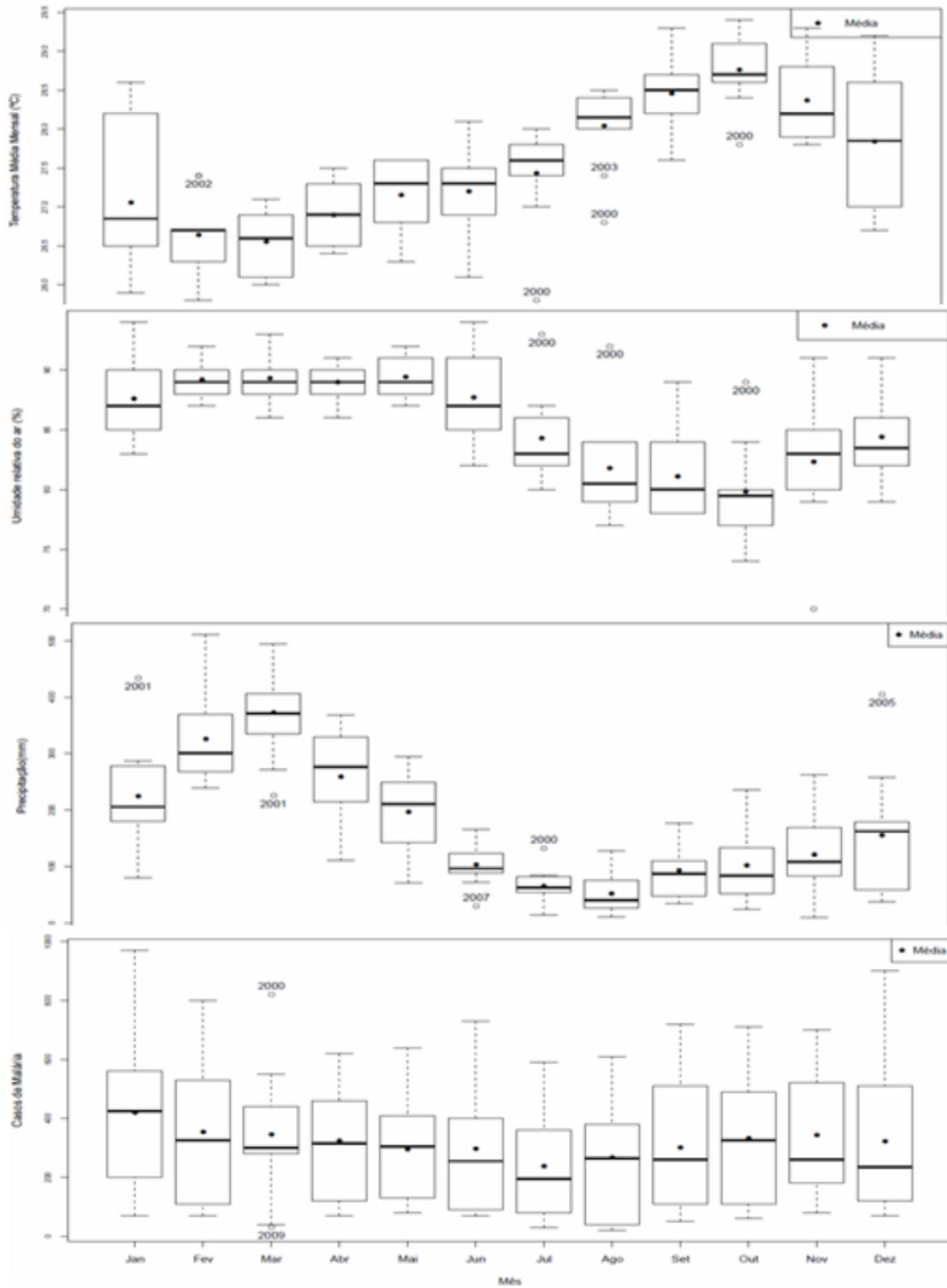


Figura 15- Boxplot das variáveis estudadas de Itaituba-PA de 2000 a 2009.

A precipitação pluviométrica apresenta sazonalidade bem definida, caracterizando de dezembro a maio o período chuvoso, e de junho a novembro o menos chuvoso, possuindo maiores variações no primeiro período. Ocorreram discrepâncias superiores à média em julho de 2000, janeiro de 2001, dezembro de 2005 e inferior em março de 2001 e junho de 2007.

Na figura 15 também foi possível observar que em Itaituba o número de casos foi bastante acentuado, sendo a curva praticamente contínua, com variabilidade significativa durante todo o ano.

Os casos de notificações da malária na região de Itaituba, apesar de possuir valores altíssimos ainda hoje (figura 16) vêm diminuindo a cada ano, exceto de 2008 para 2009. Houve uma variação média de 2,5% com relação à baixa do índice de exames efetuados na região de Itaituba, levando em consideração o aumento na população a cada ano, segundo Falcão (2008).

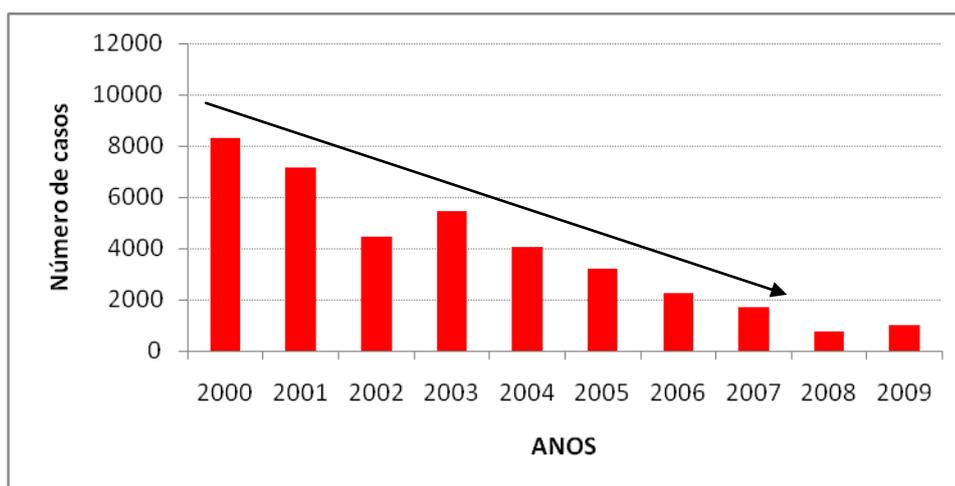


Figura 16 - Total anual de casos de Malária de Itaituba-PA.

3.7 Altamira-PA

No município de Altamira, localizado na parte sul da Amazônia, observam-se maiores valores da temperatura entre os meses de agosto e novembro, a umidade relativa média é superior a 70% durante todo ano, a precipitação, apresenta seu período mais chuvoso durante os quatro primeiros meses do ano (de janeiro a abril) com relação aos casos de notificações da malária, observa-se que a enfermidade não tem muita oscilação em relação aos outros fatores analisados, entretanto pode-se perceber um aumento sutil dos casos no mês de janeiro e abril, juntamente aos meses referentes à transição do período menos chuvoso para o período chuvoso. (figura 17).

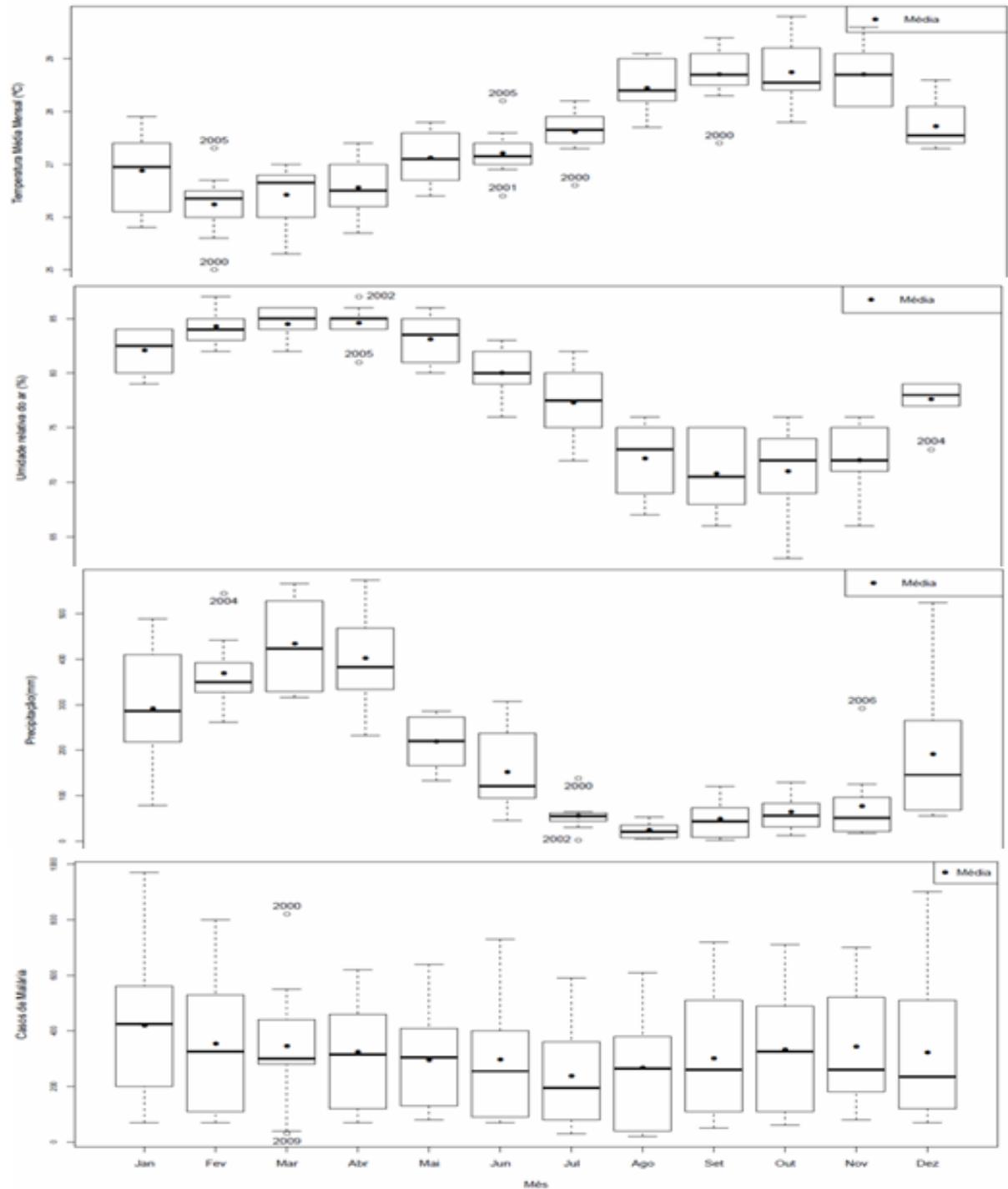


Figura 17 - Boxplot das variáveis estudadas de Altamira-PA de 2000 a 2009.

A temperatura média do ar em Altamira sugere o período de julho a novembro como sendo os meses mais quentes da região, e dezembro a abril apresenta temperaturas mais amenas, estatisticamente verifica-se a ocorrência da variabilidade em praticamente todo ano. As maiores discrepâncias visualizadas foram abaixo da média entre os anos de 2000 e 2005, principalmente no período de transição. O comportamento da umidade relativa do ar no

município, inverso ao da temperatura, observado na figura anterior. Visualizando valores discrepantes, no mês de abril (úmido) dos anos de 2002 e 2005 e no mês de dezembro (menos úmido) do ano de 2004.

É possível ver na precipitação pluviométrica que os dados do conjunto das precipitações possuem maior mediana, o que evidencia que os dados do conjunto da precipitação tendem a ser maiores que os da umidade relativa do ar e também possuem maior dispersão, já que tanto os dois quartis quanto o tamanho dos “bigodes” são maiores, caracterizando o primeiro semestre o período chuvoso da região, visualizando discrepâncias superiores a média no mês de julho de 2000, fevereiro de 2004, novembro de 2006 e uma inferior em julho de 2002.

Nos casos de malária em Altamira (figura 17) observa-se a partir da média o aumento do número de casos ocorre de dois em dois meses, mesmo que de forma sutil, meses estes quando comparados com a precipitação, são os de transição entre o período chuvoso e menos chuvoso da região. O ano de 2000, possui discrepância que chama a atenção, que podem ser vestígios do surto da década de 90, ocorrendo também uma em dezembro de 2003. Estatisticamente observa-se variabilidade grande na maior parte do ano.

Altamira apesar de apresentar grande variação em praticamente todos os meses do ano, começou ter o número de casos reduzidos a partir de 2002 (figura 18). Medidas para reduzir o desmatamento que caíra de 28 mil quilômetros quadrados, em 2005, para 13 mil, em 2006, podem ter sido o motivo para a diminuição dos casos de notificações da doença.

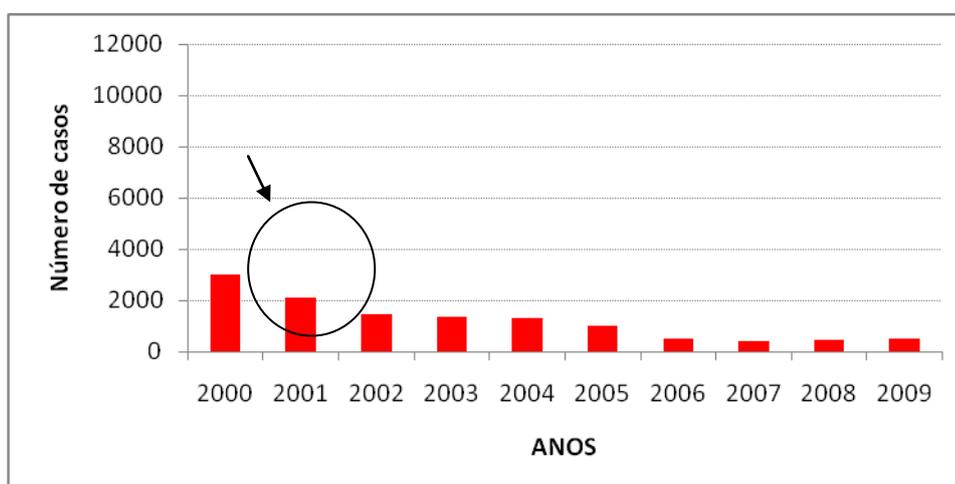


Figura 18 - Total anual de casos de Malária de Altamira-PA.

3.8 Porto Velho – RO

Porto Velho, localizado na parte sul da Amazônia, observam-se maiores valores da temperatura em dois períodos, nos meses de janeiro a abril e de agosto a dezembro, a umidade relativa média é superior a 70% durante todo ano, e o período mais chuvoso ocorre entre de novembro e abril.

Na figura 19 observa-se o comportamento da temperatura média do ar dos últimos 10 anos, no município de Porto Velho. Verificando-se temperaturas amenas nos meses entre maio e julho e as temperaturas elevadas, a partir de agosto até abril, caracterizando assim um comportamento semelhante ao município vizinho no Estado do Acre (Cruzeiro do Sul), porém com variações menores na temperatura. Evidencia-se discrepância inferior à média em abril de 2006 e superiores à média no mês de março de 2002, dezembro de 2003, novembro de 2005, agosto de 2006. O comportamento da umidade relativa do ar de Porto Velho semelhante ao da temperatura, porém foi em agosto que ocorreu a maior variação. Visualizando apenas um valor discrepante inferior à média no mês de novembro do ano de 2005.

A precipitação pluviométrica de Porto Velho apresenta sazonalidade definida, caracterizando de novembro a fevereiro o período chuvoso e de maio a outubro, o menos chuvoso. Ocorreram discrepâncias superiores à média em maio de 2003, novembro de 2004 e outubro de 2005.

Os casos de malária, observa-se que em Porto Velho, são elevados como nos outros municípios vizinhos. Verifica-se que ocorre um aumento discreto no número de casos no período menos chuvoso da região, porém houve variação acentuada nos mesmos durante o ano todo. As discrepâncias ocorreram em dezembro de 2002 e junho de 2005, 2008 e 2009.

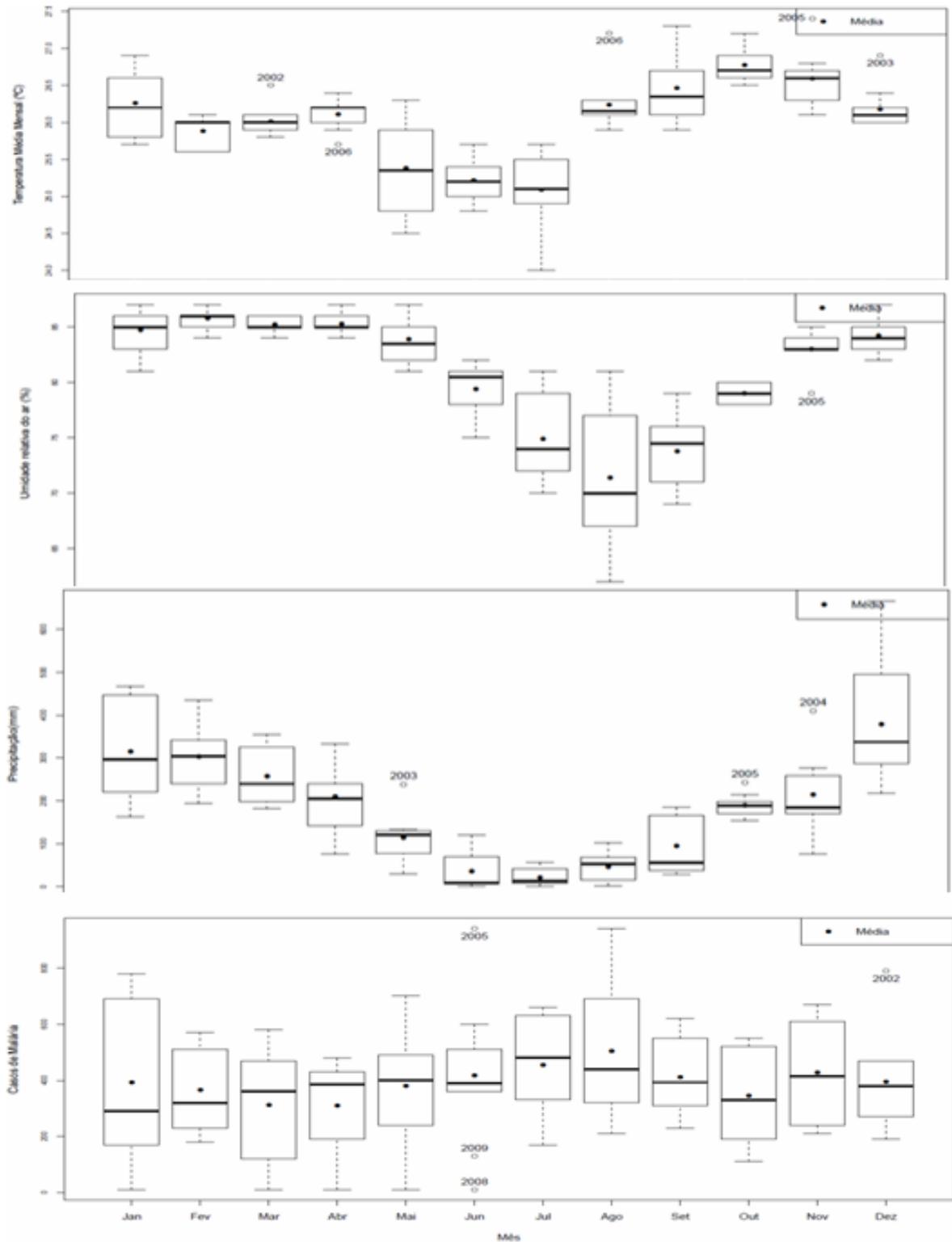


Figura 19 - Boxplot das variáveis estudadas de Porto Velho-RO de 2000 a 2009.

A região de Porto Velho sofreu um surto malárico que durou de 2003 a 2006 (figura 20) isso se justifica pelo contingente populacional ter sofrido incrementos explosivos, e pela infra-estrutura urbana ser muito deficiente na época. O resultado tornou a população que

trabalhava e vivia às margens das florestas mais susceptível, expondo-a à um grande número de vetores (PINHEIRO et al., 1977).

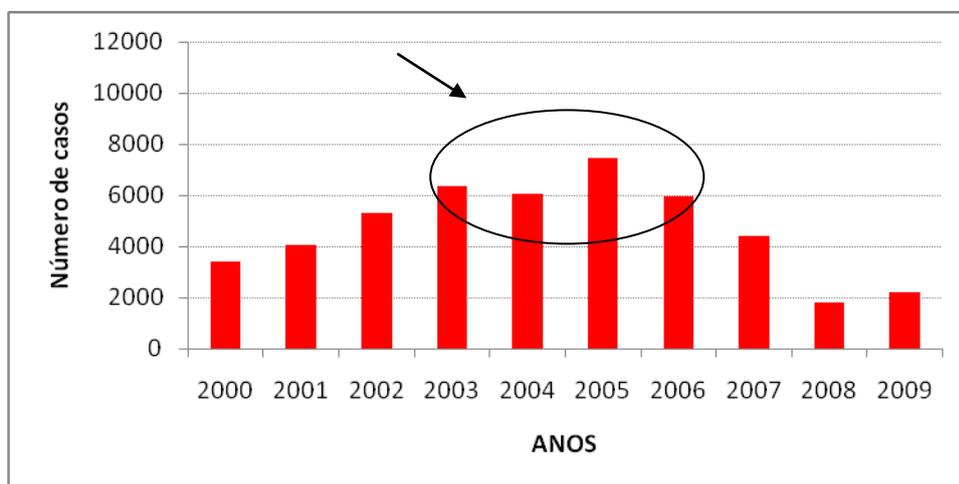


Figura 20 - Total anual de casos de Malária de Porto Velho - RO.

3.9 Turiaçu – TO

Turiaçu, município localizado na parte leste da Amazônia, observam-se maiores valores da temperatura nos meses de agosto a janeiro, a umidade relativa média é superior a 74% durante todo ano e a precipitação apresenta seu período chuvoso durante os primeiros sete meses do ano. Em relação à notificação da moléstia, pode-se observar que o aumento no número dos casos está diretamente ligado ao período de transição da chuva, já que a variação no número de notificações, mesmo sendo sutil, ocorre tanto em janeiro (estação chuvosa), como no final (junho e julho). Como o mosquito necessita de água parada para desenvolver-se, o período compreendido no início da fase chuvosa (transição da estação seca e úmida) e fim desta mesma fase (transição da estação úmida e seca) são as melhores épocas para o seu desenvolvimento.

Na figura 21, a temperatura média do ar em Turiaçu apresenta o período de Agosto a janeiro como os meses mais quentes da região e que obtiveram as variações mais acentuadas, e de fevereiro a abril com temperaturas mais amenas. Uma discrepância acima da média é visualizada no mês de setembro de 2006, abaixo da média em setembro e outubro de 2000 e junho de 2008. O comportamento da umidade relativa do ar de Turiaçu inverso ao da temperatura, observado na (figura 21). Visualizando valores discrepantes superiores à média no mês de agosto e setembro dos anos de 2000, 2004 e inferior no mês de agosto do ano de 2005.

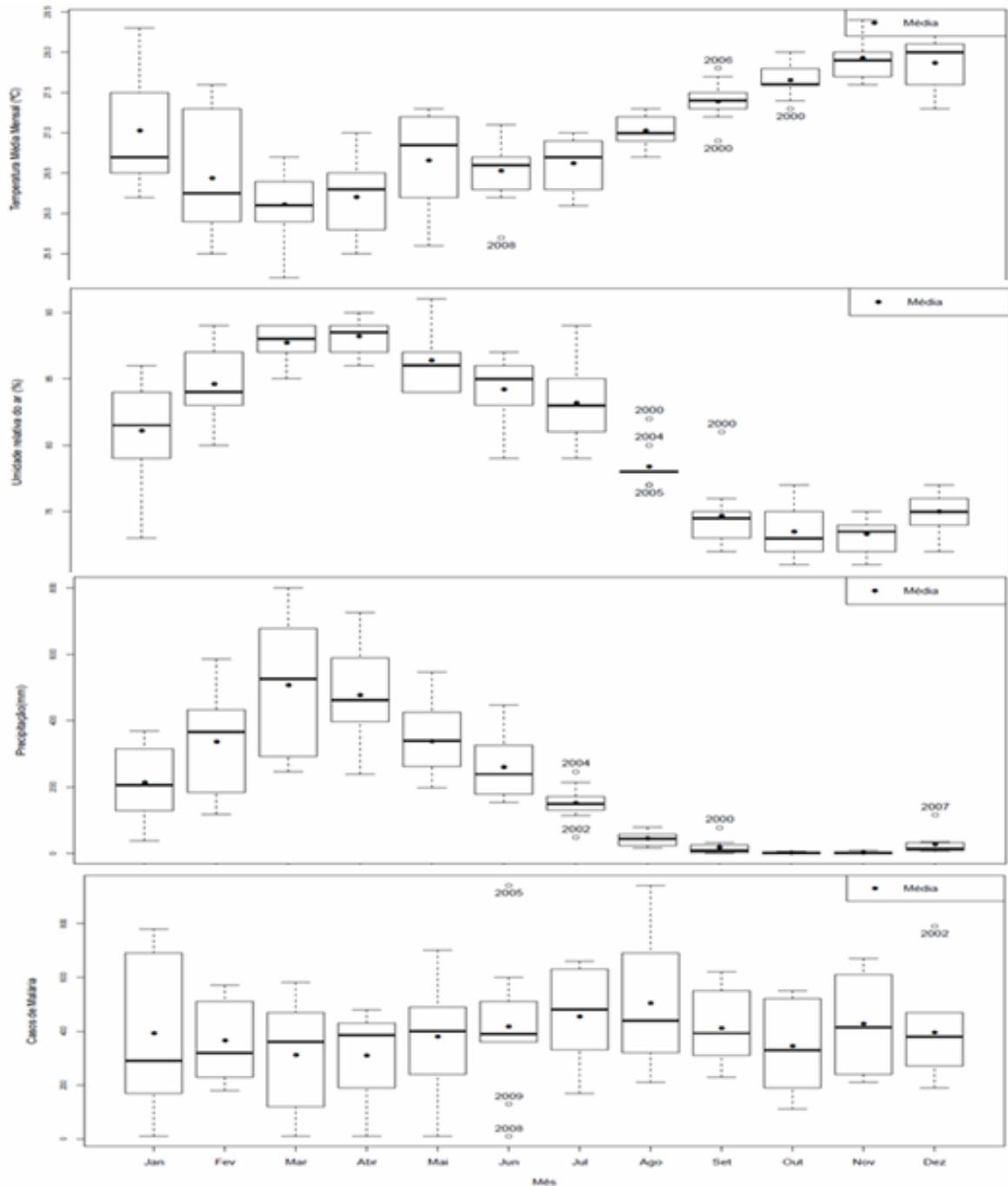


Figura 21 - Boxplot das variáveis estudadas de Turiaçu - MA de 2000 a 2009.

A precipitação pluviométrica em Turiaçu apresenta-se semelhante ao da umidade relativa, é possível ver claramente que os dados do conjunto das precipitações possuem maior mediana, evidencia que os dados do conjunto da precipitação tendem a serem maiores que os da umidade relativa do ar, caracterizando o primeiro semestre com o período chuvoso da região. Visualizam-se discrepâncias superiores à média em setembro de 2000, julho de 2004, dezembro de 2006 e uma inferior em julho de 2002.

Ainda na figura 21, observa-se o aumento dos casos da malária em Turiaçu, de abril a setembro, período de transição entre a estação chuvosa e menos chuvosa, que também ocorreu maior variação, visualizando discrepâncias em outubro de 2000, setembro de 2002 e agosto e setembro de 2003.

No município de Turiaçu, a população sofre com os surtos de malária. O panorama de saúde pública no Estado do Maranhão é hoje de uma precariedade semelhante ao início do século passado DATASUS (2010).

Na verdade existe um mau quadro sanitário, em que endemias se mantêm vivas, perpetuando a verdadeira insuficiência da saúde. Dessa forma o Maranhão tem um dos mais elevados índices de malária do Brasil. Em Turiaçu (figura 22) por não possuir sistema de informações de saúde eficientes, não foi possível visualizar as condições reais do município (FRIAS, 2009).

No entanto, mesmo possuindo coletas de dados mensais de forma escassa, ainda obteve-se informações preocupantes.

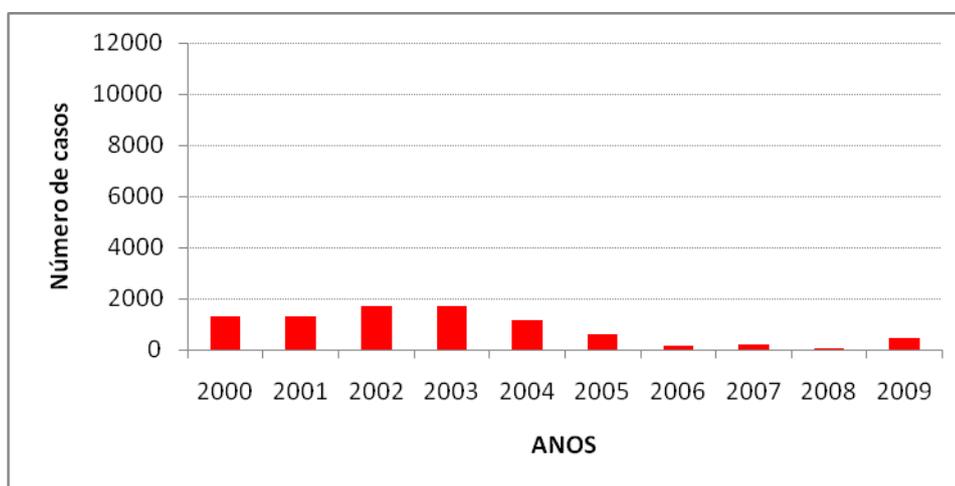


Figura 22 - Total anual de casos de Malária de Turiaçu - MA.

3.10 Cruzeiro do Sul – AC

Na figura 23, o município de Cruzeiro do Sul, está localizado na parte oeste da Amazônia, observam-se maiores valores da temperatura nos meses de outubro a janeiro, a umidade relativa média é superior a 80% durante todo ano, a precipitação apresenta seu período chuvoso compreende de novembro até abril, em relação aos casos de notificações da malária, a ocorrência se dá de forma contínua durante todo o ano, com sutil aumento nos

meses do início e do final do ano. Observa-se o comportamento da temperatura média do ar dos últimos 10 anos no município de Cruzeiro do Sul, verificando-se temperaturas amenas entre os meses de maio a julho e as temperaturas elevadas, a partir de agosto até abril, caracterizando assim um comportamento diferenciado diante dos outros municípios estudados. Discrepâncias inferiores à média ocorrem em março e dezembro de 2007, janeiro de 2009 e março de 2008, superiores à média no mês de dezembro de 2000 e janeiro de 2006.

O comportamento da umidade relativa do ar de Cruzeiro do Sul inverso ao da temperatura na maioria dos meses do ano. Vizualizando valores discrepantes superiores à média no mês de julho e outubro dos anos de 2000, 2001 e 2002 e inferiores no mês de março, julho e outubro do ano de 2000 e 2005.

A precipitação pluviométrica de Cruzeiro do Sul apresenta sazonalidade bem definida, caracterizando de janeiro a maio o período chuvoso e de junho a dezembro o menos chuvoso. Destacam-se os meses de setembro e novembro, por apresentarem variação elevada para o período. Ocorreram discrepâncias superiores á média em dezembro de 2006 e 2007 e uma inferior em dezembro de 2000. Estatisticamente março apresentou maior variação no período estudado.

Verificou-se que os casos de malária, em Cruzeiro do Sul, são muito elevados. Observa-se a amplitude elevada dos casos, principalmente nos meses pertencentes ao período mais chuvoso, evidenciando que o comportamento da malária varia de um lugar para o outro. Ocorreram discrepâncias em setembro e outubro de 2005.

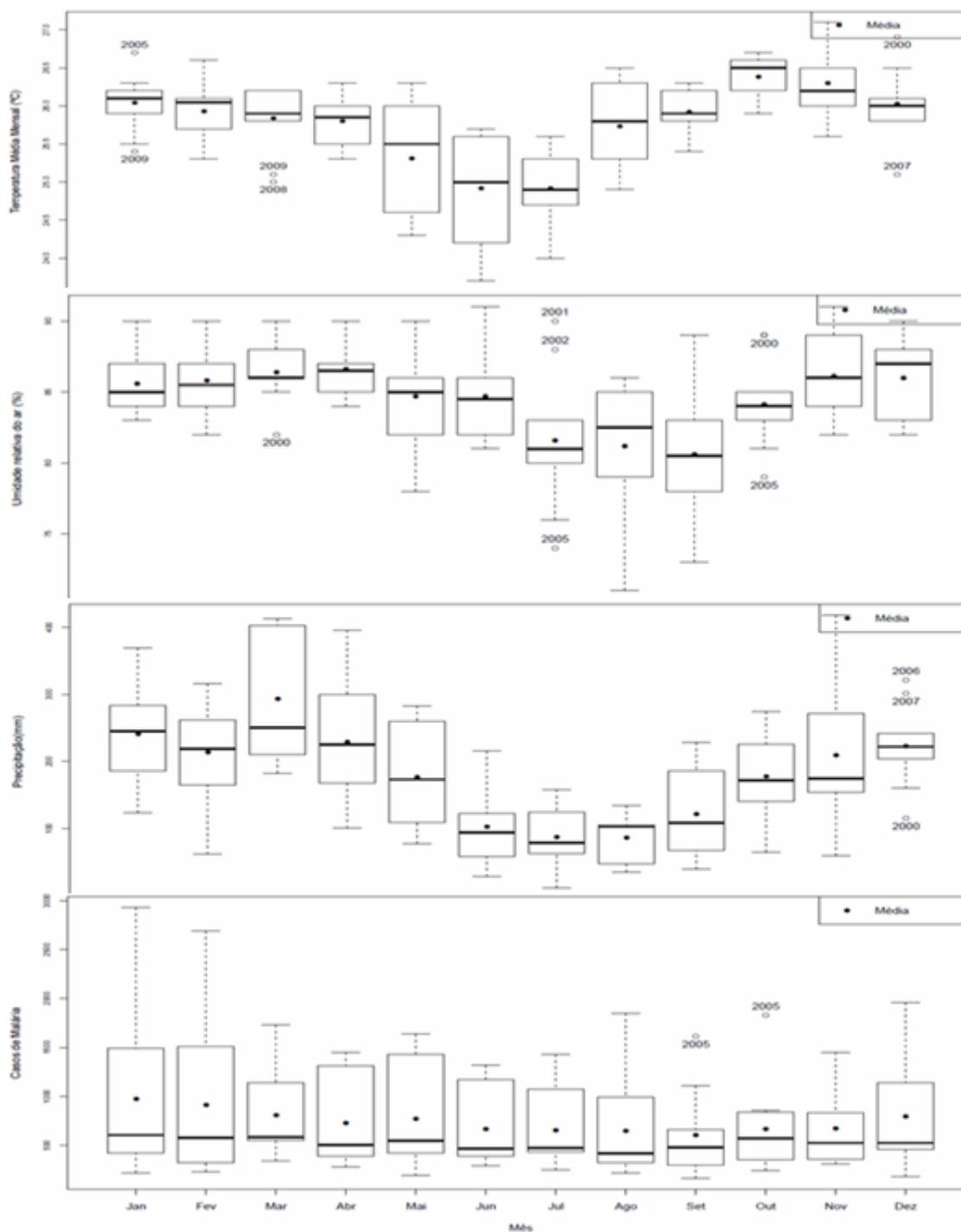


Figura 23 - Boxplot das variáveis estudadas de Cruzeiro do Sul - AC de 2000 a 2009.

O município de Cruzeiro do Sul foi o que apresentou situação mais preocupante, por obter os números mais elevados de notificações de malária, visualizados principalmente nos anos de 2004 a 2006 (figura 24) a região apresentou situação de surtos maláricos em todo período estudado.

Após o surto que permaneceu durante três anos (2004-2006) no Estado do Acre, castigando a população na região do município de Cruzeiro do Sul, medidas de controle à

malária foram realizadas, através de distribuição de mosquiteiros e cortinados impregnados com inseticida no Vale do Juruá. Essas medidas começaram a surtir efeito positivo no combate à doença, a partir de 2007, (figura 24) a diminuição das notificações a partir deste ano.

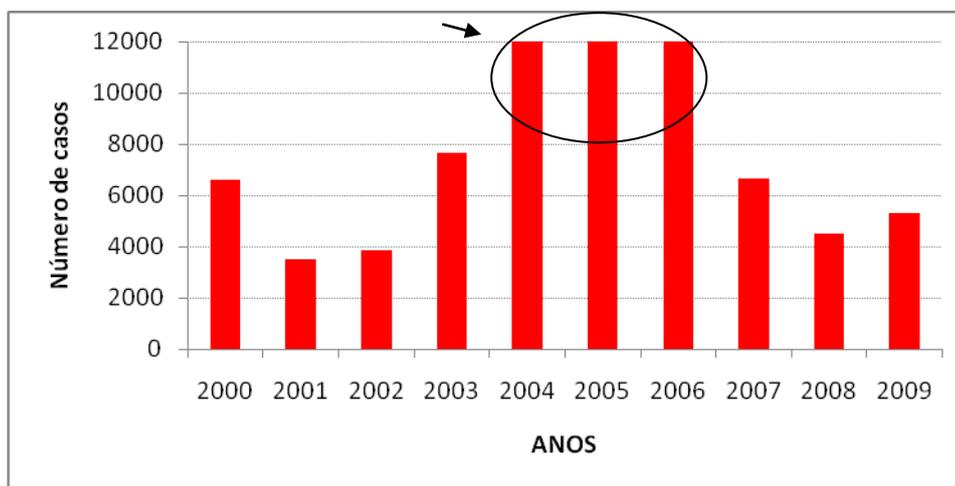


Figura 24 - Total anual de casos de Malária de Cruzeiro do Sul – AC.

3.11 Gleba Celeste – MT

Localizado na parte Oeste da Amazônia, o município de Gleba Celeste, observam-se maiores valores da temperatura nos meses de setembro a novembro, a umidade relativa média é superior a 70% exceto entre junho e setembro, e ocorre período chuvoso a partir de outubro até março. Em relação à notificação da malária, agosto e setembro foram os meses que apresentaram maior número de casos, o aumento nos casos é visualizado nos mesmos meses que iniciam o período chuvoso.

Na figura 25, observa-se o comportamento da temperatura média do ar dos últimos 10 anos no município de Gleba Celeste. Os meses entre maio e julho, apresentaram menores valores e as temperaturas elevadas surgem a partir de agosto até abril, caracterizando assim um comportamento semelhante aos municípios vizinhos, no estado do Acre e Porto Velho. Evidenciam-se discrepâncias inferiores à média em dezembro de 2005, abril de 2006 e superiores à média, nos meses de maio de 2004, fevereiro e dezembro de 2005.

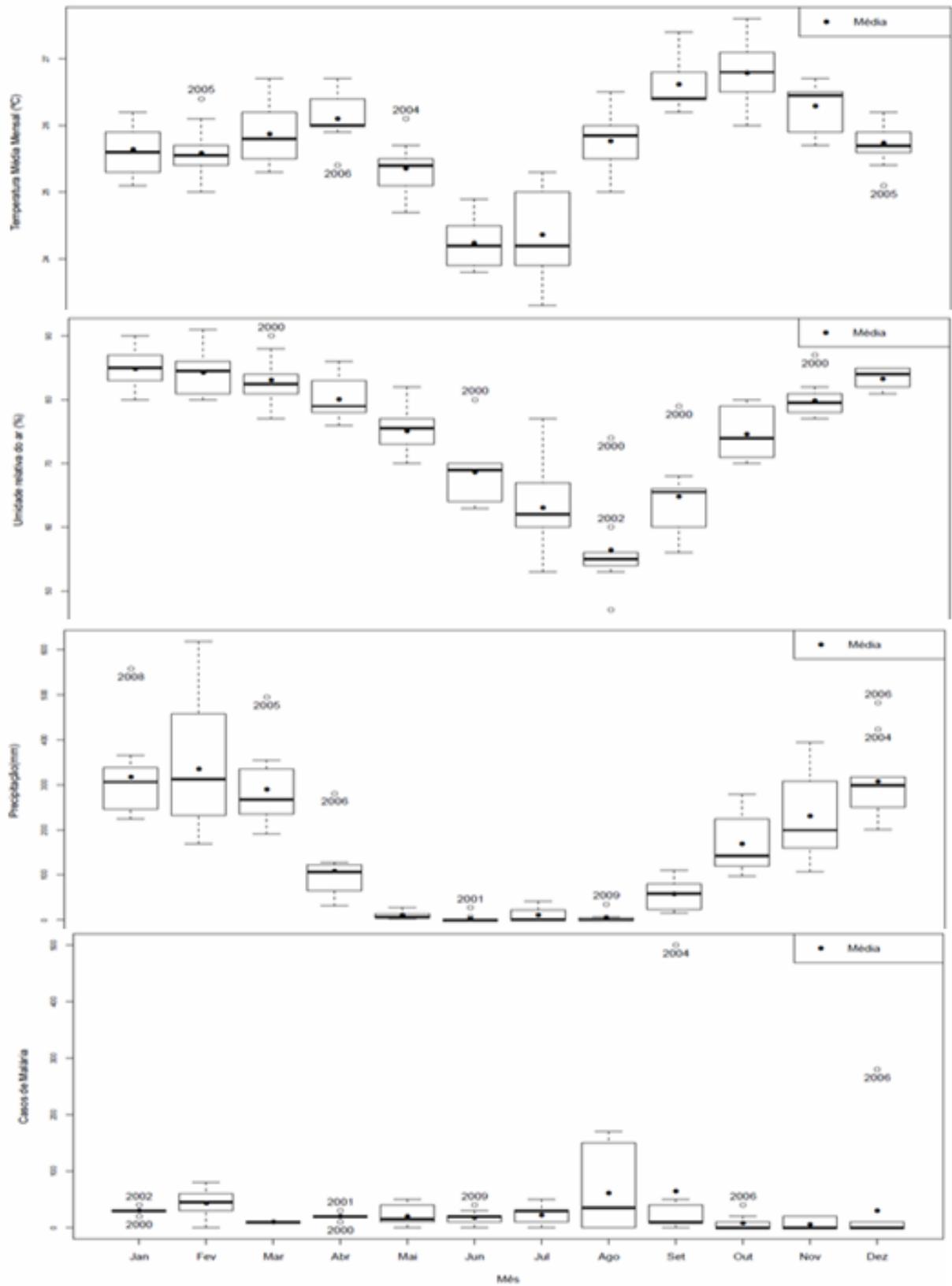


Figura 25 - Boxplot das variáveis estudadas de Gleba Celeste – MT de 2000 a 2009.

A figura 25 ilustra o comportamento da umidade relativa do ar de Gleba Celeste inverso ao da temperatura em alguns meses do ano. Visualizando apenas alguns valores discrepantes superiores a média nos meses de março, junho, agosto, setembro e novembro do ano de 2000 e agosto de 2002.

A precipitação pluviométrica de Gleba Celeste apresenta sazonalidade definida, caracterizando de outubro a março, o período chuvoso, e de abril a agosto, o período seco, o que ocorre devido essa região ser influenciada por diferentes sistemas meteorológicos. Ocorreram discrepâncias superiores à média em junho de 2001, dezembro de 2004, março de 2005, abril e dezembro de 2006, janeiro de 2008 e agosto de 2009.

A figura 25 sugere que os casos de malária, de Gleba Celeste, são reduzidos quando comparados aos demais municípios, o que pode ser justificado pelo número de habitantes da localidade. O aumento no número de casos ocorre em agosto, mês seco da região. As discrepâncias ocorreram em janeiro e abril de 2000, abril de 2001, janeiro de 2002, outubro e dezembro de 2006, porém foram próximas à média. Entretanto as discrepâncias de setembro de 2004 e dezembro de 2006 foram muito superiores à média.

Na figura 26, observamos que o número das notificações é relativamente baixo quando comparado aos demais municípios da Amazônia, porém em analogia aos municípios do estado de Mato Grosso ainda é elevado.

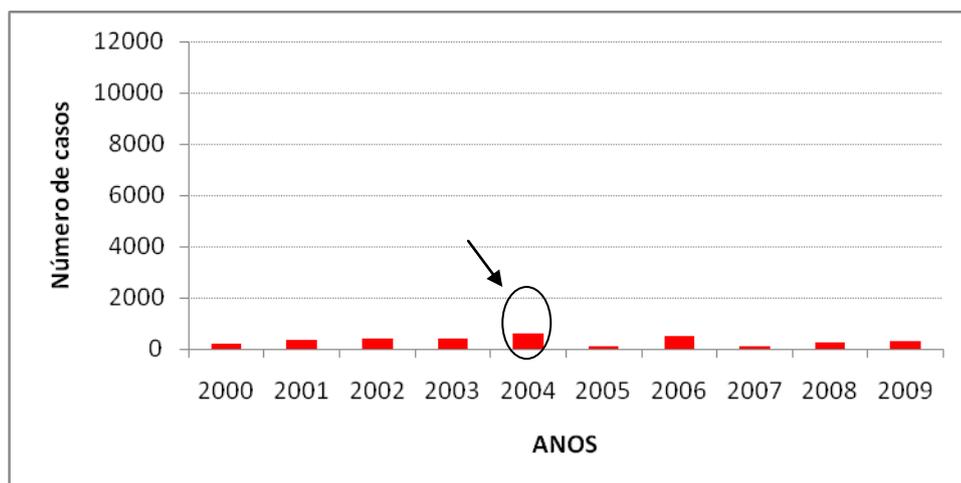


Figura 26 - Total anual de casos de Malária de Gleba Celeste – MT.

3.12 Porto Nacional-TO

Em Porto Nacional, localizado na parte Oeste da Amazônia (figura 27) observam-se maiores valores da temperatura nos meses de agosto a novembro, a umidade relativa média é baixa nos meses de julho a setembro, quando comparada ao restante da região Amazônica, a precipitação apresenta seu período chuvoso a partir de novembro até março. Em relação aos casos de notificações da malária, julho e agosto são os meses que a incidência é maior, os aumentos nos casos são visualizados no período seco da região particularizando-a.

O comportamento da temperatura média do ar dos últimos 10 anos, no município de Porto Nacional, caracterizando temperaturas amenas nos meses de dezembro a julho e as temperaturas elevadas a partir de agosto até novembro, não observando discrepâncias. O comportamento da umidade relativa do ar de Porto Nacional, é inverso ao da temperatura em alguns meses do ano. Visualizando apenas alguns valores discrepantes superiores a média nos meses fevereiro de 2007 e junho e julho de 2009

A precipitação pluviométrica de Porto Nacional apresenta sazonalidade definida, caracterizando de setembro e abril, o período chuvoso e de junho e agosto, o menos chuvoso. Ocorreram discrepâncias superiores à média em junho de 2001, agosto de 2002 e 2003, abril e dezembro de 2006, agosto de 2000. Também na figura 27 observa-se que os casos de malária são reduzidos quando comparados aos demais municípios estudados, o aumento dos casos ocorreu a partir de março e junho, meses pertencentes ao período de transição da precipitação, porém observa-se que apesar da quantidade reduzida, Porto Nacional sofreu epidemia no ano de 2000 (figura 28) e apresentou discrepâncias em maio, outubro e novembro de 2004 e outubro e novembro de 2005.

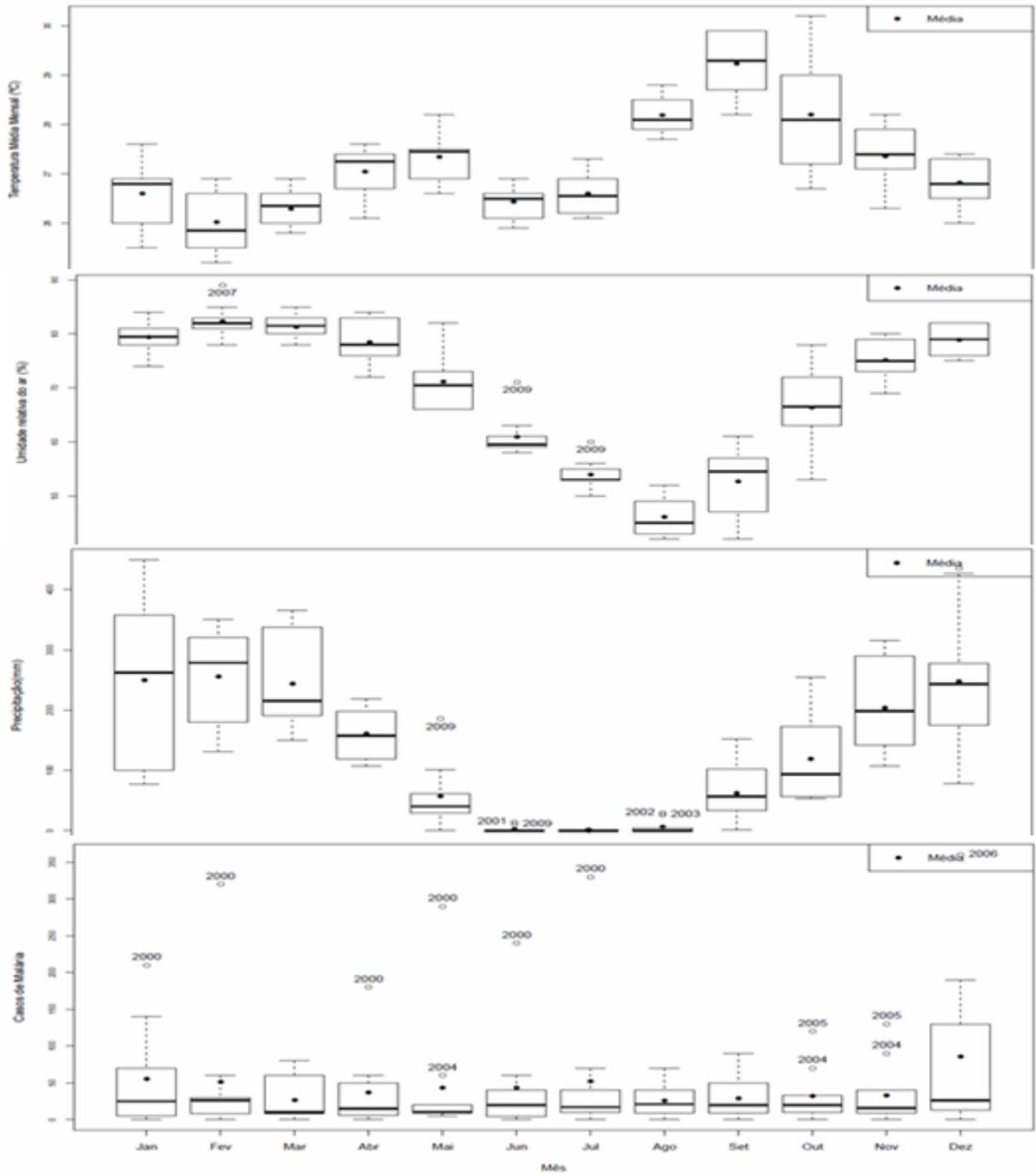


Figura 27- Boxplot das variáveis estudadas de Porto Nacional – TO de 2000 a 2009.

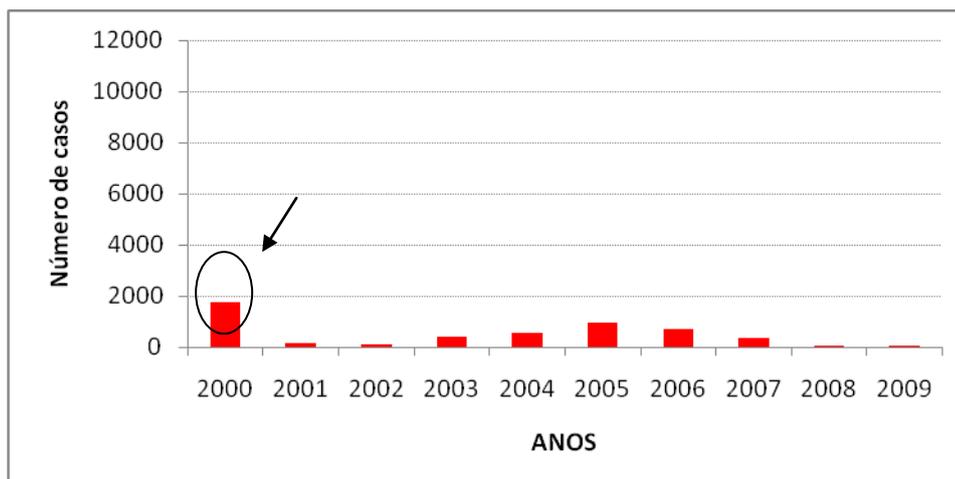


Figura 28 - Total anual de casos de Malária de Porto Nacional – TO.

3.13 Peixe – MT

Peixe, localizado na parte oeste da Amazônia (figura 29) observam-se maiores valores da temperatura nos meses de agosto a maio, a umidade relativa média é baixa no meses de julho a setembro, quando comparada ao restante da região Amazônica, a precipitação apresenta seu período chuvoso a partir de novembro até março. Em relação às notificações da malária, março a abril foram os meses de maior incidência da doença, o aumento acentuado nos casos visualizados no mês de maio coincidi com o final do período chuvoso da região.

Observa-se o comportamento da temperatura média do ar dos últimos 10 anos no município de Peixe, caracterizando temperaturas amenas nos meses de junho e julho e as temperaturas elevadas a partir de agosto a maio, caracterizando assim um comportamento semelhante aos municípios vizinhos no Estado do Acre e a cidade de Porto Velho, porém com a amplitude térmica diferente, evidenciando discrepância inferior à média em novembro de 2000, março de 2008 e superiores à média no mês de abril e novembro de 2002. Comportamento da umidade relativa do ar de Peixe, quase similar ao da temperatura, observado.

Vizualizou-se apenas um valor discrepante inferior a média nos mês de março, que foi o mês mais úmido do ano de 2002.

A precipitação pluviométrica de Porto Nacional apresenta sazonalidade definida, caracterizando de outubro a abril, o período chuvoso e de maio a agosto, o menos chuvoso. Os casos de malária, em Peixe, são reduzidos quando comparados aos demais municípios estudados. O aumento dos casos ocorreu de setembro até março, meses pertencente ao período

chuvoso, porém observa-se que apesar da quantidade reduzida, o município sofreu epidemia no ano de 2000 (figura 29) e apresentou discrepância em fevereiro e agosto de 2001.

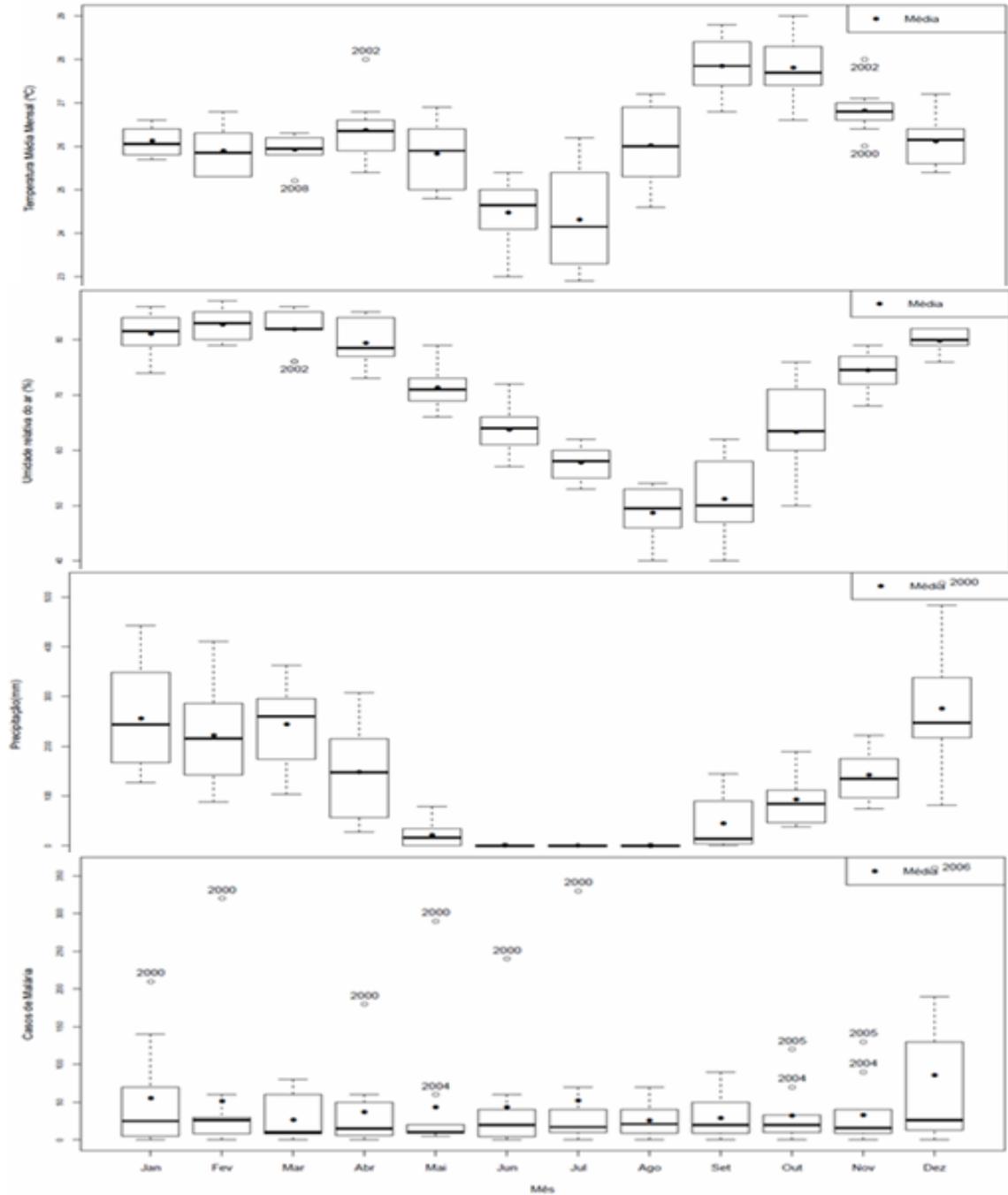


Figura 29 - Boxplot das variáveis estudadas de Peixe – MT de 2000 a 2009.

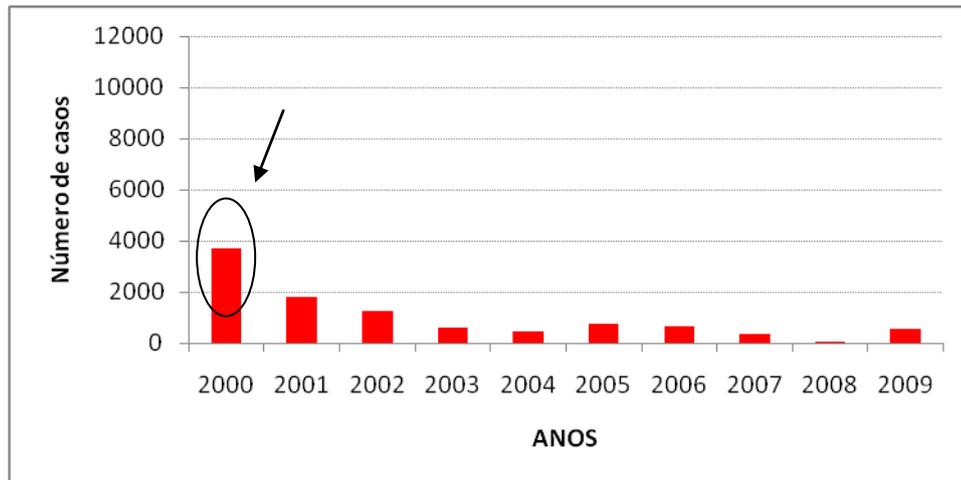


Figura 30 - Total anual de casos de Malária de Peixe – MT.

No quadro 02 observam-se os meses de maior incidência da malária (quadrados vermelhos) e correspondente a cada município estudado.

Quadro 02 – Municípios estudados e meses de maior incidência da malária.

REGIÃO AMAZÔNICA		LOCALIDADE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
NORTE	1	BOA VISTA - RR	■	■	■						■	■		
	2	BELÉM - PA	■							■	■	■	■	
	3	TURIAÇU - MA						■	■	■	■			
	4	MACAPÁ - AP	■	■	■	■					■	■	■	■
CENTRO	5	COARI - AM								■	■	■	■	
	6	MANAUS - AM								■	■	■	■	
	7	ITAITUBA - PA	■	■	■						■	■	■	■
	8	ALTAMIRA - PA	■	■	■	■					■	■	■	■
SUL	9	CRUZEIRO DO SUL - AC	■	■	■	■					■	■	■	■
	10	PORTO VELHO - RO						■	■	■	■	■	■	
	11	GLEBA CELESTE - MT								■	■	■		
	12	PORTO NACIONAL - TO							■	■	■			
	13	PEIXE - TO			■	■	■							

3.14 Correlação

Foram encontrados valores baixos de correlações diretas e com defasagem no tempo nos municípios estudados, como se observa no quadro 03, o que se justifica pela intervenção dos dados por campanhas de combate a doença, já que nos dados de malária ocorreram intervenções do governo em todos os municípios estudados, o que descaracterizou uma possível sazonalidade da doença. Os gráficos das correlações encontram-se nos anexos.

Quadro 03 – Municípios estudados e suas respectivas correlações entre malária e temperatura média do ar, umidade relativa do ar média e precipitação pluviométrica.

Municípios	Malária x Temp.	Malária x UR	Malária x PRP
Boa Vista-RR	0,13	0,15	0,09
Coari-AM	0,11	0,04	0,08
Manaus-AM	0,25	0,05	0,11
Belém-PA	0,14	0,07	0,07
Macapá-AP	0,04	0,08	0,03
Itaituba-PA	0,11	0,41	0,06
Altamira-PA	0,23	0,18	0,04
Porto Velho-RO	0,17	0,22	0,06
Turialva-MA	0,17	0,09	0,14
Cruzeiro do Sul-AC	0,13	0,11	0,07
Gleba Celeste-MT	0,03	0,17	0,04
Porto Nacional-TO	0,05	0,04	0,00
Peixe-TO	0,04	0,10	0,09

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que o mês de setembro é o mês de maior ocorrência de malária na Amazônia legal e maio, junho e julho são os meses de menor incidência.

O estudo permitiu visualizar a relação entre temperaturas altas, umidade relativa baixa e pouca precipitação (ou período de transição entre o período chuvoso e menos chuvoso) é a situação ideal para a incidência de malária na Amazônia legal na maioria dos municípios estudados.

Apesar de não conseguir visualizar correlações significativas, pode-se afirmar que existe uma associação entre as condições do tempo e a malária.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi observado a malária não se transmite igualmente em todas as áreas com potencial malárico estudadas. A forma de transmissão é bastante diferente quando comparadas a população de diferentes lugares e está na dependência da reunião de vários fatores sociais.

Diante destas condições observou-se que a em lugares que possuam melhor infraestrutura, o risco é existente, mas pequeno se comparado a outras áreas menos estruturadas, as quais e se localiza, principalmente nos arredores das grandes cidades, ainda assim, todos esses dados revelam-se muito mais alarmantes ao se considerar que já existe há muito tempo todo um conhecimento acerca do ciclo de transmissão, das formas de prevenção e tratamento desta enfermidade, se mostram altos se comparados às demais regiões do país. O ambiente de forma generalizada é determinante indiretamente para a ocorrência da malária. As condições de temperatura do ar (elevada), umidade relativa do ar (baixa) e presença de precipitação pluviométrica (período de transição), são de fundamental importância para a permanência e proliferação do mosquito transmissor, um dos fatores principais para o surgimento da doença.

É no período de transição das estações do ano que o governo deve programar campanhas de controle a doença. Juntamente é preciso auxiliar a população mais afetada proporcionando condições adequadas de subsistência.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, R.F. **Influência de Variáveis Meteorológicas na ocorrência de doenças infecciosas e Diferente Localidades de Alagoas**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Ciências Atmosféricas. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, Alagoas Brasil - 110p. 2007.
- BALDWIN, B.A. Operant Studies on the Behaviour of Pigs and Sheep in Relation to the Physical Environment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.49, n. 4, p.1125-1127. 1979.
- BEIER, J.C. Malaria Control in the Highlands of Burundi: An Important Success Story. 2008. **Am j Trop Med Hyg** .79 (1):1-2.
- BÉRTOLI, M.; MOITINHO M.L.R. Malária no Estado do Paraná, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 34(1): 43-47, jan-fev, 2001.
- BRAGA, W.S.M; SOUZA, R.A.B; SILVA, E.B.; FONSECA, J.C.F.; TOSTA C.E. Co-infecção humana pelo plasmódio e o protozoário da hepatite B: aspectos clínicos, sorológicos e imunológicos. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** vol.39. n.1, Uberaba. Jan./Feb.2006.
- CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M. G.A.J.; SILVA DIAS, M.A.F. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos. 2009.
- CARVALHO, L.M.V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: Intensity, Form, Persistence, and Relationships with Intraseasonal to Interannual Activity and Extreme Rainfall. **J. Climate**, v. 17, n.1, p.88-108, 2004.
- CIMERMAN, B.; CIMERMAN, S. **Parasitologia Humana e seus Fundamentos Gerais**. 2ed. São Paulo: Atheneu, 2002. 379 p.2002.
- COHEN, J.C.P., SILVA DIAS, M.A.F.; NOBRE, C. Environmental conditions associated with amazonian squall lines: A case study. **Mon. Wea. Rev.**, 123, 3163-3174 1995.

CONFALONIERI, U.E.C. (org.). The Health of Indigenous Peoples in the Brazilian Amazon. Background paper for the World Bank. **Royal Tropical Institute**, Amsterdam, 1995, 218 pp.

CONFALONIERI, U.E.C.; MARINHO, D.P.; RODRIGUEZ, R.R.; et al., 2005. **Análise da Vulnerabilidade da população brasileira aos impactos sanitários das mudanças climáticas**. Relatório final de projeto de pesquisa. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 96 pp.

CORRÊA, R.L. **Região e organização espacial**. São Paulo: Ática, 1986.

COUTINHO, E.C.; FISCH, G. Distúrbios Ondulatórios de Leste na Região do Centro de Lançamento de Foguetes de Alcântara. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8. 2007. **Anais** 15p. Fortaleza, Ceará.

DEANE, L.M. O Grande Marcos na história do controle da malária. 3ª Reunião Nacional dos Pesquisadores em Malária. A pesquisa da malária no Brasil. 1992, Brasília, DF. **Ver. Soc. Bras. Med. Trop.**, 1992, 25 (supl. II). p. 12.

FALCÃO, R.C.L. Malária Correlacionada ao Meio Ambiente, **Levantamento Analítico Sobre A Malária em Itaituba e Sua Relação com o Meio Ambiente**, publicado em Itaituba-PA, 2008.

FISCH, G.; MARENGO, J.A.; NOBRE, C.A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Revista Acta Amazônica** 28(2); p. 101-126, 1998.

FORATTINI, O.P. **Culicidologia médica**. São Paulo: Edusp, v.2, 548p 2002.

FRIAS, J.C.A.S. **A saúde do trabalhador no Maranhão: uma visão atual e proposta de atuação**. Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2009. 135 p.

GURGEL, I.G.D. Pesquisa científica na condução de políticas de controle de doenças transmitidas por vetores. — Recife-PE, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em Síntese**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 30 Agosto 2010.

IPCC - Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima. **Mudança do Clima: a Base das Ciências Físicas**. Disponível em: http://www.ccst.inpe.br/Arquivos/ipcc_2007.pdf. 2007.p.11.

MARENGO, J.A.; LIERBMANN, B.; KOUSKY, V.E.; FILIZOLA N.P.; WAINER, I.C. Onset and end of the rainy season in the Brazilian Amazon basin. **Journal of Climate**, p.833-852, 2001.

MARQUES, A.; PINHEIRO, E. A. Fluxo de casos de malária no Brasil em 1980. In: **Trajétoria de um sanitarista: recompilação da produção Intelectual do Dr. Agostinho Cruz Marques**. Brasília, DF: Organização Panamericana de Saúde, 1998. p. 234-269.

MENDONÇA, F.A. **Clima e criminalidade: ensaio analítico da correlação entre a criminalidade urbana e a temperatura do ar**. Curitiba: Editora da UFPR, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária – série c: projetos, programas e relatórios. 2009.

MWANGANGI, J.M.; SHILILU, J.; MUTURI, E.J., MURIU, S.; JACOB,B.; KABIRU, E.W.; MBOGO, C.M.; JOHN GITHURE, J.; NOVAK, R.J. Anopheles larval abundance and diversity in three rice agro-village complexes Mwea irrigation scheme, central Kenya. **Malaria Journal** 2010, 9:228doi:10.1186/1475-2875-9-228.

MOLION, L.C.B. Global warming: a critical review. **Revista Geofísica** 43 (2):77-86, Instituto PanAmericano de Geografia e Historia, Mexico, DF,1995.

NEVES, D.P. **Parasitologia Humana**. 10 ed. SP: Atheneu, 2003.p.128-146. Organização Mundial de Saúde *Portal da Saúde*. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/visualizar_texto.cfm?idtxt=21464>. Acesso em: 16 out. 2010.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE. Volume 4. 1979. PARENTE, A.T. **Incidência de Malária no Estado do Pará e suas relações com a variabilidade climática Regional**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém- Pará 2008.

PINHEIRO, F.P.; BENSABATH, G.; TRAVASSOS DA ROSA, A.P.A.; LAINSON, R.; SHAW, J.J.; FRAIHA, H.; MORAES, M.A.P.; GUEIROS, Z.M.; LINS, Z.C.; MENDES, R., 1977. Public health hazards among workers along the Trans-Amazon Highway. **Journal of Occupational Medicine**, 19:490-497.

REY, L. **Bases da Parasitologia Médica**. RJ: Guanabara Koogan, 2002. 2 ed. p. 106-136.

ROCHA M.N.A. Uma proposta de prevenção e controle da malária em pequenas comunidades. **Revista Paraense de Medicina**. Belém, v.19, n.4, p.47-51,out/dez.2005.

ROUQUAYROL, M. Z.; FILHO, N. A. **Epidemiologia e Saúde**. 5ª ed., ed: Medsi, Rio de Janeiro - RJ, p. 215-265. 1999

SANTOS, A.B. dos. **Malária em Cotijuba e sua relação com o Microclima**. 2002. 39f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia) Universidade Federal do Pará- UFPA, Belém, 2002.

SILVA, A. **Controle de Doenças Transmissíveis**. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, 2007.

SOUZA, J.M.; COUTO A.A.R.D; SILVA, E.B. **Malária**. In: Leão, Raimundo Nonato Queiroz de (Coord.). **Doenças Infecciosas e Parasitárias: enfoque amazônico**. Pará: Cejup, 1997: 645.

SOUZA, J.M.; PÓVOA, M.M.; FRAIHA NETO, H. **Malária**. In: VERONESI, R.; FOCACCIA, R. (Coord.). **Tratado de Infectologia**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2004: 1518-1519.

TADEI, W.P.; SANTOS, J.M.M.; COSTA, W.L.D.S.; SCARPASSA, V.M. **Biologia dos Anofelinos Amazônicos. Ocorrência de Espécies de Anopheles, Dinâmica da Transmissão e**

Controle da Malária na Zona Urbana de Ariquemes (Rondônia). **Ver. Inst. Med. Trop.** São Paulo, 30 (3): 221-251, 1998.

TADEI, W.P. Amazônia urbana: ambiente, sociedade e saúde. Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 60. Universidade Estadual de Campinas - SP, 2008.

TAVARES, W. MARINHO, L.A.C. **Rotinas de diagnóstico e tratamento das doenças infecciosas e parasitárias.** São Paulo: Atheneu, 2005.

VERONESI, R.; FOCACCIA, R. **Tratado de Infectologia. Epidemiologia da malária.** São Paulo: Atheneu, p. 1264-1268, 1996.

WHO, A.A.F.; TRIPET, F. Effects of larval growth condition and water availability on desiccation resistance and its physiological basis in adult *Anopheles gambiae* sensu strict. **Malaria Journal**, 2010, 9:225doi:10.1186/1475-2875-9-225

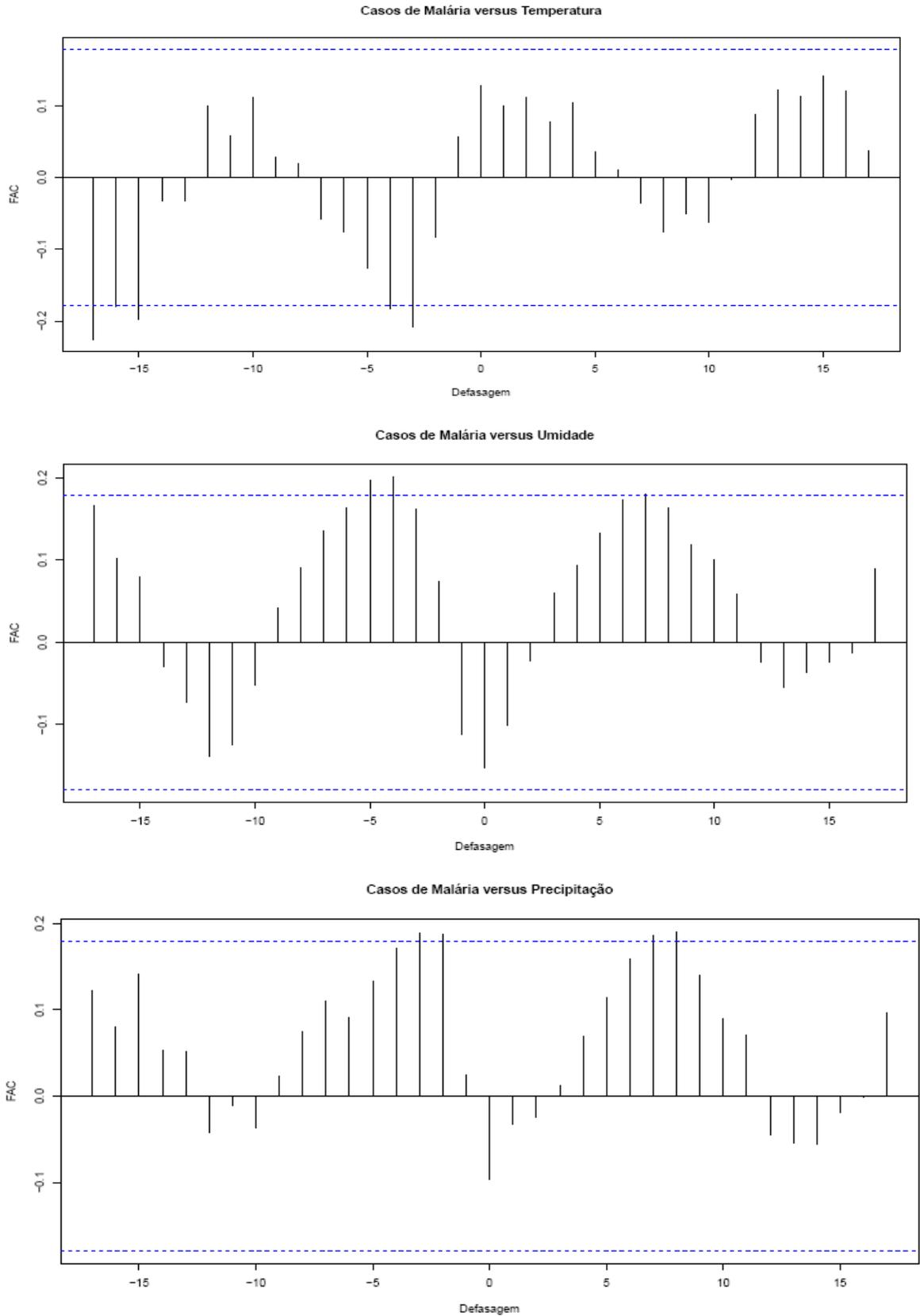
YOAV Benjamini. **Opening the Box of a Boxplot** . The American Statistician . Vol 42 (4), November 1988. 257–262

ZANCHETTA O.B.S. Seca na Amazônia: alguma coisa está fora da ordem. Instituto Socioambiental Manaus-AM. 2005.

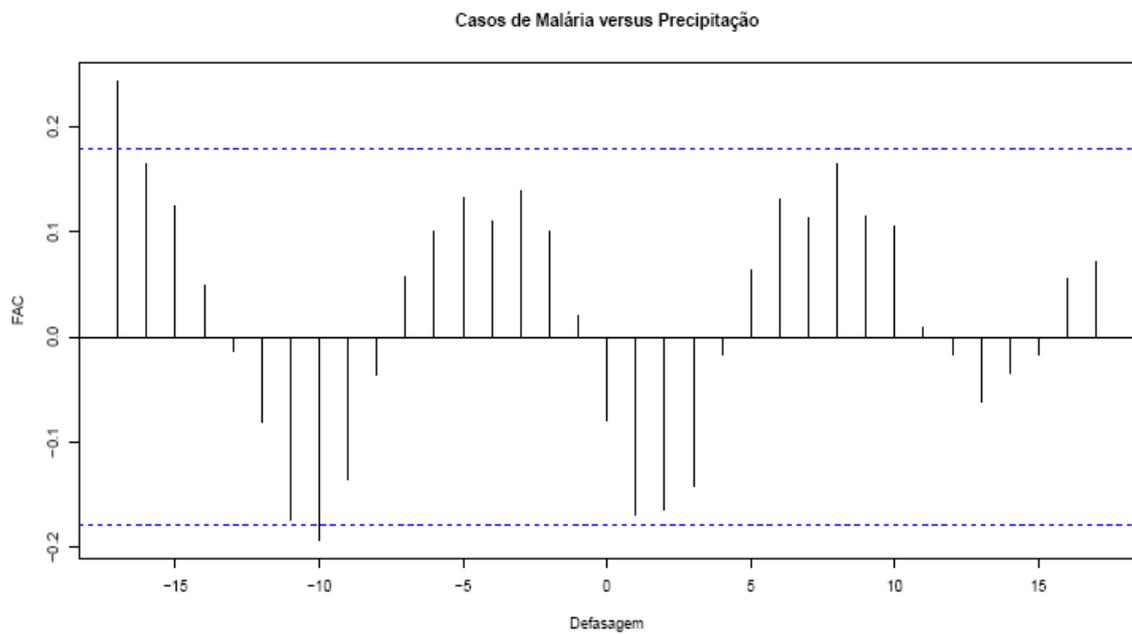
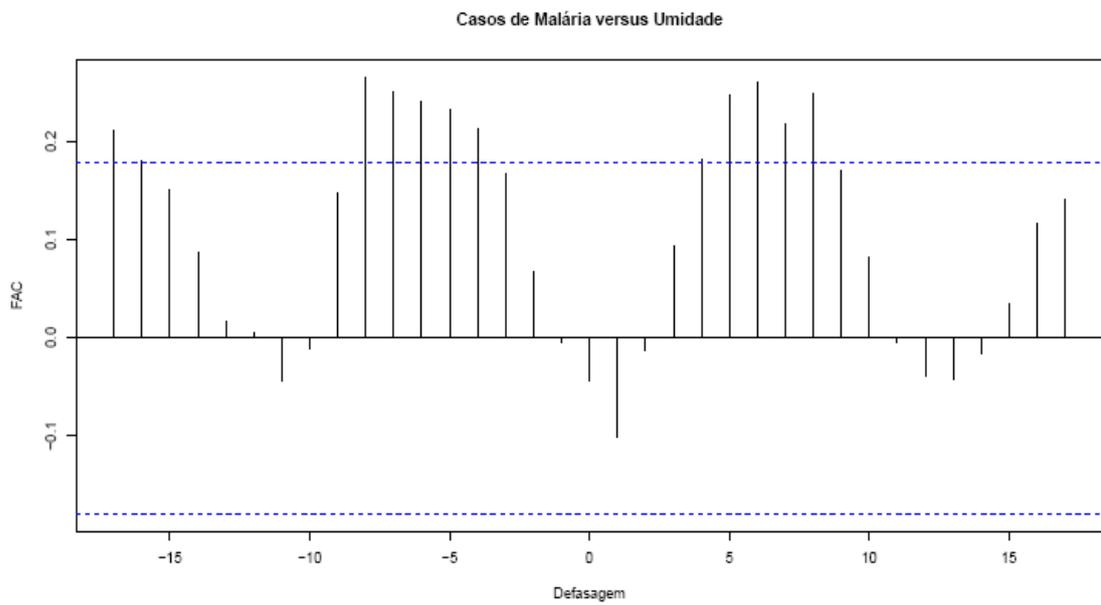
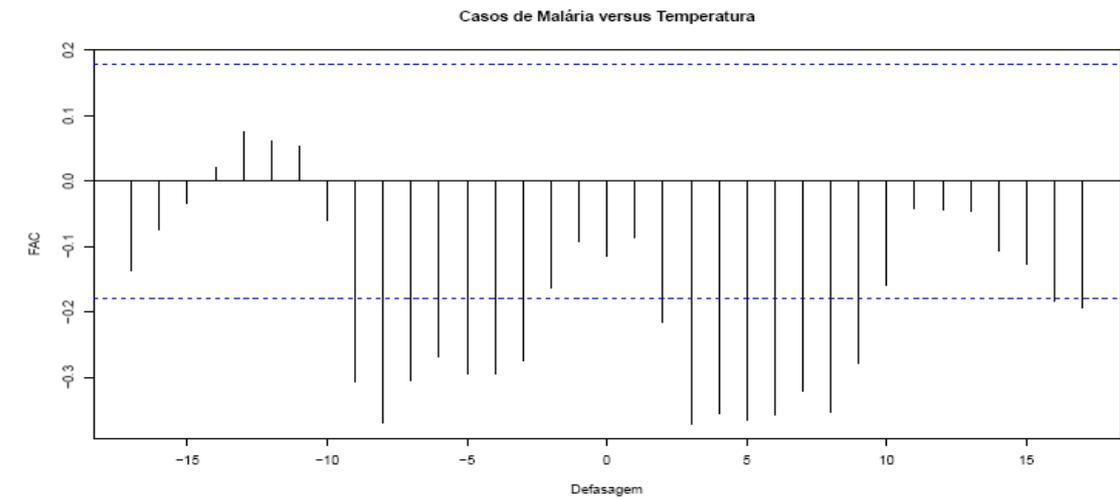
APÊNDICES

Gráficos das Correlações no software R

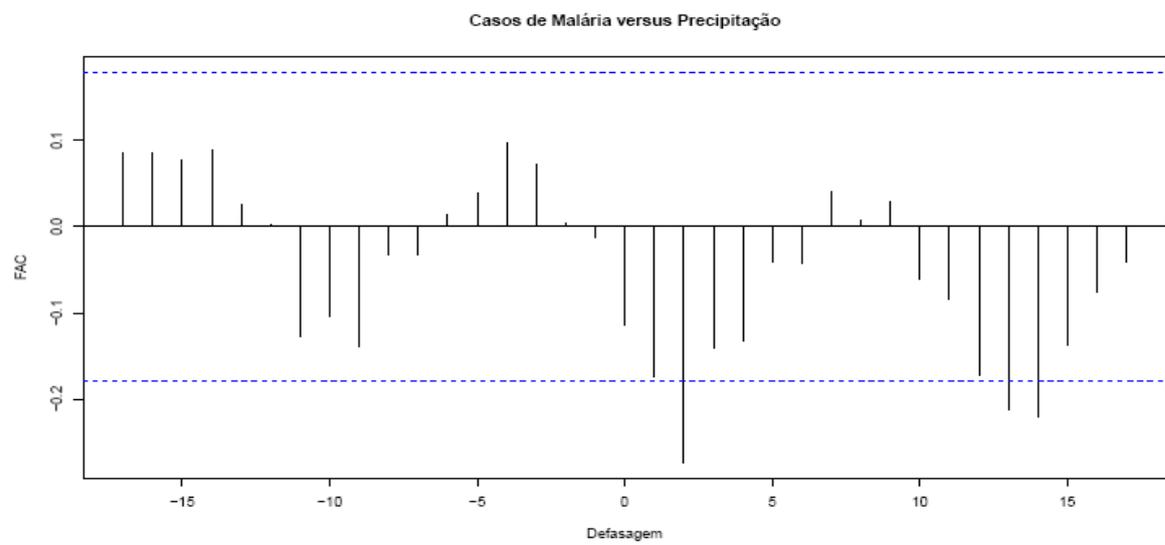
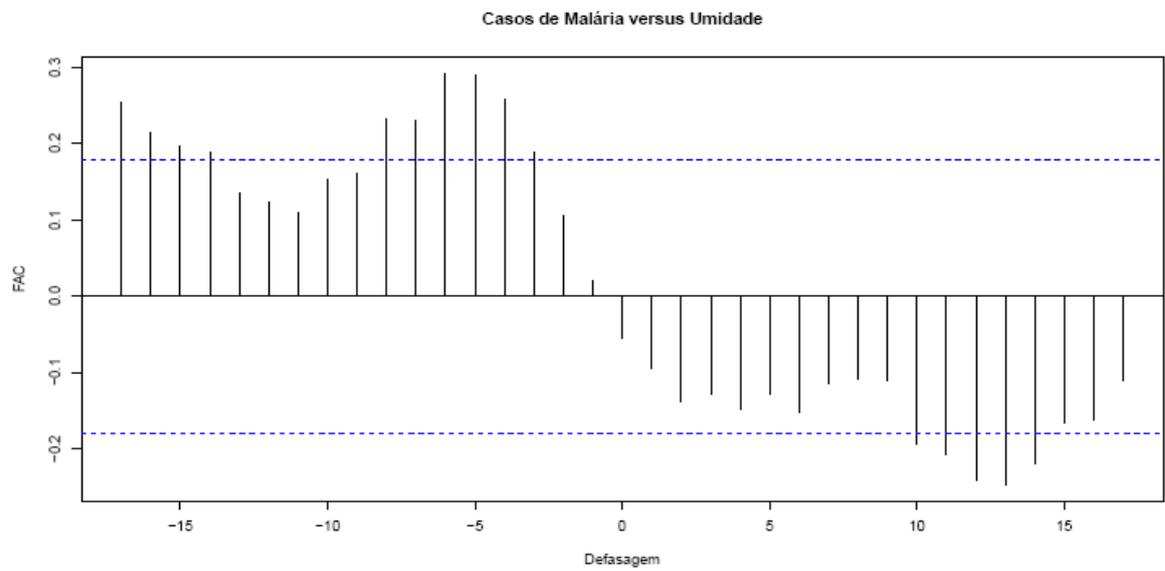
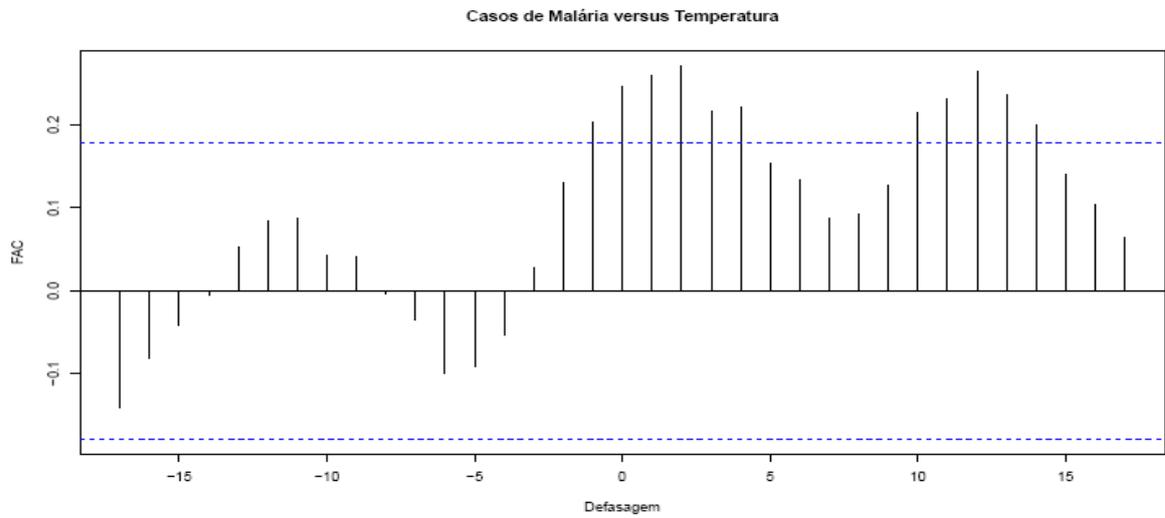
- Boa Vista - RR:



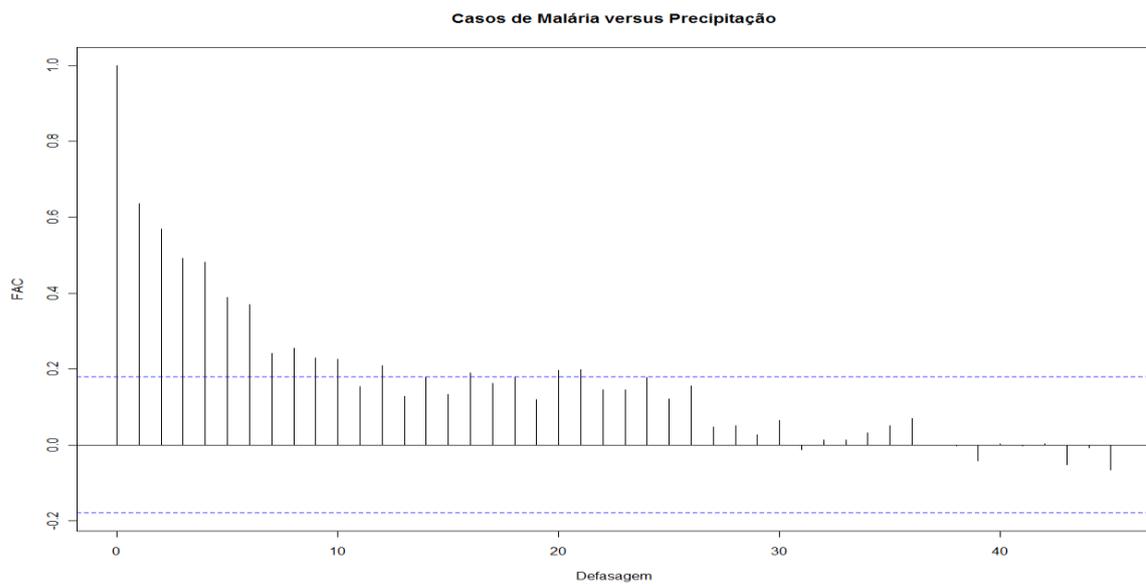
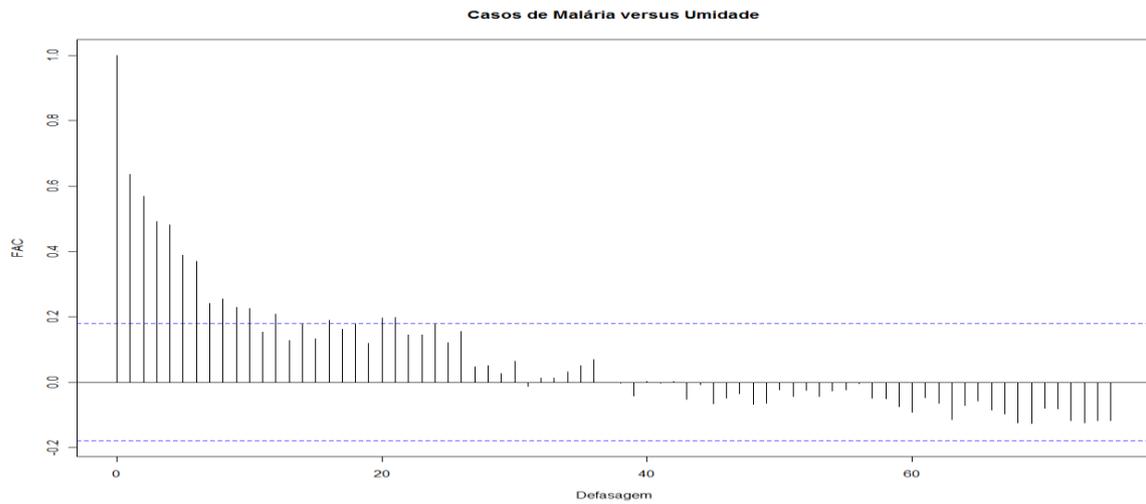
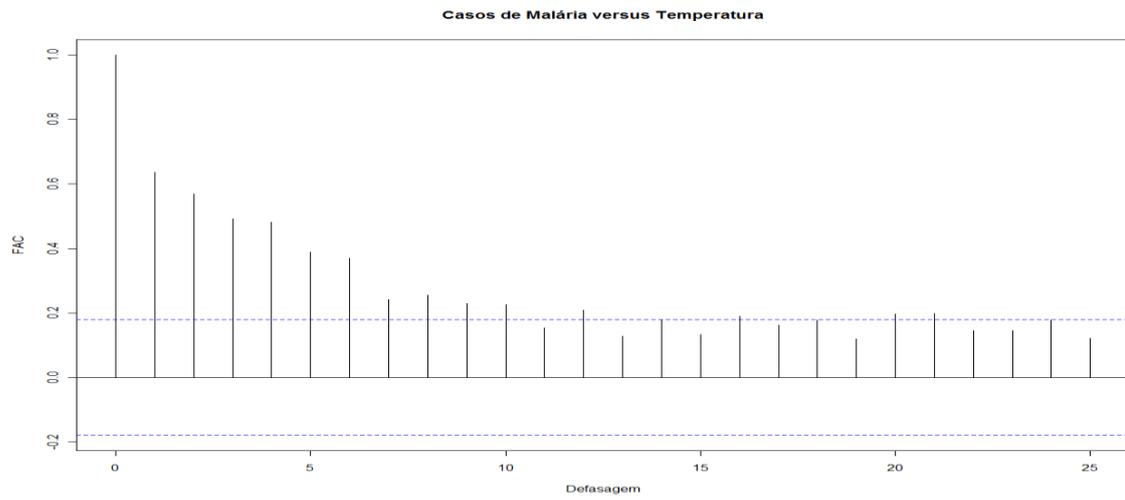
- Coari – AM:



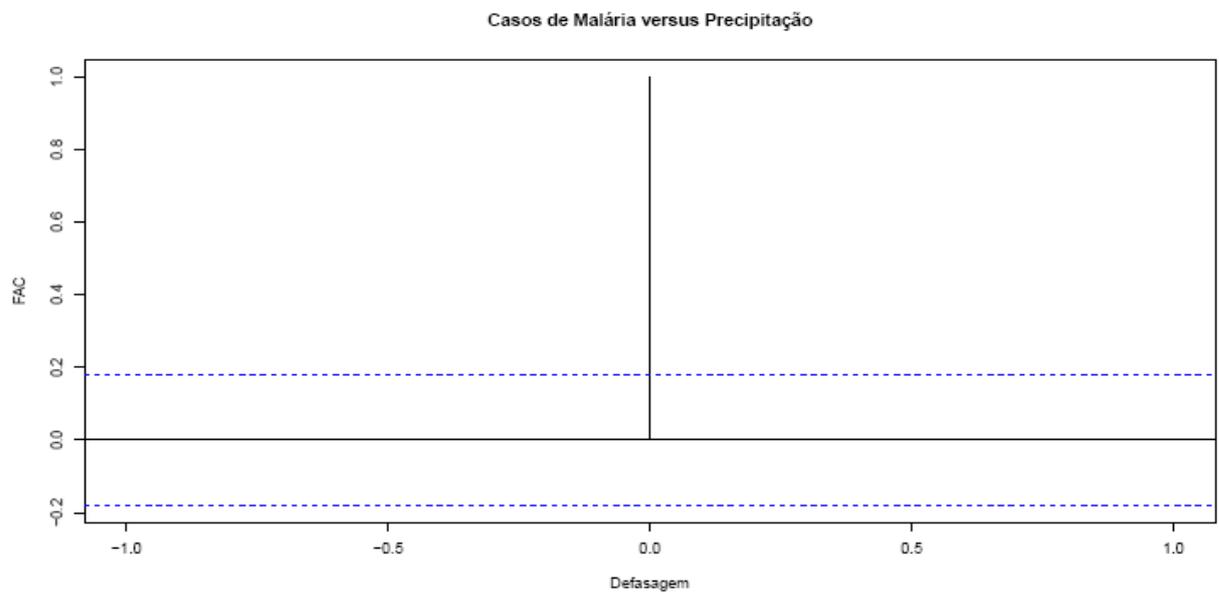
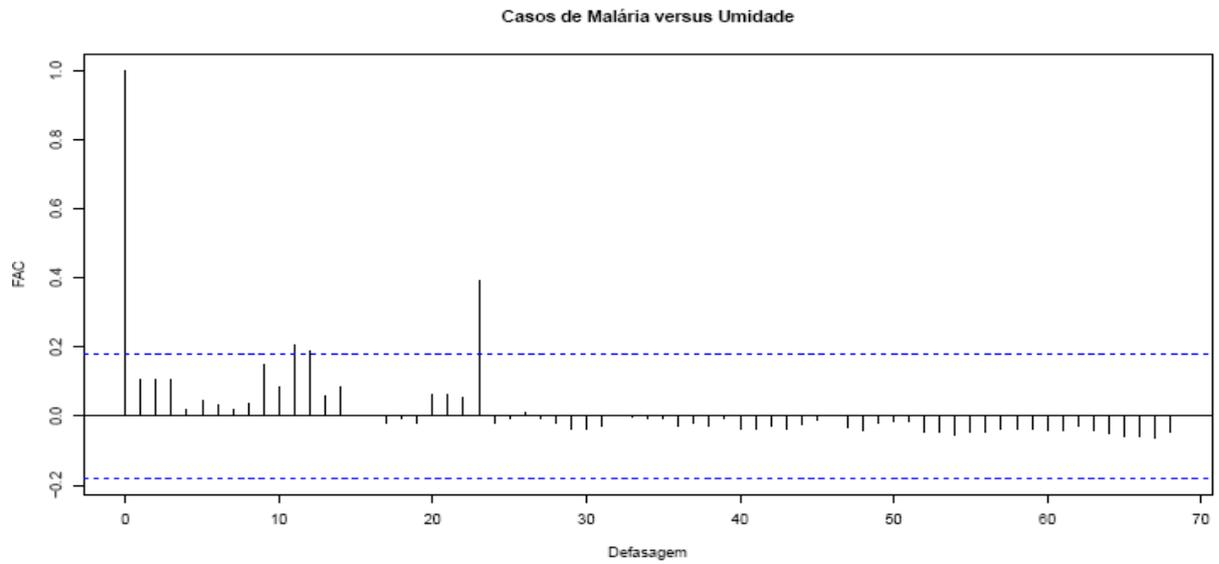
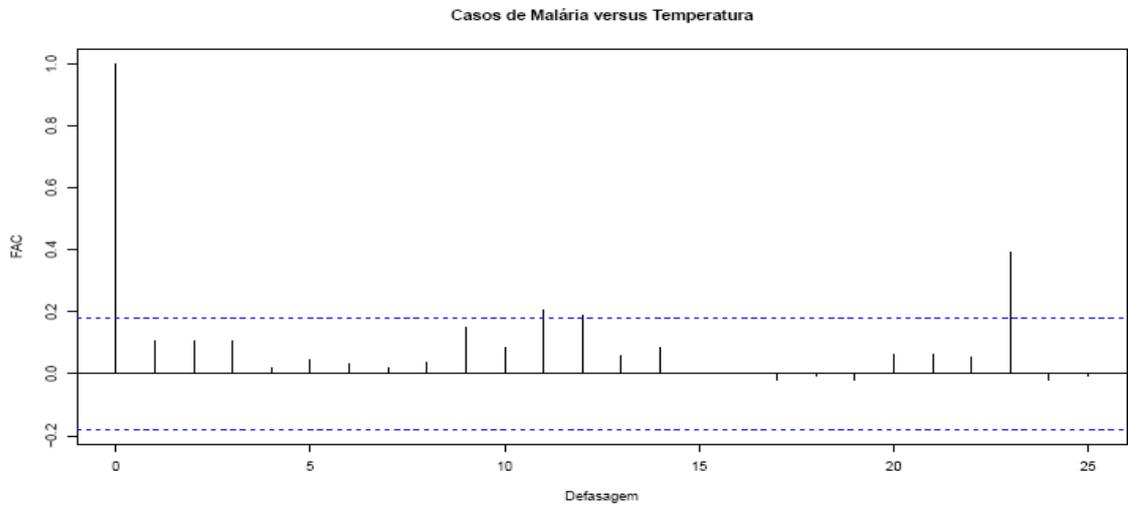
- Manaus – AM:



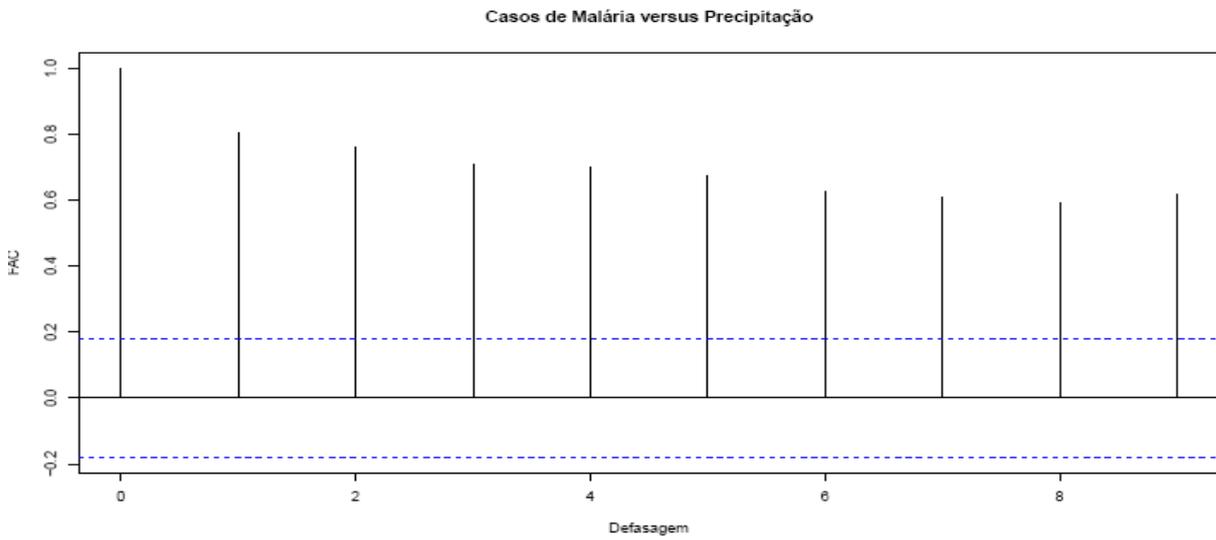
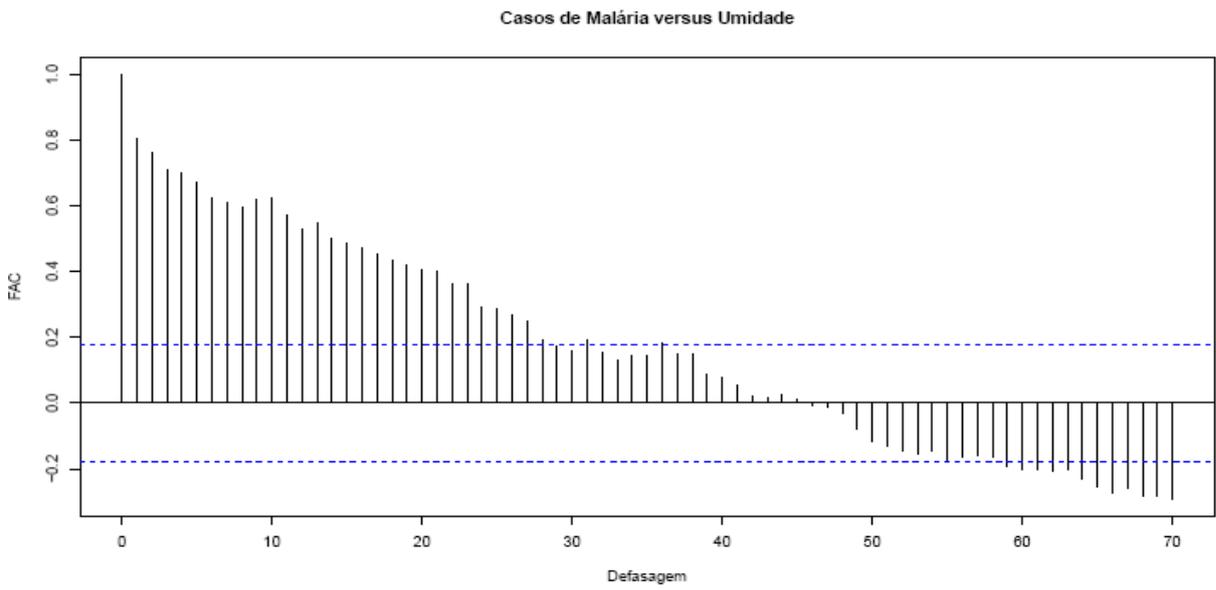
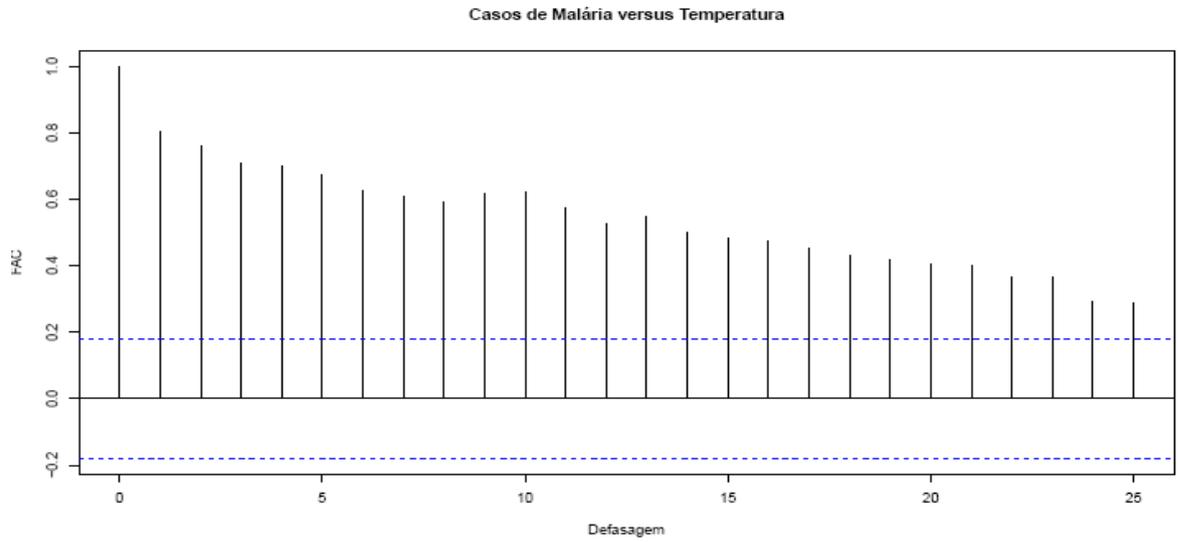
- Belém – PA:



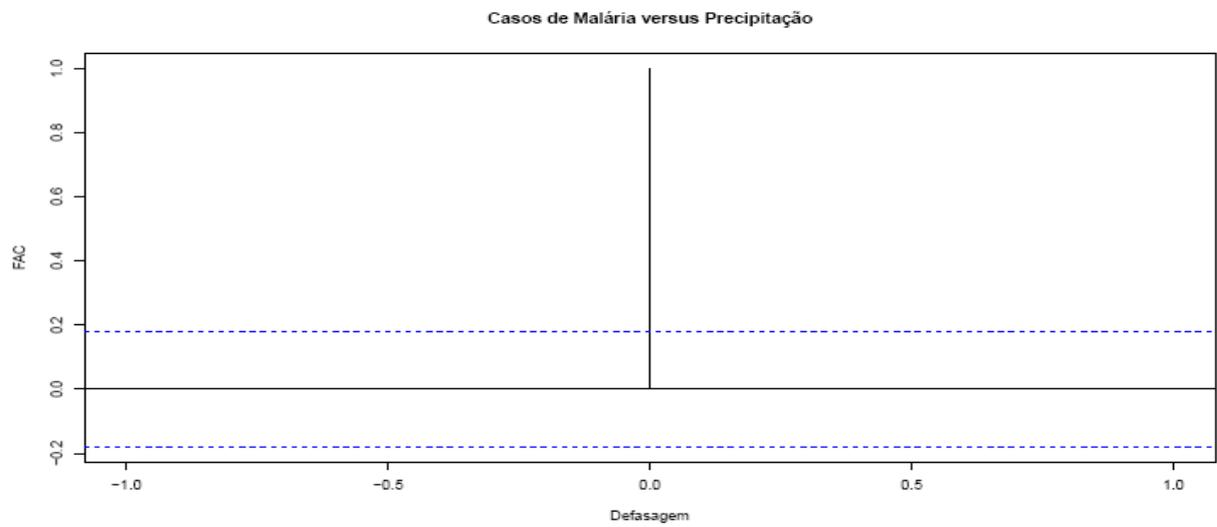
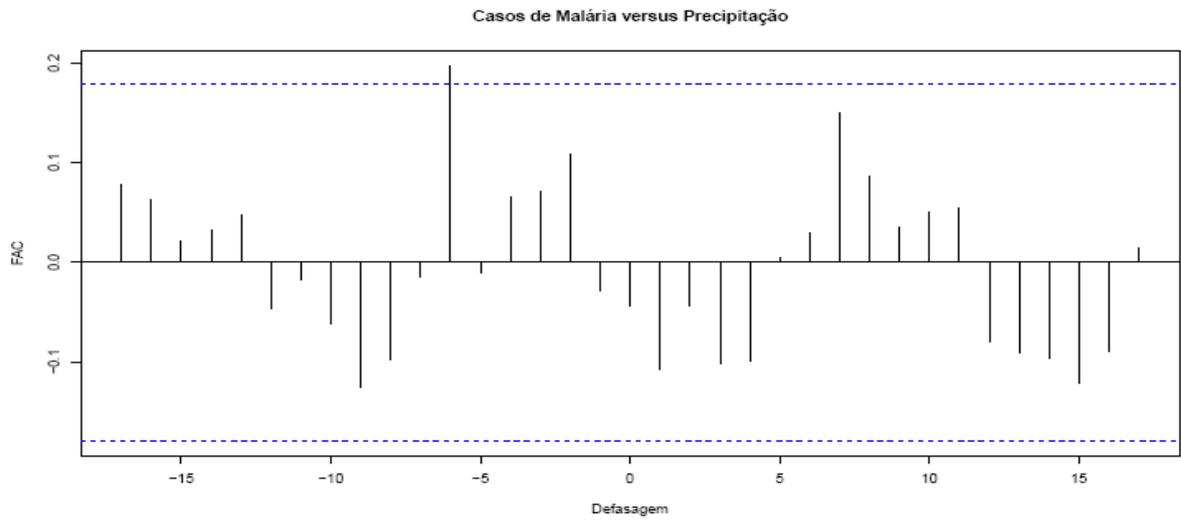
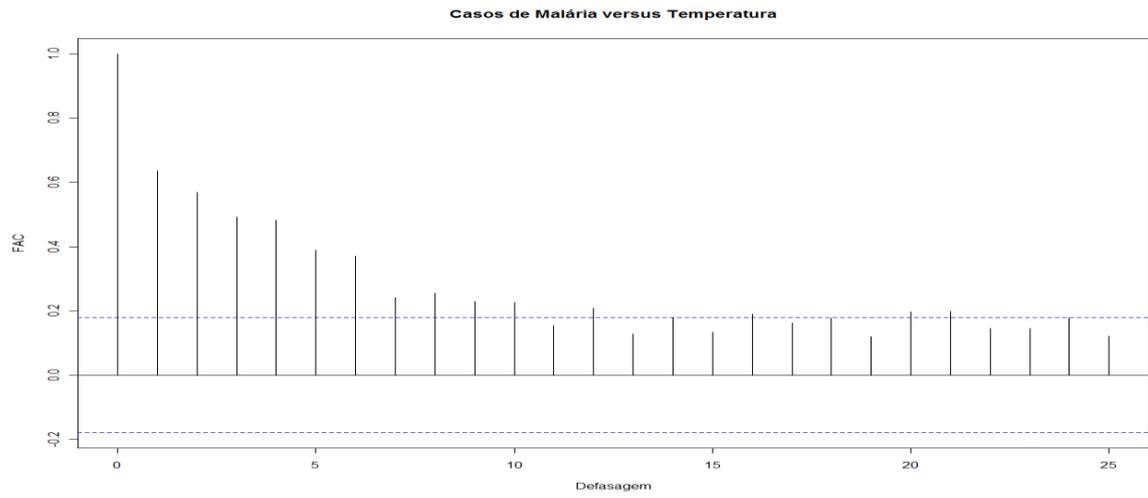
- Macapá – AP:



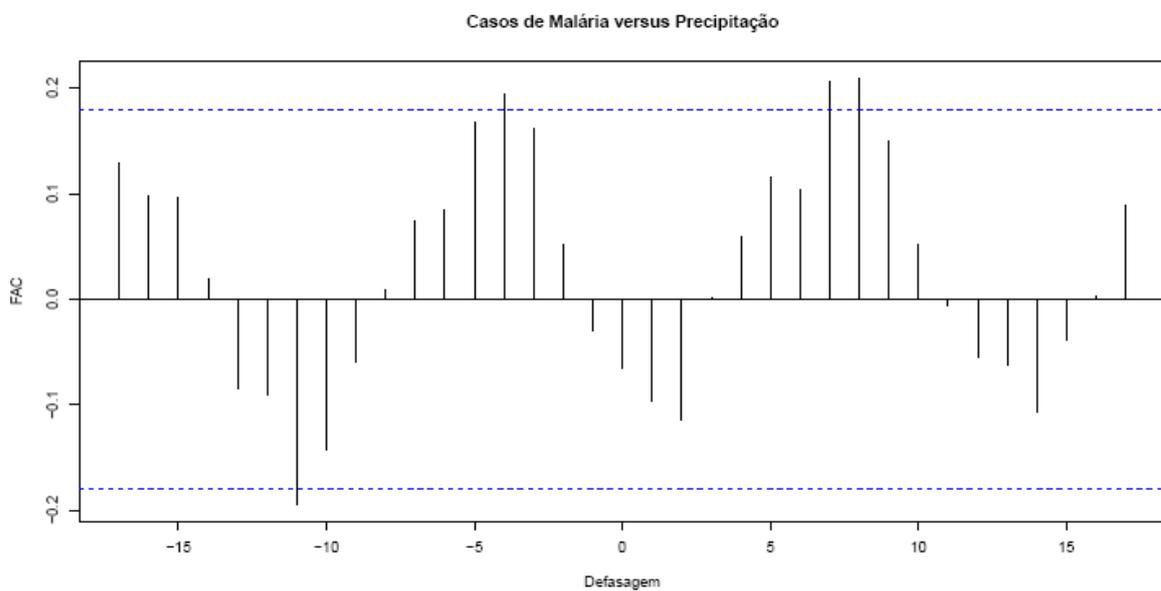
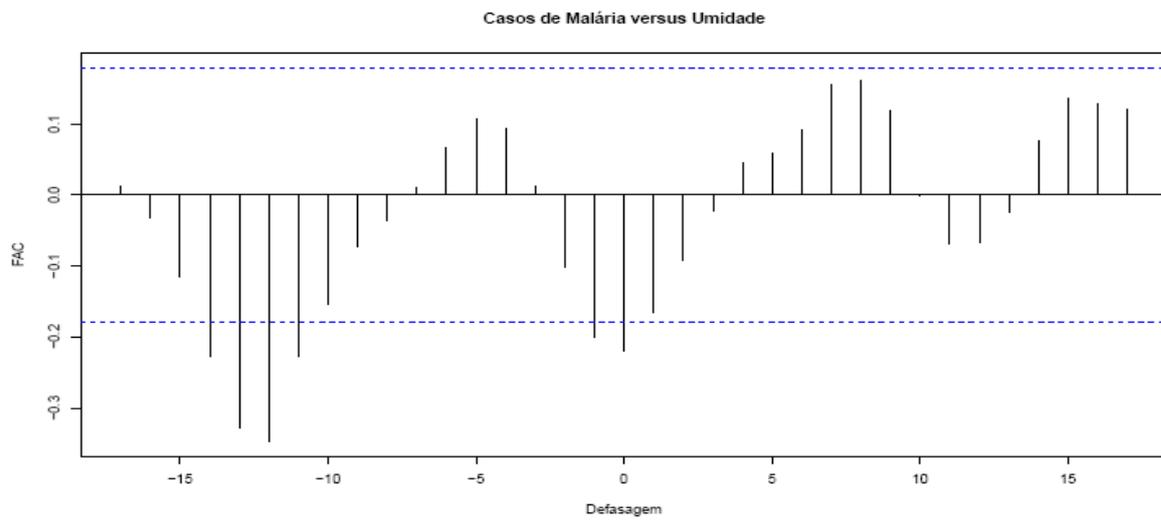
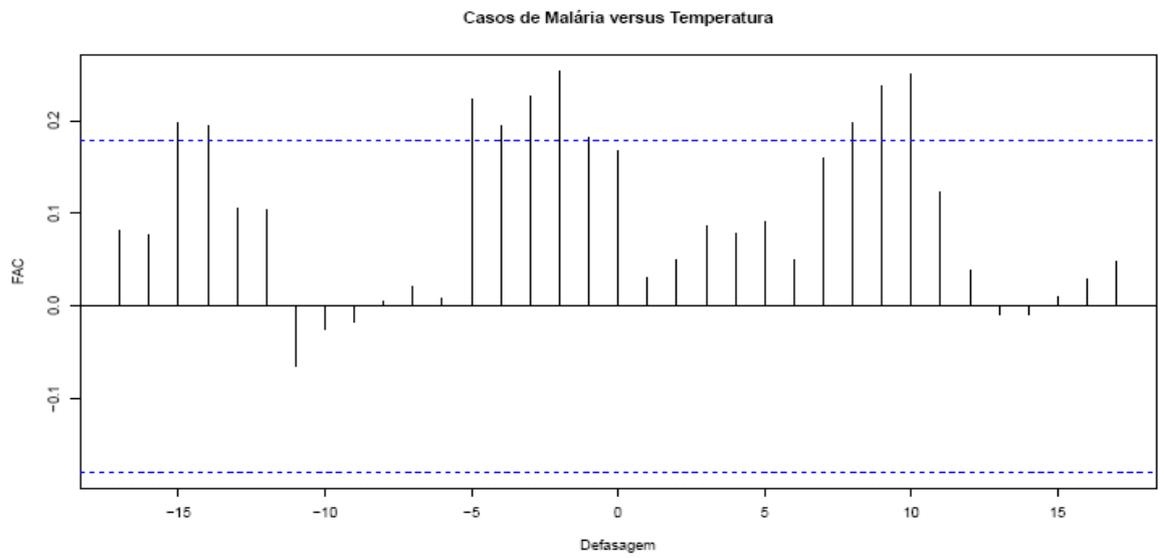
- Itaituba – PA:



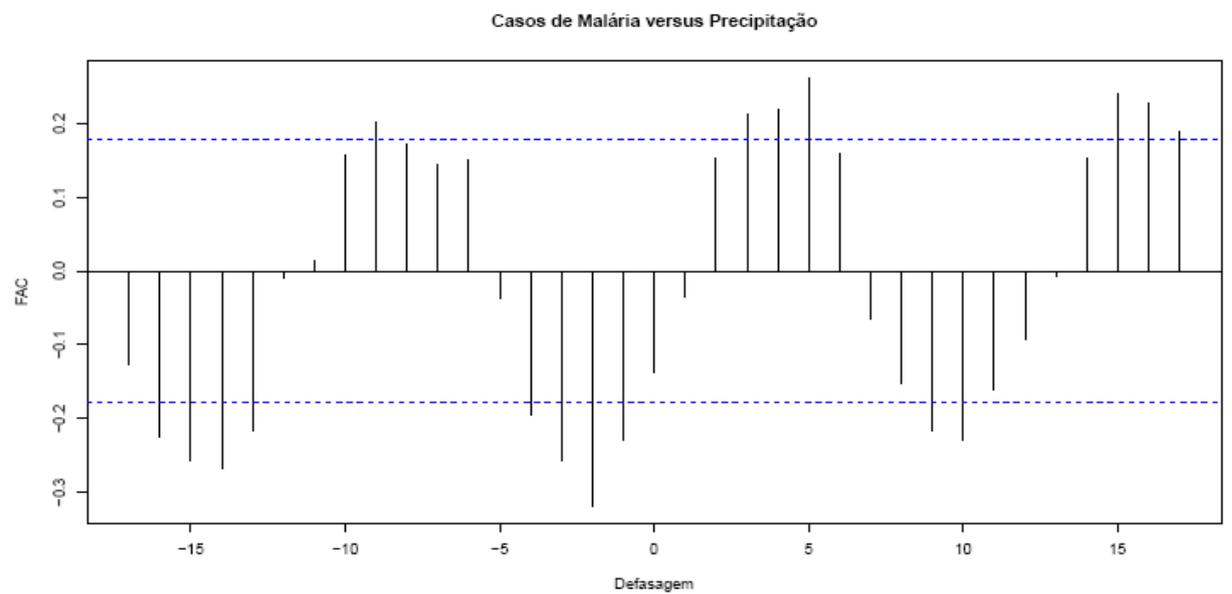
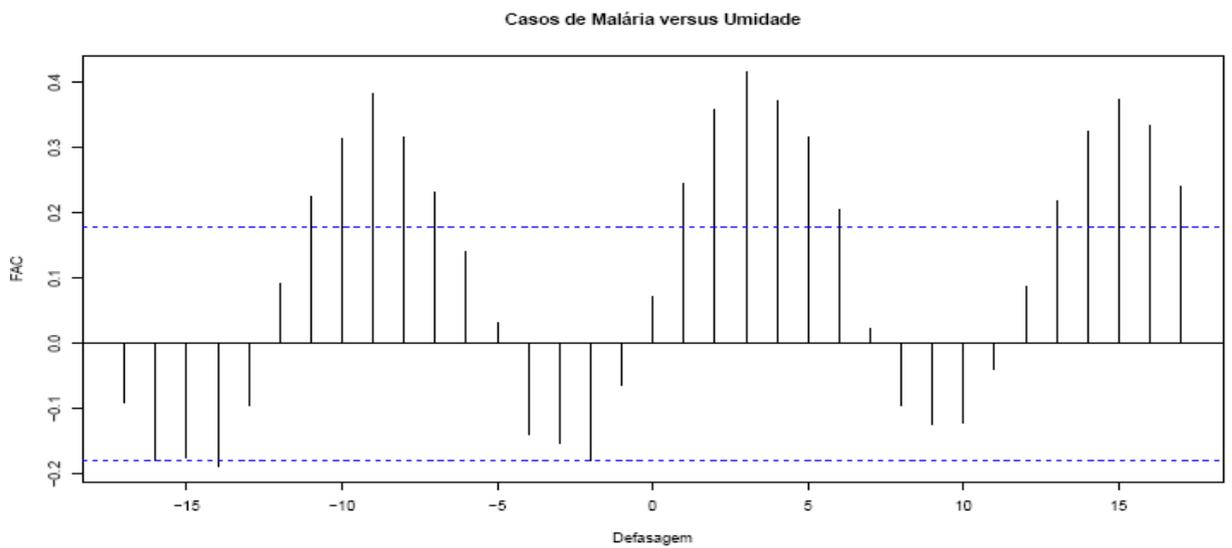
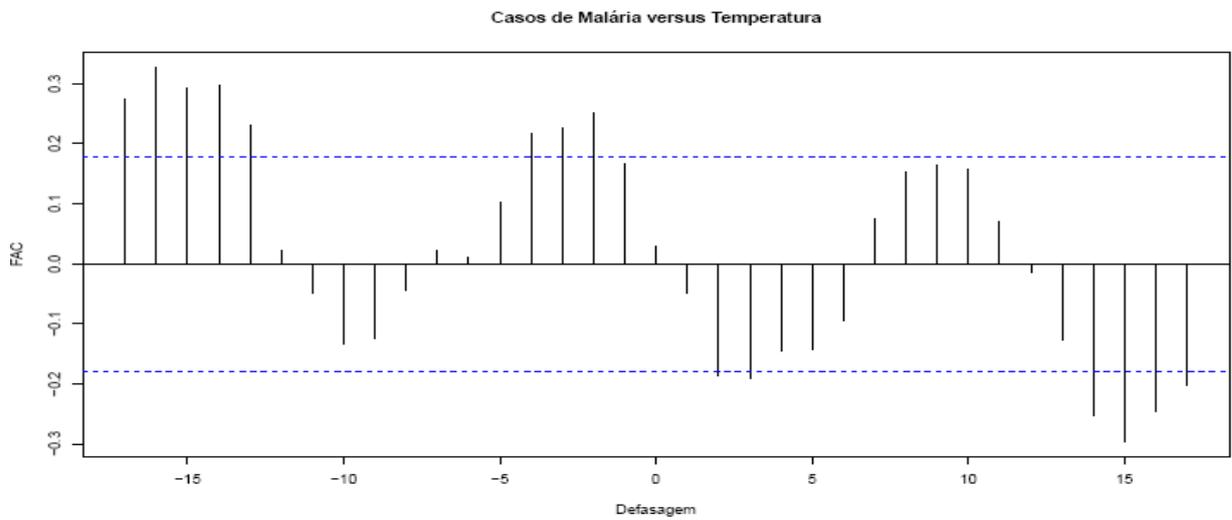
- Altamira – PA:



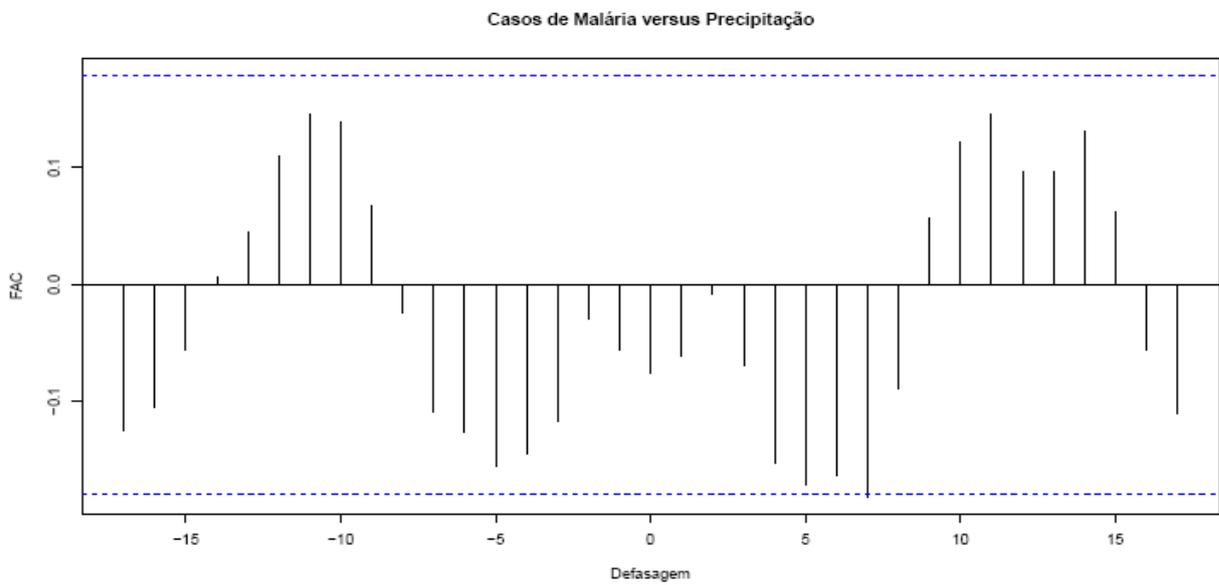
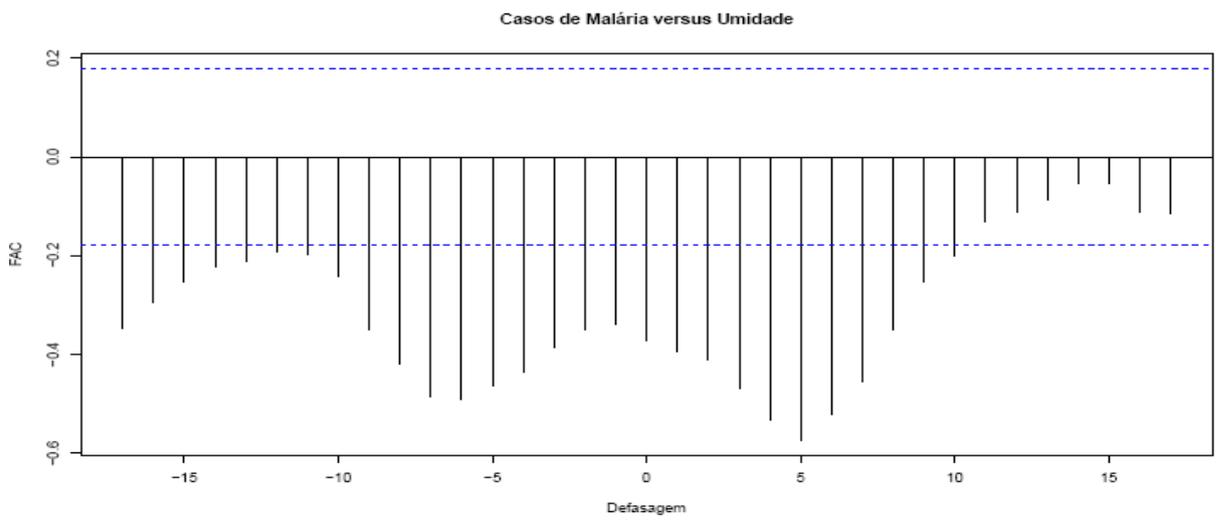
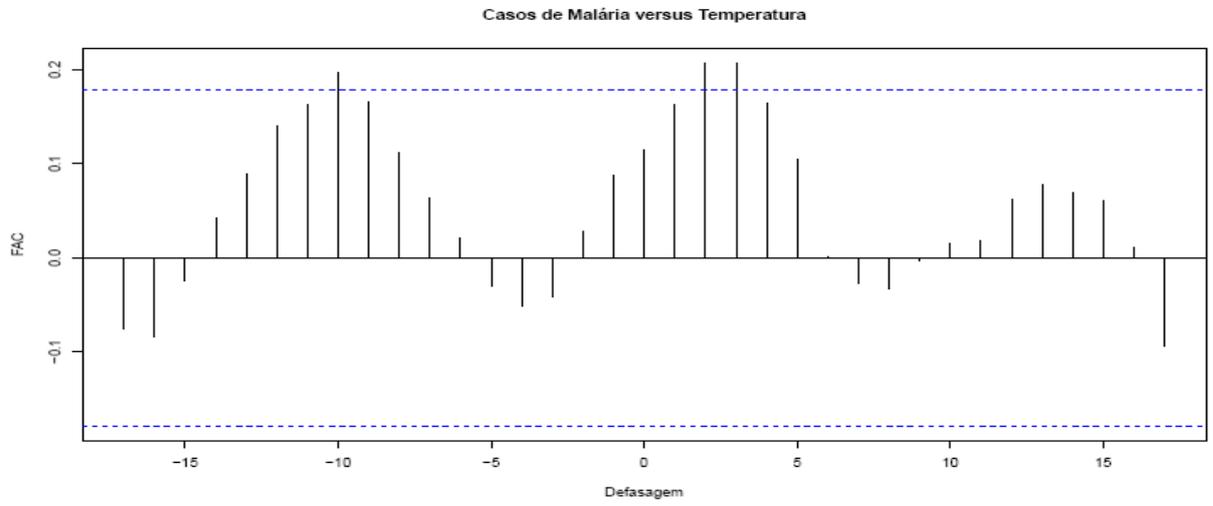
- Porto Velho – RO:



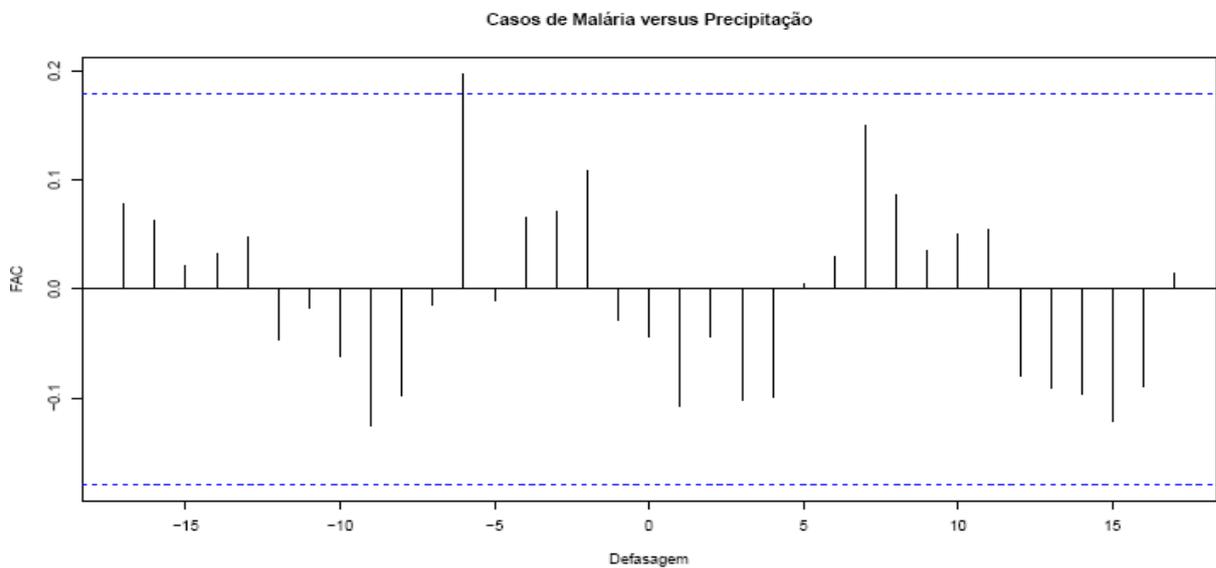
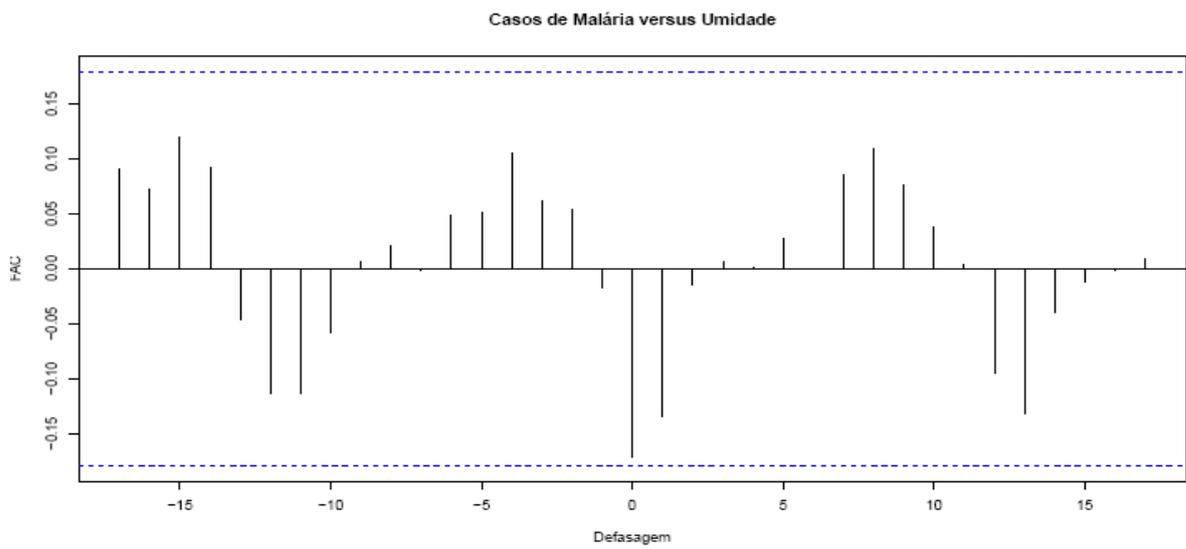
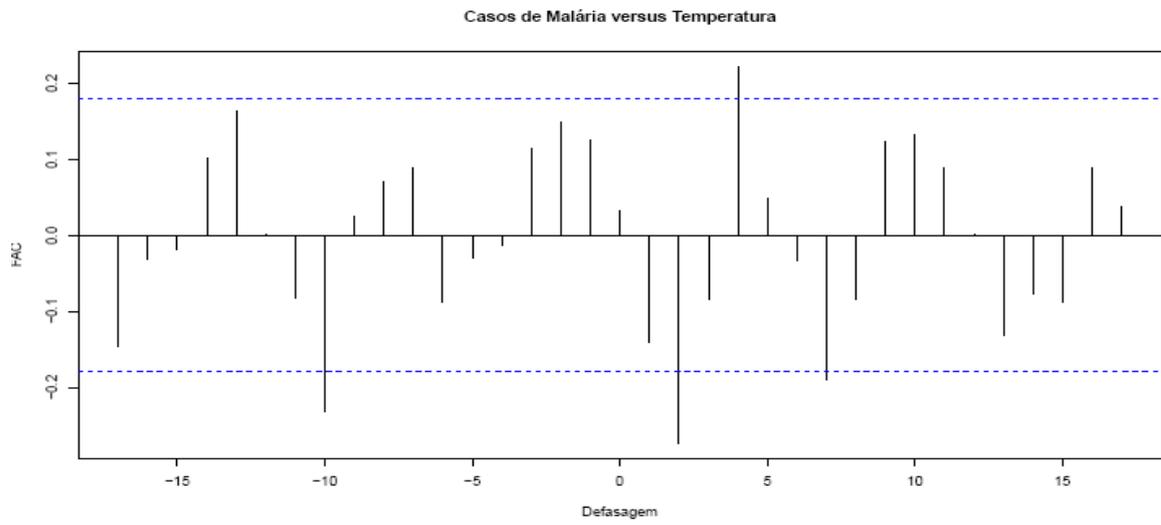
- Turiacu – MA:



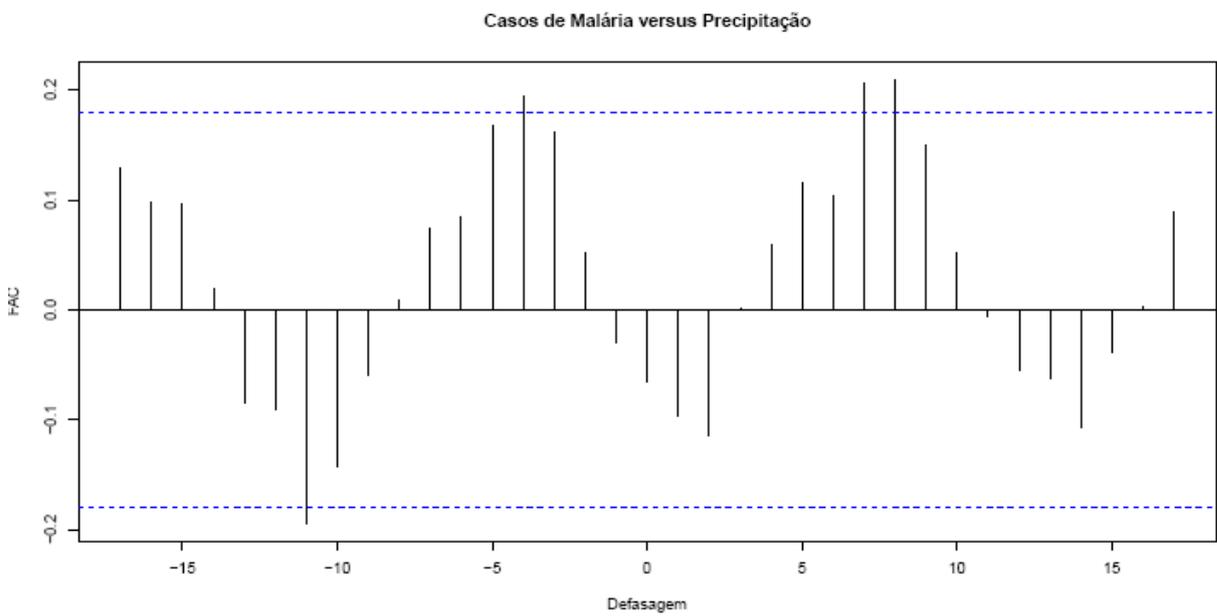
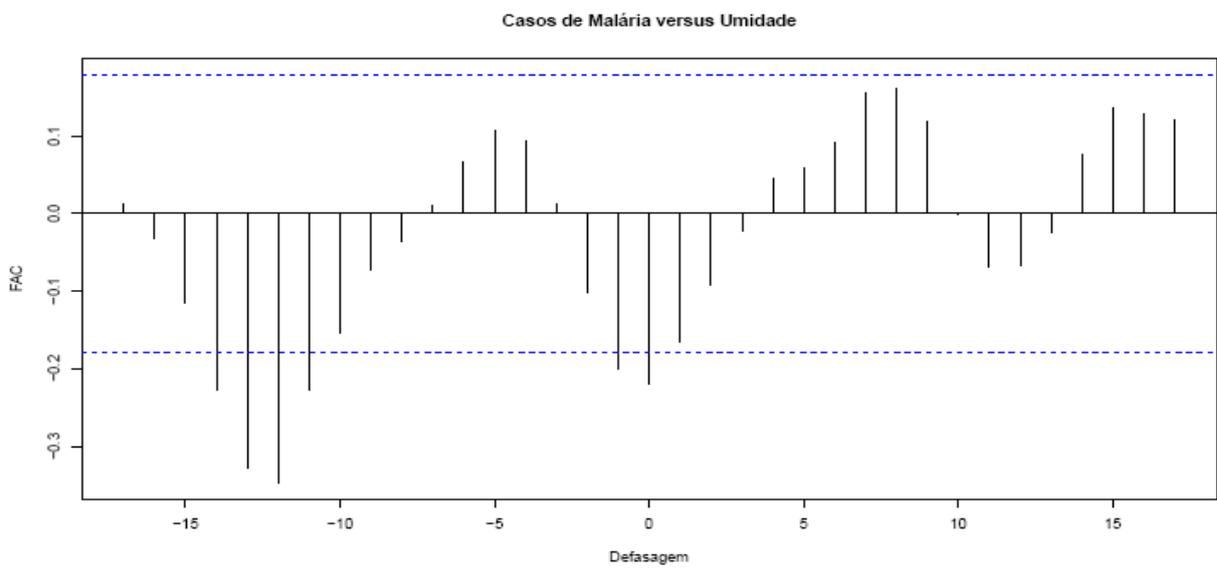
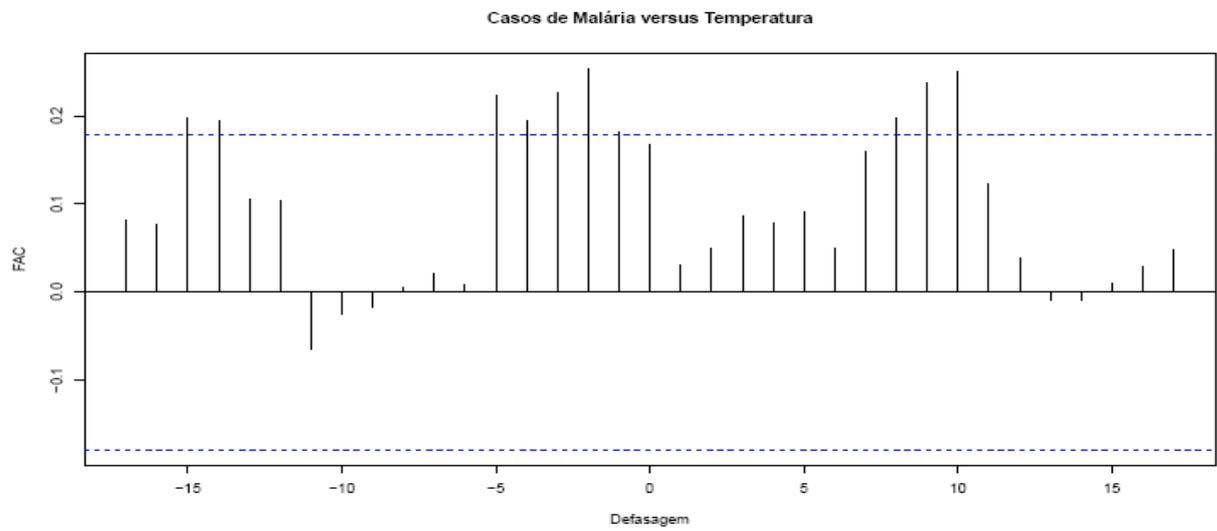
- **Cruzeiro do Sul – AC:**



- Gleba Celeste – MT:



- Porto Nacional – TO:



- Peixe - TO:

