

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE  
RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO  
ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO  
PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

**PATRÍCIA DE NEGREIROS MOTTA**

**Orientadora:** Doutora Margarida Lopes Rodrigues Liberato



**VILA REAL, 2013**



UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE  
RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO  
ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO  
PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE  
(ao abrigo do Convénio Luso-Brasileiro)

**PATRÍCIA DE NEGREIROS MOTTA**

Composição do Júri:

Doutor Jorge Ventura Ferreira Cardoso

Doutora Célia Marina Pedroso Gouveia

Doutora Margarida Lopes Rodrigues Liberato

**Vila Real – 2013**



## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, acima de todas as coisas, no qual tem-me dado o fôlego de vida, como diz Salomão em Eclesiastes 09:10 Tudo quanto te vier à mão para fazer, faze-o conforme as tuas forças, porque na sepultura, para onde vais, não há obra, nem indústria, nem ciência, nem sabedoria alguma, por isso sou grata ao meu Deus pela vida e por tudo que tem feito e fará por mim.

À orientadora Professora Doutora Margarida; pela paciência e perseverança que teve comigo, mesmo nos momentos difíceis que passei durante a escrita desse trabalho, sempre me incentivou, dando força e coragem com suas palavras e ações.

À minha família, que tem me apoiado, aos meus pais que tem sido companheiros e parceiros de todas as horas e que nunca me abandonaram em oração, principalmente minha mãe sem a qual não haveria concluído esse trabalho. Minha filha Adah, que mesmo sem entender, ter tido paciência em suportar minha ausência e minha distância quando necessária. Meu irmão Alexandre que tem sempre me incentivado e me ajudado quando precisei. Minha prima Libina pela paciência que teve quando me estressava pelo trabalho. Meu irmão Boanerges e minha cunhada Rosângela pelo incentivo sempre oferecido a mim, esposo com sua compreensão e paciência pela minha ausência. Enfim, a todos da minha família que me amam e oram pelo meu sucesso.

Aos meus amigos e irmãos que me ajudaram, ao Arnaldo Neto que me ajudou com seu conhecimento em informática, aos meus irmãos que sempre estão orando por mim, aos amigos de trabalho pelo incentivo, as minhas coordenações pela paciência e incentivo quando necessário. À direção acadêmica que sempre que houve a necessidade, me dispensava do trabalho para que eu pudesse estar em Portugal para frequentar as aulas.

Aos professores que com sua paciência e sabedoria, souberam transmitir seus conhecimentos para que hoje este trabalho estivesse concluído.

Ào Pesquisador Dr. Tony Hiroshi Katsuragawa e ao IPEPATRO, Instituto de Pesquisa de Doenças Tropicais de Rondônia, pela disponibilidade dos dados de 1980 a 2010, da região Amazônia e do estado de Rondônia, utilizados nesse trabalho. Ao Ms. Marcelo Gama, responsável pela área de Meteorologia da SEDAM (Secretaria de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia), que disponibilizou seus dados meteorológicos anuais (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação) do município de Porto Velho, da Estação Meteorológica de Superfície da rede de observações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), para que pudessem ser analisados. Ao site *History Weather Underground* ([www.wunderground.com](http://www.wunderground.com)), por disponibilizar gratuitamente os dados da estação meteorológica de superfície do aeroporto internacional Gov. Jorge Teixeira (82824-SBPV), referentes aos anos de 1997 a 2012 e ao NCEP/NCAR (*National Centers for Environmental Prediction/ The National Center for Atmospheric Research*) por disponibilizar as reanálises.

**Muito Agradecida!**



## RESUMO

### **Variabilidade na Incidência da Malária no Estado de Rondônia, na Amazônia Brasileira e Circulação Atmosférica de Larga Escala – Uma Contribuição para a Adaptação às Alterações Climáticas**

A Malária é um problema de saúde pública que atinge todos os ambientes tropicais do planeta. É uma doença que afeta países como o Brasil e principalmente os países Africanos, levando a óbito milhares de pessoas todos os anos. No Brasil, segundo o Ministério da Saúde a transmissão da Malária está concentrada na Amazônia Legal, onde se registram mais de 99,5% do total dos casos. A partir da década de 1970 houve aumento de casos na Amazônia, culminando, no ano de 1999, com o registro de mais de 635 mil casos. Este incremento deveu-se principalmente ao processo de colonização e às atividades de mineração sem a indispensável estrutura de saúde para atender à população. Dados do Programa Nacional de Controle da Malária (PNCM), da Secretaria de Vigilância em Saúde, apontam para uma queda expressiva no número de casos de Malária nos últimos anos, fruto de ações de vigilância e controle da Malária na Amazônia Legal, mediante estratégias de realização de diagnóstico e tratamento adequados e oportunos. Nesta dissertação pretende-se caracterizar a variabilidade climática, nomeadamente a variabilidade inter- e intra-anual na Rondônia, e analisar a sua relação com a incidência da Malária na Amazônia Legal e em particular no estado da Rondônia. Com este estudo pretende-se igualmente avaliar a possível evolução das taxas de incidência da Malária nesta região de elevado risco de Malária, num contexto de alterações climáticas, e propor estratégias de natureza ambiental, de adaptação e mitigação dos impactos, que se traduzam na promoção do desenvolvimento sustentável nesta região do Brasil.

**Palavras-chave:** Malária, Amazônia Legal, Clima, Variabilidade Climática, Alterações Climáticas.



## **ABSTRACT**

### **Variability in the Incidence of Malaria in the State of Rondonia, in the Brazilian Amazon and Large Scale Atmospheric Circulation - A Contribution to Climate Change Adaptation**

Malaria is a public health problem and affects all tropical environments on the planet. It is a disease that affects countries like Brazil and especially African countries, leading to the death of thousands of people every year. In Brazil, according to the Ministry of Health the transmission of malaria is concentrated in the Amazon region, where more than 99.5% of the total cases were recorded. From the 1970s there was an increase of cases in the Amazon region, culminating in 1999 with a record of more than 635,000 cases. This increase was mainly due to the process of colonization and mining activities without the necessary health infrastructure to serve the people. Data of the National Malaria Control (NMCP), the Secretariat of Health Surveillance, point to a significant drop in the number of malaria cases in recent years, due to the monitoring and control of malaria in the Amazon region, through strategies of performing diagnosis and timely treatments. This work aims to characterize climate variability, including inter- and intra-annual variability in Rondônia. It also analyzes the relationship between climate variability and the incidence of malaria in the Amazon region, in particular for the state of Rondônia. Finally this study intends to assess the possible evolution of the incidence rate of malaria in this region of high malaria risk in the context of climate change, and to propose environmental strategies, for adaptation and mitigation of the impacts which result in the promotion sustainable development in this region of Brazil.

**Keywords:** Malaria, Amazon, Climate, Climate Variability, Climate Change.



## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	XIII
1.1. ENQUADRAMENTO .....	2
1.2. OBJETIVO .....	2
1.3. MOTIVAÇÃO .....	2
1.4. PLANO DA DISSERTAÇÃO .....	3
2. ESTADO DA ARTE .....	5
2.1. MALÁRIA .....	6
2.1.1. A MALÁRIA NO MUNDO .....	9
2.1.2. A MALÁRIA NO BRASIL .....	12
2.1.3. A MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA .....	13
2.2. CARACTERIZAÇÃO DE RONDÔNIA .....	16
2.3. VARIABILIDADE CLIMÁTICA E MALÁRIA .....	20
3. DADOS E METODOLOGIA .....	25
3.1. DADOS DE MALÁRIA .....	26
3.2. DADOS CLIMÁTICOS .....	27
4. RESULTADOS .....	29
4.1. VARIABILIDADE INTERANUAL DA OCORRÊNCIA DE MALÁRIA NA AMAZÔNIA LEGAL E RONDÔNIA .....	30
4.2. VARIABILIDADE INTRANUAL DA OCORRÊNCIA DE MALÁRIA NA AMAZÔNIA LEGAL .....	35
4.3. VARIABILIDADE CLIMÁTICA INTERANUAL EM PORTO VELHO/RO- BRASIL .....	36
4.4. VARIABILIDADE INTRANUAL EM PORTO VELHO/RO-BRASIL .....	46
4.5. MALÁRIA E VARIABILIDADE CLIMÁTICA EM PORTO VELHO/RO- .....	51

5.PROPOSTA.....	57
6.CONCLUSÕES .....	65
7.REFERÊNCIAS.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - <i>Anopheles darlingi</i> (principal vetor da doença no Brasil).....	6
Figura 2.2 -Mancha vermelha em tecido hepático .....	8
Figura 2.3 -Hemácias hemolisadas .....	8
Figura 2.4 -Ciclo do vetor e do parasita da Malária .....	9
Figura 2.5 -Regiões de maiores índices de Malária: África, Ásia e América Latina .....	11
Figura 2.6 - Mapa do Brasil, em destaque áreas de risco para Malária nas diferentes regiões do Brasil .....	13
Figura 2.7 - Mapa de Rondônia .....	17
Figura 4.1 - Evolução temporal de casos de Malária entre 1980 e 2010, na Amazônia e em Rondônia (RO).....	30
Figura 4.2 - Registro mensal de casos de Malária em 1999 entre 2004 e 2011 na Amazônia Legal .....	36
Figura 4.3 - Variabilidade interanual da temperatura máxima, média e mínimo em Porto Velho - RO referente ao período de 1945 a 2005 (INMET) .....	37
Figura 4.4 - Variabilidade interanual da temperatura em Porto Velho - RO referente ao período de 1980 a 2005 (INMET). a) Temperatura máxima, (b) Temperatura média, (c) Temperatura mínima.....	39
Figura 4.5 - Variabilidade interanual da temperatura máxima, média e mínima de Porto Velho dos anos de 1997 e 2012 (EMSA). Comparação entre os dados meteorológicos das estações EMSA (linha contínua) e INMET (linha tracejada) .....	41
Figura 4.6 - Variabilidade interanual de umidade relativa do ar em Porto Velho - RO dos anos de 1945 a 2005 (INMET).....	42
Figura 4.7 - Variabilidade interanual da umidade relativa do ar em Porto Velho – RO dos anos de 1980 a 2005 (INMET).....	42

Figura 4.8 - a) Variabilidade interanual da umidade relativa do ar em Porto Velho dos anos de 1997 a 2012 (EMSA). b) Comparação entre os dados meteorológicos das estações EMSA (linha contínua) e INMET (linha tracejada).....	44
Figura 4.9 - Variabilidade Interanual da precipitação em Porto Velho - RO no período de 1945 a 2005 (INMET).....	45
Figura 4.10 - Variabilidade interanual da precipitação em Porto Velho nos anos de 1980 a 2005 (INMET).....	45
Figura 4.11 - Variabilidade intranual da temperatura do ar referente aos anos de 1997 a 2012.....	47
Figura 4.12 - Variabilidade intranual da umidade do ar referente aos anos de 1997 a 2012 .....	48
Figura 4.13 - Variabilidade intranual da pressão atmosférica referente aos anos de 1997 a 2012.....	48
Figura 4.14 Compósitos das anomalias para os meses de julho e agosto dos anos de maior ocorrência de malária: (a) precipitação, (b) temperatura, (c) vento. ....	50
Figura 4.15 - Séries temporais anuais padronizados, referentes ao período de 1986 a 2005 de casos de Malária (linha tracejada) e (a) temperatura máxima, média e mínima; (b) umidade relativa o ar; (c) precipitação em Porto Velho - RO (INMET).....	53
Figura 4.16 - Incidência parasitária anual (IPA) no Brasil, referente ao período de 2000 e 2011.....	55
Figura 5.1 - (a) Índice de vulnerabilidade epidemiológico; (b) Índice de vulnerabilidade climática .....	62

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Distribuição de casos autóctones, proporção de Malária por <i>P. falciparum</i> e informações por Malária, Rondônia 2009 e 2010.....	13
Quadro 2.2 - Trocas Migratórias Líquidas Interestaduais/Estado de Rondônia - 1970/1980, 1981/1991 e 1991/1996.....	19
Quadro 4.1 - Estatísticas referentes aos períodos 1945 - 2005 - 1980 - 2005 em Porto Velho - Ro (INMET), entre parênteses e a negrito indicam os anos .....	40
Quadro 4.2 - Coeficiente de correlação entre os casos de Malária na Rondônia e os parâmetros meteorológicos, referentes ao período 1986 - 2005, em Porto Velho (INMET).....	52



## LISTA DE ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

- AS** – América do Sul
- ASAS** – Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul
- ASPS** – Anticiclone Subtropical do Pacífico
- ATSM** – Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar
- CEPEM** – Centro de Pesquisa em Medicina Tropical
- CEMETRON** – Centro de Pesquisa em Medicina Tropical de Rondônia
- DETER** – Detecção do Desmatamento em Tempo Real
- DDT** - Dicloro-Difenil-Tricloroetano
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- ENOS** – El Niño Oscilação Sul
- ETP** – Evapotranspiração Potencial
- FUNASA** – Fundação Nacional de Saúde
- HN** – Hemisfério Norte
- HS** – Hemisfério Sul
- IDH** – Índice de Desenvolvimento Humano
- INMET** – Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil
- INPE** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- IPA** – Índice Parasitário Anual
- IPCC** – Painel Inter Governamental de Mudanças Climáticas
- IPEPATRO** – Instituto de Pesquisa em Medicina Tropical de Rondônia
- NCAR** – National Center for Atmospheric Research
- NCEP** – National Center for Environmental Prediction
- NEB** – Nordeste do Brasil
- OMS** – Organização Mundial da Saúde

**OMM** – Organização Meteorológica Mundial

**PIACM** – Plano de Intensificação das Ações de Controle da Malária

**PNCM** – Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária

**PNM** – Pressão ao Nível do Mar

**SUCAM** – Superintendências de Campanhas de Saúde Pública

**SEDAM** – Secretaria de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia

**TSM** – Temperatura da Superfície do Mar

**UEPAT** – Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de  
Porto Velho

**UHE** – Usina Hidrelétrica

**WHO** - *World Health Organization* [Organização Mundial da Saúde]

**OPAS** – Organização Panamericana de Saúde

# 1

## INTRODUÇÃO

---

VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. ENQUADRAMENTO

Este trabalho insere-se no curso de Mestrado em Engenharia Ambiental ministrado ao abrigo do Convénio Luso-Brasileiro e constitui uma oportunidade de aplicar metodologias de investigação científica, largamente utilizadas na UTAD, à realidade bem conhecida pela mestranda – a Amazónia – e de desenvolver estratégias de natureza ambiental que possam contribuir para a promoção do desenvolvimento global sustentável. Entre as diversas problemáticas específicas da Amazónia estão a incidência da Malária, o aumento do desmatamento e as suas interações com o clima.

### 1.2. OBJETIVO

Com base neste enquadramento é objectivo específico deste trabalho caracterizar a variabilidade climática, nomeadamente a variabilidade inter- e intra-anual, e analisar a sua relação com a incidência da Malária na Amazónia e em particular no estado da Rondónia. Será ainda analisado o efeito que a alteração do coberto vegetal (*i.e.* o acentuado aumento do desmatamento) na região tem sobre essa incidência. Com este estudo pretende-se igualmente avaliar a possível evolução das taxas de incidência da Malária nesta região de elevado risco de Malária, num contexto de alterações climáticas, e propor estratégias de natureza ambiental, de adaptação e mitigação dos impactos, que se traduzam na promoção do desenvolvimento sustentável nesta região do Brasil.

### 1.3. MOTIVAÇÃO

A Malária é uma doença infecciosa causada por protozoários do género *Plasmodium*, transmitidos ao homem pela picada de fêmeas de mosquito do género *Anopheles*. No Brasil, são três as espécies de protozoário que podem causar a doença: *P. falciparum*, *P. vivax*, e *P. malariae*.

A Malária constitui um dos mais sérios problemas de Saúde Pública no mundo. É característica de regiões de clima quente e constitui a principal

parasitose tropical. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que ocorram, anualmente, entre 300 e 500 milhões de novos casos e quase um milhão de óbitos. Cerca de metade da população mundial está em risco de Malária.

Em particular no Brasil, o maior número de casos (99%) é registado na região da Amazônia Legal, composta por nove municípios: Amazônia, Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins (boletim\_malaria\_2010\_05\_04, consultado em <http://portal.saude.gov.br>). A Malária é uma doença endémica na Amazônia, sendo o Estado da Rondônia uma das regiões do Brasil com índice de risco mais elevado. Por outro lado, o desmatamento na Amazônia atingiu 268 quilómetros quadrados em Maio de 2011, mais do dobro do observado no mesmo mês de 2010, quando chegou a 109,6 quilómetros quadrados (fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)).

O Mato Grosso, principal produtor de soja e algodão do país, foi o Estado que mais sofreu desmatamento (93,7 quilómetros quadrados, de acordo com o sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER), do INPE), sendo seguido pelos Estados da Rondônia (67,9 quilómetros quadrados) e do Pará (65,5 quilómetros quadrados).

### **1.4. PLANO DA DISSERTAÇÃO**

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, iniciado por este, Introdução, o qual está subdividido em enquadramento, objetivo, motivação do trabalho e estrutura do mesmo.

No segundo capítulo apresenta-se o estado da arte, no qual se faz a descrição geral da Malária, como está distribuída no mundo, na amazônia e no estado de Rondônia. Também no mesmo capítulo, foi descrito o clima da América do Sul, da Amazônia e de Rondônia.

No terceiro capítulo são apresentados os dados de Malária analisados e a metodologia: dados anuais disponibilizados pelo (IPEPATRO), Instituto de Pesquisa de Doenças Tropicais de Rondônia, referentes aos anos de 1980 a 2010, relatando os casos da Amazônia brasileira e do estado de Rondônia; e

os dados mensais dos anos de 1999 e 2004 a 2011, referentes à região da Amazônia Legal, disponibilizados pelo Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica – Malária (SIVEP – Malária) do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do Ministério da Saúde (MS) do Brasil. Apresentam-se ainda os dados meteorológicos anuais e mensais, para o período entre 1945 e 2005 (com dados anuais de temperatura máxima, média e mínima, precipitação e umidade relativa do ar) e para o período de 1997 a 2012 (com dados mensais de temperatura máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e pressão atmosférica), e bem como os dados das reanálises NCEP/NCAR (*National Centers for Environmental Prediction/ The National Center for Atmospheric Research*).

No quarto capítulo são apresentados os resultados das análises referentes a Malária, à variabilidade interanual e intranual em Porto Velho/RO-Brasil e à sua relação com a ocorrência de casos de Malária.

No quinto capítulo é apresentada uma proposta para melhoria da qualidade de vida, ligada a diminuição dos casos de Malária na população residente na região e para os imigrantes, em face das alterações climáticas observados, bem como do desmatamento, migração e desenvolvimento do estado.

Finalmente no sexto e último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado, mostrando que os objetivos propostos foram atingidos. São ainda apresentadas propostas para trabalho futuro, visando continuar o estudo desenvolvido até o presente momento.

# 2

ESTADO DA ARTE

---

VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

## 2. ESTADO DA ARTE

### 2.1. MALÁRIA

Santos *et al.* (2010) descreve a Malária como uma doença infecciosa febril aguda, cujos agentes etiológicos são parasitas classificados como protozoários transmitidos por vetores do gênero *Plasmodium*. Os parasitas da Malária são transmitidos por mosquitos fêmeas do gênero *Anopheles*, popularmente conhecido como mosquito-prego (Figura 2.1), que se multiplica no interior dos hepatócitos e que com a evolução da doença, podem migrar para as hemácias, ocasionando hemólise.

A Malária possui importância epidemiológica pela sua elevada incidência na região amazônica e potencial gravidade clínica. Causa consequências consideráveis, perdas sociais e econômicas na população sob risco, porque atinge principalmente populações que vivem em condições precárias de habitação e saneamento.



**Figura 2.1** - *Anopheles darlingi* (principal vetor da doença no Brasil)

**Fonte:** Fiocruz 21\_01\_13. Consultado em <http://www.fiocruz.br/~ccs/estetica/malaria.htm>

A Malária é também chamada de paludismo, impaludismo, febre palustre, febre intermitente, febre terçã, febre quartã, além de nomes populares, como maleita, sezão, tremedeira, batedeira ou febre.

O Brasil possui três espécies do *Plasmodium* causador da Malária, são eles: *P. malariae* (causador da Malária quartã benigna, com ataques de febre a cada 72 horas); *P. vivax* (causador da Malária terçã benigna, produz ataques de febre a cada 48 horas) e *P. falciparum* (causador da febre terçã maligna, mais grave, com picos de febre irregulares) (Santos *et al.*, 2010).

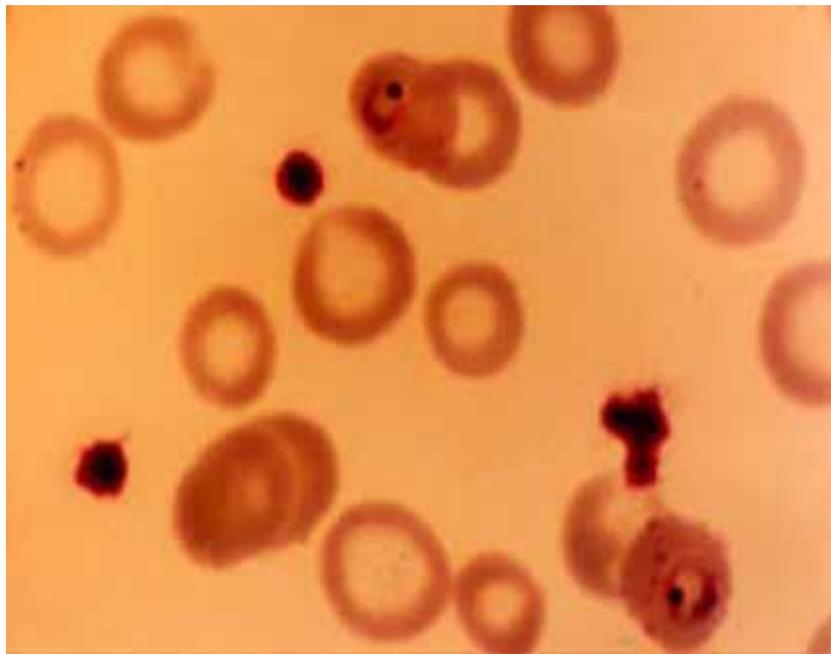
O plasmódio desenvolve um ciclo sexuado (por meiose) dentro do organismo do mosquito e um assexuado (por mitose) no organismo humano. Após 30 minutos da picada do mosquito, o plasmódio cai na circulação sanguínea do homem, alcança o fígado e multiplica-se no interior das células hepáticas até que estas sofram lise. Então, espalham-se no sangue e invadem os glóbulos vermelhos, onde se reproduzem a tal ponto que eles se rompem também, levando ao quadro hemolítico do paciente (Figura 2.2).

Todos os três tipos de Plasmódiums possuem três fases: sendo a primeira como esporozoíta (forma celular alongada). Quando o Plasmódio é inoculado pelo Anopheles na corrente sanguínea por meio de sua saliva, aloja-se nas células hepáticas e causa uma grande mancha vermelha no centro (Figura 2.2). Nesta fase ocorre a multiplicação, dando origem a outra fase evolutiva chamada merozoíta. Uma parte dos merozoítas permanece no fígado e continua a se reproduzir nas suas células hepáticas, enquanto outra parte entra novamente na corrente sanguínea e adentra as hemácias para seguir com o processo reprodutivo, e, finalmente, reproduzindo-se e destruindo os glóbulos vermelhos. (Figura 2.3). Este ciclo de transmissão da Malária está representado na Figura 2.4.



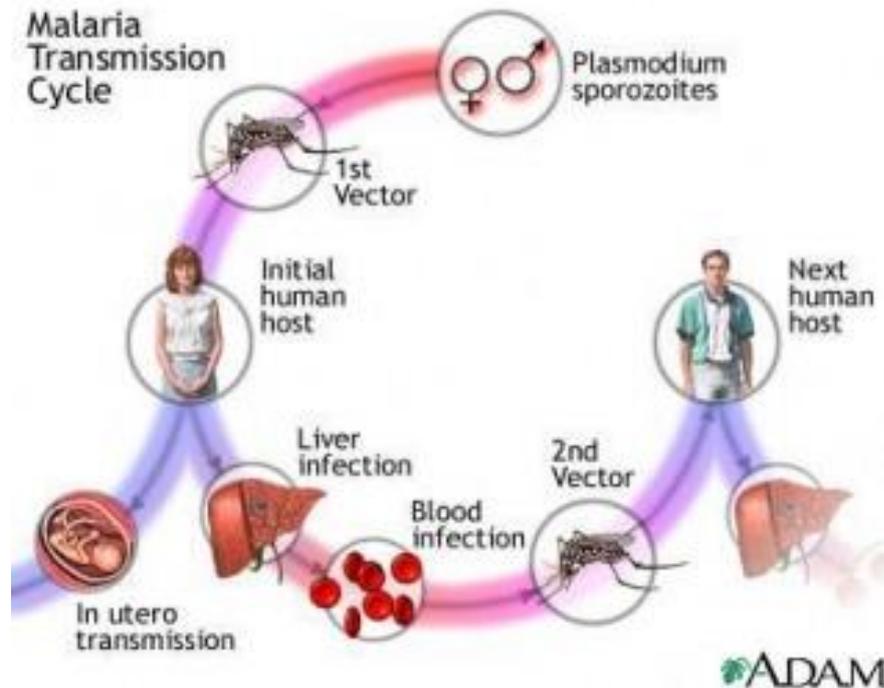
**Figura 2.2:** Mancha vermelha em tecido hepático

**Fonte:** Consultado em 14\_09\_2013 [http:// www. ciencianews.com.br](http://www.ciencianews.com.br)



**Figura 2.3:** Hemácias hemolisadas.....

**Fonte:** Consultado em 14\_09\_2013 [http:// www. ciencianews.com.br](http://www.ciencianews.com.br)



**Figura.2.4:** Ciclo do vetor e do parasita da Malária

**Fonte:** <http://malariauefs.weebly.com/ciclo-de-vida.html>

Variáveis ambientais, tais como temperatura, umidade, precipitação, velocidade do vento podem afetar a incidência da Malária, através de alterações no tempo de vida do mosquito e nos ciclos de vida do parasita ou influências na saúde humana, vetor ou parasita (Parham e Michael, 2010).

### 2.1.1. A MALÁRIA NO MUNDO

Dados da OMS mostram que os impactos da Malária sobre as populações humanas continuam a aumentar. A Malária ocorre em mais de 90 países, pondo em risco cerca de 40% da população mundial. Estima-se que ocorram 300 a 500 milhões de novos casos, bem como um milhão de mortes por ano. A Malária representa ainda risco elevado para viajantes e migrantes, levando à importação de casos para áreas em que a moléstia não é endêmica (Ministério da Saúde, 2009).

De acordo com a OMS (2013) 90% das mortes causadas pela Malária ocorrem na África Subsaariana, onde a doença é a principal causa de morte

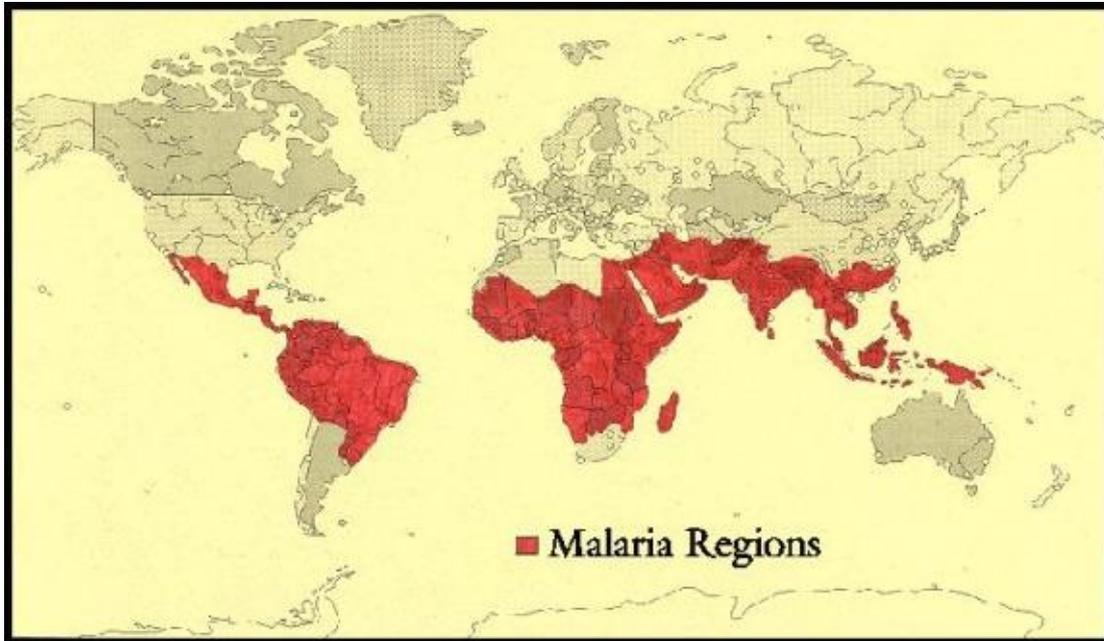
em crianças menores de 5 anos de idade. Além disso muitas crianças que sobrevivem a casos severos de Malária sofrem danos cerebrais graves e tem dificuldade de aprendizagem. O mosquito *Anopheles* está amplamente distribuído em toda a África, Ásia e América Latina. Os esforços da Saúde Pública, em todo o mundo, para controlar a Malária da década de 1950 até 1980 falharam, deixando os mosquitos resistentes ao DDT (inseticida) e o *Plasmodium* resistente à cloroquina e pirimetamina. A Malária aparece em regiões de clima quente (principal parasitose tropical). No Brasil a Malária é registrada, principalmente, na região amazônica. Há por volta de 500 mil casos por ano mas a letalidade da moléstia é baixa e não chega a 0,1% do número total de enfermos.

Estima-se que 2.570 milhões de pessoas viviam em regiões do mundo sob risco de transmissão de *P. falciparum* em 2010. Destes, 1.130 milhões viviam em áreas de transmissão instável onde o risco é muito baixo e em que a incidência é inferior a um caso em 10.000 por ano. A grande maioria das pessoas neste nível de baixo risco vive na Ásia (91%), com números menores no continente Americano (5%) e África (4%). O restante, 1.440 milhões de pessoas em risco vivem em áreas de transmissão estável, representando uma grande diversidade de transmissão endêmica. Quase todas as populações em risco estável foram localizados na África (52% do total mundial), na Ásia (46%), e uma percentagem inferior na América (2%) (Gething, *et al.* 2011). A transmissão de Malária varia de um lugar para outro, sofrendo fortes influências ecológicas, sócio-culturais e econômicas.

Atualmente, a Malária no mundo existe em uma centena de países (Figura 2.5) e territórios sendo que, em 92 deles, a transmissão inclui a forma maligna representada pelo parasita *Plasmodium falciparum* (Forattini, 2002). Dados da OMS mostraram um total de 104 países endêmicos para a doença no ano de 2008, dentre os quais 45 pertencem ao continente africano (WHO, 2008).

Na África, a incidência é muito alta, apresentando 90% do total dos óbitos. A doença ocorre principalmente pelo mosquito *Anopheles gambiae*, e também pode ser transmitida pelo *A. funestus*, sendo que ambos são eficientes vetores, determinando assim a grande área hiperendêmica. Existem vários

países onde quase toda a população contrai a Malária, embora tenha a tendência de se manifestar em grupos mais jovens. (OMS, 2009).



**Figura 2.5.** - Regiões de maiores índices de Malária: África, Ásia e América Latina

Fonte: OMS, 2013

Os ecossistemas naturais do mundo têm sido muito alterados pela ação humana. Construção de hidroelétricas, sistemas de irrigação e o desmatamento são exemplos de atividades que proporcionam aumento da população desses insetos e que, conseqüentemente contribuem para o aumento dos casos de Malária (Tadei, 1998).

O Plasmodium da Malária não se desenvolve no mosquito quando a temperatura desce abaixo de 15°C, e prefere lugares quentes, úmidos. É condição preferencial a presença de reservatórios de água porque a larva do mosquito é aquática, necessitando da água para seu desenvolvimento. A temperatura afeta várias partes do ciclo de vida do patógeno, influenciando portanto diretamente a transmissão e a taxa de propagação da doença. No entanto, apenas quando existe precipitação suficiente é que ocorre o

desenvolvimento do vetor e sobrevivência do mesmo. (Parham e Michael, 2010).

### 2.1.2. A MALÁRIA NO BRASIL

A Amazônia é o local onde se concentra a Malária, pois seu clima é Tropical Úmido, com precipitação frequente e com vegetação que favorece o desenvolvimento de diversos vetores, entre eles o mosquito Anofelino.

A transmissão natural da Malária ocorre por meio da picada de fêmeas infectadas de mosquitos do gênero *Anopheles*, sendo mais importante a espécie *Anopheles darlingi*, cujos criadouros preferenciais são coleções de água limpa, quente, sombreada e de baixo fluxo, muito frequentes na Amazônia brasileira (Ministério da Saúde, 2010).

O quadro epidemiológico da Malária no Brasil é preocupante nos dias atuais. Embora em declínio, o número absoluto de casos no ano de 2008 ainda foi superior a 300.000 pacientes em todo o país. Desses, 99,9% foi transmitida nos Estados da Amazônia Legal, sendo o *Plasmodium vivax* a espécie causadora de quase 90% dos casos. No entanto, a transmissão do *P. falciparum*, responsável pela forma grave e letal da doença, tem apresentado redução importante nos últimos anos. Além disso, a frequência de internações por Malária no Brasil está a decrescer (1,3% 2008, enquanto em 2003 era de 2,6%). A distribuição espacial do risco de transmissão da doença no Brasil é apresentada na Figura 2.6 (Ministério da Saúde, 2010).

Desde 1993 por recomendação da Conferência Ministerial de Amsterdã (outubro, 1992), o Brasil utiliza a Estratégia Global de Controle Integrado da Malária – “uma ação conjunta e permanente do governo e da sociedade, dirigida para a eliminação ou redução do risco de adoecer ou morrer de Malária” (Ministério da Saúde, 2009).

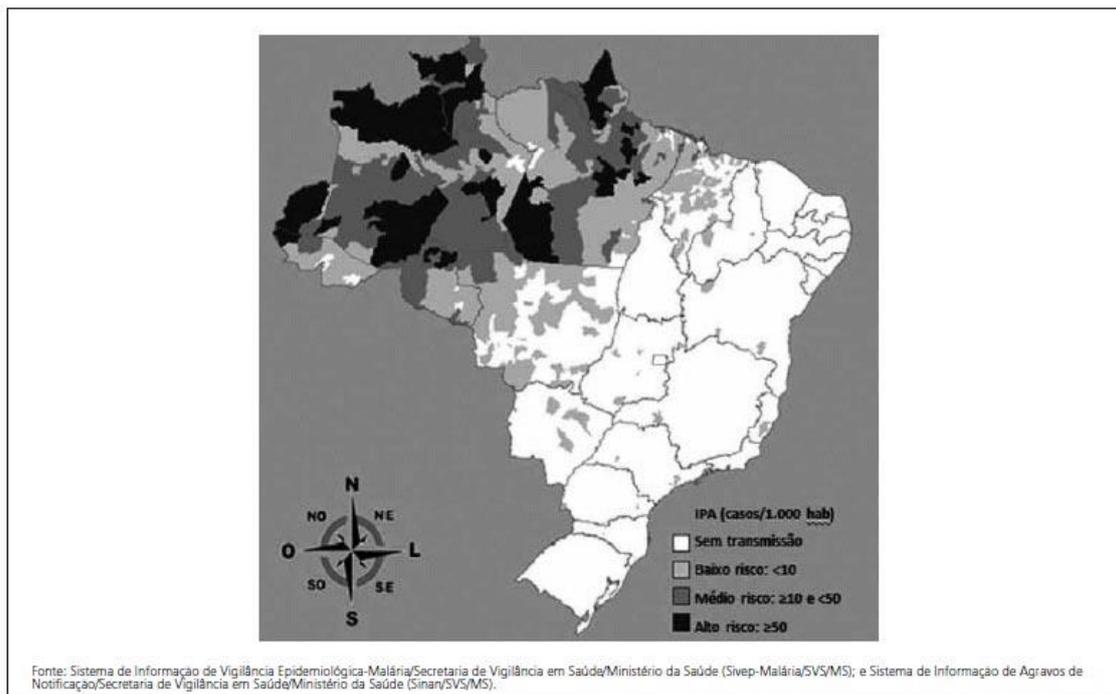


Figura 14 – Mapa de risco da malária por Município de infecção. Brasil, 2011

**Figura 2.6.** - Mapa do Brasil, em destaque as áreas de risco para Malária nas diferentes regiões do Brasil.

Fonte: Sivep\_malária/SVS/MS, atualizado em 2011

### 2.1.3. A MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA

Segundo o Ministério da Saúde (2011) no estado de Rondonia foram notificados 42.761 casos de Malária em 2010, correspondendo a 13,1% dos casos notificados no país no ano de 2010. Quando comparados os anos de 2009 e 2010, houve um aumento de 13,0% dos casos registrados neste estado.

**Quadro 2.1** - Distribuição de casos autóctones, proporção de Malária por *P. falciparum* e informações por Malária, Rondônia 2009 e 2010. Fonte: Ministério da Saúde, 2011

Municípios*	Total de casos		% de variação de casos	Casos de falciparum		% de variação de falcip.	% falciparum		Internação**		Variação de Internação %
	2009	2010		2009	2010		2009	2010	2009	2010	
Porto Velho	20.216	23.433	15,9	2.032	1941	-4,5	10,1	8,3	191	241	26,2
Candeias do Jamari	3.776	4177	10,6	239	242	1,3	6,3	5,8	18	19	5,6
Machadinho d'Oeste	3.106	3026	-2,6	405	208	-48,6	13,0	6,9	72	78	8,3
Cujubim	2.538	1942	-23,5	497	487	-2,0	19,6	25,1	10	5	-50,0
Guajará-Mirim	693	1685	143,1	31	23	-25,8	4,5	1,4	16	38	137,5
Total	30.329	34.263	13,0	3.204	2.901	-9,5	10,6	8,5	307	381	24,1
Rondônia	39.615	42.761	7,9	4.256	4.310	1,3	10,7	10,1	818	883	7,9
Amazônia Legal	301.604	325.306	7,9	45.161	44.655	-1,1	15,0	13,7	4.427	5.069	14,5

Com relação às espécies parasitárias mais prevalentes no estado, observa-se que 89% das infecções por Malária foram causadas pelo *P. vivax*, e 10,1% por *P. falciparum*, forma mais grave da doença. Menos de 1% dos casos foram por Malária mista, ou seja, apresentando o *P. vivax* e *P. falciparum* ao mesmo tempo. Observa-se também um aumento de 1,3% de Malária por *P. falciparum* entre os anos de 2009 e 2010 no estado, e dentre os cinco municípios listados, somente Candeias do Jamari apresentou aumento de casos. O estado de Rondônia apresentou um aumento em internações por Malária de 7,9%. Guajará-Mirim foi o município que apresentou aumento significativo em internações (variação de 137,5%), proporcional ao aumento de casos entre os anos de 2009 e 2010. Somente o município de Cujubim apresentou uma redução de 50% nas internações (Quadro 2.1, Ministério da Saúde, 2011).

A região amazônica brasileira foi a última a ser explorada e nela estão os estados mais precários e menos desenvolvidos do país. Ao longo dos rios da região facilmente encontra-se os “ribeirinhos”, pessoas que vivem da caça e principalmente da pesca, mantendo suas residências próximas de lagos, rios e igarapés (curso de água amazônico de primeira, segunda ou terceira ordem, constituído por um braço longo de rio ou canal. Existem em grande número na Bacia amazônica; caracterizam-se pela pouca profundidade e por correrem quase no interior da mata) ou seja, próximas de focos do vetor da Malária, fazendo com que aumentem as probabilidades de contágio.

A floresta amazônica é um dos ambientes mais explorados do país. O seu desmatamento altera o equilíbrio ambiental, fazendo com que a população fique mais exposta à doença.

Na Amazônia, a ocorrência da doença também não é homogênea, havendo diferentes situações epidemiológicas, em função das diferentes formas de ocupação do solo e das diversas modalidades de exploração econômica dos recursos naturais. Os seringais, por exemplo, são áreas de baixa densidade populacional, com ocupação estável e pequena mobilidade, favorecendo a utilização domiciliar com DDT e o uso de mosquiteiros, o que

torna a transmissão estável e com baixa incidência. As áreas de pastagem, também apresentam incidências muito baixas, dado que a mão-de-obra é reduzida e a ausência da mata diminui a densidade dos vetores. Os acampamentos das construtoras são geralmente livres da Malária em função do controle do ingresso dos trabalhadores, o que evita a presença de portadores, favorece o controle de vetores e diagnóstico e tratamento precoces das fontes de infecção. Os garimpos fechados são praticamente livres de Malária, dadas às condições ambientais, por exemplo melhores condições de alojamento, desfavoráveis à transmissão. Os garimpos abertos, ao contrário, são áreas de alta incidência, dadas as facilidades de exposição, uma vez que os garimpeiros trabalham com pouca roupa e nos horários de maior atividade vetorial (as 17:00 horas, horário de deposição dos ovos). Há multiplicidade de criadouros decorrente da forma como o espaço é alterado pela presença do garimpo; e existência de muitos portadores assintomáticos. As zonas novas de colonização têm incidências altíssimas, tendo em vista as condições favoráveis de transmissão, principalmente nas etapas iniciais em que a derrubada da mata é feita para o plantio, e a presença de inúmeros indivíduos suscetíveis provenientes de áreas onde não há transmissão natural da doença. Já nas zonas de colonização antiga, a incidência tende a estabilizar-se, em níveis baixos, em decorrência da melhoria nas habitações, da presença de animais domésticos, diversificando as fontes alimentares para os anofelinos e das ações de controle praticadas. Os assentamentos espontâneos têm alta incidência, face ao rápido crescimento populacional dos núcleos urbanos nas áreas de garimpo ou nos projetos agrícolas. As áreas periurbanas de Manaus e Porto Velho apresentam incidências epidêmicas em função do constante afluxo de população. Face às dificuldades enfrentadas nas áreas de assentamento agrícola, essa população abandona suas terras e procura emprego nas áreas urbanas. Acrescente-se a isto a multiplicação dos criadouros, provocada pela instalação das favelas. Finalmente, as aldeias indígenas que apresentam situação variável na dependência do maior ou menor contato com o “homem branco” infectado (OMS, 1988).

Verifica-se, assim, que a Malária se constitui hoje em um problema localizado e relacionado com a exploração das riquezas minerais em garimpos

abertos e com a ocupação para a agricultura e agropecuária das terras da região norte, originalmente cobertas pela floresta amazônica (Barata, 1995).

## 2.2. CARACTERIZAÇÃO DE RONDÔNIA

A América do Sul (AS) localiza-se entre 12°N e 55°S, abrangendo terras tanto em baixas quanto em médias latitudes e possui uma geografia diversificada com a presença da Cordilheira dos Andes, região montanhosa que se estende de norte a sul na costa oeste da AS, de vastas planícies contendo enormes superfícies aquáticas constituídas por rios como o Amazonas e o Orinoco, da grande floresta equatorial Amazônica, e de uma das áreas mais áridas do planeta, o deserto do Atacama, localizado no norte do Chile (Reboita, 2010).

O clima no sul da América é predominantemente úmido e quente. No entanto, o grande tamanho do continente faz com que o clima da AS varie de acordo com cada região com suas próprias condições meteorológicas características. Os outros fatores que influenciam o clima da AS são a localização geográfica, as correntes oceânicas e os ventos.

De acordo com o Atlas Geoambiental de Rondônia (2002), Rondônia localiza-se na Amazônia Ocidental, situado entre os paralelos 7° 58' S e 13° 43' S e os meridianos 59° 50' W e 66° 48' W. O Estado de Rondônia não sofre grandes influências do mar ou da altitude. Seu clima predominante é o tropical, úmido e quente, durante todo o ano, com insignificante amplitude térmica anual e notável amplitude térmica diurna, especialmente no inverno. Segundo a classificação de Köppen, o Estado de Rondônia possui um clima do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com média climatológica da temperatura do ar, durante o mês mais frio, superior a 18°C (megatérmico), e um período seco bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre na região um moderado déficit hídrico, com índices pluviométrico inferiores a 50 mm/mês. A média climatológica da precipitação pluvial para os meses de junho, julho e agosto é inferior a 20 mm/mês.

A diminuição de temperatura, quando ocorre, deve-se a um fenômeno denominado de friagem, no qual esta diminuição tem uma duração curta, por isso só se reconhecem duas estações: a chuvosa que ocorre de outubro a abril e seca nos meses de junho, julho e agosto, sendo que os meses de maio e setembro são períodos de transição. Note-se que a estação chuvosa é denominada de *inverno amazônico* (verão no Hemisfério Sul) e a estação seca de *verão amazônico* (inverno no Hemisfério Sul), devido ao costume local e por associarem aos períodos secos e chuvosos à sensação térmica.

O clima de Rondônia caracteriza-se por apresentar uma homogeneidade espacial e sazonal da temperatura média do ar, o mesmo não ocorrendo em relação à precipitação pluviométrica que apresenta uma variabilidade temporal, e em menor escala espacial, ocasionado pelos diferentes fenômenos atmosféricos que atuam no ciclo anual da precipitação (Atlas Geoambiental de Rondônia, 2002).

O Estado de Rondônia (Figura 2.7), localizado na Amazônia Legal, tem um clima propenso ao desenvolvimento do vetor. A sua história relata altos índices de Malária e grandes disseminações pela doença.



Figura 2.7 - Mapa de Rondônia

Fonte: Portal do Brasil, 2012

Após a construção da Estrada de Ferro Madeira Mamoré, o estado foi abandonado restando apenas poucas pessoas residindo nele, devido à falta de estrutura para enfrentar as doenças causadas pelos vetores que residem a floresta, porém, o governo brasileiro desejando colonizar a região, criou vários planos de incentivo a migração, com doação de terras para agricultores. Durante a década de 80 o garimpo na região atraiu pessoas de todos os locais do país, e novamente devido à falta de estrutura e preparo para enfrentar as pestes, mortes foram registradas (Atlas Geoambiental de Rondônia, 2002).

Nas décadas de 80 e 90, a exploração mineral desordenada do ouro e da cassiterita trouxe desequilíbrio ecológico e social, culminando um dos maiores desastres sanitários do estado, que em 1988 registrou 278.408 casos de Malária, atingindo uma incidência parasitária anual de 290,4 casos da doença para cada mil habitantes. O grande potencial hidrelétrico de Rondônia, fez com que o estado estivesse, em 2006, mais uma vez incluído em um megaprojeto da construção de duas usinas hidrelétricas que juntas terão capacidade de gerar 6.900 megawatts de energia. O surgimento de áreas devastadas, a ocupação desordenada de cidades, deslocamento de populações para áreas receptivas para a doença devido do futuro enchimento da represa, aumento da demanda dos serviços de saúde e a alteração da dinâmica dos criadouros com o represamento de água fez com que o Poder Público e o Empreendedor elaborassem um plano de ação pra controle da Malária, que minimizassem esses problemas impedindo assim a ocorrência de uma nova grande epidemia (Soares, 2013).

As décadas de 70 e 80 houve um fluxo migratório gerando um aumento de aproximadamente 50% quanto ao número de pessoas que entraram na Região Norte. Podemos ver no Quadro 2.2, os índices migratórios para a Região do Estado de Rondônia, no período compreendido entre 1970 e 1996, sendo de pessoas oriundas de todas as regiões do Brasil.

**Quadro 2.2** - Trocas Migratórias Líquidas Interestaduais/Estado de Rondônia - 1970/1980, 1981/1991 e 1991/1996 (Fonte: UNICAMP, 1999)

UF de ORIGEM	Destino Rondônia		
	1970/80	1981/91	1991/96
Acre	4.979	6.134	906
Amazonas	8.801	14.658	-52
Roraima	-65	-2.284	-38
Pará	1.964	8.766	336
Amapá	15	-11	-183
Tocantins	594	-4	-493
Maranhão	2.833	9.901	1.784
Piauí	516	1.579	355
Ceará	3.149	7.725	711
Rio Grande do Norte	368	788	-123
Paraíba	737	2.924	127
Pernambuco	1.282	3.215	659
Alagoas	446	1.015	271
Sergipe	237	673	177
Bahia	4.526	16.478	1.870
Minas Gerais	18.911	28.009	1.816
Espírito Santo	25.000	31.485	1.915
Rio de Janeiro	1.024	3.557	155
São Paulo	9.300	13.807	-2.562
Paraná	102.028	78.123	-1.122
Santa Catarina	2.287	3.515	-283
Rio Grande do Sul	1.512	2.976	-16
Mato Grosso do Sul	28.431	14.143	-1.298
Mato Grosso	44.146	9.908	-6.111
Goiás	3.830	6.236	-840
Distrito Federal	257	1.987	-461
<b>Total</b>	<b>264.506</b>	<b>253.844</b>	<b>-2.500</b>

A exploração da Amazônia dentro dos limites do Estado de Rondônia, ainda hoje é muito grande, atualmente encontra-se em construção duas usinas hidrelétricas, Santo Antônio e Jirau, no qual existe a necessidade de exploração dos recursos naturais. Sabemos que para a utilização de recursos disponíveis no meio ambiente, a maioria das vezes há a necessidade de

desmatamento, durante os assentamentos doados pelo governo nas décadas de 70 e 80, os índices de desmatamento na região foram altíssimos, fazendo com que o equilíbrio ambiental fosse afetado, justificando assim o aumento de Malária na região.

Em busca de madeiras de lei como o mogno, por exemplo, empresas madeireiras instalaram-se na região amazônica para fazer a exploração ilegal. Um relatório divulgado pela WWF (ONG dedicada ao meio ambiente) no ano de 2000, apontou que o desmatamento na Amazônia já atinge 13% da cobertura original. Os impactos do desmatamento na região amazônica incluem a perda de biodiversidade, a redução da ciclagem da água (e da precipitação) e contribuições para o aquecimento global (Fearnside, 2005). Estudos sugerem que vários fatores, inclusive temperaturas globais mais altas, podem estar a fazer com que o parasita da Malária transmitido pelo mosquito esteja a migrar para áreas não afetadas anteriormente. Devido a isso, o estudo no qual tem o intuito analisar as variações climáticas na cidade de Porto Velho, no estado de Rondônia, no qual faz parte da Floresta Amazônica, e observar sua relação com o desmatamento e analisar se a Malária sofre influência direta com a alteração do clima é importante, pois pode afetar não somente moradores dessa região, como também influenciar no aumento e surgimento da doença em outros países.

### **2.3. VARIABILIDADE CLIMÁTICA E MALÁRIA**

Confalonieri (2003) cita que várias doenças infecciosas são afetadas pelas variações climáticas, incluindo a Malária, além da dengue e outras transmitidas por vetores e associadas ao regime de chuvas de uma determinada região.

O clima basicamente atua de duas formas: de maneira contínua, influenciando os fenômenos biológicos, e de forma episódica, através dos eventos climáticos/meteorológicos extremos. No primeiro caso, no que diz respeito à saúde humana, temos os fatores tais como temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica e até o ciclo hidrológico afetando a capacidade de reprodução e sobrevivência de agentes patogênicos no meio

ambiente e, principalmente, dos chamados vetores de agentes infecciosos, tais como os mosquitos envolvidos na transmissão da Malária, febre-amarela, dengue etc. (Confaloniere, 2003).

A ocorrência do processo de mudanças climáticas, principalmente aquelas devidas ao aquecimento global induzido pela ação humana, foi pela primeira vez alertada na década de 1950. Ao longo dos anos 80 cresceu a preocupação com o impacto dessas mudanças sobre os ecossistemas. Na década de 90 foram desenvolvidos modelos que permitiram, de um lado, explicar a variabilidade de clima ocorrida ao longo do século, e, de outro lado, avaliar a contribuição de componentes naturais (vulcanismo, alterações da órbita da Terra, explosões solares, etc.) e antropogênicos (emissão de gases do efeito estufa, desmatamento e queimadas, destruição de ecossistemas, etc.) sobre essas variações. O primeiro relatório global sobre as mudanças climáticas e a saúde foi publicado pela OMS em 1990 (Barcellos *et al.* 2009).

As mudanças climáticas refletem o impacto de processos sócioeconômicos e culturais, como o crescimento populacional, a urbanização, a industrialização e o aumento do consumo de recursos naturais e da demanda sobre os ciclos biogeoquímicos (McMichael, 1999; Confalonieri *et al.*, 2002). O processo da mudança do clima, que vem se agravando nas últimas décadas, cujas evidências foram sistematizadas no IV Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC em inglês), lança à sociedade e aos setores de governo um desafio sobre as causas e o papel das alterações ambientais sobre as condições de saúde (Opas, 2008).

Estudos realizados por Alves *et al.* (1999), Correia *et al.* (2007) e Fearnside (2007) indicam que interferências antrópicas nos ecossistemas amazônicos podem provocar impactos na circulação atmosférica, no transporte de umidade para/e da região e, conseqüentemente, no ciclo hidrológico, com a redução regional das chuvas (Silva Dias *et al.*, 2002) e suas teleconexões climáticas, afetando o clima sobre a AS e em outras partes do mundo. Fearnside (2003) sugere que o desmatamento na Amazônia é capaz de diminuir as chuvas no Sudeste brasileiro.

As condições do meio ambiente são fatores determinantes para a Malária, pela evidente relação entre a abundância de distribuição de chuva com a incidência da doença (Rey, 2002). Considerando-se o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) como um mecanismo climático que interfere no comportamento atmosférico em escala global e regional, as mudanças ocasionadas nos anos de sua ocorrência são relevantes, por provocarem alterações na relação clima x dinâmica das doenças infecciosas regionais. Eventos extremos de tempo ou mudanças climáticas podem ter influência na economia e saúde pública (Parente, 2008).

A Malária é uma doença infecciosa endêmica no Brasil, que é sabidamente afetada pelas variações climáticas, transmitida por mosquitos, na Amazônia. A variabilidade climática é um dos fatores que interferem diretamente na presença e densidade da população de anofelinos.

Segundo Gething (2011) a temperatura é um fator determinante da adequação ambiental para a transmissão da Malária humana, endemicidade em algumas regiões e de transmissão de prevenção entre outros, é fundamental para o planejamento de escala global, a implementação, e monitoramento de controle da doença e os esforços regionais para a eliminação.

A temperatura e umidade são relevantes na relação Malária clima, por interferirem sobre a fisiologia do inseto e duração do ciclo. Temperaturas mínimas muito abaixo de 20°C e acima de 33°C prejudicam o ciclo (pode impedir que se completem). Porém, entre esses extremos, o ciclo esporogônico é tanto mais rápido quanto mais for elevada a temperatura. Em relação ao inseto adulto, a vida média do mosquito é muito curta em climas secos, impedindo que os plasmódios possam completar seu ciclo (Rey, 2002). O ciclo de vida dura em média cerca de 30 dias. A sobrevivência para as diversas espécies pode chegar de 60 a 100 dias. Este tempo de vida pode variar muito conforme fatores tais como temperatura e umidade do ar, principalmente. Por outro lado, o anofelino macho vive um tempo bem menor que as fêmeas e, não raro, por uns poucos dias. É importante lembrar que, ao nascer, as fêmeas de mosquito são incapazes de transmitir qualquer doença. Isto somente ocorrerá se após alguns dias ao alimentar-se com sangue de animal ou de um ser

humano, estas fêmeas ingerirem também formas viáveis de parasitas, como é a situação apresentada aqui com o anofelino e o *Plasmodium* (Santos, 2002).

Um dos fenômenos climáticos mais estudados em todo o globo, nas mais diversificadas abordagens, inclusive da sua relação com doenças tropicais é o ENOS sobre o Oceano Pacífico. A ocorrência do EL Niño 1997/98 teve como efeito o surto e o ressurgimento de doenças transmitidas por insetos, roedores ou pela água após as ondas de calor, inundações ou seca no globo, decorrentes do fenômeno. Na Amazônia, em relação a Malária, houve um aumento no número de casos (Colavitti e Girard, 2002). Esse é um dos exemplos que o fator climático interfere no processo saúde x doença. Essa alteração no regime de chuvas tem relação com o ciclo de vida do mosquito transmissor da Malária, *Anopheles* (Parente, 2008).



# 3

## DADOS E METODOLOGIA

---

VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

### 3. DADOS E METODOLOGIA

#### 3.1. DADOS DE MALÁRIA

O presente estudo trata de uma análise quantitativa e qualitativa de dados de Malária no estado de Rondônia e na Amazônia Brasileira; estes foram fornecidos pelo IPEPATRO, Instituto de Pesquisa de Doenças Tropicais de Rondônia, sendo este um centro de referência em pesquisa no estado. Nele são armazenadas todas as informações referentes a doenças tropicais que afetam a Amazônia e o estado de Rondônia. O levantamento de dados iniciou-se em 1980 a partir do funcionamento do primeiro centro de pesquisa do estado, chamado CEPEM (Centro de Pesquisa em Medicina Tropical), que ainda se encontra em funcionamento juntamente com o hospital regional chamado de CEMETRON (Centro de Medicina Tropical de Rondônia). Os dados obtidos foram cedidos pelo instituto, especificamente pelo laboratório de Entomologia que realiza diversos estudos sobre os mosquitos da região e as patologias que causam. Os índices de Malária analisados são de 30 anos, de 1980 a 2010, da região Amazônia e do estado de Rondônia.

Outra fonte de dados de Malária coletados foi o Ministério da Saúde, sendo este um órgão federal que tem o objetivo de fiscalizar, pesquisar, analisar e divulgar a nível nacional o que acontece em cada região do país. Sabe-se bem que o Brasil é um país de grande dimensão e que possui regiões distintas e com características próprias e que a região amazônica por se tratar de uma região endêmica para várias doenças, com um clima propício para tal, merece uma atenção especial. Em pesquisa no site do Ministério da Saúde pode-se observar muita proximidade dos dados obtidos no Centro de Pesquisa (IPEPATRO) com os divulgados pelo Ministério, confirmando a veracidade das informações.

Os dados fornecidos pelo Instituto de Pesquisa referem-se aos casos notificados através da realização de exames feitos em pacientes com suspeita de Malária; os resultados positivos são armazenados como dados para serem repassados ao Ministério da Saúde.

Os dados mensais de Malária em toda Amazonia brasileira, para o período de 2004 a 2011 (<http://portal.saude.gov.br>), evidenciam a presença da doença durante todo o ano, havendo um aumento nos índices nos meses de julho e agosto em todos os estados amazônicos. Por este motivo os meses de julho e agosto foram selecionados para o presente estudo. Vale lembrar que estes meses são secos, não havendo ocorrência de chuvas.

Cabe lembrar que na região norte existe um grande número de ribeirinhos e pessoas que vivem longe dos grandes centros, não tendo acesso aos hospitais, sendo também muito comum na região o uso de medicamentos fitoterápicos (famosos chazinhos) para o tratamento das diversas doenças. Por isso, muitas vezes os surtos de Malária são tratados em casa, dificultando assim o registro desses casos, sendo por isso muito provável que esses índices sejam bem maiores.

### 3.2. DADOS CLIMÁTICOS

Os elementos climáticos em estudo (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação) do município de Porto Velho foram cedidos pela Estação Meteorológica de Superfície da rede de observações do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), cuja localização geográfica se dá em 08° 47' S e 63° 50' W, localizada na EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) / CPAF – RO.

O INMET representa o Brasil junto à Organização Meteorológica Mundial (OMM), e está vinculado ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. O Banco de Dados Meteorológicos do INMET já incorporou, em forma digital, em seu acervo, informações diárias coletadas desde 1961. Os dados coletados por essa rede são disseminados, de forma democrática e gratuita, em tempo real (<http://www.inmet.gov.br>), e têm aplicação em todos os setores da economia, de modo especial no agropecuário e em apoio à Defesa Civil.

A única estação do INMET na região é a de Porto Velho, sendo que no restante do Estado existem outras três, localizadas em Ariquemes, Cacoal e Vilhena. A partir delas são medidos dados sobre a temperatura, umidade,

ponto de orvalho, direção e velocidade do vento, rajadas de vento, pressão atmosférica, precipitação e radiação solar. Os dados climáticos que foram disponibilizados para o período referente aos anos de 1945 a 2005 foram valores anuais (ano civil) de temperatura do ar (máxima, média e mínima), umidade relativa do ar e precipitação.

Uma vez que dispúnhamos de dados mensais de casos de Malária até 2011, e para o estudo da variabilidade intranual, procurámos obter outros dados meteorológicos mensais. Assim, para complemento da série temporal, utilizaram-se dados do site *History Weather Underground* ([www.wunderground.com](http://www.wunderground.com)), que estão disponíveis gratuitamente, referentes aos anos de 1997 a 2012. Estes dados são da estação meteorológica de superfície do aeroporto internacional Gov. Jorge Teixeira (82824-SBPV), localizada na Base Aérea de Porto Velho/RO (08°42' S, 63°54' W e com altitude de 88 m). Os parâmetros climáticos analisados foram pressão atmosférica, temperatura do ar e a umidade relativa do ar.

Para o estudo da variabilidade climática e sua relação com os índices de Malária no estado de Rondônia e Amazônia Brasileira, foram utilizados procedimentos estatísticos, nomeadamente o cálculo de médias, valores máximos e mínimos, desvio-padrão e reta de tendência (regressão linear) para além do cálculo do coeficiente de correlação. Para os cálculos e a montagem dos gráficos foi utilizado o programa *MS-Excel*.

De forma a identificar anomalias associadas aos anos extremos de ocorrência de casos de Malária foram realizados mapas de diversos parâmetros meteorológicos, obtidos através de reanálises do NCEP/NCAR (*National Centers for Environmental Prediction/ The National Center for Atmospheric Research*). Uma das principais vantagens do uso de reanálises é permitir analisar várias variáveis a vários níveis, numa malha regular, em regiões distantes e que abrangem áreas com dimensões continentais. Neste trabalho foram utilizados compósitos de anomalias, aos quais foram retiradas as respetivas médias climáticas. Para a realização destes compósitos foram considerados meses de anos de menor e de maior ocorrência de casos de Malária.

# 4

## RESULTADOS

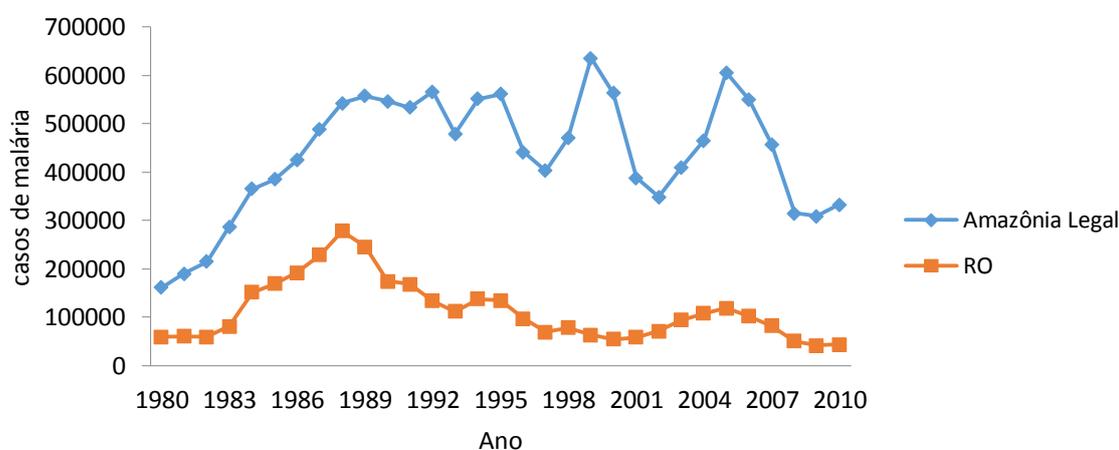
---

VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

## 4. RESULTADOS

### 4.1. VARIABILIDADE INTERANUAL DA OCORRÊNCIA DE MALÁRIA NA AMAZÔNIA LEGAL E RONDÔNIA

Não é possível erradicar totalmente a Malária da Amazônia, porque o vetor da doença habita esta zona. Apesar do clima propício para o desenvolvimento do *Plasmodium*, porém, têm sido tomadas medidas para que exista uma redução de seus casos. A figura seguinte mostra a evolução temporal do número de casos detectados de Malária no período entre 1980 e 2010, na Amazônia Legal e na Rondônia. Verifica-se na Amazônia Legal um crescimento dos casos de Malária detectados na década de 1980, atingindo-se um valor máximo em 1999 (Figura 4.1), seguido de um decréscimo até 2002 e um outro máximo em 2005, de novo seguido de um decréscimo até 2010.



**Figura 4.1** Evolução temporal de casos de Malária entre 1980 e 2010, na Amazônia Legal e em Rondônia (RO).

Em Rondônia a linha mostra a mesma evolução, ou seja, um crescimento na década de 1980, seguido de um decréscimo até 2010, com máximos relativos de casos de Malária nos anos de 1988, 1994, 1995 e 2005. No entanto não é possível destrinçar se realmente houve um declínio de contaminação pelo *Plasmodium*, ou se nesses anos a população teve mais

acesso aos sistemas de saúde, ou também, se durante esses anos as notificações feitas ao Ministério da Saúde foram mais eficazes.

No início dos anos 80 os índices de casos de Malária no estado de Rondônia são elevados, apesar da taxa de imigração ainda ser baixa na região, porém, dando continuidade nas observações podemos destacar que a partir de 1984 até 1995 houve um aumento de casos de Malária no estado, destacando-se o ano de 1988 com um valor de 278.408. Segundo Brasil (1997), a população da região norte, que estava próxima a 1,9 milhões em 1960, passou, em 1980, para quase 6 milhões de habitantes. Delinearam-se, de forma mais nítida, novas tendências demográficas na região, com a migração de nordestinos e sulistas em busca de "novas fronteiras" para explorar, é a maior urbanização que surge com a impossibilidade de fixação da crescente população nas zonas rurais. O estado de Rondônia chama a atenção pela elevada proporção de imigrantes na sua população residente (57,4%), ou seja, para cada 100 pessoas ali residentes, 57 eram oriundas de outras Unidades da Federação. Isso é um dos fatores que podem ter influenciado o aumento considerável de casos notificados de Malária no estado (Brasil, 1997).

Rondônia foi um Estado que apresentou crescimento populacional impressionante sobretudo quanto à sua população rural, que chegou mesmo a provocar uma diminuição da sua taxa de urbanização, que passou de 53,6%, em 1970, para 46,6% em 1980 (Brasil, 1997). Sabemos que a exploração do ouro na região durante esse período foi muito grande fazendo com que o homem invadisse o habitat do mosquito, sendo um outro fator influenciador para a ocorrência de índices mais elevados.

Até à década de 80, a saúde brasileira passava por problemas sérios dos quais podemos destacar, de acordo com o relatório da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2011): uma baixa qualidade dos serviços oferecidos em termos de equipamentos e serviços profissionais, falta de mecanismos de acompanhamento, controle e avaliação dos serviços, baixa cobertura assistencial da população, com segmentos populacionais excluídos do atendimento, especialmente os mais pobres e nas regiões mais carentes, como no caso a Amazônia brasileira. A Constituição de 1988 estabeleceu a Saúde

como um direito fundamental do ser humano, adotando um conceito amplo, vinculou sua realização às políticas sociais e econômicas e ao acesso a ações e serviços destinados não somente à sua recuperação, mas também à sua promoção e proteção, provocando reordenamentos institucionais. Em consonância com as diretrizes políticas nacionais consolidadas pela nova Constituição, a década de 90 presenciou transformações radicais do sistema de saúde brasileiro. Em 16 de abril de 1990, foi autorizada a instituição da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (Decreto nº 100); mas executar as mudanças necessárias na área de competência da FUNASA não foi uma tarefa simples para a fundação recém-criada. Porém, já começa a observar-se uma queda nos índices registrados de Malária, no qual realmente a queda brusca se deu a partir dos anos de 2000, devido à reestruturação da saúde no país, graças à Fundação Nacional de Saúde, que desenvolve programas de controle de diversas patologias, das quais podemos destacar a Malária, nosso objeto de estudo.

Antes da implantação da FUNASA havia um órgão brasileiro chamado de SUCAM – Superintendência de Campanhas de Saúde Pública: era o órgão de maior penetração rural no país, com estrutura operacional presente em todos os estados brasileiros. Sua finalidade era controlar e/ou erradicar as grandes endemias no Brasil, desenvolvendo quatro programas de controle de doenças: Chagas, Malária, esquistossomose e febre-amarela, bem como cinco campanhas contra a filariose, o tracoma, a peste, o bócio endêmico e as leishmanioses. Seu modelo foi implementado pelo médico-sanitarista Oswaldo Cruz, na primeira década do século XX (FUNASA, 2011). A SUCAM adota, então, a estratificação epidemiológica e a microzonagem, incorporando técnicas mais diversificadas de controle que incluem as nebulizações a ultrabaixo volume, tratamento em massa, cortinas impregnadas e novos inseticidas. Entretanto, em muitas áreas como nas linhas de colonização, em Rondônia, as ações de controle permanecem inalteradas apesar da evidente ineficiência. Os colonos não acreditam na eficácia do DDT, pois as paredes de suas casas são incompletas e a maior densidade de mosquitos é observada no peridomicílio. O tratamento supressivo também é desacreditado e o lapso de tempo, geralmente grande, entre o diagnóstico (coleta do sangue) e o início do

tratamento radical leva ao abandono da medicação antes que o tratamento se complete (Dias *et al.*, 1991). Mesclam-se atividades novas e a manutenção dos velhos hábitos, fortemente arraigados, nos funcionários, que viveram a época da campanha de erradicação. Podemos também considerar estes fatores como influenciadores nos índices altos de Malária na década de 80.

Desde 1989 os casos de Malária vêm diminuindo, em parte, graças à estabilização da incidência nas áreas de colonização, passada a etapa inicial de ocupação e, em parte, graças às mudanças adotadas na estratégia de controle, que conferiram maior autonomia às direções locais, buscando adaptar os instrumentos disponíveis às diversas situações epidemiológicas. (Barata, 1995).

Segundo Barata (1995), o controle das endemias, e, dentre elas, da Malária, encontra-se num período de transição, no qual os diferentes papéis institucionais não se encontram claramente explicitados. Diversas experiências têm sido feitas no sentido de concretizar a transferência das atribuições para as instâncias regionais, discutindo-se ainda a possibilidade dos governos estaduais assumirem as estruturas de controle existentes em seus territórios. Tais transferências ainda não foram concretizadas impossibilitando uma avaliação de seu impacto no programa de controle. Entretanto, tem crescido, nas áreas mais afetadas pela endemia, a participação das prefeituras municipais, nas ações de controle, visando complementar as atividades desenvolvidas pela Fundação Nacional de Saúde.

A partir de 2000 a FUNASA passou a adotar critérios e procedimentos para a aplicação de recursos financeiros em ações de saneamento ambiental, com a publicação da Portaria nº 176, de 28 de março de 2000, levando em consideração indicadores epidemiológicos, sanitários e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Segundo a Fundação Nacional de Saúde trata-se da maior redução do número de casos da doença que se tem registro no Brasil (FUNASA, 2011). Em 1999 o número de casos de Malária chegou a 637 mil. Em julho de 2000 foi lançado o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Malária (PIACM), no qual foram priorizadas ações de controle da Malária em 254 municípios da Amazônia Legal, mediante a realização de

ações conjuntas pelos gestores federal, estaduais e municipais. Como resultado do programa, em 2002 foram registrados 238,5 mil casos da doença – dados até outubro – representando uma redução de aproximadamente 50% em relação a 1999. Com a implementação do PIACM, calcula-se que tenha sido evitado 1,5 milhão de novos casos de Malária no período 2000-2002. No fim de 2002, a FUNASA lançou o Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária (PNCM), em substituição ao Plano de Intensificação das Ações de Controle da Malária na Amazônia Legal (PIACM) (FUNASA,2011).

Em contrapartida, ao analisarmos os dados cedidos pelo IPEPATRO (Figura 4.1) podemos observar que mesmo com os critérios de controle e as melhorias públicas para a melhor qualidade de vida da população exposta a doenças tropicais, houve um aumento do número de casos notificados de Malária na Amazônia brasileira a partir do ano de 2000; no ano de 2005 houve um máximo muito elevado, em toda a Amazônia Legal brasileira, que poderemos relacionar com o desenvolvimento da agropecuária que gerou o desmatamento e conseqüentemente o desequilíbrio ambiental.

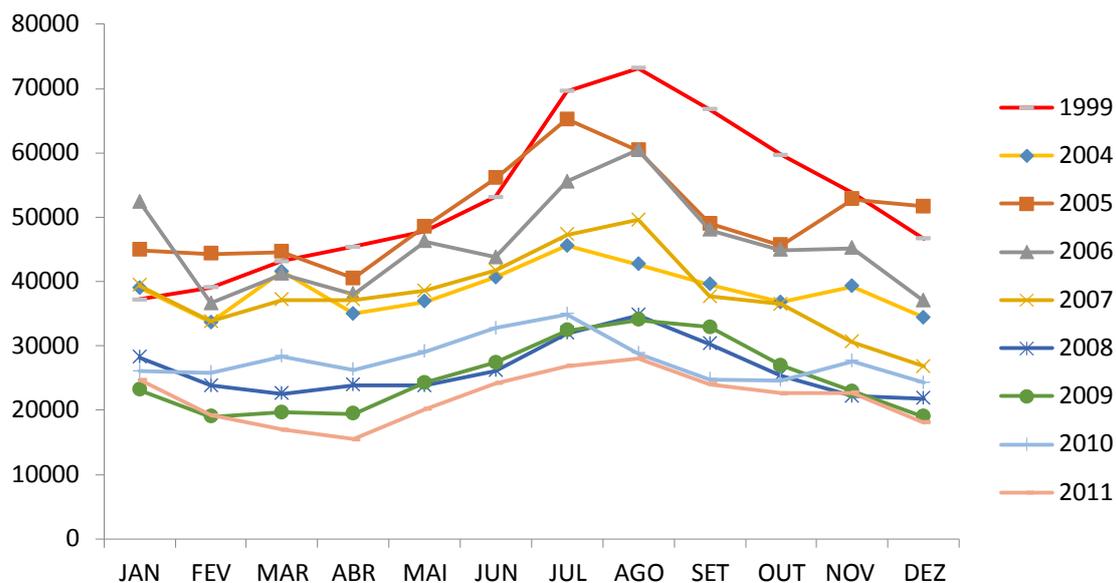
O desenvolvimento da Região Amazônica e a expansão de atividades produtivas geraram o desmatamento de sua floresta. Alguns trabalhos indicam as razões para o desmatamento. Embora alguns apontem enfaticamente para fatores específicos, como a construção e pavimentação de estradas ou outras melhorias em infraestruturas (Soares Filho *et al.*, 2005), o avanço da pecuária (Margulis, 2003) para atender aos mercados internacionais (Kaimowitz *et al.*, 2004) e da soja (Fearnside, 2006) ou até mesmo o crescimento populacional, pode-se constatar que todos estão plenamente relacionados ao desmatamento. Diante de problemas que o desmatamento traz ao meio ambiente, surgem trabalhos que visam oferecer sustentabilidade ambiental para as atividades econômicas na região (Reydon, 1997) e, numa escala mais ampla, que propõem o zoneamento ecológico econômico da região (Rebello e Homma, 2005).

Em resumo, a transmissão da Malária no Brasil está concentrada na Amazônia Legal, onde se registram 99,5% do total dos casos. O crescimento que se verificou até 1999 deveu-se a um processo de colonização e a

atividades de mineração que ocorreram sem a necessária estrutura de saúde para atender à população. Nos anos seguintes, muitos outros factores, relacionados com a intensa e desordenada ocupação das periferias das capitais dos estados do Amazonas (Manaus) e de Rondônia (Porto Velho), contribuíram para a variabilidade de ocorrência da Malária nesta região, pelo que este é um assunto muito complexo. Neste trabalho pretendemos analisar apenas a relação da variabilidade da ocorrência de Malária, com os parâmetros climáticos disponíveis. (Boletim epidemiológico do Ministério da Saúde, 2007).

#### **4.2. VARIABILIDADE INTRANUAL DA OCORRÊNCIA DE MALÁRIA NA AMAZÔNIA LEGAL**

Dos relatórios disponibilizados pelo Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica – Malária (SIVEP – Malária) do Sistema Nacional de Vigilância em Saúde, da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde do Brasil foi possível obter os dados mensais, representados na Figura 4.2, de casos de Malária na região da Amazônia Legal (Boletim epidemiológico do Ministério da Saúde, 2011). A figura ilustra a sazonalidade da transmissão da Malária. Independentemente da elevada variabilidade interanual observa-se todos os anos o aumento nas notificações de casos da doença no segundo semestre do ano, provavelmente associado ao período após as chuvas, pois estas propiciam condições para maior proliferação do mosquito responsável pela transmissão da doença. Em 2004 e 2005 o máximo de registro da doença ocorreu em julho, enquanto em 2006 e 2007 ocorreu em agosto, tal como em 1999 (ano considerado como referência, por ser o ano de máxima ocorrência – ver Figura 4.1).



**Figura 4.2** Registro mensal de casos de Malária em 1999 e entre 2004 e 2011, na Amazônia Legal.

É importante lembrar que em 2006 foi introduzido um novo tratamento, o que terá efeito no número de casos ocorridos a partir dessa data. Contudo, e apesar desse tratamento, verifica-se que a variabilidade intranual se mantém, com o máximo de ocorrências nos meses de julho, agosto e setembro.

### 4.3. VARIABILIDADE CLIMÁTICA INTERANUAL EM PORTO VELHO/ROBRASIL

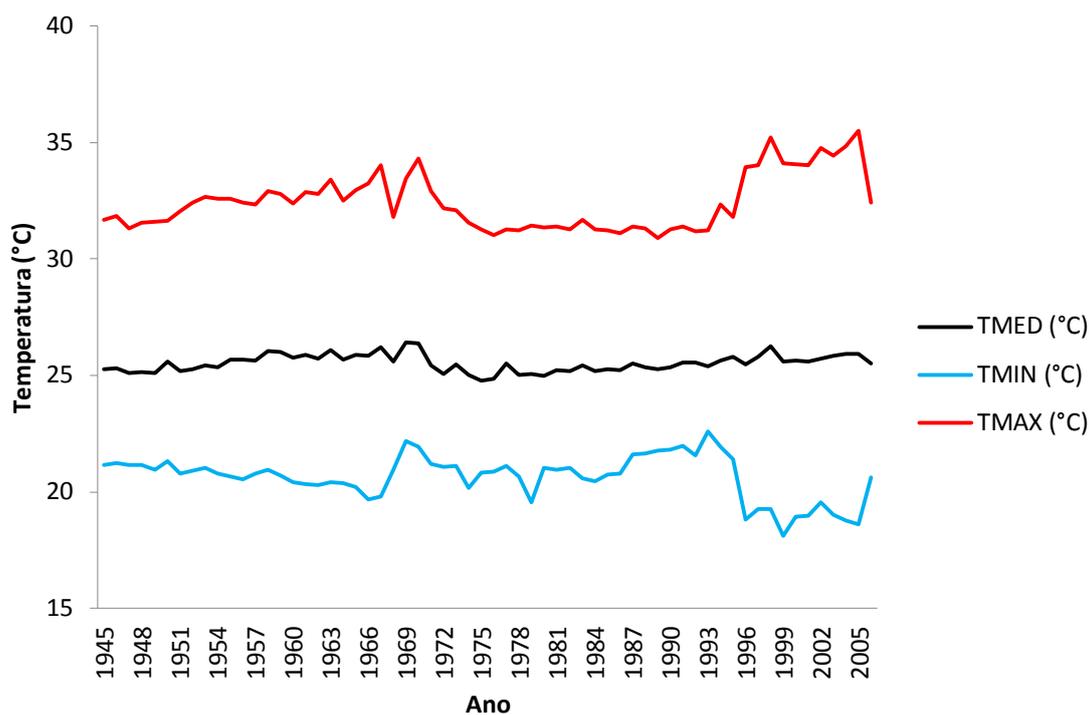
O clima de uma região pode ter alterações de acordo com seu crescimento demográfico e sócio-econômico. Landsberg (1981) e Romero (2001) mostram que o clima está relacionado com os setores econômicos e sociais de uma sociedade, e que este se reflete na qualidade de vida da população. Defendem que a urbanização, por meio de ações humanas, provoca alterações no comportamento dos elementos meteorológicos.

Nesta seção e nas seguintes apresentamos uma análise da variabilidade climática realizada a partir de dados meteorológicos disponíveis na região de interesse na Amazônia. Para análise climática utilizaram-se os

valores médios, máximos e mínimos anuais (e mensais) e a reta de tendência, dos diversos parâmetros climáticos disponíveis – temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluvial e pressão atmosférica, calculados para os diferentes períodos disponíveis, com o programa *MS-Excel*.

Para o estudo da variabilidade climática nesta região procurámos obter séries de parâmetros meteorológicos disponíveis tão longas quanto possível. Assim, começámos por analisar a série longa de dados anuais da estação climatológica do INMET em Porto Velho – Rondônia (ver capítulo 3).

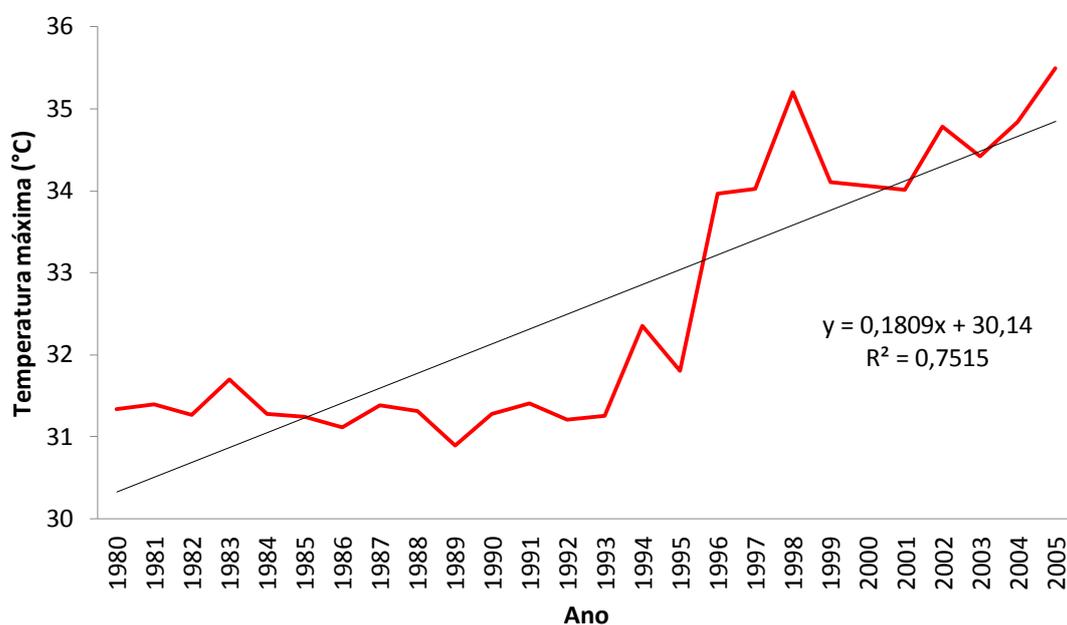
A Figura 4.3 mostra a evolução da temperatura (máxima, média e mínima) anual, entre os anos de 1945 e 2005, um período de 61 anos, no qual podemos observar a variabilidade climática ao longo desses anos.



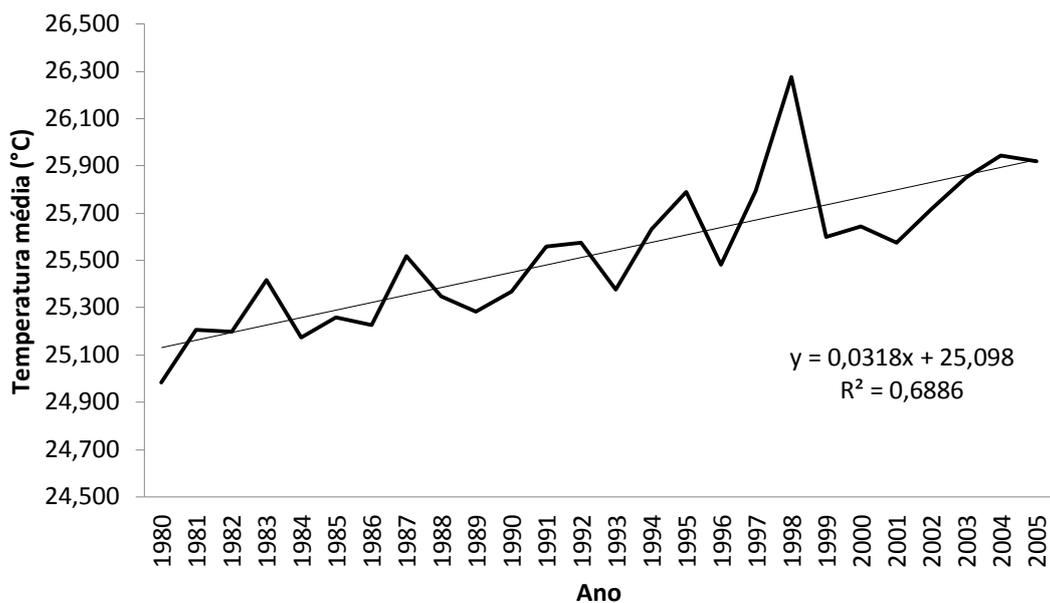
**Figura 4.3:** Variabilidade interanual da temperatura máxima, média e mínima em Porto Velho – RO referente ao período de 1945 a 2005 (INMET).

A análise desta Figura 4.3 evidencia imediatamente uma descontinuidade no início da década de 1970, o que nos levou a procurar saber a história desta estação meteorológica.

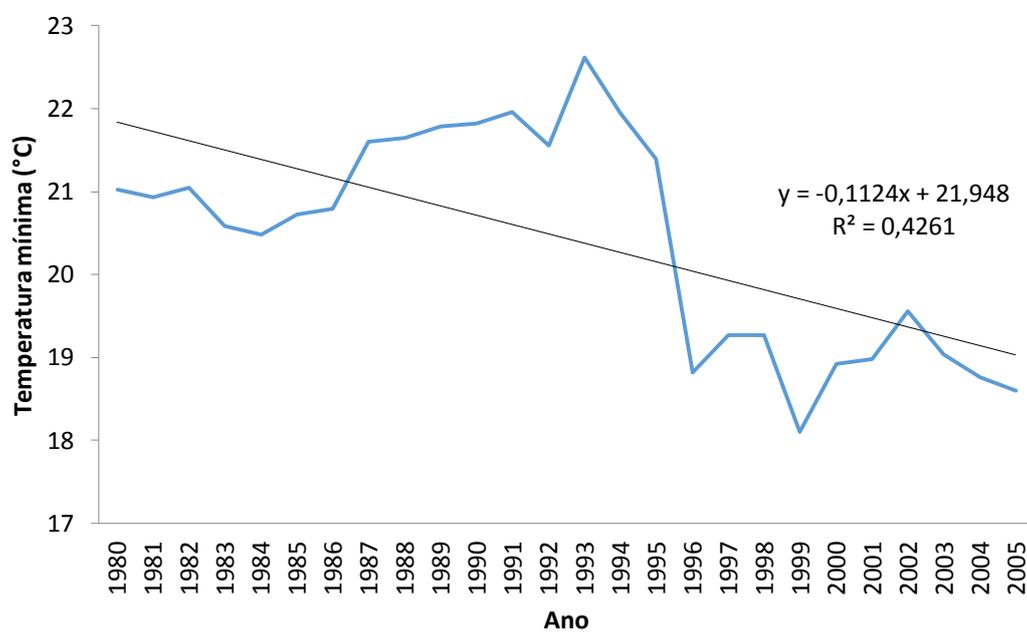
A EMBRAPA, no qual surgiu em meados da década de 1970, no município de Porto Velho, então pertencente ao Território Federal de Rondônia, um braço da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em meio à Floresta Amazônica. Oficialmente, a unidade da Embrapa em Rondônia foi criada em 10 de julho de 1975. É neste contexto que surge a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de Porto Velho (UEPAT), que apenas na década de 1990 seria rebatizada como Embrapa Rondônia. Sabendo que a Estação Meteorológica (INMET) funciona nas instalações da EMBRAPA, isso significa que a estação já esteve funcionando em outra localidade, fazendo com que possa haver alterações nos dados analisados.



a)



b)



c)

**Figura 4.4:** Variabilidade interanual da temperatura em Porto Velho – RO referente ao período de 1980 a 2005 (INMET). (a) Temperatura máxima, (b) Temperatura média, (c) Temperatura mínima.

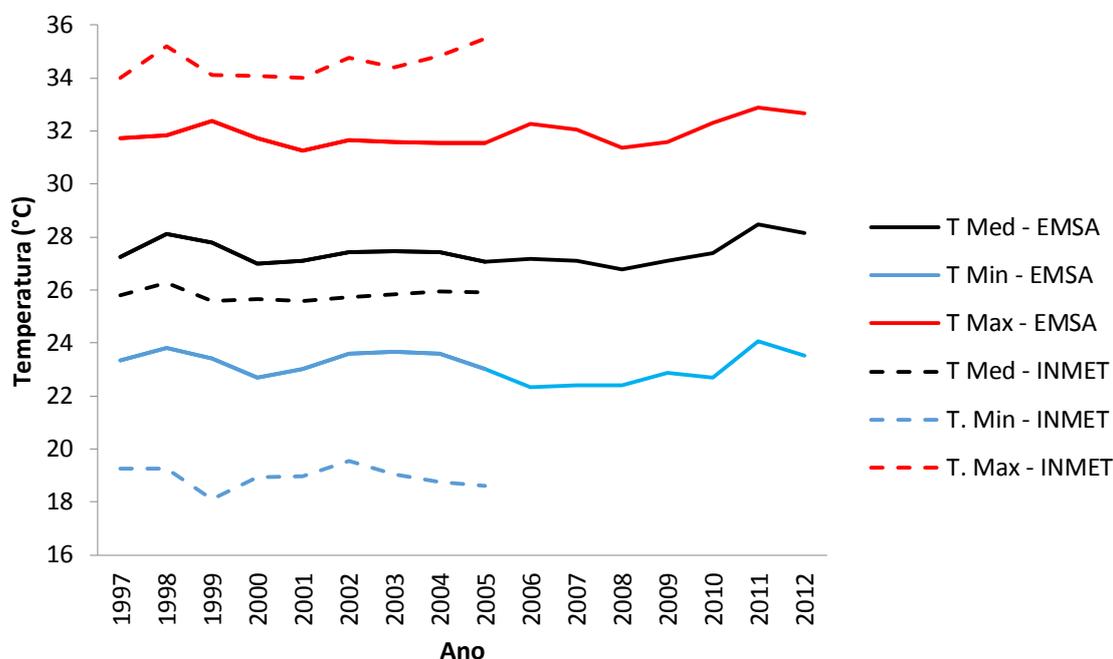
Da observação da Figura 4.4 e do Quadro 4.1 que resume as estatísticas dos diversos parâmetros, referentes a ambos os períodos analisados, verifica-se que a temperatura média (média climatológica) do ar é de 25,5°C e a amplitude térmica na cidade de Porto Velho – RO é pequena (1,6 °C no período de 1945 a 2005; 1,3 °C no período de 1980 a 2005). O máximo da temperatura média máxima foi de 35,5°C no ano de 2005 e o mínimo da temperatura média mínima foi de 18,1°C no ano de 1999. Os valores da temperatura média, máxima e mínima do ar apresentam pouca variação ao longo dos períodos analisados.

**Quadro 4.1** – Estatísticas referentes aos períodos 1945-2005 e 1980-2005, em Porto Velho – RO (INMET). Entre parêntesis e a negrito indicam-se os anos de ocorrência dos valores extremos.

1945-2005	UR (%)	T MED (°C)	T MIN (°C)	T MAX (°C)	Precip. (mm)
<b>MÉDIA</b>	83.4	25.5	20.6	32.4	2259.7
<b>DESV PAD</b>	3.5	0.4	1.0	1.2	317.5
<b>MAX</b>	89.4 ( <b>1976</b> )	26.4 ( <b>1969</b> )	22.6 ( <b>1993</b> )	35.5 ( <b>2005</b> )	2859.7 ( <b>1953</b> )
<b>MIN</b>	76.4 ( <b>1987</b> )	24.8 ( <b>1975</b> )	18.1 ( <b>1999</b> )	30.9 ( <b>1989</b> )	1220.4 ( <b>1988</b> )
<b>1980-2005</b>					
<b>MÉDIA</b>	83.3	25.5	20.4	32.6	2248.4
<b>DESV PAD</b>	3.6	0.3	1.3	1.6	370.3
<b>MAX</b>	89.3 ( <b>1983</b> )	26.3 ( <b>1998</b> )	22.6	35.5	2834.6 ( <b>1989</b> )
<b>MIN</b>	76.4	25.0 ( <b>1980</b> )	18.1	30.9	1220.4

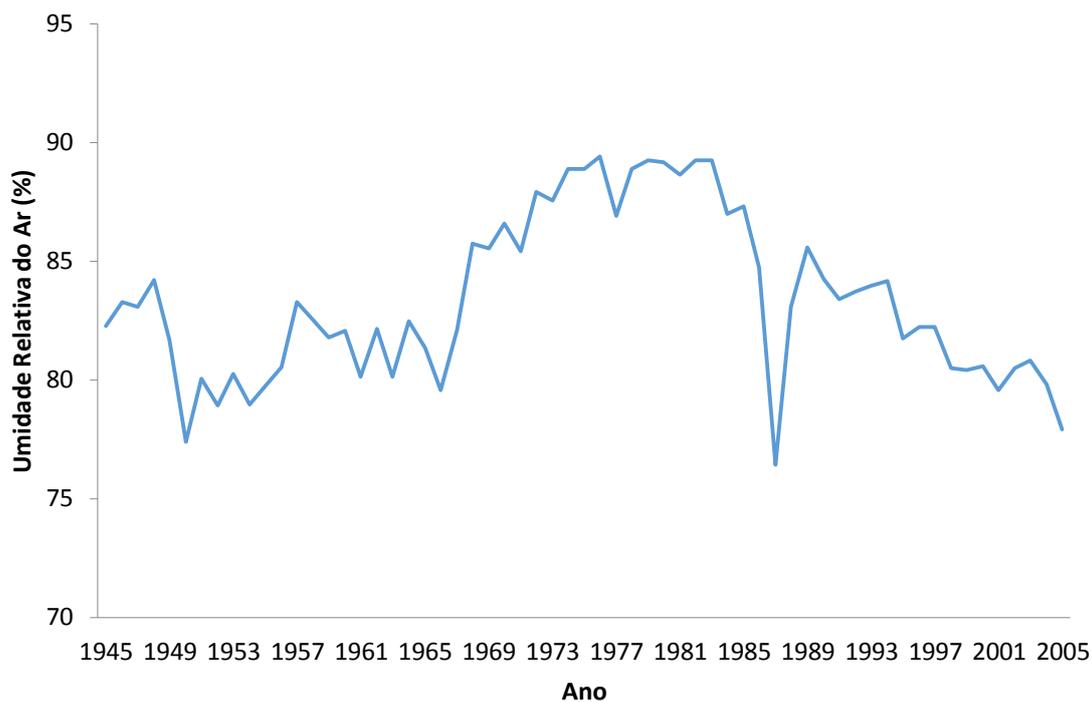
Como referido no capítulo anterior, procuramos analisar dados mensais. Para possibilitar esta análise, é importante comparar as médias anuais obtidas com ambas as bases de dados (a do INMET e a EMSA). A Figura 4.5 representa a variabilidade interanual da temperatura média anual máxima, média e mínima medida na estação meteorológica de superfície do aeroporto internacional Gov. Jorge Teixeira (82824-SBPV), localizada na Base Aérea de Porto Velho/RO, no período entre 1997 e 2012, e a comparação dos dados das duas estações (INMET e EMSA) no período simultâneo de 1997 a 2005. É

relevante não esquecer que a primeira se localiza na Embrapa, que fica fora do centro de Porto Velho, e a segunda no aeroporto da cidade. A diferente localização poderá justificar a acentuada diferença de valores representados.

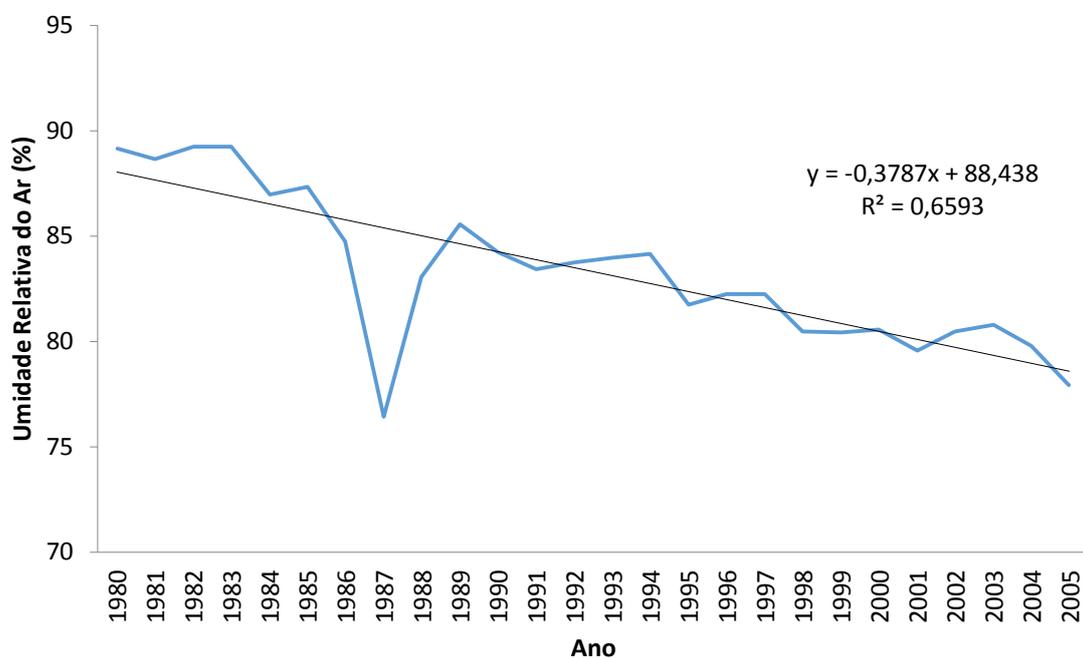


**Figura 4.5** Variabilidade interanual da temperatura máxima, média e mínima de Porto Velho dos anos de 1997 a 2012 (EMSA). Comparação entre os dados meteorológicos das estações EMSA (linha contínua) e INMET (linha tracejada).

Observam-se diferenças entre todas as temperaturas entre as duas estações, porém, as curvas permanecem praticamente constantes mesmo sendo diferentes os valores medidos por cada estação, significando que as temperaturas não sofreram tanta variação. Analogamente, a Figura 4.6 representa a variabilidade interanual da umidade relativa média (média climatológica de 83,4% - Quadro 4.1) do ar referente ao período compreendido entre os anos de 1945 e 2005 (INMET) e a Figura 4.7 referente ao período entre 1980 e 2005.



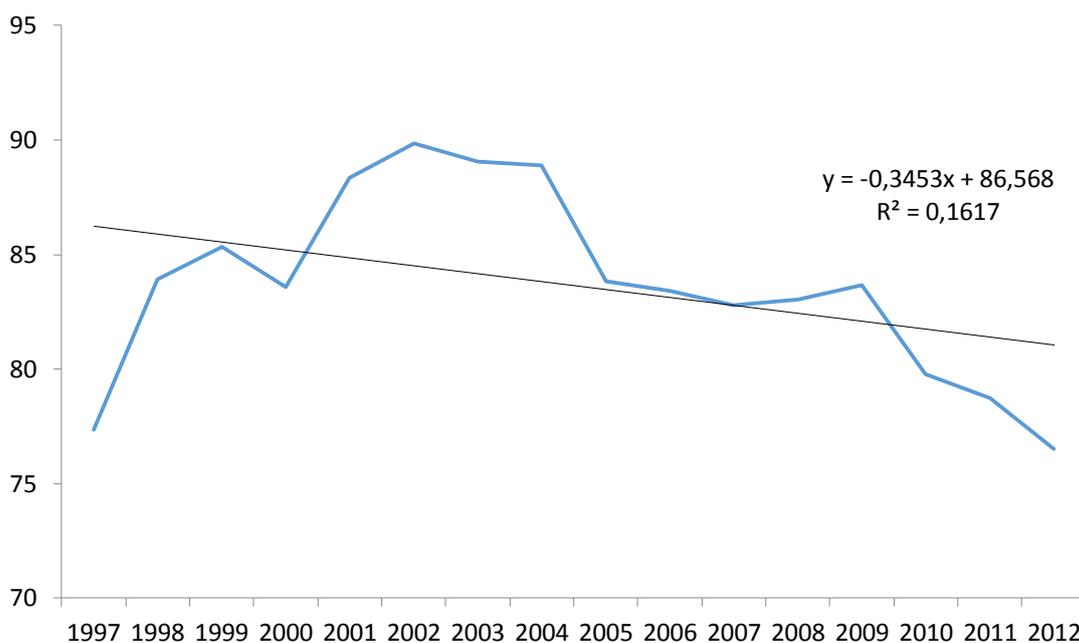
**Figura 4.6:** Variabilidade interanual da umidade relativa do ar em Porto Velho – RO referente aos anos de 1945 a 2005 (INMET).



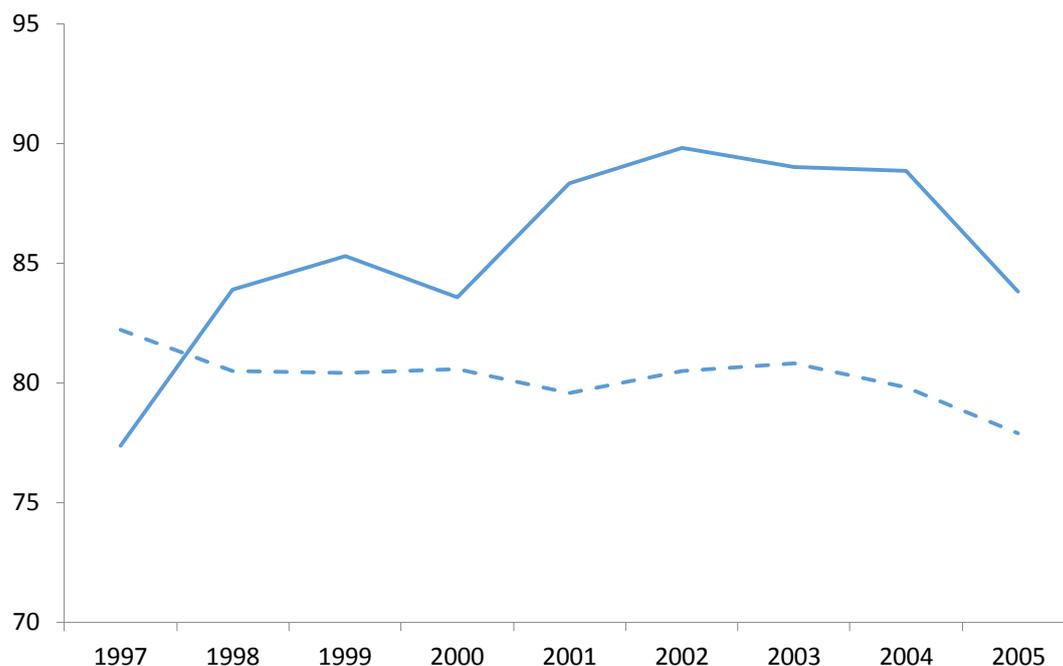
**Figura 4.7 -** Variabilidade interanual da umidade relativa do ar em Porto Velho – RO dos anos de 1980 a 2005 (INMET)

A Umidade relativa do ar conforme as Figuras 4.6 e 4.7 apresenta um declínio, atingindo seu menor valor em 1987 chegando a 76%, sendo que seus valores maiores estão no início da década de 80, período no qual estava em alta na região a exploração dos garimpos, década do ouro na região, ou seja, havia bastante exploração do Rio Madeira, o principal da região.

A Figura 4.8a) representa a variabilidade interanual da umidade relativa do ar medida na estação meteorológica de superfície do aeroporto internacional Gov. Jorge Teixeira (82824-SBPV), localizada na Base Aérea de Porto Velho/RO, no período entre 1997 e 2012. A Figura 4.8b) mostra a comparação dos dados das duas estações (INMET e EMSA) no período simultâneo de 1997 a 2005. Em ambos os casos o teste de regressão denotou uma diminuição em até 3% nos períodos analisados (Figuras 4.7 e 4.8a).



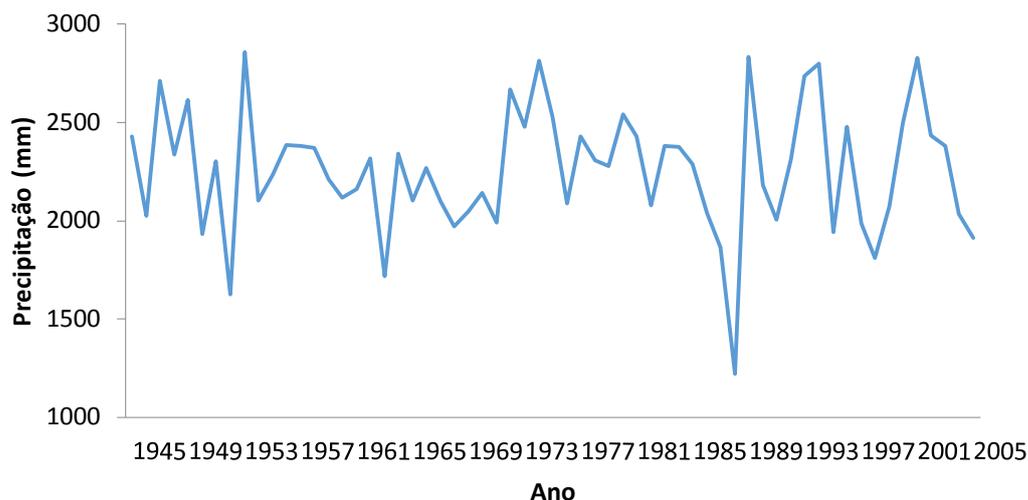
a)



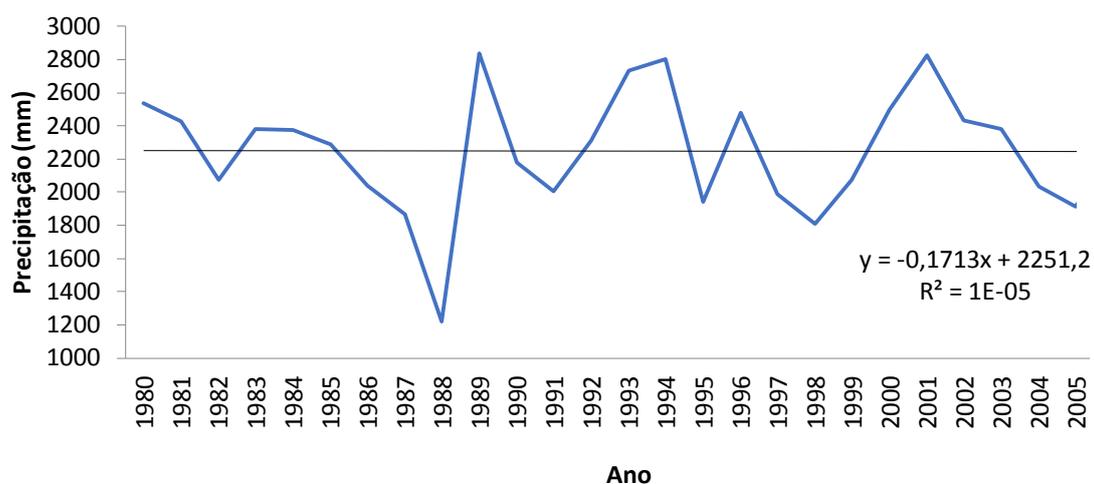
b)

**Figura 4.8 a)** Variabilidade interanual da umidade relativa do ar em Porto Velho dos anos de 1997 a 2012 (EMSA). **b)** Comparação entre os dados meteorológicos das estações EMSA (linha contínua) e INMET (linha tracejada).

A Figura 4.9 representa a variabilidade interanual da precipitação em Porto Velho – RO no período de 1945 a 2005 (INMET) e a Figura 4.10 referente ao período entre 1980 e 2005. Os totais anuais de precipitação para o período em estudo indicam o ano de 1953 como o de maior volume de chuva (2859,7 mm), o que corresponde a cerca de 600 mm acima da média climatológica (que foi de 2259,7 mm no período de 1945 a 2005; e 2248,4 mm no período de 1980 a 2005). O ano de 1988 apresentou-se com o menor volume de chuva (1220,4 mm), ou seja, cerca de 1030 mm abaixo da média climatológica (Quadro 4.1 e Figuras 4.9 e 4.10).



**Figura 4.9:** Variabilidade interanual da precipitação em Porto Velho – RO no período de 1945 a 2005 (INMET).



**Figura 4.10** Variabilidade interanual da precipitação em Porto Velho – RO nos anos de 1980 a 2005 (INMET).

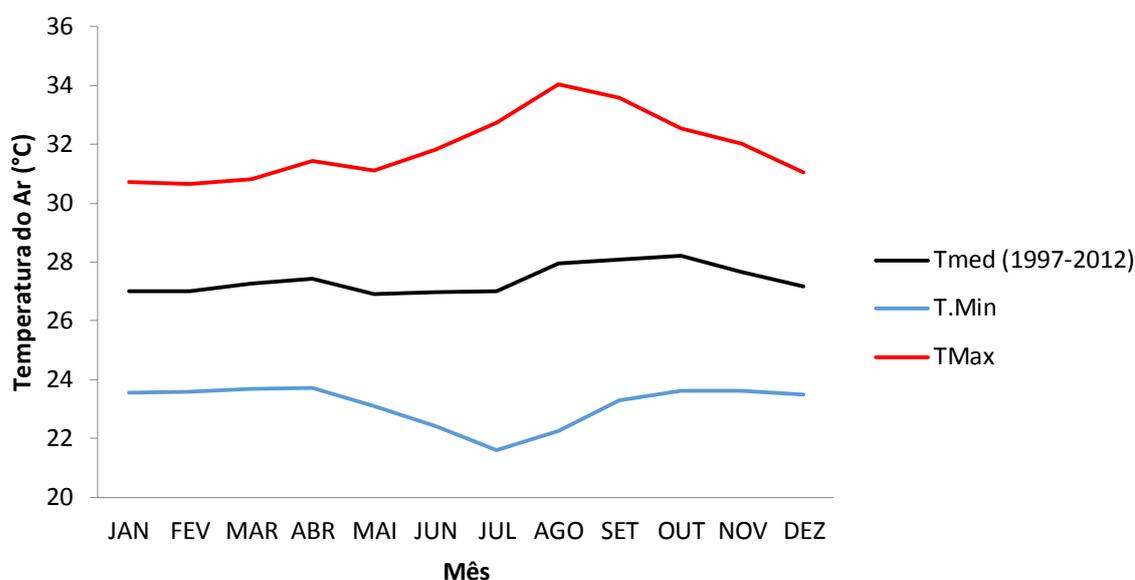
A precipitação apresentou um declínio em 1987 apresentando um valor de 1865,3 mm em conformidade com a umidade relativa, porém, nosso estudo anual aponta que em 1990 houve um aumento, mas gradativamente esses índices pluviométricos vem diminuindo até chegarmos ao final do estudo em 2005, um ano de seca na maior parte da Amazônia. A precipitação sobre a Amazônia é em grande parte controlada pelo fenômeno de ENOS, originário do

Oceano Pacífico Equatorial. Porém, o Pacífico foi inerte em 2005. Caso tenha ocorrido algo nas anomalias de TSM no Pacífico oriental até o fim do ano, está normalmente associadas a um úmido da Amazônia. Em 2005 houve uma pequena mudança na precipitação, em comparação, a seca de 1997-1998 como vimos também em nossas análises com valores de 1986,7 mm e 1809,4 mm respectivamente, no qual aparentemente incompatível com a baixas dos rios e os níveis dos lagos observados pelos moradores da região. A explicação se dá pela observação de que os maiores eventos do El Niño, tais como 1997-1998, os estudos nos trazem também 1982-83, porém nossas observações trazem o ano de 1987 como o apresentado com a menor taxa de precipitação, de acordo com a análise dos dados obtidos, pelo INMET, os níveis mais baixos, segundo o autor, levou a grandes anomalias negativas de precipitação na Amazônia foram de curta duração (cerca de 1 ano), e muitas vezes imediatamente seguido por eventos de La Niña, que permitiu a terra recuperar rapidamente a partir do ressecamento. Por outro lado, embora a anomalia de precipitação de 2005 não seja particularmente grande, foi precedida por um outro período de seca de 2002-03 (um ano de El Niño). Assim, a precipitação ficou abaixo do normal por quatro anos a partir de 2002 até o final de 2005.

#### **4.4. VARIABILIDADE INTRANUAL EM PORTO VELHO/RO-BRASIL**

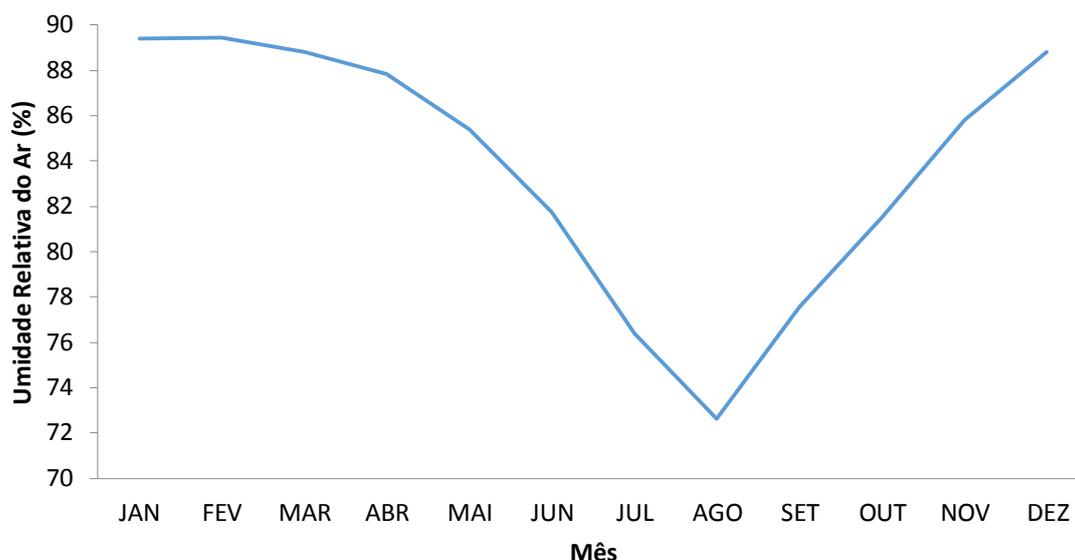
Nesta seção apresentamos uma análise da variabilidade climática intranual, nos últimos 16 anos, a partir dos dados da Estação Meteorológica do Aeroporto (82824-SBPV), localizada em Porto Velho/RO-Brasil, situada na Amazônia Meridional. Os dados de temperatura, umidade e pressão atmosférica analisados interanualmente, referem-se aos anos de 1997 a 2012. A Figura 4.11 mostra, para cada mês, as temperaturas média, máxima e mínima, no qual podemos ver que a média, possui pouca variação ao longo do ano (conforme mostra a linha preta do gráfico), ficando em torno de 27,4 °C, entre um mínimo de 26,9 °C em maio e um máximo de 28,2 °C em outubro. É uma temperatura excelente para o desenvolvimento do plasmódium no interior do mosquito. Em contrapartida, a temperatura máxima média é de 31,9°C, e aumenta nos meses de verão, que são, agosto, setembro e outubro, com o

máximo de 34.1°C em agosto. De acordo com alguns autores, o plasmódium possui dificuldades de se desenvolver acima de 30°C. A temperatura mínima não atinge valores menores que 21.6°C, no mês de julho, o período mais frio na região, quando ocorre a “friagem” que ocorre devido à entrada de massas de ar polar (fria e seca), permitindo assim, que o ambiente continue propício para o desenvolvimento do vetor da Malária.



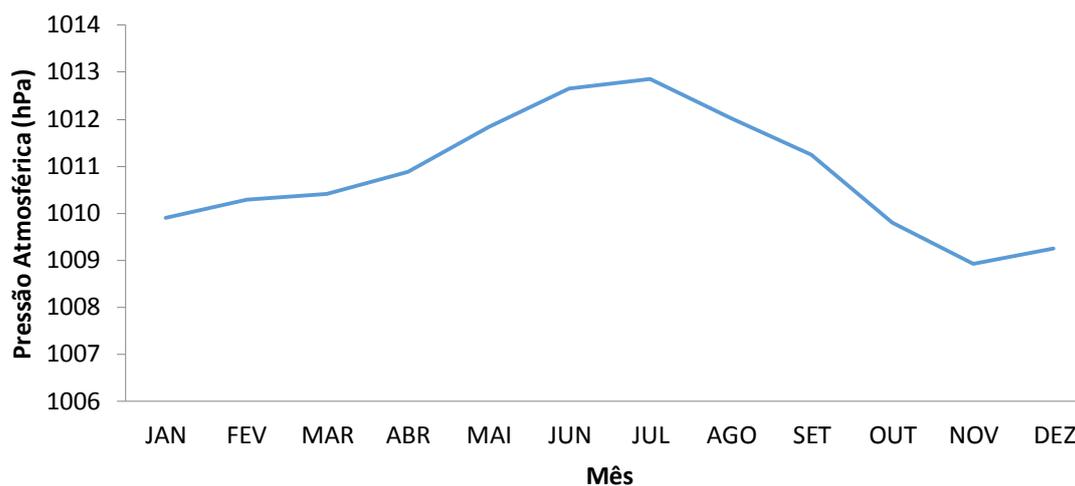
**Figura 4.11** Variabilidade intranual da temperatura do ar referente aos anos de 1997 a 2012.

A Figura 4.12, mostra a umidade relativa do ar, também referente aos anos de 1997 a 2012. A umidade relativa média (média climatológica) do ar é elevada no decorrer do ano, foi de 83,8 %, sendo que o menor valor foi de 72,6% ocorrido no mês de agosto, no período de “friagem” ainda na região, e o maior com 89,4% nos meses de janeiro e fevereiro, período de inverno chuvoso na região. Segundo estudo realizado por Tejas et al. (2012), os valores presentes em sua pesquisa apresentaram valores em até 7% inferiores principalmente para os meses de junho a outubro. Esses valores assemelham-se aos apresentados aqui. Outros autores como Zuffo e Franca (2010) também apresentaram valores relativamente parecidos em Porto Velho/RO, estudos em que a umidade relativa do ar foi inferior em relação à Normal Climatológica, em torno de 6% a 8% nos meses de agosto a outubro.



**Figura 4.12** Variabilidade intranual da umidade do ar referente aos anos de 1997 a 2012.

A análise da pressão atmosférica pode observar-se na Figura 4.13: a média climatológica anual foi de 1010,8 hPa, com o máximo de 1012,9 hPa no mês de julho, e seu menor valor no mês de novembro com 1008,9 hPa, no período chuvoso na região.



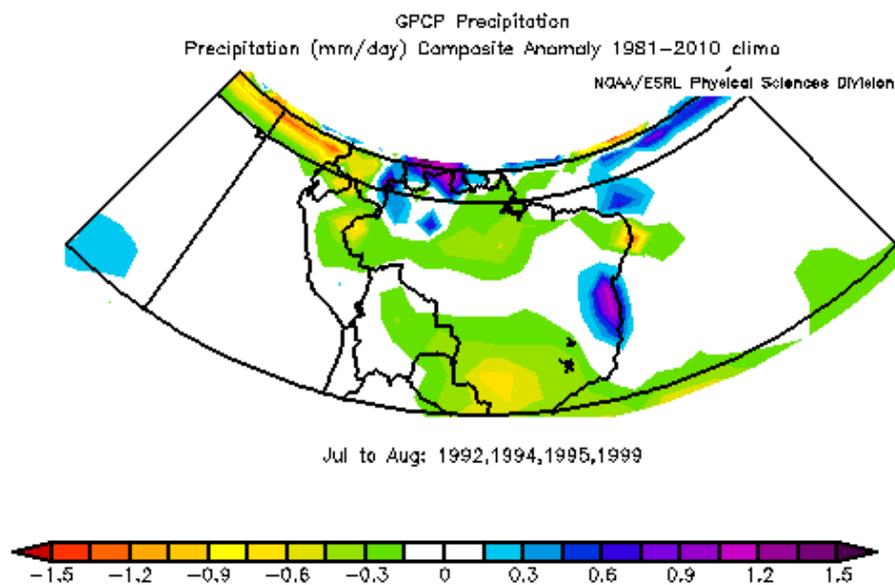
**Figura 4.13** Variabilidade intranual da pressão atmosférica referente aos anos de 1997 a 2012.

O valor mais elevado ocorrido em julho, mês de “friagem” e de estação seca, influenciado pelas massas de ar frio de origem polar, associadas a

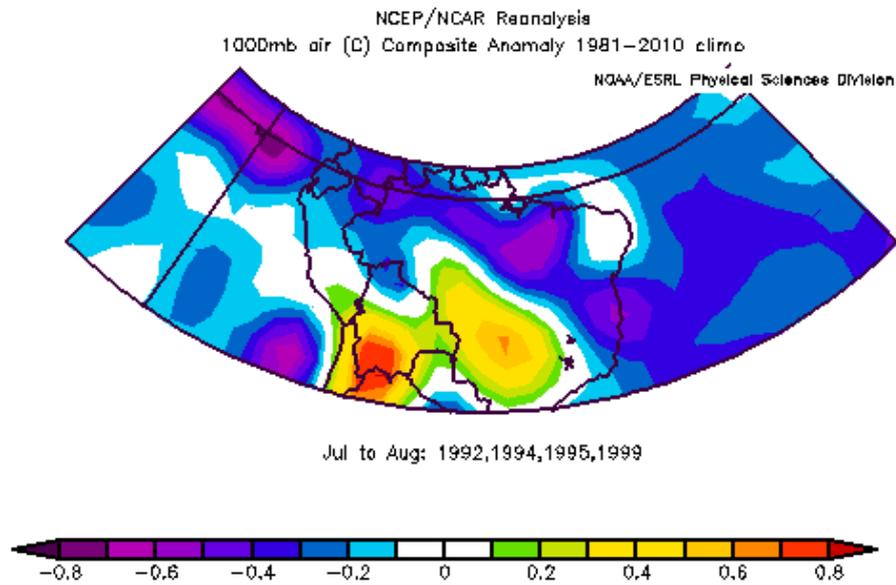
sistemas de alta pressão, que invadem o sul da Amazônia. Já o menor valor, ocorrido em novembro período chuvoso na região, no qual ocorre o acúmulo de água parada por grande parte urbana, sendo assim, o período de surgimento de patologias tropicais, dentre as quais podemos destacar a Malária e a dengue.

Não foi possível efetuar uma análise de precipitação, pois os dados não estavam disponíveis.

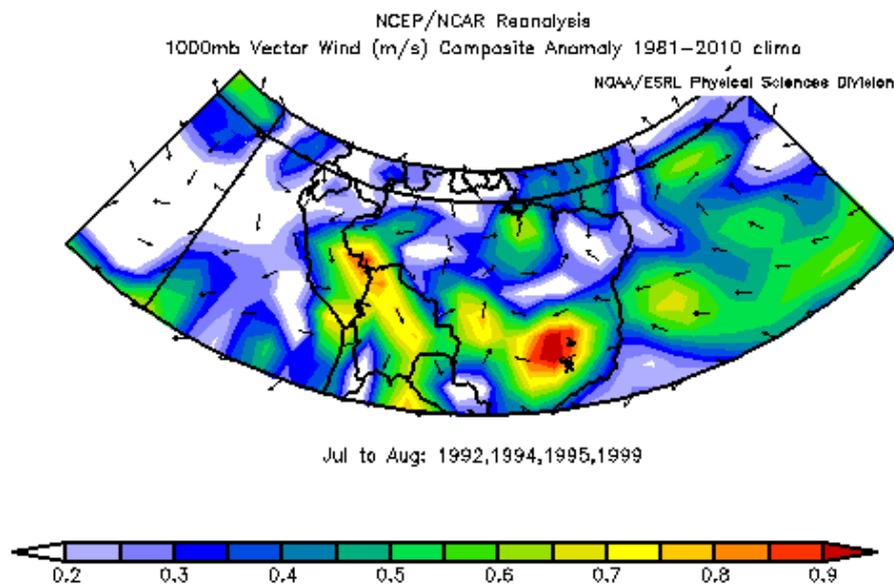
Contudo, com recurso às reanálises fez-se uma análise simples dos padrões de anomalia de precipitação, temperatura e vento, para os anos de maior ocorrência de Malária (Figura 4.14).



(a)



(b)



(c)

**Figura 4.14** Compósitos das anomalias para os meses de julho e agosto dos anos de maior ocorrência de malária: (a) precipitação, (b) temperatura, (c) vento. Fonte: NCEP, 2013.

Na Figura 4.14 (a) pode observar-se o campo de anomalias de precipitação (base de dados GPCP) observando-se uma extensa zona na região Amazônica de anomalia negativa nos anos de maior incidência da Malária. Na Figura 4.14 (b) observar-se o campo de anomalias de temperatura a 1000 hPa, observando-se uma ligeira anomalia negativa na região de Porto Velho. Associada a estes padrões, o padrão com a anomalia do vento (Figura 4.14c) sugere uma anomalia positiva do vento, com uma componente NW-SE.

#### 4.5. MALÁRIA E VARIABILIDADE CLIMÁTICA EM PORTO VELHO/RO-

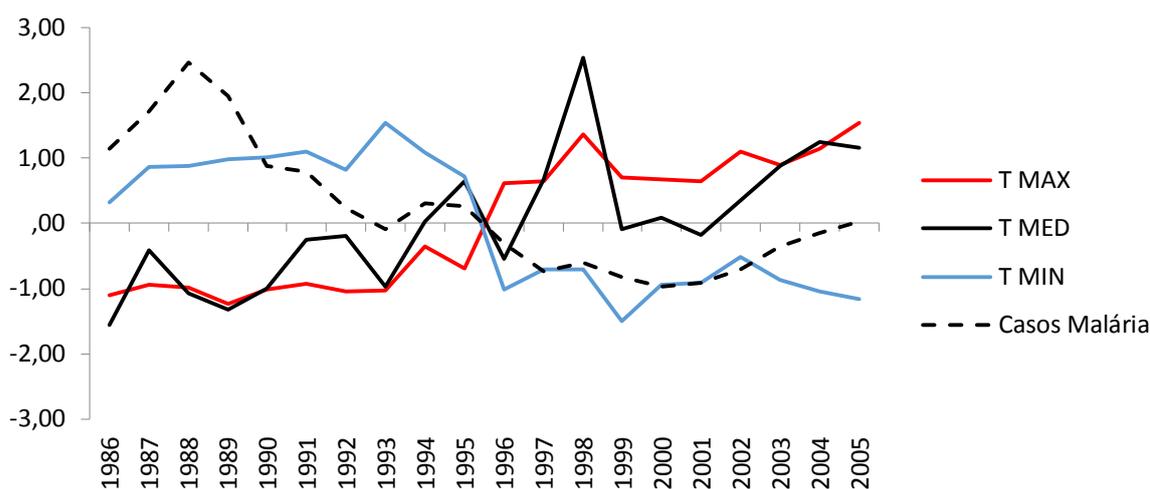
De acordo com estudos realizados por Ribeiro *et al.* (2005) o clima influencia diretamente nos índices de Malária, porém a umidade relativa do ar e a precipitação tem ligação direta com essa patologia. Ao analisarmos nossos dados podemos observar que a partir de 1983 para 1984 houve um aumento exacerbado de Malária no estado, passando de 80.752 casos para 151.140 casos respectivamente e os anos de 1987 e 1988 foram os que mais tiveram casos detectados sendo os valores de 228.866 e 278.408 casos respectivamente. Ao compararmos com os dados climáticos interanuais, podemos observar que os anos de 1984, período em que os valores começaram a subir, o índice pluviométrico e a umidade relativa do ar estava dentro da normalidade, e o ano de 1987 e 1988 ano em que foram os maiores índices, foram os anos de seca na região, onde os índices umidade (Figura 4.7) e pluviométrico (Figura 4.10) estavam baixos.

Procedemos então à análise de correlação entre as séries temporais anuais disponíveis de casos de Malária na Rondônia e de parâmetros meteorológicos medidos em em Porto Velho – RO (INMET) para o período de 20 anos (1986-2005). Nas figuras seguintes (Figura 4.15) representam-se as séries padronizadas e no Quadro 4.2 os respectivos valores do coeficiente de correlação. Devemos notar que estes resultados devem ser analisados com cautela, uma vez que analisamos dados anuais e um período curto, mas de uma forma geral estão de acordo com a bibliografia. Ou seja, existe uma correlação positiva (0,34) com a umidade relativa do ar o que significa que mais umidade favorece a ocorrência de mais casos de Malária. Existe por outro lado

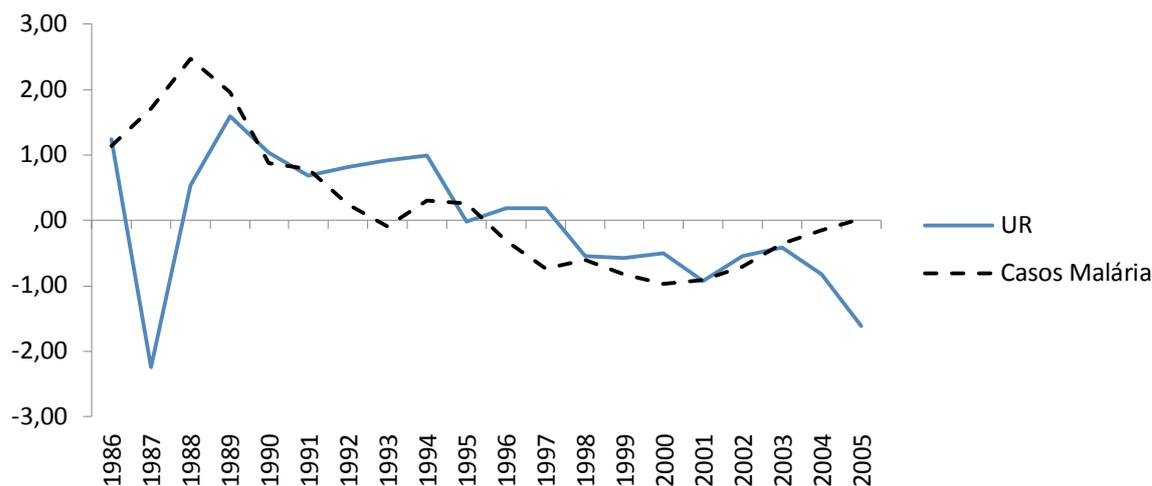
uma correlação negativa (-0,35) com a precipitação, o que permite dizer que em anos de mais precipitação haverá menos casos de Malária. Apesar destes valores não terem significância estatística a 95%, este resultado também está de acordo com a literatura; como vimos, quando há mais precipitação as águas ficam menos paradas o que afecta o número de mosquitos. Finalmente, no que respeita a temperatura, obtivemos uma correlação positiva (0,70) com a temperatura mínima o que corresponde a haver mais casos quando a temperatura mínima é mais elevada. Em oposição, obtivemos uma correlação negativa (-0,76) com a temperatura máxima o que corresponde a haver menos casos quando a temperatura máxima é mais elevada, o que também está de acordo com a literatura. De facto, como vimos no capítulo 2, o ciclo de vida do mosquito altera-se quando a temperatura é superior a 32°C. Este resultado pode ser muito relevante num contexto de alterações climáticas.

**Quadro 4.2** – Coeficiente de correlação (CORRcoef) entre os casos de Malária na Rondônia e os parâmetros meteorológicos, referentes ao período 1986-2005, em Porto Velho – RO (INMET).

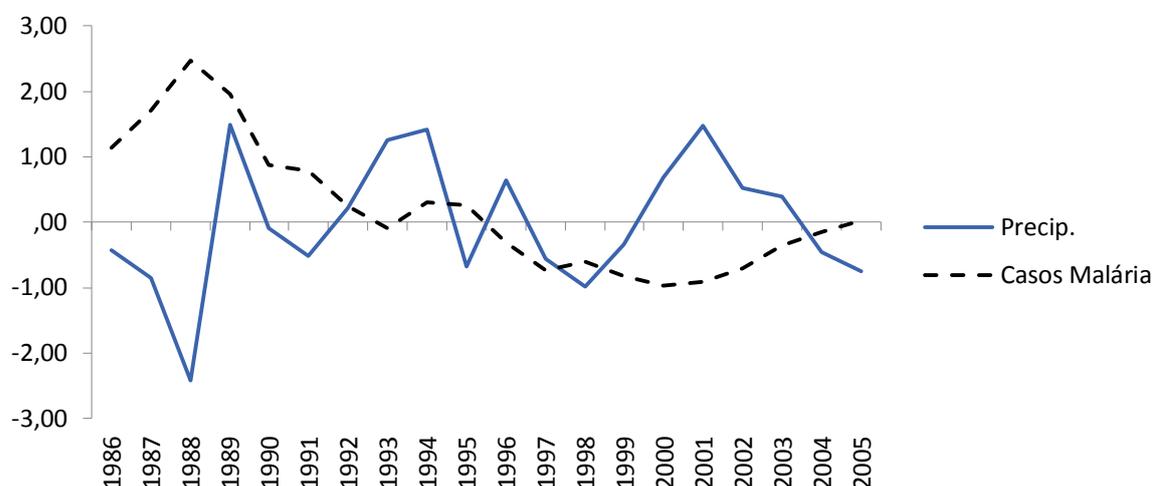
1986-2005	UR (%)	T MED (°C)	T MIN (°C)	T MAX (°C)	Precip. (mm)
<b>CORRcoef</b>	0,34	-0,58	0,70	-0,76	-0,35



a)



b)



c)

**Figura 4.15** Séries temporais anuais padronizadas, referentes ao período de 1986 a 2005, de casos de Malária (linha tracejada) e (a) temperatura máxima, média e mínima; (b) umidade relativa do ar; (c) precipitação, em Porto Velho – RO (INMET).

A extinção do *Plasmodium* é mais influenciada pela temperatura do que a precipitação e no qual identificou-se ser a temperatura de cerca de 32-33 °C, sendo a ideal para transmissão e propagação em regiões livres de doença. Esta janela foi a mesma para *P. falciparum* e *P. vivax*, mas a densidade de mosquitos teve um papel mais forte na condução da taxa de propagação da Malária do que as espécies de *Plasmodium*. A capacidade de sobrevivência

dos mosquitos Anofelinos é significativamente menor em umidade <50%. (Parham e Michael, 2010).

Ao analisarmos a história, os anos de maiores índices de Malária e seca na região foram os anos em que o garimpo estava em alta, havia muitos garimpeiros na região espalhados pelo Rio Madeira a procura de ouro, outro fator também importante para ressaltar é que durante este período, o órgão público responsável pelo combate e diminuição dos casos era a SUCAM, que realizava a detetização da região com DDT que, segundo autores como Dias et al. (1991), era ineficiente tal processo. Podemos também pensar no caso de que as pessoas começaram a ter mais acesso aos órgãos públicos de saúde, por que a maioria da população do estado de Rondônia vivia em regiões rurais, longe dos grandes centros e a região era pouco desenvolvida, contendo poucos profissionais de saúde.

Durante a década de 2000, especificamente em 2005, ano de seca na região, os índices foram altos, porém, inferiores aos da década de 80, o órgão público responsável por evitar essas endemias já era a Funasa, porém os índices permanecem altos com 118.663 casos detectados neste ano, mesmo sendo em período de seca, com a baixa das águas dos rios, as temperaturas altas, propícia ao desenvolvimento do vetor e umidade relativa baixa.

De acordo com o Relatório (IPCC, 2011), o Brasil teve um aquecimento de cerca de 0,7°C nos últimos 50 anos, sendo que a região Amazônica também foram registradas temperaturas mais altas, porém, pesquisas observacionais não mostraram sinais evidentes de tendências negativas nas precipitações na Amazônia. De acordo com os dados do relatório, ocorreu um ligeiro aumento das chuvas no norte da Amazônia, a partir de 1980, e uma diminuição nas precipitações ao sul da Amazônia. Estudos indicam presença de variações nas precipitações de uma década para outra, conhecidas como escala de variabilidade decenal. Por exemplo, o período de 1945- 1976 foi relativamente úmido e o de 1977-2000, relativamente seco na Amazônia (IPCC, 2011).

Quanto ao desmatamento na Amazônia, simulações sugerem que, quando o desmatamento atinge mais de 40% da extensão da floresta nativa, a precipitação pluviométrica vai diminuir de forma significativa no leste da

Amazônia e as chuvas de julho a novembro poderiam diminuir em até 40% (IPCC, 2011).

No período de 2000 a 2002, houve redução na IPA no país (Figura 4.16). Contudo, entre 2002 a 2005, a IPA mostrou tendência de crescimento. A partir de 2006, com a introdução de um novo tratamento, essa tendência muda, apresentando redução até chegar a seu menor valor em 2011. Em todos os anos a IPA no Brasil apresentou-se como de baixo risco.

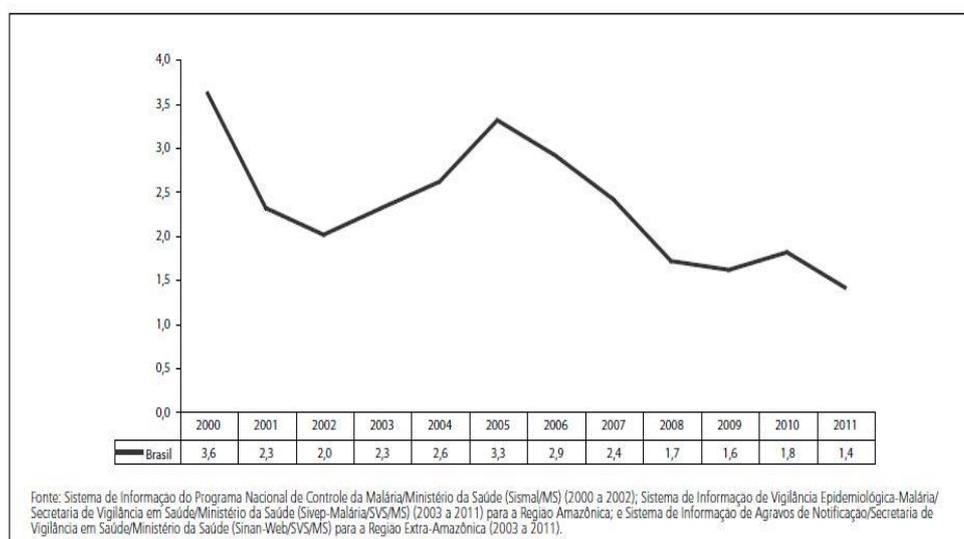


Figura 11 – Incidência Parasitária Anual (IPA). Brasil, 2000 a 2011

**Figura 4.16** Incidência parasitária anual (IPA) no Brasil, referente ao período de 2000 a 2011.

Em 2002, houve uma redução do número de casos de Malária na região amazônica brasileira e conseqüentemente em Rondônia, (<http://www.cidades.com.br/estado/rondonia/ro.html>).

Observamos que nos meses de julho e agosto, houve uma redução considerável nos índices de Malária, no qual houve mais chuvas, menos ventos e menos calor, de acordo com os dados de reanálises utilizados. Isso poderia ter contribuído para a redução dos índices maláricos, pois o vetor para o seu desenvolvimento é necessário a presença de alimento abundante e temperatura a nível constante e ótimo (Barreto e Coutinho, 1943).

Sabe-se que o *Anopheles darlingi* é o principal causador da Malária no Brasil, este utiliza as grandes coleções líquidas para o desenvolvimento de suas formas imaturas, tais como: lagoas, açudes, represas e bolsões formados nas curvas dos rios onde há muito pouca correnteza (Consoli e Oliveira, 1994), isso explica por que durante o período das chuvas eles encontram dificuldade de se reproduzirem nas águas em movimento, contudo, durante a estação chuvosa, *An. darlingi* pode empregar uma grande variedade de coleções líquidas de tamanho e profundidade menores, tais como: valas, poças e impressões de patas de animais.

Seus criadouros são, por excelência, de águas profundas, limpas, pouco turvas e ensolaradas ou parcialmente sombreadas, onde suas larvas e pupas habitam as margens, escondidas entre a vegetação emergente ou flutuante e os detritos vegetais caídos na superfície líquida. Estes criadouros são utilizados, indiscriminadamente, durante todo o ano e, por serem permanentes, funcionam como focos de resistência durante a estação mais seca (Consoli e Oliveira, 1994).

A partir de 2000, o Ministério da Saúde desencadeou o processo de descentralização das ações de vigilância em saúde. Esse processo vem se efetivando anualmente, com o fortalecimento da estrutura dos serviços de saúde e da capacidade de gestão dos estados e municípios.

# 5

PROPOSTA

---

VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

## 5. PROPOSTA

A saúde é fundamental para o desenvolvimento econômico e sustentável de uma região, sabe-se bem que a saúde de acordo com a OMS, é considerada o bem-estar físico, mental e social, uma condição de adaptação do indivíduo ao ambiente em que se vive. Mas torna-se meio complicado adaptar-se a ambientes ricos em fumaça, devido a grandes áreas de desmatamento, ou a ambientes com grandes concentrações de insetos, que são vetores de doenças como a Malária e dengue por exemplo. Por isso, deve-se pensar em soluções que venham minimizar patologias e melhorar a qualidade de vida das populações que vivem em ambientes de alto risco de doenças tropicais, como no caso da Amazônia brasileira.

Muitos países afetados pela Malária encontram diversas dificuldades financeiras, contendo fracas estruturas de saúde, pouca mão-de-obra qualificada e serviços do setor privado de má qualidade, estas características tem sido postas como barreiras para a ampliação de projetos de combate ao paludismo. Esses desafios levaram alguns a questionar, se Paludismo vai atingir sua meta de reduzir o índice mundial de Malária em 50% até 2010. No entanto, vários países conseguiram reduzir a morbidade e mortalidade da Malária, na última década, incluindo Brasil, Vietnã, Eritrêa, Índia, África do Sul, Moçambique, México, Omã, Arábia Saudita, Egito e Marrocos (BARAT, 2006).

A Amazônia, tem atraído o olhar de todo o Mundo, porém, sua população residente, por se tratar na sua maioria de exploradores de recursos naturais, pouco se fala em preservação, visto que, estes chegaram a região com o intuito único de explorá-la e desenvolvê-la, por isso, uma política de desenvolvimento sustentável eficaz, ajudaria muito nesse primeiro momento, no qual houvesse verdadeiramente a preservação de grandes áreas nativas, para que sua biodiversidade possa ser preservada, que não haja a necessidade de migração dos animais para o meio urbano, mantendo o equilíbrio ecológico, para que a população fique menos exposta as patologias tropicais.

Países que obtiveram sucesso no controle da Malária, mantiveram uma vigilância constante, investindo em Políticas Públicas de Controle e Prevenção,

além do fornecimento do tratamento adequado, de acordo com as drogas suscetíveis a cada plasmodium específico. Outra característica notada, é que os quatro países citados na pesquisa, conseguiram a sua redução no período de desenvolvimento econômico. A criação desses programas significou um novo compromisso para o controle da Malária nos mais altos níveis do governo. Países que se localizam em diferentes regiões geográficas e têm diferentes mosquitos vetores e climas. No entanto, há semelhanças na epidemiologia da Malária. Todos os países são caracterizados por grande variabilidade geográfica do risco de doença e de carga, o que é relacionado às variações no clima local. A Malária nesses países mata e debilita severamente as pessoas de todas as idades. Em todos esses países, o desenvolvimento destes novos programas estratégicos foram precedidos por períodos de grandes epidemias ou acentuadamente maior fardo que as pessoas fortemente afetadas em seus anos produtivos de vida (BARAT, 2006).

Medidas de controle de vetores mais segmentados e alternativos foram ampliados, a escolha das medidas variaram por país e gestão incluídos ambiental, larvicidas, e da utilização de peixes larvicidas. Distribuição de mosquiteiros tratados com inseticidas tornou-se um programa de prevenção chave estratégia, especialmente no Vietnã e na Eritreia (BARAT, 2006).

Um outro problema também que deve ser analisado, é a política de saúde pública, hoje em Porto Velho, existe o CEMETRON – Centro Médico de Doenças Tropicais de Rondônia, porém, seu atendimento só ocorre na capital do estado, existem ribeirinhos e agropecuários que não possuem acesso ao centro médico, ou moram longe da capital e quando chegam até o atendimento, já se encontram em estado crítico, na sua maioria a letalidade é inevitável. Por isso, deve-se haver mais atenção das autoridades governamentais para que toda a população tenha acesso fácil aos profissionais da saúde capacitados a lidar com tal doença.

Outra melhoria citada por (BARAT, 2006), também ocorreu no diagnóstico laboratorial e no reforço nas notificações dos casos, pessoal técnico qualificado, comerciantes privados em mineração áreas no Brasil foram treinados para diagnosticar e tratar casos de febre como exemplo, outra melhoria no Brasil, foi que o tratamento da Malária foi fornecido por clínicas de

Malária free-standing, que não tinham ligações formais para os serviços de saúde pública locais.

#### Mudança climática e saúde

No que respeita as alterações climáticas, Confalonieri e Marinho (2007) discutem, de forma sucinta, as principais implicações do processo de mudança climática sobre a saúde da coletividade humana, tanto em nível global como no território brasileiro, apontando as atuais vulnerabilidades e possibilidades futuras. Esta discussão é baseada em conhecimentos históricos sobre as relações entre a variabilidade climática e a saúde no Brasil, em resultados de pesquisas recentes sobre a distribuição espacial da vulnerabilidade no espaço geográfico brasileiro e na aplicação de conhecimentos de ordem mais geral, produzidos pelo IPCC.

Relativamente aos mecanismos de ação da mudança climática na saúde, o IPCC (Confalonieri e Menne, 2007) reconheceu três mecanismos principais através dos quais os processos climáticos podem afetar a saúde da população, a saber:

- Efeitos diretos dos eventos climáticos extremos. Estes afetam a saúde através de influências sobre a fisiologia humana (por exemplo, ondas de calor) ou provocando traumas físicos e psicológicos em acidentes, como em tempestades, inundações e secas.

- Efeitos sobre o meio ambiente, alterando fatores determinantes da saúde humana. Exemplos mais relevantes são efeitos do clima afetando a produção de alimentos, a qualidade da água e do ar e a ecologia de vetores (por exemplo, mosquitos) de agentes infecciosos.

- Efeitos dos eventos climáticos sobre os processos sociais, determinando rupturas socioeconômicas, culturais e demográficas importantes. Um exemplo é a migração de grupos populacionais, desencadeada por secas prolongadas, que afetam principalmente populações que dependem da agricultura de subsistência

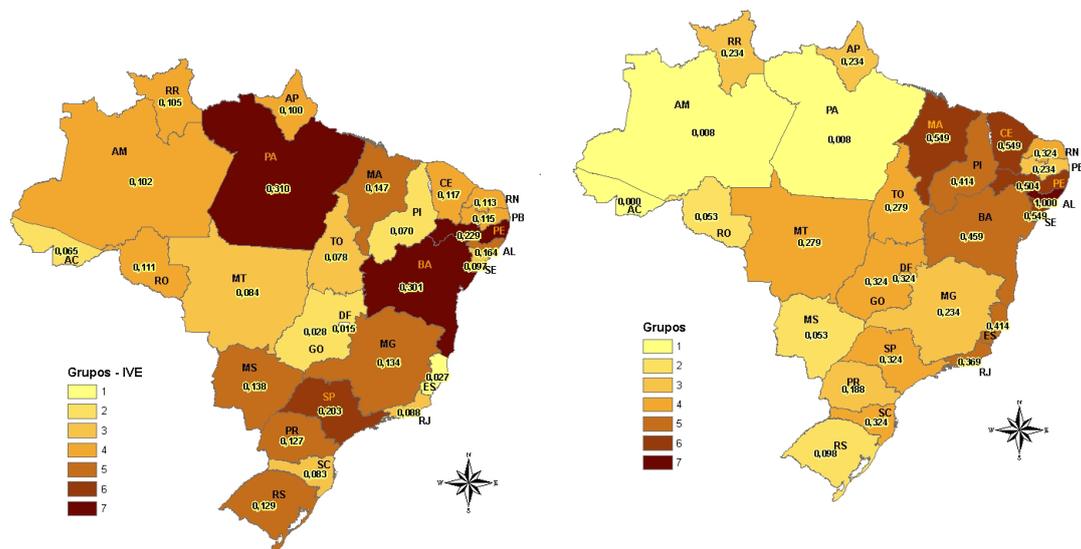
Como situações projetadas para o futuro, em nível global, o relatório apontou para alterações na distribuição espacial e na dinâmica populacional de vetores de doenças infecciosas e parasitárias endêmicas, tais como as espécies de mosquitos que transmitem a dengue e a Malária (Confalonieri e Marinho, 2007).

#### Vulnerabilidade aos Efeitos do Clima

Confalonieri e Marinho (2007) referem que o conceito de vulnerabilidade a impactos do clima foi desenvolvido por sociólogos que estudam as conseqüências dos desastres naturais, sendo uma das definições mais usadas a que afirma: “É a capacidade de um grupo social ou indivíduo de lidar, antecipar e recuperar-se de impactos de desastres” (Blaikie et al., 1994). Projetos de pesquisa sobre impactos da vulnerabilidade climática na saúde, desenvolvidos pelo Programa de Mudanças Ambientais Globais e Saúde (PMAGS) da Escola Nacional de Saúde Pública – FIOCRUZ, adotaram um modelo conceitual próprio, adaptado de Watts e Bohle (1993). Trata-se de um modelo do tipo “exposição-resposta”, desenvolvido por geógrafos preocupados com impactos de secas prolongadas (Confalonieri, 2003). Este modelo admite a existência de fatores tanto estruturais como conjunturais, determinantes da vulnerabilidade, em dois níveis básicos: determinantes imediatos e determinantes primários (ou “ultimate”). Estes últimos, que incluem renda, cultura, educação e poder político, condicionam os determinantes de ordem mais imediata. Estes, que incluem desde fatores individuais (por exemplo, capacidade física, idade, etc.), institucionais (por exemplo, serviços de saúde, defesa civil, etc.) e geográficos (por exemplo, local de moradia, topografia, etc.), são os que condicionam a exposição de indivíduos e comunidades a perigos ambientais (“hazards”) e também as suas capacidades de resposta (Confalonieri e Marinho, 2007).

Um estudo de Confalonieri et al. (2007) realizou um mapeamento, na unidade federada brasileira, da estrutura da vulnerabilidade presente (período 1996-2001) aos possíveis impactos do clima na saúde. Foi desenvolvido um

Índice de Vulnerabilidade Geral (IVG), que é um indicador sintético com 3 componentes: socioeconômico, climático e epidemiológico. Estes foram baseados em dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (indicadores socioeconômicos), do DATASUS (seis doenças infecciosas endêmicas, sensíveis ao clima) e do CPTEC/INPE (séries históricas de 42 anos de precipitação pluviométrica). A Figura seguinte representa os Índices de Vulnerabilidade Epidemiológica e de Vulnerabilidade Climatológica. De acordo com estes índices, a região da Rondônia tem vulnerabilidade epidemiológica moderada (grupo 4, 0,111) e vulnerabilidade climatológica baixa (grupo 2, 0,053).



**Figura 5.1.** (a) Índice de Vulnerabilidade Epidemiológica. (b) Índice de Vulnerabilidade Climatológica (Confalonieri e Marinho, 2007).

De acordo com Confalonieri e Marinho (2007) a ocorrência histórica de agravos à saúde da população humana no Brasil, determinados pela exposição aos eventos climáticos, aponta para a existência de uma situação de vulnerabilidade que precisa ser modificada. Em relação aos impactos futuros da mudança climática na saúde, em todo o mundo, espera-se que estes fenômenos venham a significar um estresse adicional sobre situações

problema já existentes, podendo aumentar a sua intensidade (por exemplo, frequência da ocorrência, número de pessoas afetadas, etc.), gravidade, duração ou ampliar a sua distribuição no espaço geográfico. Assim sendo, para o Brasil, podemos esperar impactos adicionais , entre outros, em relação a doenças infecciosas endêmicas como Malária, leishmaniose, leptospirose e dengue. Devemos ainda considerar como possibilidades de riscos adicionais para a saúde pública, a excessiva demanda pelos serviços de saúde determinadas por migrantes (“refugiados ambientais”).

Assim, Confalonieri e Marinho (2007) referem a necessidade de se modificar condicionantes estruturais da vulnerabilidade da população aos impactos do clima na saúde, a saber:

- Habitações em áreas de risco (encostas de morros e baixadas).
- Deficiências na infra-estrutura básica de saneamento.
- Circulação, de forma endêmico-epidêmica, de patógenos cuja transmissão é influenciada pelo clima.
- Desenvolvimento, aperfeiçoamento e avaliação da eficácia de sistemas de alerta precoce contra eventos climáticos extremos.

Finalmente, como resultado deste nosso estudo relativamente à Malária, verificamos que:

- apesar da introdução de diversas medidas de saúde pública referidos e dos diversos tratamentos, os casos de Malária continuam a ser um problema de saúde pública na Amazônia Legal;
- apesar de se verificar que os casos de Malária têm diminuído, verifica-se que mantém a sua variabilidade interanual e a sua sazonalidade, sugerindo a dependência dos parâmetros meteorológicos.

Assim, concordamos como as recomendações gerais importantes, no âmbito dos impactos de mudanças climáticas na saúde, propostas por

Confalonieri (2005) e que visam facilitar o processo de adaptação e mitigação de impactos das mudanças climáticas:

- Aplicação e adaptação da atual metodologia usada para a caracterização da vulnerabilidade social aos impactos do clima, levando-se em conta as situações regional, estadual e municipal.

- Aperfeiçoamento dos programas de controle de endemias e seus vectores (mosquitos, roedores, etc.), principalmente daquelas sensíveis às variações do clima.

- Esclarecimento da opinião pública em geral sobre o processo de mudança climática e suas possíveis conseqüências e riscos para a saúde da população do país, baseado em estudos e modelos confiáveis, para evitar a frequente desinformação que ocorre nesta área.

- Instalação de esquemas direcionados de vigilância ambiental, epidemiológica e entomológica em localidades e situações selecionadas, visando-se a detecção precoce de sinais de efeitos biológicos da mudança do clima (por exemplo, em populações de vetores, etc.).

- Estímulo à realização de estudos científicos e avaliações técnicas em diferentes escalas espaciais, integrando o setor saúde com outros (habitação, urbanização, demografia, climatologia, qualidade do ar, etc.), visando a construção de cenários integrados de vulnerabilidade para as próximas décadas.

Em conclusão, este trabalho contribui para reforçar a necessidade de implementar a proposta de Confalonieri (2005).

# 6

## CONCLUSÕES

---

VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

## 6. SÍNTESE DE RESULTADOS E CONCLUSÕES

Neste capítulo final fazemos a síntese dos resultados principais deste estudo.

No Capítulo 1, fazemos um enquadramento ao tema, aos objetivos, motivação do trabalho e sua estrutura.

No Capítulo 2, começamos por apresentar uma descrição geral da Malária, como está distribuída no mundo, na amazônia e no estado de Rondônia. Referimos também a importância do seu estudo. De seguida descreve-se muito brevemente o clima da América do Sul, da Amazônia e de Rondônia.

No Capítulo 3, foram apresentados os dados e as metodologias seguidas na elaboração deste estudo.

A discussão de resultados é apresentada no Capítulo 4. Foram apresentados e discutidos os resultados das análises referentes a Malária, à variabilidade interanual e intranual em Porto Velho/RO-Brasil e à sua relação com a Malária. Depois foi abordada a forma de como a variabilidade climática poderá estar relacionada com a ocorrência de Malária nesta região.

Como principais conclusões deste estudo relativamente à Malária, verificamos que apesar da introdução de diversas medidas de saúde pública e dos diversos tratamentos, os casos de Malária continuam a ser um problema de saúde pública na Amazônia Legal. Por outro lado, apesar de se verificar que os casos de Malária têm diminuído, verifica-se que mantém a sua variabilidade interanual e a sua sazonalidade, sugerindo a dependência dos parâmetros meteorológicos.

A análise de correlação entre a série de casos de Malária e as séries climáticas sugere que existe uma correlação positiva (0,70) com a temperatura mínima, ou seja, quando esta é mais elevada os casos de Malária tenderão a aumentar. Com a temperatura máxima, seu resultado de correlação com os casos de Malária foi negativo (-0,76), nos fazendo crer que ocorrerão menos casos de Malária quando a temperatura máxima for mais elevada.

Observamos que a medida em que os anos se passam, a preocupação com as doenças tropicais vem se tornando maior, pois, o Ministério da Saúde tem fundado órgãos com o objetivo de diminuir os índices de pessoas contaminadas com estas moléstias, no qual, destacamos em nosso estudo a Malária. A FUNASA não tem medido esforços para a redução dos casos na região amazônica, com lançamento de programas de controle e melhorias no atendimento e capacitação dos profissionais. Vimos que isto não é o suficiente, apesar das melhorias estarem ocorrendo, não são o suficiente para controlar os casos, ainda se tem muito o que fazer.

No capítulo 5 é apresentada uma síntese de propostas para melhoria da qualidade de vida, ligada a diminuição dos casos de Malária na população residente na região e para os imigrantes, em face das alterações climáticas observados, bem como do desmatamento, migração e desenvolvimento do estado.

O presente estudo representa um início para outras pesquisas, serve de referência e estímulo para que pesquisas afins possam dar continuidade para o mesmo, pois, as modificações climáticas estão influenciando o mundo inteiro e a Amazônia, e podem gerar sérias consequências a população mundial.



# 7

## REFERÊNCIAS

---

VARIABILIDADE NA INCIDÊNCIA DA MALÁRIA NO ESTADO DE RONDÔNIA, NA AMAZÔNIA BRASILEIRA E CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE LARGA ESCALA – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

## 7. REFERÊNCIAS

- Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil, 1997, Brasília, PNUD/IBGE/IPEA/  
Fundação João Pinheiro.
- ALVES, E.J., MEDINA, V.M., OLIVEIRA, M. de A. Colheita e manejo pós-  
colheita. 1999. *In*: ALVES, E.J. A cultura da bananeira: aspectos  
técnicos socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-  
SPI/Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF. 453-485p.
- BARAT, L.M., 2006. Four malaria success stories: How malaria burden was.  
*Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 74(1), pp. 12–16.
- BARATA, R. C. B. Malaria in Brazil, 1995: Trends in the Last Ten Years. *Cad  
Saúde Públ.*, Rio de Janeiro, 11 (1): 128-136, Jan/Mar.
- BARCELLOS, Christovam, MONTEIRO, Antonio Miguel Vieira, CORVALAN,  
Carlos *et al.*, 2009: Mudanças climáticas e ambientais e as doenças  
infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*,  
vol.18, no.3, p.285-304. ISSN 1679-4974.
- BARRETO, M.P e COUTINHO, J.O., 1943. Criação de algumas espécies de  
Anofelinos brasileiros. *Rev. Bras. Biol.*, vol. 3. Pg 317 a 323.
- BLAIKIE, P. et al., 1994. *At Risk. Natural Hazards, People's Vulnerability and  
Disasters*.ROUTLEDGE, London.
- Boletim \_malária. Consultado em [http:// portal.saude.gov.br](http://portal.saude.gov.br)
- BRASIL, M.C., 1997. Os fluxos migratórios na região norte nas décadas de 70  
e 80: uma análise exploratória. *Cad. Est. Soe. Recife*, v. 13, ii. 1, p. 61-  
84,jan.
- CAVALCANTI, I.F. A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S.  
(Org),. *Tempo e clima no Brasil*. Ed. Oficina de Textos. São Paulo,  
464p., 2009.
- COELHO, C. A. S., UVO, C. B., AMBRIZZIT, T. 2002. Exploring the impacts of  
the tropical Pacific SST on the precipitation patterns over South America  
during ENSO periods. *Theor. Appl. Climatology*, v. 71, p. 185-197.

- CONSOLI, RAGB., e OLIVEIRA, RL., 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ,. 228 p.
- CONFALONIERI, U.E.C., 2003 Variabilidade climática, vulnerabilidade social e saúde no Brasil. Fundação Osvaldo Cruz. Rev. Terra Livre. Ano 19 - vol. I - n. 20. São Paulo.
- CONFALONIERI, U.E.C., 2005. Mudanças Climáticas e Saúde Humana, pp 166-171, In:Poppe, M.K & La Rovere, E.L (coord.), Mudança do Clima, vol. 1, Cadernos NAE,nº 3, Brasília, 250 pp.
- CONFALONIERI, U.E.C., MARINHO, D. P., 2007. Mudança Climática Global e Saúde: Perspectivas para o Brasil. Rev. Multiciencia. ed.8. Maio.
- DIAS, M. A. S. e SILVA, M. G. A. J. Para entender tempo e Clima, *in* CAVALCANTI, I.F. A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. (Org),. Tempo e clima no Brasil. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, pp.197 a 212, 2009.
- DIAS, R. P.; MACHADO, C. F. S. e PEIXOTO, M. C. D., 1991. Cotidiano de Vida em Áreas de Colonização da Amazônia e Estratégia de Controle da Malária. Belo Horizonte, Pontifícia Universidade Católica. (Mimeo.)
- Estratégia de Cooperação Técnica da OPAS/OMS com a República Federativa do Brasil. Ministério da Saúde. Consultado em: [http://www.who.int/countryfocus/cooperation\\_strategy/ccs\\_brazil\\_2008\\_2012\\_po.pdf](http://www.who.int/countryfocus/cooperation_strategy/ccs_brazil_2008_2012_po.pdf).
- FEARNSIDE, P. M. A, 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. Conservation Biology 19(3): 680-688.
- FEARNSIDE, P. M. A, 2003. Floresta Amazônica nas mudanças globais. Manaus, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa),.
- FEITOSA, S.M.R. 2010. Alterações climáticas em Teresina-PI decorrentes da urbanização e supressão de áreas verdes. UFPI.
- FIOCRUZ 21\_01\_13. Consultado em <http://www.fiocruz.br/~ccs/estetica/malaria.htm>.
- FUNASA, 20 anos no coração do Brasil, 2011. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília.

- GETHING.P.W., PATIL. A.P., SMITH. D.L., GUERRA. C.A., ELYAZAR. I.R.F. GEOFFEY. L.J., TATEM. A.J. HAY. S.I., 2011. A new world malaria map: Plasmodium falciparum endemicity in 2010. Malaria Journal. Disponível em: <http://www.malariajournal.com/content/10/1/378>.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE 23\_11\_12. Consultado em <http://www.inpe.br/>.
- KAIMOWITZ, D.; MERTENS, B.; WUNDER, S. e PACHECO, P. 2004. Hamburger Connection Fuels Amazon Destruction Bangor, Indonesia, Center for International Forest Research, [http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf\\_files/media/Amazon.pdf](http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/media/Amazon.pdf)
- KOUSKY , V.E, 1980: Diurnal rainfall variation in Northeast Brazil. Mon. Weather Rev, 108, 488-498.
- LANDSBERG, H. E., 1981. The urban climate. New York: Academic Press, 285p.
- LIMA, I.D., GARCIA, C. A. E. MOLLER Jr. 1996. O ocean surface processes on the southern Brazilian shelf: characterization and seasonal variability. Continental Shelf Research, v. 16 n. 10, p. 1307-1317, 1996.
- MARENGO, J. A., DRYAN, L., HASTENRATH, S. 1993. Observacional and modeling studies of Amazonia interannual climate variability. Climate Change, 23 (3). P. 267 a 286.
- MARENGO, J.A . e C.A. NOBRE, 2009. Clima da Região Amazônica, *in* CAVALCANTI, I.F. A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. (Org),. Tempo e clima no Brasil. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, pp.197 a 212, 2009.
- MARENGO, J., HASTENRATH, S, 1993. Case studies of extreme climatic events in the Amazon basin, J. Climate, 6, 617 a 617.
- MARENGO, J. e VALVERDE, M.C., 2007. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. Rev. Multiciencia, v. 5, ed. 8, Campinas, Maio.

- MARGULIS, S, 2003. Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira. Banco Mundial, 1ªed. Brasil.
- MELO, A. B. C., CAVALCANTI, I. F. A., SOUZA, P.P., Clima da Região Amazônica, *in* CAVALCANTI, I.F. A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. (Org),. Tempo e clima no Brasil. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, pp.25 a 41, 2009.
- NAJERA, J.; LIESE, B. e HAMMER, J. S., 1991. Health Sector Priorities Review: Malaria. Washington, DC: The World Bank.
- NOBRE, P., SHUKLA, J. 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. *J. Climate*, v.9,.
- OMS 27\_06\_13. Consultado em <http://malariauefs.weebly.com/dados-da-oms.htm>.
- OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. Indicadores básicos para a saúde no Brasil: Conceitos e Aplicações. 2008. Brasília. Disponível em <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/livroidb/2ed/apresent.pdf>
- PARHAM, P.E., e MICHAEL. E., 2010. Modeling the effects of weather and climate change on malária transmission. *Rev. Environmental Health perspectives*. n.5, vol, 118. Maio.
- PARENTE, A.T., 2007. Incidência de malária no estado do Pará e suas relações com a variabilidade climática regional. Universidade Federal de Belém do Pará.
- REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P. da; AMBRIZZI, T., 2010. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista brasileira de meteorologia*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 185-204.
- Relatório Anual do Ministério da Saúde, 2009. Consultado em <http://portalsaude.saude.gov.br/portalsaude>
- ROMERO, M.A.B. Arquitetura bioclimática do espaço público., 2001. Ed. UNB. Coleção Arquitetura e Urbanismo, Brasília.

- REBELLO, F. K.; HOMMA, A. K. 2005. O. Uso da terra na Amazônia: uma proposta para reduzir desmatamentos e queimadas. *Ciência e Desenvolvimento*, Belém, v. 1, n. 1, p. 199-236, jul./dez.
- REY, L., 2002. Bases da Parasitologia Médica. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 379 p.
- REYDON, B. P.1997. Agricultura sustentável: uma agenda para o desenvolvimento de produção economicamente viável para a Região Amazônica. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. (Org.). *Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais*. Campinas, SP: Unicamp, Instituto de Economia-IE, p. 299-309.
- RIBEIRO, M.C.T.,GONÇALVES, E.G.R., TAUIL, P.L. SILVA, A.R. 2005. Rev. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 38(3):272-274, mai-jun,
- SANTOS, M. L.CASTRO, S.T.B., COSTA, T.M. D.B., SOUZA, S.P.O.,NETTO, O.B.S., 2010. Amazônia concentra 99,9% dos casos de Malária do Brasil. Publicação Científica do Curso de Bacharelado em Enfermagem do CEUT, Edição 24, Teresina, PI.
- SALATI, E., MARQUES. J., Climatology of the Amazon region. In Sioli, H. ed. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dordrecht: Dr. W.Junk Publishers, 1984.
- SARAVANAN, R., CHANG, P., 2000 Interaction between Tropical Atlantic Variability and El Niño–Southern Oscillation. Rev. American Meteorological Society. Vol 13..
- SCHUTZ E.A.S., 2011. Malária e atividade de mineração: o caso da área de influência do garimpo da terra indígena Roosevelt em Rondônia e as estratégias para a vigilância. Fundação Osvaldo Cruz, Ministério da Saúde. Rio de Janeiro.
- SEDAM, ATLAS Geoambiental de Rondônia, 2002. ed. Imediata Gráfica e Editora. Porto Velho.
- SILVA., M. G. FRANCA., R.R. MILTÃO, J.S.T., SARAIVA, F.A.M., SILVEIRA, E.G., 2010. Cobertura do solo e a variabilidade da temperatura e da

- umidade relativa do ar em Porto Velho (RO) entre 1971-2005. Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Rondônia – SEDAM e Universidade Federal de Rondônia – UNIR.
- SILVA DIAS, M.A.F., et al, 2002: Clouds and rain processes in a biosphere atmosphere interaction context in the Amazon Region, Journal of Geophysical Research, 107, No. D20, 8072 - 8092.
- [Sistema Nacional de Vigilância a Saúde, Ministério da Saúde, Relatório de Situação, Brasília, 2011. Consultado em: <http://portal.saude.gov.br>](#)
- SOARES, N.S. Relevância da Malária na região Norte do Brasil com ênfase no estado de Rondônia. Fonte: PORTAL EDUCAÇÃO – 06\_03\_13. consultado em: <http://www.portaleducacao.com.br/enfermagem/artigos/37162/relevancia-da-malaria-na-regiao-norte-do-brasil-com-enfase-no-estado-de-rondonia>.
- SOARES-FILHO, B.S. NEPSTAD. D.C. CURRAN, L. CERQUEIRA, G.C. GARCIA, R.A. RAMOS, C.A. VOLL, E. MCDONALD, A. LEFEBVRE, P. SCHLESINGER, P. MCGRATH, D. 2005. Cenários de desmatamento para a Amazônia. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v19n54/07.pdf>
- TEJAS, G. T. SOUZA, R.M.S., FRANCA.R.R., NUNES, D.D., 2012. Estudo da Variabilidade Climática em Porto Velho/RO – Brasil no período de 1982 a 2011. Revista de Geografia (UFPE) V. 29, No. 2.
- WALISER.D. E. e C. GAUTIER. A., 1993. satellite-derived climatology of the ITCZ. Journal of Climate.
- WATTS, M. J.e BOHLE, J. G., 1993. The Space of Vulnerability: the causal structure of hunger and famine. Progr. Human Geogr., 17:43-67.
- WHO (World Health Organization), 1988. Report on a Technical Consultation on Research in Support of Malaria Control in the Amazon Basin. TDR/ FIELD MAL/SC/AMAI 88.3. Genebra: WHO. (Mimeo.)

- WHO, 1991. Traditional medicine and modern health care. Progress report by the Director General, Document A. 44(10): 22 March 1991. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2005. Traditional medicine and modern health care. Progress report by the Director General, Document A. 44(10): 22 March 1991. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2008. Traditional medicine and modern health care. Progress report by the Director General, Document A. 44(10): 22 March 1991. World Health Organization, Geneva.
- WHO, 2009. Traditional medicine and modern health care. Progress report by the Director General, Document A. 44(10): 22 March 1991. World Health Organization, Geneva.
- ZUFFO, C. E; FRANCA, R. R. 2010. Caracterização Climática de Rondônia e Variabilidade do Clima em Porto Velho. In: IX Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – Climatologia e Gestão do Território. Fortaleza – Ceará.