



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO - PROGRAD
DEPARTAMENTO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO
CURSO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

JEAN RYCARTH GONÇALVES AMORIM

**RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS (ASMA E BRONQUITE) EM CRIANÇAS NA CIDADE MACAPÁ-
AP**

MACAPÁ

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá

551.6

A524r

Amorim, Jean Rycarth Gonçalves.

Relação entre variáveis meteorológicas e doenças respiratórias (asma e bronquite) em crianças na cidade de Macapá-AP / Jean Rycarth Gonçalves Amorim -- Macapá, 2014.

55 p.

Orientadora: Prof^a. MS. Alzira Marques Oliveira.

Co-orientador. Prof. Dr. Daniel Gonçalves das Neves

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Pró-Reitoria de Ensino de Graduação, Curso de Bacharelado em Ciências Ambientais.

1. Mudanças climáticas. 2. Doenças respiratórias. 3. Asma. 4. Bronquite. 5. Alergias em crianças – Macapá (AP). I. Oliveira, Alzira Marques, orient. II. Neves, Daniel Gonçalves das, co-orient. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

JEAN RYCARTH GONÇALVES AMORIM

**RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS (ASMA E BRONQUITE) EM CRIANÇAS NA CIDADE MACAPÁ-
AP**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como exigência do colegiado para obtenção de
título de bacharel em Ciências Ambientais pela
Universidade Federal do Amapá - UNIFAP.

Orientadora: Msc. Alzira Marques Oliveira
Co-orientador: Dr. Daniel Gonçalves das
Neves

MACAPÁ
2014

JEAN RYCARTH GONÇALVES AMORIM

**RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS (ASMA E BRONQUITE) EM CRIANÇAS NA CIDADE MACAPÁ-
AP**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como exigência do colegiado para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Ambientais, pela Universidade Federal do Amapá.

BANCA EXAMINADORA

Msc. Alzira Marques Oliveira

Msc. Jefferson Erasmo de Souza Vilhena

Msc. Herondino dos Santos Filho

MACAPÁ

2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ser essencial na minha vida, agradeço a todos que estiveram presentes na minha trajetória acadêmica, amigos e colegas, aos meus pais pelo apoio e incentivo nos meus estudos.

Aos professores do curso de Bacharelado em Ciências Ambientais da UNIFAP, que de uma forma ou outra tiveram participação nesse processo.

A professora Alzira Marques oliveira, pela paciência na orientação que tornaram possível a conclusão dessa monografia, ao meu Co-orientador Daniel Gonçalves das Neves, por seus incentivos, dedicação, apoio e conhecimentos transmitidos na orientação.

A equipe do NHMET-IEPA, Jefferson Vilhena, Gilvam Portela onde sou estagiário á quase 2 anos, e a todos que colaboraram de forma direta ou indireta, meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi analisar a relação entre variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, temperatura do ar e umidade relativa ar) e doenças respiratórias (asma e bronquite) em crianças de 0 a 5 anos, na cidade de Macapá-AP no período de 2008 a 2012. A metodologia adotada para realização da pesquisa desenvolveu-se em três etapas principais: pesquisa bibliográfica; coleta e tratamento dos dados e análise dos resultados. As duas últimas foram planejadas para responder às questões/hipóteses da pesquisa. Para análise dos dados foram utilizados os Softwares Excel e BioEstat 5.0. A área de estudo da pesquisa é a região urbana de Macapá, capital do Estado do Amapá, que se localiza na margem esquerda do rio Amazonas, cortada pela linha do Equador. Utilizou-se de análise de correlação que proporciona um meio de verificar o grau de associação entre duas ou mais variáveis, neste sentido relacionou-se dados de asma e bronquite com os dados meteorológicos. Nesta pesquisa foi utilizado o teste paramétrico “Correlação Linear de *Pearson*”, esse teste é de largo emprego em bioestatística, onde os valores das variáveis X e Y são mensurados a nível intervalar ou de razões. Na pesquisa, considerou-se a classificação dos valores de correlações de *Pearson* como bem fraca ($0 \leq r < 0,19$), fraca ($0,20 \leq r < 0,39$), moderada ($0,40 \leq r < 0,69$), forte ($0,70 \leq r < 0,89$) e bem forte ($0,90 \leq r < 1,00$). Nas análises descritivas foi possível observar dois períodos distintos de ocorrência de asma e bronquite, constatou-se que em 51% dos casos de asma ocorreram no período chuvoso (dezembro a maio) e bronquite foi mais frequente no período seco (54%). Dos cinco anos pesquisados, apenas os anos de 2008 e 2012 apresentaram correlações significativas (forte a moderada) entre as variáveis.

Palavra-chaves: Variáveis meteorológicas, Asma, Bronquite, Macapá.

ABSTRACT

The objective of the research was to analyze the relationship between meteorological variables (precipitation, air temperature and relative humidity) and respiratory diseases (asthma and bronchitis) in children 0 to 5 years old, the city of Macapá-AP in the period 2008-2012. The methodology for conducting the research developed in three main stages: literature, collection and processing of data and analysis of results. The latter two were designed to answer the questions / hypotheses of search. Para data analysis two applications (Software) and Excel BioEstat 5.0 were used. The study area of research is the urban area of Macapá, capital of the State of Amapá, located between latitudes $0^{\circ} 06'04.14''$ N $0^{\circ} 03'18.08''$ S and longitude $51^{\circ} 02'21.40''$ W $51^{\circ} 07'56.17''$ W. We used the statistical method of analysis of correlation. The Correlation analysis provides a means to verify the degree of association between two or more variables. In this sense data of asthma and bronchitis with meteorological data were compared. In this research the parametric test "*Pearson Linear Correlation*" was used. This test is of broad application in biostatistics, where the values of X and Y variables are measured at the interval level or reasons. In the survey, we considered the classification of values of Pearson correlations as well as weak ($0 \leq r < 0,19$), weak ($0,20 \leq r < 0,39$), moderate ($0,40 \leq r < 0,69$), strong ($0,70 \leq r < 0,89$) and very strong ($0,90 \leq r < 1,00$). In the descriptive analysis was possible to observe two distinct periods of occurrence of asthma and bronchitis. In the descriptive analysis it was found that 51% of asthma cases occurred in the rainy season (December to May) and bronchitis was more frequent in the dry season (54%). The values found in the correlation analyzes refute the hypothesis. The five years surveyed, only the years 2008 and 2012 showed significant correlations (strong or moderate) between variables.

Key word: Variables meteorológicas, Asma, Bronchitis, Macapá

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Diagrama da temperatura mínima e máxima do ar.....	21
Figura 2- Climatologia da temperatura média do ar para o mês de março e outubro em todo o território.....	22
Figura 3-Termômetro de máxima de mínima para medir a variação da temperatura do ar	23
Figura 4 - (a) Abrigo meteorológico utilizado em estações meteorológicas convencionais; (b) Abrigo meteorológico utilizado em estações meteorológicas automáticas.	23
Figura 5- Exemplo da variação da temperatura com a umidade relativa	24
Figura 6- Formação de chuvas frontais	25
Figura 7- Formação de chuvas orográficas.....	26
Figura 8-Formação de chuvas convectivas.....	26
Figura 9-Características de pluviômetro manual.....	27
Figura 10: Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa	31
Figura 11: Localização da área de estudo – Município de Macapá-AP.....	32

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Médias mensais de precipitação (2008-2012).....	38
Gráfico 2- Variações de temperatura Médias Mensais (2008-2012).....	39
Gráfico 3-Variações de umidade relativa máxima e mínima (2008-2012)	40
Gráfico 4-Totais mensais de Asma e Bronquite no período de 2008-2012.....	41
Gráfico 5- Precipitação versus casos de Asma e Bronquite (2008-2012)	43
Gráfico 6- Temperatura Máxima versus Casos de Asma e Bronquite	45

Gráfico 7- Temperatura Mínima versus Casos de Asma e Bronquite.....	46
Gráfico 8- Umidade Relativa Mínima versus casos de Asma e Bronquite	48
Gráfico 9- Umidade Relativa Máxima versus Casos de Asma e Bronquite.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Estações para coleta de dados	34
Tabela 2- Valores de correlação de Pearson (r).	36
Tabela 3- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Precipitação (PRP) e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.....	44
Tabela 4- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Temperatura Máxima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.....	46
Tabela 5- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Temperatura Mínima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.....	47
Tabela 6-Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Umidade Relativa Mínima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.....	49
Tabela 7- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Umidade Relativa Máxima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AIH – Autorização de Internações Hospitalares
- CBERS – China-Brazil Earth Resources Satellite (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres)
- CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
- DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
- ENOS – *El Niño*- Oscilação Sul
- HRB – Hiper-responsividade brônquica
- IEPA – Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
- IRA – Infecção Respiratória Aguda
- LI – Linhas de Instabilidade
- NHMET – Núcleo de Hidrometeorologia e Energias renováveis
- N-NEB – Norte e Nordeste Brasileiro
- OMS – Organização Mundial de Saúde
- PSM – Pronto Socorro Municipal
- SCD1 – Satélite de Coleta de Dados 1
- SCD2 – Satélite de Coleta de Dados 2
- SIH – Sistema de Informações Hospitalares
- SO₂ - Dióxido de enxofre
- SUS – Sistema Único de Saúde
- TABNET - Aplicativo para realização de tabulação na Intranet/Internet
- ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Umidade Relativa do Ar.....	24
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS	16
1.1.1 Geral.....	16
1.1.2 Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 EFEITOS DO CLIMA NA SAÚDE HUMANA.....	17
2.2 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS.....	17
2.2.1 Asma.....	18
2.2.2 Bronquite	19
2.3 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS	20
2.3.1 Temperatura do ar	21
2.3.2 Umidade Relativa do Ar.....	23
2.3.3 Precipitação Pluviométrica	24
2.4 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NO BRASIL.....	28
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
3.1 ÁREA DE ESTUDO	31
3.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS	32
3.3 DADOS METEOROLÓGICOS	34
3.4 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS DE ASMA E BRONQUITE	35
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA	37
4.1.1 Distribuição das médias mensais de precipitação (2008-2012)	37
4.1.2 Variações de Temperatura Máximas e Mínimas (2008-2012).....	38
4.1.3 Variações de Umidade Relativa Máxima e Mínima (2008-2012)	39
4.1.4 Distribuição mensal de Asma e Bronquite (2008-2012).....	40
4.2 ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA.....	42

4.2.1 Associação entre Precipitação e casos de asma e bronquite	42
4.2.2 Associação entre Temperatura e as doenças respiratórias Asma e Bronquite	43
4.2.3 Associação entre Temperatura Mínima e as doenças Asma e Bronquite	45
4.2.4 Associação entre Umidade Relativa Mínima e as doenças respiratórias Asma e Bronquite.....	47
4.2.5 Associação entre Umidade Relativa Máxima e as doenças respiratórias Asma e Bronquite.....	48
5 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Há tempos, estudos correlacionam à influência do meio ambiente sobre o organismo humano, tentando compreender o complexo processo de saúde e doença, resultante da ação da sociedade em face da apropriação da natureza e organização do espaço (MCMICHEL, 1996).

Para Ayode (2010) o clima é uma importante condicionante ambiental, que apresenta alterações cíclicas, inesperadas e danosas que afetam o homem e o meio social de forma geral. Assim, o clima também favorece a manifestação de determinados agravos à saúde, tendo seus elementos (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica) interferência no bem estar dos indivíduos (BOTELHO, 2003).

Segundo Abreu e Ferreira (1999) esses elementos não são os únicos responsáveis pelo desencadeamento de enfermidades, todavia, quando vinculados às características físicas, psicológicas e culturais, ou seja, fatores ligados ao estilo de vida agem como mais um contribuinte para o agravamento de determinadas enfermidades.

Ayode (2010) afirma que as temperaturas extremamente altas provocam a incidência de choques térmicos, exaustão e câibras pelo calor. Por outro lado, temperaturas extremamente baixas causam doenças como artrites, sinusites e enrijecimento de juntas, e ainda, o ar muito seco prejudica ou diminui o vigor físico e a disposição para o trabalho físico e mental.

Pesquisas relacionadas a climatologia médica indicam que atualmente há um alerta sobre a influencia do clima em doenças do aparelho respiratório. Abreu e Ferreira (1999) afirmam que ao longo das últimas décadas, as doenças respiratórias na infância têm se elevado em termos de morbidade¹ se, observada em termos mundiais, bem como a alta mortalidade, principalmente em países de terceiro mundo, como é o caso do Brasil.

Segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (2003), as doenças respiratórias atualmente revelam-se como as principais causas de incapacidades no mundo, responsável por 59% dos 56,5 milhões de registros anuais. De acordo com dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) cerca de 13 milhões de crianças menores de cinco anos morrem anualmente por doenças do aparelho respiratório e 95% delas ocorrem nos países em desenvolvimento e segundo o Banco Mundial de Saúde estima-se que quatro milhões de pessoas possam ter morrido prematuramente em 2005, em decorrência de asma e bronquite.

¹ Termo usado para designar o conjunto de uma dada doença ou a soma de agravos à saúde que atingem um grupo de indivíduos, em um dado intervalo e lugar específico.

Diante desse alerta diversas pesquisas foram realizadas. Por exemplo, Lecha (1998) relacionou diversos tipos diários do tempo com a ocorrência de doenças respiratórias e mostrou que os dias frios e muito frios estavam relacionados ao aumento de asma, principalmente em crianças.

Estudo realizados por Rusticucci et al., (2001), mostraram que, durante o inverno, há um aumento de aproximadamente 17% nas internações hospitalares por complicações relacionadas ao sistema respiratório.

Doenças respiratórias são patologias crônicas tanto das vias aéreas superiores como das inferiores. A asma, a bronquite, a rinite alérgica, e a doença pulmonar obstrutiva crônica, são as doenças respiratórias crônicas mais comuns.

Coelho et. al., (2007) afirmam que doenças respiratórias realmente são comuns. Entretanto, determinadas doenças respiratórias podem levar a morte. Em sua maioria estão associados fatores externos como vírus e bactérias e recentemente vem sendo potencializado pelas alterações do clima (GOUVEIA et. al., 2007).

Para Gouveia et. al., (2007) asma e bronquite, são doenças respiratórias direta e indiretamente associadas às alterações do clima. Por exemplo, as baixas temperaturas e a chegada das massas de ar frio propiciam a congestão do nariz gerando sintomas típicos dos resfriados, como obstrução nasal, dor na face, coriza e espirros. Esses sintomas evoluem porque, para evitar o frio, as pessoas ficam em ambientes fechados e tornam ainda mais fácil a passagem dos vírus entre as pessoas, levando milhares de idosos, adultos e crianças aos hospitais (McMICHAEL et. al., 2003; CERCAL, 2013).

E, os prognósticos climáticos para os próximos anos são bastante pessimistas. De acordo com Barcellos et. al., (2009) os modelos de previsão climática apontam cenários de variações climáticas consideráveis, tais como: a) Eventos *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS) mais intensos: Secas no Norte e Nordeste e enchentes no Sul e Sudeste; b) Diminuição de chuvas no Nordeste. E, na Amazônia, particularmente, se sobrepõem às oscilações climáticas a intensificação de queimadas e desflorestamento (MARENGO, 2007).

Segundo Farias (2010) asma e bronquite são doenças que vem apresentando aumento significativo em todo o mundo, o Brasil ocupa o 8º lugar com prevalência média de 20%, sendo que asma é a terceira causa de hospitalização pelo SUS, entre crianças.

Para Abreu e Ferreira (1999) estudos sobre asma e bronquite, o tratamento profilático² e o conhecimento que se tem sobre elas são de extrema importância para o seguimento da

² Medicamento que atua como medida preventiva de enfermidades.

criança, porque há demanda de tempo e energia para o país, além dos cuidados, frequentemente. Esses autores afirmam também que asma e bronquite constituem importante gerador de demanda de serviços de saúde no Brasil.

Essas doenças são responsáveis por 30% a 60% das consultas ambulatoriais e importante causa de hospitalização na infância. Os serviços de saúde, quando o acesso é fácil, podem gerar atendimentos sem uma real necessidade, expondo o indivíduo a riscos desnecessários ou, por outro lado, quando a capacidade instalada é insuficiente e/ou o padrão de morbidade é elevado, o atendimento pode faltar ou ocorrer de forma inadequada (ABREU e FERREIRA, 1999).

Portanto, é preciso atender esses processos para uma melhor utilização dos serviços de saúde e atender a população que necessita de cuidados de saúde. A diminuição da morbimortalidades³ geradas por asma e bronquite implica em intensificar a qualidade da atenção hospitalar e fortalecer os programas de promoção de saúde e de controle das enfermidades prevalentes na atenção primária à saúde.

Sendo as variações climáticas, um importante contribuinte para o agravamento dessas doenças, o conhecimento das condições meteorológicas favorece a prevenção de prejuízos para a sociedade, seja de ordem material ou humana. Neste contexto verifica-se intuitivamente que as condições extremas de tempo em determinados meses do ano possa causar danos à saúde humana, sendo necessária a identificação de uma periodicidade para prover elementos para pesquisa de fatores ambientais e de respostas que subsidiem medidas preventivas.

Diante dessa discussão buscou-se com a pesquisa responder o seguinte questionamento: Variáveis meteorológicas influenciam na incidência de doenças respiratórias (asma e bronquite)?

Com base nessa pergunta formulou-se a hipótese de que há associação significativa entre precipitação pluviométrica, temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (máxima e mínima) com os casos de Asma e bronquite no período de 2008 a 2012 em crianças de 0 a 5 anos na cidade de Macapá.

³ Refere-se ao impacto das doenças e das mortes que incidem em uma sociedade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Analisar a relação entre variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, temperatura do ar e umidade relativa ar) e doenças respiratórias (asma e bronquite) em crianças de 0 a 5 anos, no município de Macapá-AP no período de 5 anos (2008 a 2012).

1.1.2 Específicos

- ✓ Levantar os casos com registros de doenças respiratórias (asma e bronquite) no município de Macapá nos anos de 2008-2012.
- ✓ Realizar levantamento de variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, temperatura do ar e umidade relativa do ar).
- ✓ Testar estatisticamente a correlação das variáveis meteorológicas com os registros das doenças respiratórias no município de Macapá para o período da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EFEITOS DO CLIMA NA SAÚDE HUMANA

Segundo Ayoade (2010) o estudo do tempo e do clima ocupa uma posição central e importante no amplo campo da ciência ambiental. Para esse autor no contexto dos fenômenos atmosféricos, estes, interagem nos processos que ocorrem na biosfera, hidrosfera e litosfera. E, essa influência nas partes do ambiente tem impacto significativo na saúde humana (McMICHAEL, 2003).

No início do século XX, os estudos da relação do homem com o meio natural, principalmente o clima, passaram a ser mais valorizados. Neste período, a teoria da unicausalidade declinou, pois cada vez mais estavam constatando que somente a presença do agente etiológico não era suficiente para a produção da enfermidade.

Aliado a estes fatos, os estudiosos da Epidemiologia, preocupados com as causas, a origem e a localização da doença no meio geográfico, realizaram as chamadas topografias médicas tais como: levantamentos sobre o comportamento do homem, os hábitos da população, as condições naturais e socioeconômicas de lugares, cidades e regiões (TELLES, 2011).

Nesse mesmo século, no Brasil, alguns estudiosos, já relacionavam as doenças com os fatores climáticos, tais como Afrânio Peixoto (1975), que publicou a obra *Clima e Saúde*. Nessa obra, o médico sanitário relacionou algumas patologias tropicais com o clima, aproximando cada vez mais o estudo das doenças com o meio ambiente.

2.2 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

Doenças respiratórias são aquelas que atingem órgãos do sistema respiratório (pulmões, boca, faringe, fossas nasais, laringe, brônquios, traquéia, diafragma, bronquíolos e alvéolos pulmonares). Dentre as enfermidades do sistema respiratórios mais comuns estão à bronquite, rinite, sinusite, asma, gripe, resfriado, faringite, enfisema pulmonar, câncer de pulmão, tuberculose, pneumonia dentre outras. As causas destas doenças podem ser diversas,

tais como fumo, alergias (provocada por substâncias químicas ou ácaros), fatores genéticos, infecção por vírus e mais recentemente associadas às variações climáticas (McMICHAEL et al., 1996).

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS (2012), asma e bronquite são doenças do aparelho respiratório mais comum entre crianças. Estima-se que em todo o mundo cerca de 300 milhões de crianças sejam portadores dessas enfermidades.

No Brasil anualmente ocorrem cerca de 350.000 internações por asma, constituindo-se na quarta causa de hospitalização pelo SUS (2,3% do total) e sendo a terceira causa entre crianças. Quanto à bronquite há consenso no âmbito médico que seja mais frequente em bebês prematuro. Esses altos índices de internações em decorrência de asma e bronquites estão gerando sérios problemas à saúde pública (FARIAS et al., 2010; SOUSA et al., 2012).

Segundo Oliveira (2012) o manejo inadequado da asma e da bronquite crônica acarreta prejuízos à saúde e qualidade de vida dos indivíduos que sofrem destas doenças, além de produzir custos que são evitáveis para os sistemas de saúde. Entre os fármacos disponíveis, os inaladores dosimetrados constituem o alicerce para o controle de ambas.

Oliveira (2012) afirma ainda, que em uma estimativa de custos para a saúde pública, um estudo fármaco econômico que inclui 2.414 episódios de exacerbação de bronquite crônica tratados ambulatorialmente verificou-se que o gasto médio com cada episódio é de US\$ 159,00, porém, o fracasso no controle ambulatorial acarreta custos de US\$ 477,50. A autora conclui ainda que além do manejo domiciliar adequado, prevenindo exacerbações, a prevenção de infecções respiratórias, seria expressiva a redução de custos para o Sistema Único de Saúde (SUS).

2.2.1 Asma

O II Consenso Brasileiro no Manejo da Asma define a doença uma patologia crônica das vias aéreas caracterizada por: a) obstrução ao fluxo aéreo reversível (embora não completamente em alguns pacientes) espontaneamente ou com tratamento; b) inflamação em que muitas células têm um papel importante, em particular mastócitos e eosinófilos; c) aumento da reatividade das vias aéreas a uma variedade de estímulos (hiper-responsividade

brônquica = HRB); d) episódios recidivantes de sibilância⁴, dispnéia⁵, aperto no peito e tosse, particularmente à noite e pela manhã ao acordar (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALERGIA E IMUNOPATOLOGIA, 1998).

Para Trippia et al., (1998) quando ocorre um ataque de asma, os músculos ao redor das vias respiratórias ficam apertados e a parte interna das passagens de ar incha isso reduz a quantidade de ar que pode passar. Em pessoas sensíveis, os sintomas de asma podem ser desencadeados pela inalação de substâncias que causam alergia (chamados alérgenos ou desencadeadores). Os desencadeadores comuns de asma incluem: animais (pelo ou caspa de animais domésticos), poeira, variabilidade climáticas (com frequência em clima frio), produtos químicos no ar ou nos alimentos, exercícios intensos, mofo, pólen, infecções respiratórias como o resfriado comum, emoções fortes (estresse) e fumo (SOUSA, 2012).

Segundo Pastorino et al., (1998) no Brasil, nas últimas décadas observou-se um aumento significativo da incidência de crises de asma, tanto em nível ambulatorial quanto em atendimento hospitalar (TRIPPIA et al., 1998).

Moura Caetano et al., (2002) e Pastorino et al., (1998) afirmam que no Brasil o perfil predominante de morbidade por asma estão em crianças de até cinco anos. Para Botelho et al., (2003) a evolução da asma é variável segundo a idade de início dos sintomas e o fator etiológico implicado. Em geral, 30% a 80% das crianças asmáticas iniciam seus sintomas durante os primeiros três anos de vida. No nosso meio, durante o primeiro ano de vida, de 50% a 65% das crianças asmáticas manifestaram os primeiros sintomas (PASTORINO et al., 1998).

Moura Caetano et al., (2002) chamam a atenção para o perfil da morbidade de crianças menores de cinco anos, pois este é considerado parâmetro básico para o estabelecimento das necessidades de saúde desse grupo da população.

2.2.2 Bronquite

Para Menezes (1997) desde 1676 encontram-se na literatura citações sobre sintomas característicos de bronquite crônica. Entretanto, somente em 1951 houve a primeira manifestação de interesse sobre essa doença, quando a mesma foi tema de simpósio, na Inglaterra e Irlanda (COLLEY, 1985).

⁴ Sonoridade aguda ou chiado produzido pelas vias respiratórias, geralmente é ouvida quando se tem alguma enfermidade nos pulmões, brônquios ou via respiratória, é bastante frequente em asmáticos e em portadores de doença pulmonar.

⁵ Dificuldade de respirar caracterizada por respiração rápida e curta, geralmente associada a doença cardíaca ou pulmonar.

Menezes (1997) afirma também que a partir desse momento, tiveram início inúmeras discussões sobre a definição e o diagnóstico desta doença. Em 1959, no Simpósio Ciba, bronquite crônica foi definida como “a presença de tosse com catarro na maioria dos dias de três meses, que vem ocorrendo desde dois anos consecutivos, contanto que possam ser excluídas outras doenças capazes de provocar tosse” (SIMPOSIO DA FUNDAÇÃO CIBA, 1959).

Segundo Varella (2013) bronquite consiste na inflamação das principais passagens de ar para os pulmões. A bronquite pode ser aguda (curta duração) ou ser crônica dura por muito tempo e tem alta recorrência. A aguda costuma acompanhar uma infecção viral respiratória. No início, ela afeta o nariz, os seios da face e a garganta, depois, se espalha para os pulmões. Às vezes, pode-se contrair uma infecção bacteriana secundária nas vias respiratórias. Isso significa que a bactéria infectou as vias respiratórias, além do vírus.

2.3 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS

Dados da Organização Mundial da Saúde (2012) apontam que o clima tem papel fundamental na transmissão de diversas doenças que estão entre as principais causas de morbidade e mortalidade no mundo. Sendo o clima um importante agente de disseminação de diversas doenças, as variáveis meteorológicas, tais, como temperatura do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, são importantes objetos de investigação.

Segundo Souza (2012) as variáveis meteorológicas têm sido pesquisadas devido a potenciais riscos à saúde humana, especialmente em relação ao sistema respiratório. Para Silva Junior (2011) *apud* Ezzati et al. (2002) os riscos à saúde incluem aqueles que são relacionados diretamente ao clima e aqueles que ocorrem indiretamente, devido a sensíveis sistemas biológicos, tais como infecções dependentes de vetores, patógenos que contaminam alimentos, produção de aeroalérgenos⁶ e doenças adquiridas com a água (BARCELLOS et al., 2009).

Souza (2012) afirma ainda que, inúmeras pesquisas em saúde alertam para influência de variáveis meteorológicas em agravos de doenças em seres humanos. Entretanto, a avaliação dos efeitos das condições climáticas sobre a saúde é extremamente complexa e requer uma avaliação integrada. Ou seja, é necessário uma abordagem interdisciplinar de

⁶ São alguns alérgenos que estão presente no ar como poeira domiciliar (ácaros, restos de insetos); pelos de animais domésticos (gato, cachorro); fungos e, em algumas regiões do Brasil polens.

profissionais de saúde, climatologistas, cientistas sociais, biólogos, físicos, químicos, epidemiologistas, dentre outros, para analisarem as relações entre os sistemas sociais, econômicos, biológicos, ecológicos e físicos.

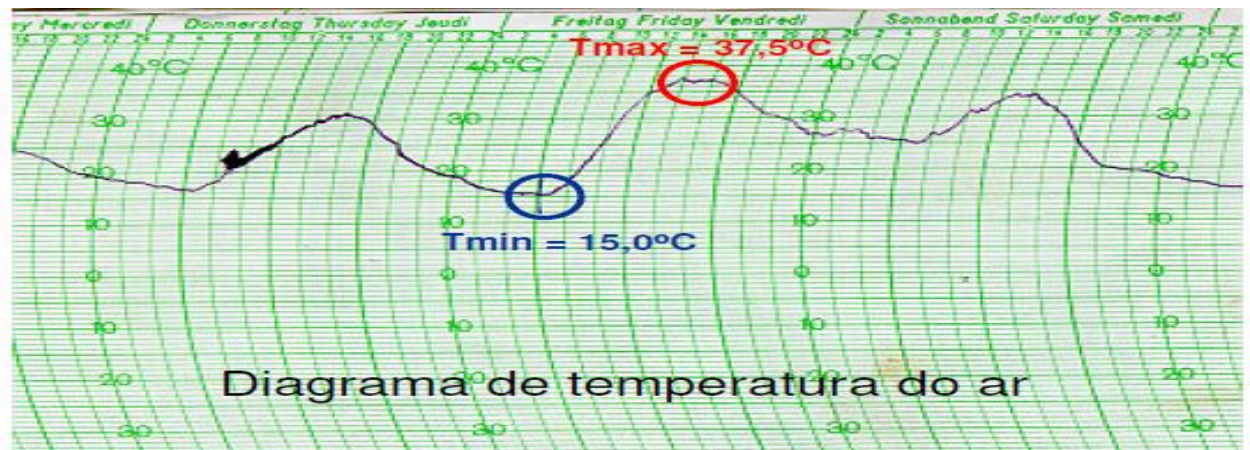
2.3.1 Temperatura do ar

A temperatura do ar é um dos efeitos mais importantes da radiação terrestre. Esta é definida como a quantidade de calor sensível presente no ar atmosférico através do aquecimento da superfície (AYOADE, 2010).

Dentre os fatores que influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra, estão à quantidade de insolação recebida, a característica da superfície, à distância a partir dos corpos hídricos, o relevo, dentre outros (VIANELO, 2010).

A temperatura do ar apresenta variações que são diretamente influenciadas com a chegada de energia solar que, conseqüentemente, gera o aquecimento do solo. Esta variável apresenta comportamento diferenciado tanto em escala temporal como espacial. Numa escala temporal, o valor da temperatura máxima do ar ocorrer normalmente entre duas a três horas após o ápice da energia radiante. Já a temperatura mínima ocorrer alguns minutos antes do nascer do sol (Figura 01) (PEREIRA, ANGELOCCI E SENTELHAS, 2002).

Figura 01: Diagrama da temperatura mínima e máxima do ar (Piracicabas - SP).

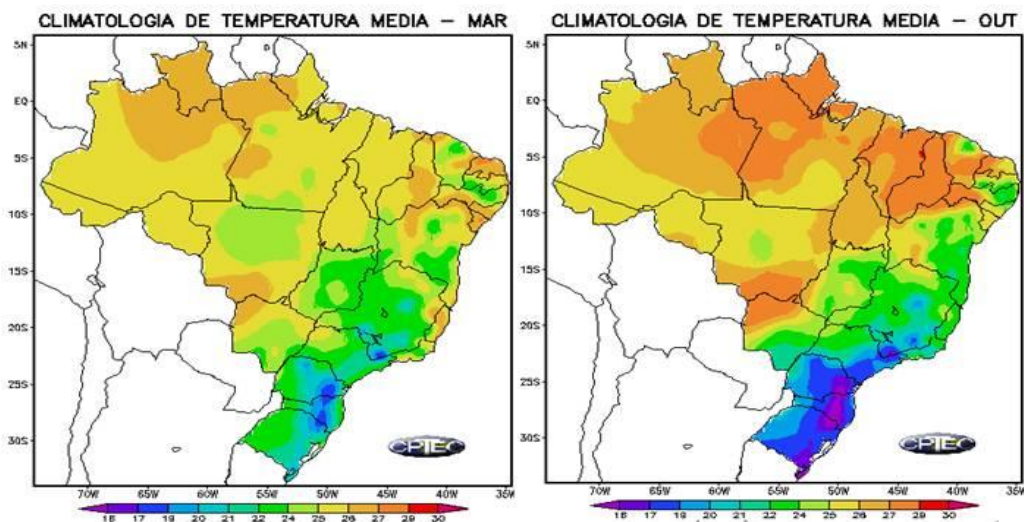


Fonte: SENTELHAS E ANGELOCCI, 2009.

Dentro do aspecto da variabilidade espacial (horizontal), a temperatura do ar é normalmente definida pelos efeitos do clima como latitude, altitude, continentalidade, correntes oceânicas, massas de ar, etc. (PEREIRA, ANGELOCCI E SENTELHAS, 2002).

As Figuras 1a e 1b mostram a variabilidade espacial das temperaturas médias do ar para o mês de março e outubro para todo o território brasileiro, de acordo com as normais climatológicas de 1961 a 1990 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Figura 02).

Figura 2 Climatologia da temperatura média do ar para o mês de março e outubro em todo o território brasileiro.



Fonte: INMET

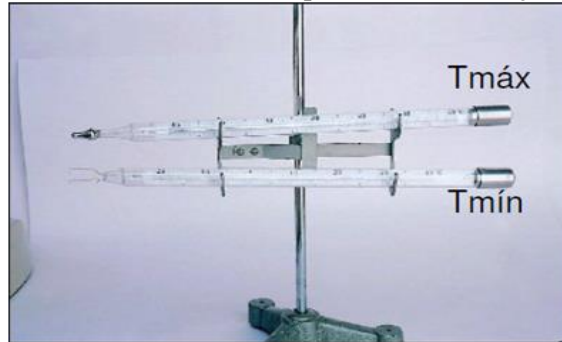
Já em termos de variabilidade espacial na vertical, tanto o aquecimento quanto o resfriamento do ar se dão a partir da superfície. Durante o dia a temperatura do ar tende a ser maior próximo a superfície, passando a reduzir com a altura. Na madrugada, essa condição é modificada, ou seja, a temperatura é menor próximo à superfície e maior quando se eleva na atmosfera (PEREIRA, ANGELOCCI E SENTELHAS, 2002).

O instrumento que é utilizado para medir a temperatura do ar chama-se termômetro. Existem diferentes tipos de termômetros, dentre os existentes estão, termômetros elétricos, termômetros de resistência, termômetro de mercúrio em vidro e etc. (MOTA, 1986).

Num aspecto prático em meteorologia, para se obter as temperaturas máximas e mínimas registrada pelo ar no período de um dia, utiliza-se os termômetros de máxima e mínima (Figura 03). Estes instrumentos são dispostos dentro de um abrigo meteorológico a

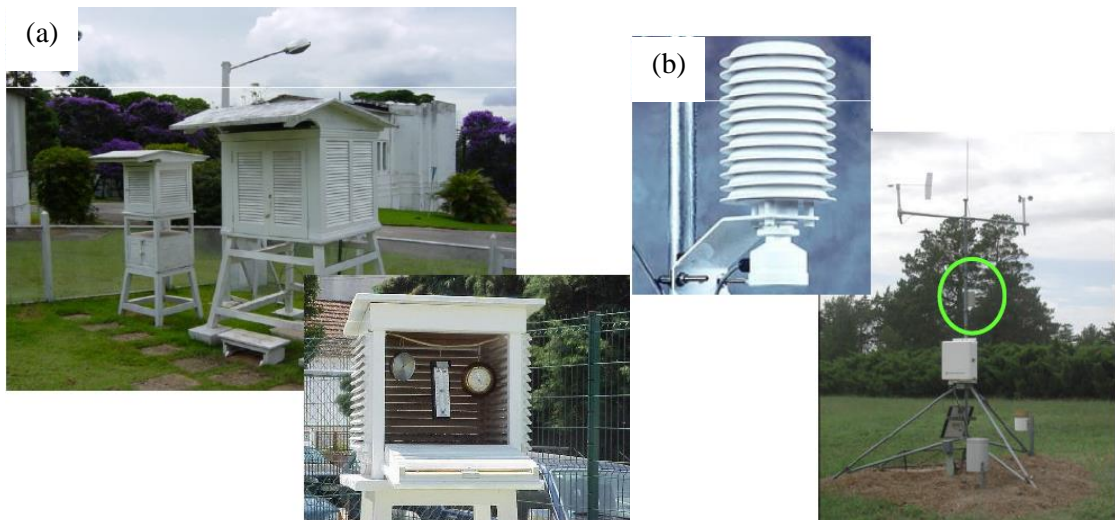
uma altura de 1,5 a 2,0 metros acima do solo (MOTA, 1986). Existem também os abrigos meteorológicos automáticos, que são utilizados em estações meteorológicas automáticas (Figura 04).

Figura 3-Termômetro de máxima de mínima para medir a variação da temperatura do ar



Fonte: SENTELHAS E ANGELOCI, 2009.

Figura 4 - (a) Abrigo meteorológico utilizado em estações meteorológicas convencionais; (b) Abrigo meteorológico utilizado em estações meteorológicas automáticas.



Fonte: SENTELHAS E ANGELOCI, 2009.

2.3.2 Umidade Relativa do Ar

Umidade atmosférica é o termo usado para definir a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera. Já a umidade relativa é a razão entre o conteúdo real de umidade de

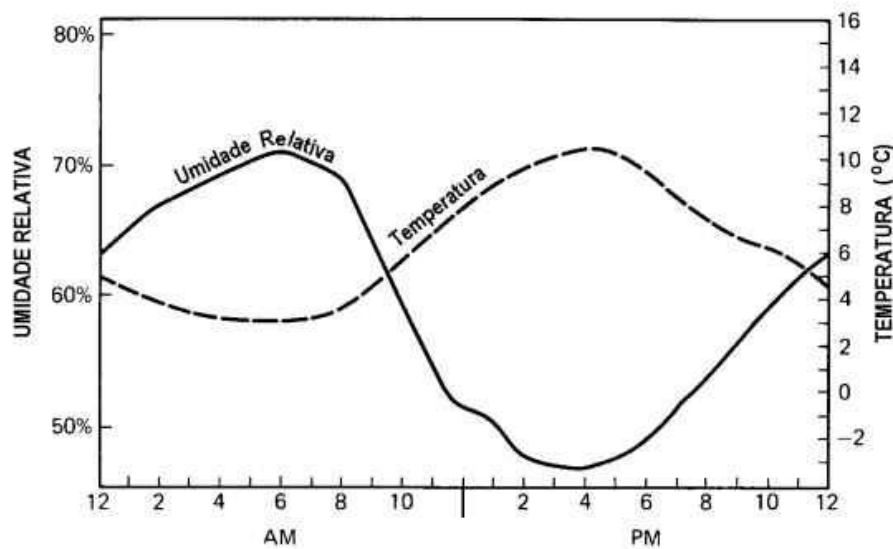
uma parcela de ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar sob a mesma temperatura e pressão quando saturado (Ayoade, 2010). É normalmente expressa em porcentagem, dada pela equação 1:

$$UR = \frac{r}{r_s} 100\% \quad (1)$$

Onde, UR é a umidade relativa; r é a razão de mistura e r_s é a razão de mistura saturada.

Portanto, umidade relativa é de maneira geral, a medida do ar mais popularmente divulgada e utilizada nos setores que necessitam dessa informação. Os instrumentos utilizados são os termômetros de mercúrio, de bulbo seco e de bulbo úmido. O resultado desta variável descreve o grau de saturação do ar, sendo fortemente influenciada pela temperatura do ar. Na figura 05 mostra que a umidade relativa varia inversamente com a temperatura do ar, mostrando-se mais baixa no começo da tarde e mais elevada à noite (Ayoade, 2010).

Figura 5- Exemplo da variação da temperatura com a umidade relativa



Fonte: CPTEC

2.3.3 Precipitação Pluviométrica

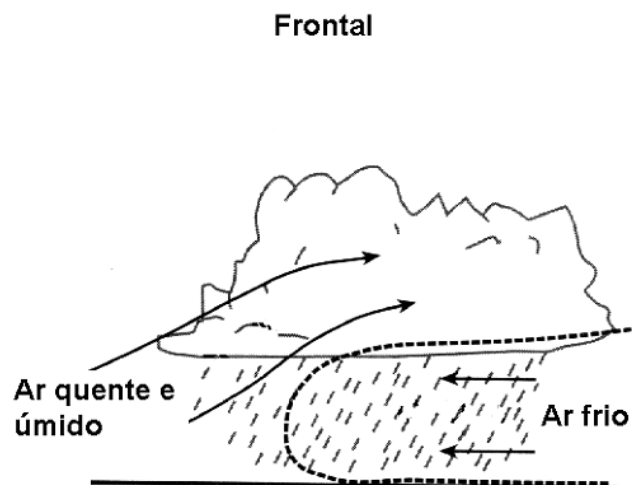
Segundo Ayoade (2010) o termo precipitação é usado para qualquer deposição em forma líquida ou sólida proveniente da atmosfera. Conseqüentemente, o termo refere-se às várias formas líquidas e congeladas de água, como a chuva, neve, granizo.

Para que aconteça a precipitação em forma de chuva, basicamente, é necessário a formação de nuvens que se dá, a partir, de movimentos ascendentes de uma massa de ar úmido para níveis elevados da atmosfera. Conforme esta se eleva na atmosfera, sua temperatura reduz, até que, o vapor d'água presente na massa de ar úmido condensa, formando pequenas gotas, que permanecem suspensas no ar por correntes ascendentes e pela turbulência. Porém, em determinado instante, estas gotas dentro da nuvem crescem, aumentando de tamanho e ganham peso suficiente para vencer as correntes ascendentes de ar que as sustentam. Em seguida, essas gotas se precipitam para o solo na forma de precipitação pluviométrica ou chuva (SENTELHAS e ANGELOCCI, 2009).

Por convenção, classificou-se a precipitação pluviométrica em três tipos principais, tomando como base a ascensão da massa de ar úmido. Os tipos de chuva são: frontais, orográficas e convectivas (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

Chuvas Frontais: é o encontro de duas grandes massas de ar, com valores de temperatura e umidade diferente. Devido, ao contato, dessas duas diferentes massas de ar (zona frontal), a massa de ar mais quente, portanto mais leve e, normalmente, mais úmida, se eleva, adquirindo temperaturas mais baixas, resultando na condensação do vapor (Figura 6), (COLLISCHONN e TASSI, 2008). As chuvas frontais, geralmente, ocorrem sobre grandes extensões movimentando-se de forma relativamente lenta, caracterizando-se por gerar chuvas de longa duração. Estas chuvas são geralmente mais frequente na região Sul, Sudeste, Centro Oeste e, algumas vezes no Nordeste do Brasil (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

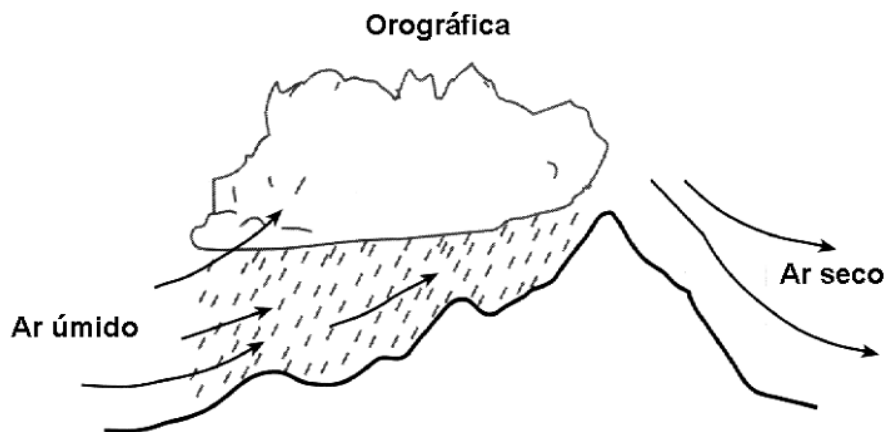
Figura 6 - Formação de chuvas frontais



Fonte: COLLISCHONN e TASSI, 2008.

Chuvvas orográficas: ocorrem em regiões que apresentam elevado relevo, como por exemplo, uma cordilheira ou serra muito alta. Estes tipos de terrenos formam um bloqueio, que impede a passagem de ventos quentes e úmidos, que são forçados a ascenderem, condensando o ar em determinada altitude, formando, nuvens e provocando precipitação com muita frequência sobre estes tipos de regiões (Figura7) (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

Figura 7 - Formação de chuvas orográficas



Fonte: COLLISCHONN e TASSI, 2008.

Chuvvas convectivas: As chuvas convectivas ocorrem através do aquecimento e ascensão do ar próxima à superfície quente dos continentes e oceanos para níveis mais elevados na atmosfera, onde as baixas temperaturas condensam o vapor, formando as nuvens (Figura 8). As chuvas convectivas são caracterizadas por apresentarem registro de forte intensidade e curta duração, concentrando-se em pequenas áreas. Este tipo de chuva convectiva é mais predominante nas regiões tropicais do Brasil (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

Figura 8 - Formação de chuvas convectivas.



Fonte: COLLISCHONN e TASSI, 2008.

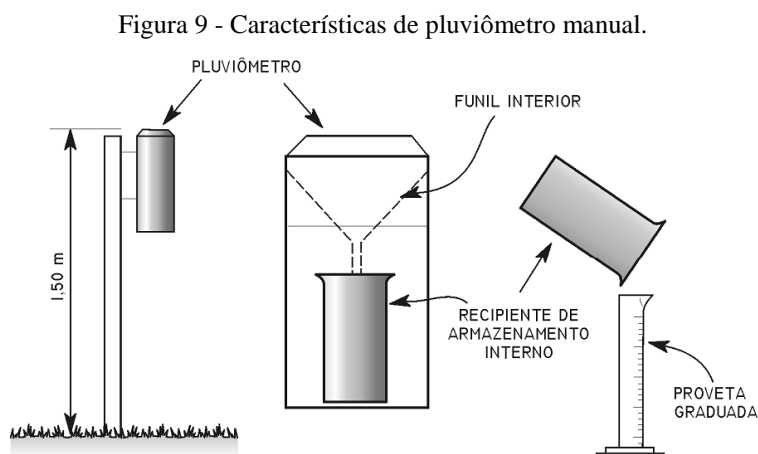
Quantifica-se a chuva pela altura de água caída e acumulada sobre uma superfície plana. Sendo três as grandezas características das medidas pluviométricas, que são:

Altura pluviométrica: medida realizada pelo pluviômetros/pluviógrafos, expressa geralmente em milímetros. Esta medida representa a altura da lâmina d'água que se forma sobre o solo como resultado de determinada chuva, considerando que, não ocorreu escoamento, infiltração ou evaporação da água precipitada (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

Duração: período de tempo contado desde o início até o fim da precipitação, expresso geralmente em horas ou minutos. **Intensidade da precipitação:** é a relação entre a altura pluviométrica e a duração da chuva expressa em mm/h ou mm/min. Ou seja, uma chuva de 1mm/ min corresponde a uma vazão de 1 litro/min sobre uma área de 1 m² (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

Um dos instrumentos de medição da chuva são os pluviômetros que nada mais são do que recipientes para coletar a água precipitada com dimensão padrão. O pluviômetro que mais se utiliza no Brasil, é o que possui uma forma arredondada ou cilíndrica com uma área superior de captação da chuva de 400 cm², ou seja, um volume de 40 ml de água acumulado no pluviômetro é correspondente a 1 mm de chuva (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

A instalação deste aparelho se dá a uma altura padrão de 1,50m do solo (Figura 9) mantendo certa distância de casas, árvores e outros obstáculos, para que estes não venham a interferir na quantidade de chuva captada sobre determinada área (COLLISCHONN e TASSI, 2008).



Fonte: COLLISCHONN e TASSI, 2008.

Outra forma de observação da precipitação pluviométrica é através de estimativas utilizando radares meteorológicos. A metodologia se baseia na emissão dos pulsos da radiação eletromagnética que são refletidos pelas gotas presentes dentro das nuvens. Através da refletividade que é a relação entre a intensidade do sinal enviado pelo radar recebido. Ainda existe também, a estimativa da precipitação através de imagens de satélite que são obtidas a partir de sensores instalados nos satélites meteorológicos. Estes sensores medem a temperatura do topo das nuvens presente na atmosfera, este tipo de técnica tem resultado em uma boa correlação com a precipitação observada (COLLISCHONN e TASSI, 2008).

2.4 RELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NO BRASIL

Nas últimas décadas vários autores têm evidenciado a preocupação com o aumento cada vez maior dos problemas relacionados à saúde humana ocasionada pelo clima.

Acreditando que existe uma relação clima e saúde e, que o conhecimento prévio das condições atmosféricas pode auxiliar na prevenção ou redução da ocorrência de determinadas doenças, Abreu e Ferreira (1999) realizaram uma análise na identificação das principais doenças respiratórias que atingem a população urbana do município de Belo Horizonte, em situações sazonais. Os autores traçaram um perfil epidemiológico das doenças mais frequentes para a região de estudo, verificando a influência direta e indireta das condições climáticas no organismo humano.

Para Abreu e Ferreira (1999) existe uma relação bem evidente entre as doenças respiratórias e as condições climáticas. Os resultados da pesquisa apontaram que a temperatura é inversamente proporcional, ou seja, na medida em que a temperatura do ar cai, ocorre um incremento do número de casos de internação, concentrando-se, principalmente, em estações de outono e inverno (temperaturas mais baixas). Dessa forma, conhecer como o tempo atmosférico influi sobre a saúde é um importante método de prevenção de patologias.

Segundo Coelho (2007), no Brasil, as internações por doenças respiratórias são responsáveis por quase 30% do total anual de internações. As taxas elevadas de morbidade (internações hospitalares) causadas por doenças respiratórias observadas no Brasil têm evidenciado a necessidade de estudá-las, especialmente em crianças menores de cinco anos, onde os problemas são comprovadamente maiores.

Pesquisa realizada por Telles (2011) na cidade de Salvador no período de 2004 a 2008 apontam que há relação entre condições climáticas e doenças respiratórias. Botelho et al., (2003) relacionaram a possível associação de alguns fatores ambientais, com a necessidade de tratamento hospitalar em crianças com diagnóstico de Infecção Respiratória Aguda (IRA), em Cuiabá-MT. Na referida pesquisa foram analisados prontuários de atendimento do Pronto Socorro Municipal (PSM), de crianças menores de cinco anos, de ambos os sexos, para dois períodos climáticos da região: seco (maio a outubro) e chuvoso (novembro a abril), com as variáveis: temperatura do ar, umidade relativa do ar e focos de queimadas. Os resultados permitiram concluir que a prevalência da IRA em crianças menores de cinco anos atendidas no PSM é alta e sua gravidade está associada ao período seco do ano, assim como, a baixa umidade relativa do ar que está associada à maior necessidade de tratamento hospitalar em crianças.

Moura et al., (2003), constataram em pesquisa realizada no ano de 1998 na cidade de Salvador, uma forte relação entre variáveis meteorológicas e infecções respiratórias em crianças menores de cinco anos. Os autores afirmam que o período epidêmico de IRA iniciou-se em fevereiro e prolongou-se até agosto, com um ápice registrado de março a julho, demonstrando uma tendência pelo período de maior incidência de chuvas.

Souza (2007) realizou um estudo entre a influência dos elementos climáticos urbanos na incidência de casos de doenças do aparelho respiratório, na cidade de Presidente Prudente em São Paulo. Neste estudo, a autora coletou dados meteorológicos de precipitação pluviométrica, temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa do ar, e posteriormente relacionou com os casos de internação por doenças respiratórias. A autora concluiu que em período de estiagem prolongada, oscilações de temperatura e umidade relativa do ar, na maioria abaixo de 60%, houve aumento do número de casos de internação por agravos respiratórios.

Valença et al., (2006) em pesquisa realizada na cidade de Distrito Federal durante os anos de 1999 e 2000 constataram relação entre Variação sazonal e incidência de asma. Os autores observaram aumento das consultas por asma, sobretudo em crianças de zero a catorze anos de idade, no mês de março e diminuição nos meses de agosto e setembro. Utilizando coeficiente de correlação linear de Pearson e modelo de regressão linear múltiplo, constataram aumento nos registros de internações por asma durante a estação úmida e quente, uma vez que as maiores correlações (significativas) ocorrem entre os registros de morbidade e umidade, precipitação e temperaturas médias (defasagem de dois meses). Segundo os autores, o aumento do número de casos cresceu um ou dois meses após o aumento da umidade, e

diminui no período seco. Essa correlação positiva levanta a possibilidade de uma relação causal com a proliferação de ácaros domésticos e fungos ambientais. Desta forma, o clima não estaria associado à doença diretamente, mas sim, as condições de tempo que propiciam a proliferação de agentes diretamente ligados à enfermidade.

Saldanha e Botelho (2008) ao associar temperatura do ar e velocidade dos ventos com o perfil de atendimento de crianças asmáticas menores de cinco anos na cidade de Cuiabá-MT identificaram correlação entre as variáveis. A temperatura do ar apresentou-se como preditora das explicações para as crianças atendidas por asma, ou seja, para a região estudada, a temperatura do ar, na referida pesquisa, influencia de forma considerável para o agravamento de asma em crianças.

Rosa et al., (2008) ao pesquisarem a sazonalidade climática dos atendimentos ambulatoriais por doença respiratória em menores de 15 anos em Tangará da Serra (MT) afirmam que os atendimentos por doenças respiratórias são em média 21% menos frequentes no período seco. Os autores observaram também que os picos de atendimento ocorrem nos meses de março e agosto, mais acentuados em março, período chuvoso na região.

Estudos realizados por Viana et al., (2013) na cidade de Belém identificaram que internações por asma são mais frequentes no período chuvoso. Na pesquisa foram utilizadas as variáveis meteorológicas precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperatura do ar. A relação existente da Asma com a Temperatura Média caracterizou-se por uma correlação linear perfeita positiva moderada, a Precipitação e Umidade Relativa correlação linear perfeita fraca. Entretanto, para Viana et al., (2013) outros fatores podem ter relevância para a ocorrência desta patologia, tais como: questões sociais, demográficas, biológicas e precárias condições de vida no ambiente urbano (VIANA et al., 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção serão apresentados os aspectos climáticos da área de estudo, os materiais e métodos utilizados na obtenção dos dados. A pesquisa desenvolveu-se em três etapas principais: pesquisa bibliográfica; coleta e tratamento dos dados e análise dos resultados. As duas últimas foram planejadas para responder às questões/hipóteses da pesquisa. Para análise dos dados foram utilizados dois Softwares computacionais. O primeiro é o Microsoft Excel e o segundo é o BioEstat 5.0 (AYRES, 2005).

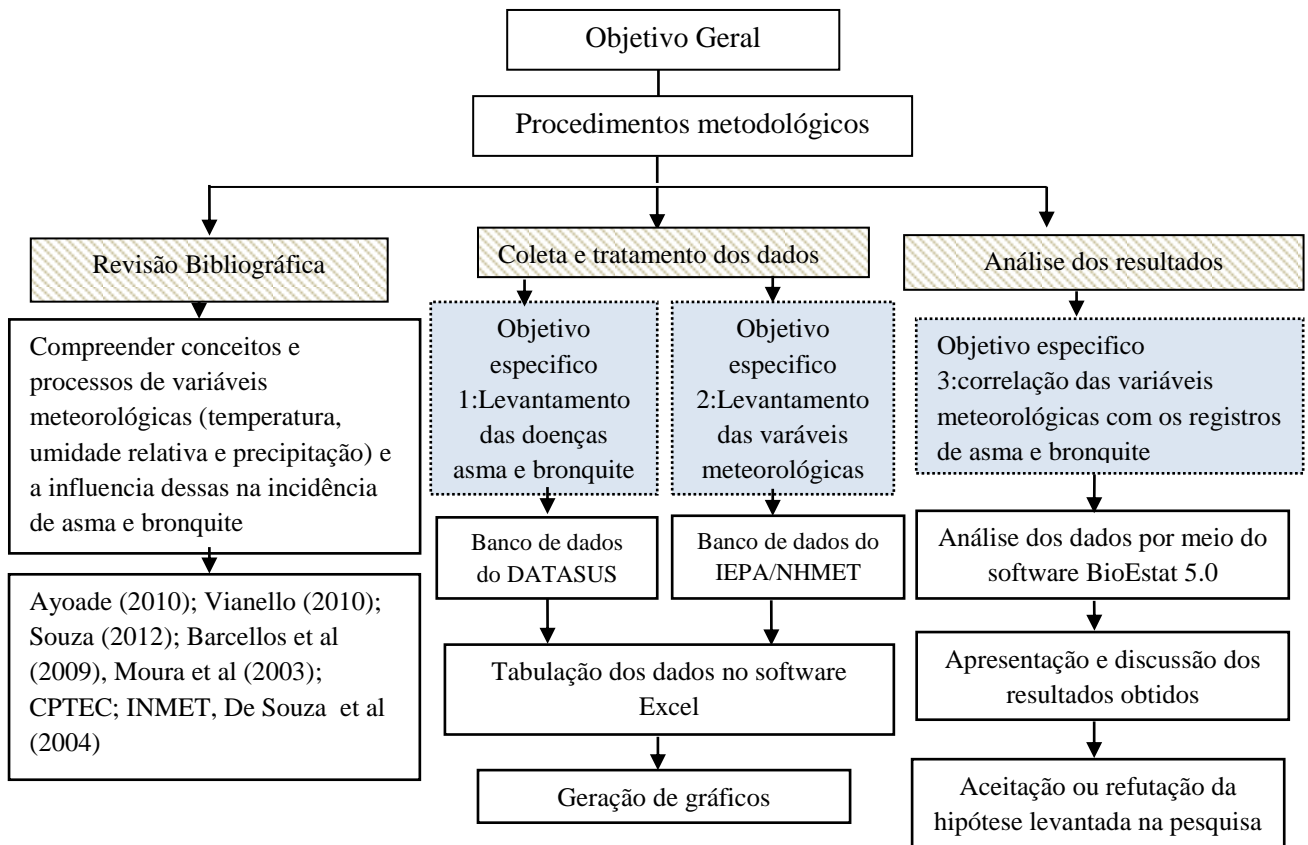
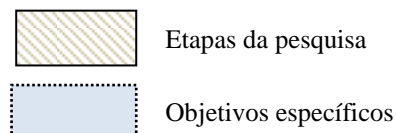


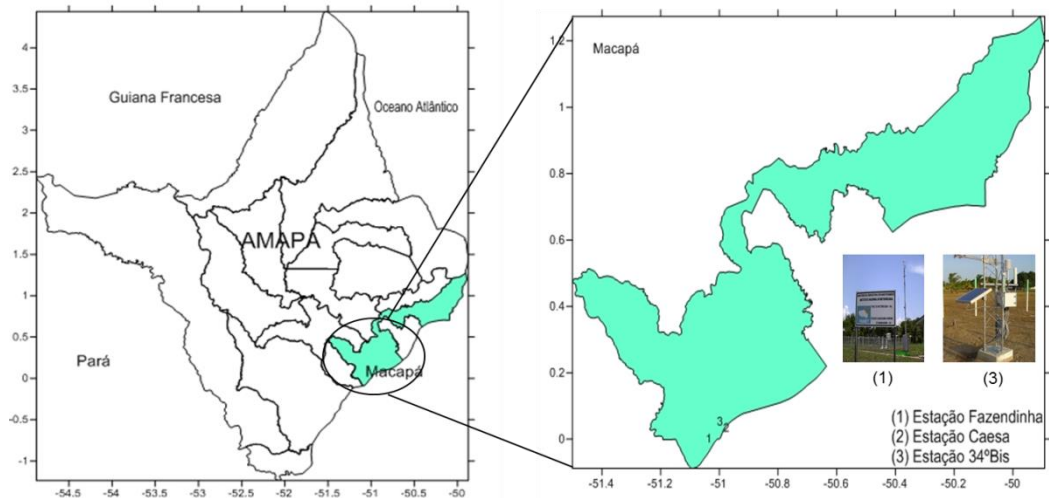
Figura 10: Fluxograma do desenvolvimento da pesquisa
 Fonte: Elaborado pelo autor



3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo da pesquisa é a região urbana de Macapá, capital do Estado do Amapá (Figura 11). A cidade está localizada entre as latitudes de $0^{\circ}06'04.14''N$ a $0^{\circ}03'18.08''S$ e as longitudes de $51^{\circ}02'21.40''W$ a $51^{\circ}07'56.17''W$ (IBGE, 2013)".

Figura 11 - Localização da área de estudo – município de Macapá-AP



Fonte: IEPA/NHMET

A maior parte da área urbana de Macapá encontra-se acima da linha do Equador. Limita-se ao norte com o Município de Ferreira Gomes, ao leste com o Oceano Atlântico, ao sudeste com o Município de Itauba e ao sudoeste com Município de Santana (IBGE, 2013).

3.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Segundo Jesus et. al (2000) e Amanajás e Araújo (2008) Macapá está localizada na faixa equatorial, caracterizando-se por altas temperaturas e elevados índices pluviométricos. Segundo Vianello (1991) os principais mecanismos que explicam o regime pluvial na região amazônica resultam da combinação das brisas marítimas, em casos raros, da penetração de sistemas frontais oriundos do sul do continente, da fonte de vapor representada pela Floresta Amazônica e oceano atlântico e da atuação predominante da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), caracterizada pela elevação do ar quente úmido, formando um cinturão de nuvens de chuva convectiva (VIANELLO, 1991).

O regime de precipitação exibe máximos anuais bem pronunciados durante os meses do verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e outono (março, abril e maio), sendo que os mínimos anuais ocorrem durante os meses de inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro). Portanto, considera-se a estação chuvosa do Amapá ocorrendo durante os períodos sazonais dos meses do verão e outono (SOUZA e CUNHA, 2010).

De acordo com Silva e Portela (2006) Macapá apresenta valores de umidade relativa do ar acima de 80% até o mês de agosto e daí tende a cair, voltando a aumentar em novembro; com máxima em abril (88%) e mínima em outubro (73%).

Segundo Jesus et al (2000), Macapá sendo uma cidade plana, circundada por dois rios e uma baía, tem grande quantidade de vapor d'água na atmosfera e esta quantidade diminui a medida que a temperatura do ar aumenta. O comportamento médio mensal da umidade relativa do ar acompanha variações da temperatura do ar, com relação inversa, ou seja, quando há aumento da temperatura do ar, a umidade relativa do ar diminui, porém, sempre superior a 70%.

De acordo com Silva e Portela (2006), o município de Macapá apresenta valores elevados de temperatura, devido sua localização sob a faixa equatorial. O mês de outubro é o mês onde ocorrem em média as temperaturas mais elevadas do ano (28,3°C), antecedendo o período chuvoso da região (SILVA e PORTELA, 2006).

Silva e Portela (2006) afirmam também que o regime meteorológico do litoral norte e nordeste brasileiro (N-NEB) e região oceânica contígua são regidos e influenciados por inúmeros fenômenos que atuam na região, isolados ou combinados entre si: Circulações de Hadley-Walker, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), anomalias de temperaturas das águas oceânicas do Atlântico e do Pacífico, mecanismos de brisas marítimas e terrestres, linhas de instabilidade (LI), mecanismos atmosféricos de grande escala. A precipitação na região resulta, portanto, destes sistemas dinâmicos que afetam sazonalmente, apresentando um padrão característico da circulação atmosférica, principalmente durante o verão da América do Sul.

O município de Macapá, como muitos outros lugares no extremo norte do Brasil, apresenta duas estações no ano (da seca e a chuvosa). Na chuvosa e menos chuvosa, chove pouco, faz muito calor e o sol é intenso, quase todos os dias. E no mês de dezembro, as pancadas de chuva começam a ser regulares, mas ainda com muito sol e dias secos (JESUS et al., 2000).

Para Jesus et al., (2000) no município de Macapá, a distribuição média mensal da precipitação pluviométrica é observada na ocorrência de dois períodos bem distintos, um mais chuvoso, de dezembro a maio, e outro menos chuvoso, de junho a novembro. Sendo que a época mais chuvosa é caracterizada pela presença da ZCIT na região, o que acelera a atividade convectiva, enquanto que, na época menos chuvosa a maioria das precipitações estão relacionadas aos efeitos locais (chuvas convectivas).

3.3 DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados referentes à temperatura do ar, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar utilizada neste estudo foram obtidos em uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD's) e outra em uma Estação convencional instaladas na área urbana de Macapá (Tabela 1).

Tabela 1-Estações para coleta de dados

Local	Tipo de Estação	Código	órgão	Latitude	Longitude	Link
34° BIS	Agrometeorológica	31944	CPTEC	0,03	-51,08	www.cpetec.inpe.br
Fazendinha	Climatológica	82098	INMET	-0,05	-51,12	www.inmet.gov.br

Na Tabela 1 é apresentada a localização geográfica da PCD Agrometeorológica e da Estação Climatológica distribuídas na área urbana do Estado.

Os dados foram obtidos através do banco de dados do NHMET/IEPA. O Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis (NHMET) estão ligados a órgãos de monitoramentos climáticos nacionais que disponibilizam esses dados na internet. Tais dados são transmitidos no Brasil da seguinte maneira: O Sistema de Coleta de Dados é constituído pela constelação de satélites meteorológicos (SCD1, SCD2 e CBERS2), que recebem as informações da rede de plataformas de coleta de dados distribuídas pelo território nacional.

Os sinais recebidos a bordo dos satélites são retransmitidos para as Estações de Recepção localizadas em Cuiabá (MT) e Alcântara (MA). Os dados das plataformas retransmitidos pelos satélites e recebidos nas estações de Cuiabá e Alcântara são enviados para o Sistema Integrado de dados Ambientais do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e para o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para processamento, armazenamento e disseminação para os usuários. O envio desses dados ao usuário é feito através da Internet, em no máximo 30 minutos após a recepção.

O acesso aos dados meteorológicos é obtido pelos dois sites www.inmet.gov.br e <http://sinda.crn2.inpe.br/PCD/>, estes dados são coletados pelo Núcleo de Hidrometeorologia e Energias Renováveis do Instituto de pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (NHMET/IEPA).

O NHMET obtêm os dados das PCD's que estão dentro da área de abrangência do Estado do Amapá. Os dados meteorológicos são coletados e tratados em planilhas, que alimentam o banco de dados das informações meteorológicas como temperatura máxima e mínima, umidade relativa e precipitação diária.

3.4 COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS DE ASMA E BRONQUITE

Os dados sobre a ocorrência de asma e bronquite foram obtidos no banco de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil (DATASUS), disponibilizados no endereço eletrônico www.datasus.gov.br.

Neste site estão disponibilizadas as informações das unidades hospitalares, participantes do SUS (públicas ou particulares conveniadas) que enviam os dados das internações efetuadas pela Autorização de Internações Hospitalares (AIH) das redes municipais ou estaduais. Essas informações são processadas no DATASUS, gerando os créditos referentes aos serviços prestados e formando uma valiosa base de dados, as quais contem grande parte das informações hospitalares realizadas no Brasil. O Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS) é gerenciado pelo Ministério da Saúde, em conjunto com as Secretarias Estaduais de Saúde e as Secretarias Municipais de Saúde.

Para realização da pesquisa capturou-se os dados no site, e aquisição se deu pelas seguintes etapas: a) Etapa 1: Na primeira etapa acessou-se o site do DATASUS no link sobre Informações de Saúde (TABNET); b) Etapa 2: Nessa etapa acessou-se o link sobre informações de doenças Epidemiológicas e Morbidade, depois classifica-se o ano, o mês, o estado, o município, a faixa etária de 0 a 5 anos e a doença respiratória. Esses dados são disponibilizados em totais mensais. De posse dos dados iniciou-se o processo de tabulação e tratamento dos mesmos a partir de planilha eletrônica do Excel.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A metodologia adotada consiste na análise de correlação. A análise de correlação proporciona um meio de verificar o grau de associação entre duas ou mais variáveis. Neste sentido foram comparados dados de asma e bronquite com os dados meteorológicos. Nesta pesquisa foi utilizado o teste paramétrico “Correlação Linear de *Pearson*”. Esse teste é de largo emprego em bioestatística, onde os valores das variáveis X e Y são mensurados a nível intervalar ou de razões. Calcula-se o coeficiente de correlação de Pearson segundo a fórmula:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}} \quad (2)$$

Onde x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis.

Para, além disso:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

e

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad (4)$$

são as médias aritméticas de ambas as variáveis.

O coeficiente de *Pearson*(r) pode variar de -1 a +1, e quanto mais próximo desses valores, mais forte a associação das variáveis em exame. O escore zero desse coeficiente indica ausência de correlação.

Calculou-se a correlação de *Pearson* (r) entre as doenças asma e bronquite e cada parâmetro meteorológico, ou seja, asma e bronquite foram correlacionadas com precipitação pluviométrica, temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa do ar (máxima e mínima).

Na pesquisa, considera-se a classificação dos valores de correlações de *Pearson* de acordo com a Tabela 2 .

Correlação Linear Bem Fraca	$(0 \leq r < 0,19)$
Correlação Linear Fraca	$(0,20 \leq r < 0,39)$
Correlação Linear Moderada	$(0,40 \leq r < 0,69)$
Correlação Linear Forte	$(0,70 \leq r < 0,89)$
Correlação Linear Bem Forte	$(0,90 \leq r < 1,00)$

FONTE: ANDRIOTTI, 2003

A pesquisa incluiu na análise o cálculo do coeficiente de determinação (R^2). O R^2 é uma medida de ajustamento de um modelo estatístico linear generalizado, como a Regressão linear, em relação aos valores observados. O R^2 varia entre 0 e 1, indicando, em percentagem, o quanto o modelo consegue explicar os valores observados. Quanto maior o R^2 , mais

explicativo é o modelo, melhor ele se ajusta à amostra. Por exemplo, se o R^2 de um modelo é 0,8234, isto significa que 82,34% da variável dependente consegue ser explicado pelos regressores presente no modelo.

Na pesquisa as variáveis meteorológicas serão consideradas variáveis independentes e as doenças (asma e bronquite) variáveis dependentes. Variável dependente e variável independente são termologias utilizadas em estatística. Variável independente é a medida do lado que não depende de nenhuma outra medida variável. Variável dependente é uma medida que dependerá do valor de outra medida variável.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

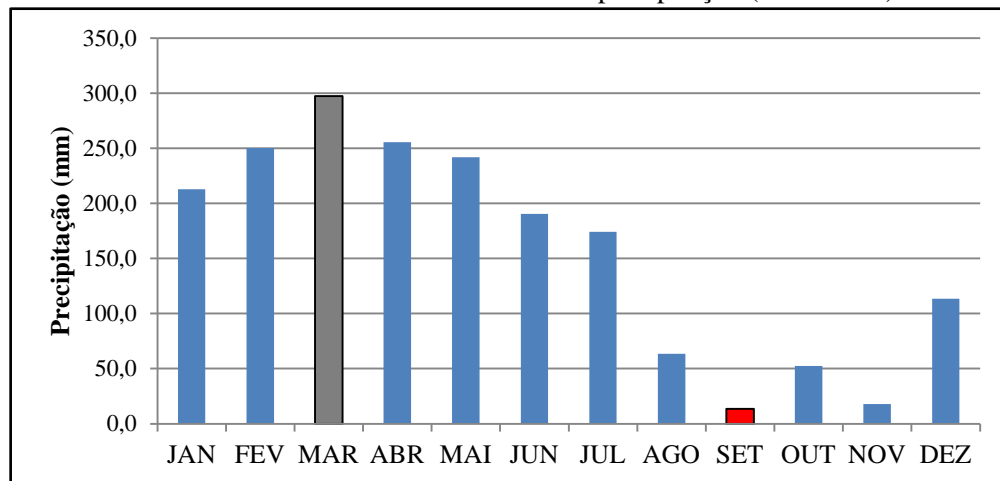
Nesta seção foram analisados e discutidos os resultados obtidos durante a pesquisa de acordo com a metodologia aplicada.

4.1 ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DA PESQUISA

4.1.1 Distribuição das médias mensais de precipitação (2008-2012)

O Gráfico 1 mostra a distribuição dos totais mensais de precipitação em milímetros (mm) para o período de estudo. Conforme mostra o gráfico a região apresenta dois períodos bem característicos. O período chuvoso compreende o período de dezembro a maio e o período menos chuvoso inicia em junho e chega a novembro. No período chuvoso o mês com maior índice de precipitação foi março (297,50) e no período seco o mês com menor índice de precipitação foi o mês de setembro (13,60) (JESUS et al 2000; SILVA e PORTELA, 2006; AMANAJAS e ARAUJO, 2008).

Gráfico 1- Totais mensais de médias de precipitação (2008-2012)



Fonte: NHMET/IEPA

A distribuição da precipitação no período da pesquisa ocorreu 73% no período chuvoso e, apenas 27% no período seco. A distribuição para o período chuvoso: dezembro (113,40), janeiro (212,80), fevereiro (250,10), março (297,50), abril (255,40) e maio (241,90). O período menos chuvoso compreende os meses junho (190,60), julho (174,20), agosto (63,40), setembro (13,60), outubro (52,60), e novembro (17,70). Os meses de extremo seco são entre setembro e novembro.

De acordo com Souza e Cunha (2010) o regime de precipitação exibe máximos anuais nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio. Já os mínimos anuais ocorrem durante os meses junho, julho, agosto, setembro, outubro e novembro. Neste sentido, observam-se em Macapá duas estações, a chuvosa e a menos chuvosa (SOUZA e CUNHA, 2010).

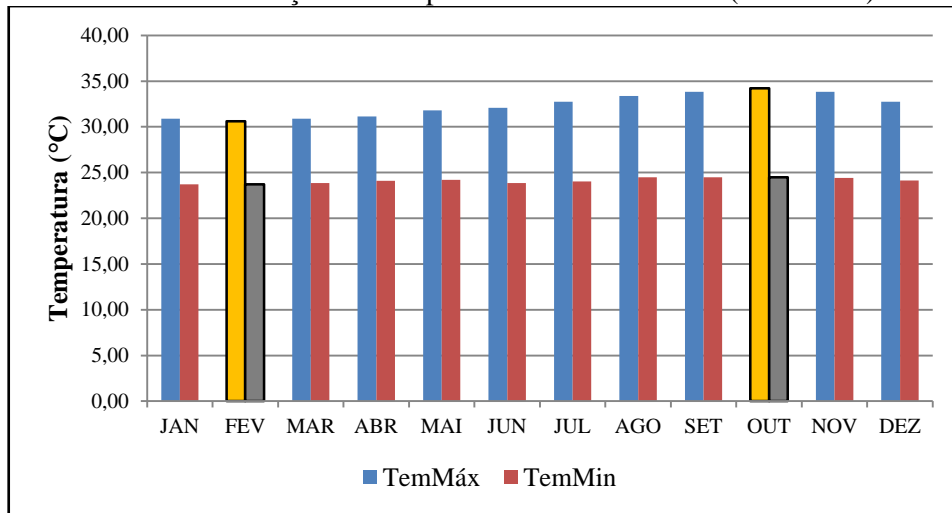
Conforme aponta Amanajás e Araujo (2008) o município de Macapá em virtude de sua localização na faixa equatorial, tende a apresentar altos índices de pluviometria. Essa característica de pluviosidade na região resulta da combinação das brisas marítimas, da penetração de sistemas frontais oriundos do sul do continente, da fonte de vapor representada pela Floresta Amazônica e da atuação predominante da Zona de Convergência Intertropical (VIANELLO, 1991).

4.1.2 Variações de Temperatura Máximas e Mínimas (2008-2012)

O Gráfico 2 apresenta os resultados das variações de temperatura máximas e mínimas mensais registradas na Estação Meteorológica da Fazendinha. De acordo com esse gráfico as

menores temperaturas são registradas no período chuvoso da região e as maiores temperaturas no período seco (menos chuvoso).

Gráfico 2- Variações de temperatura Médias Mensais (2008-2012)



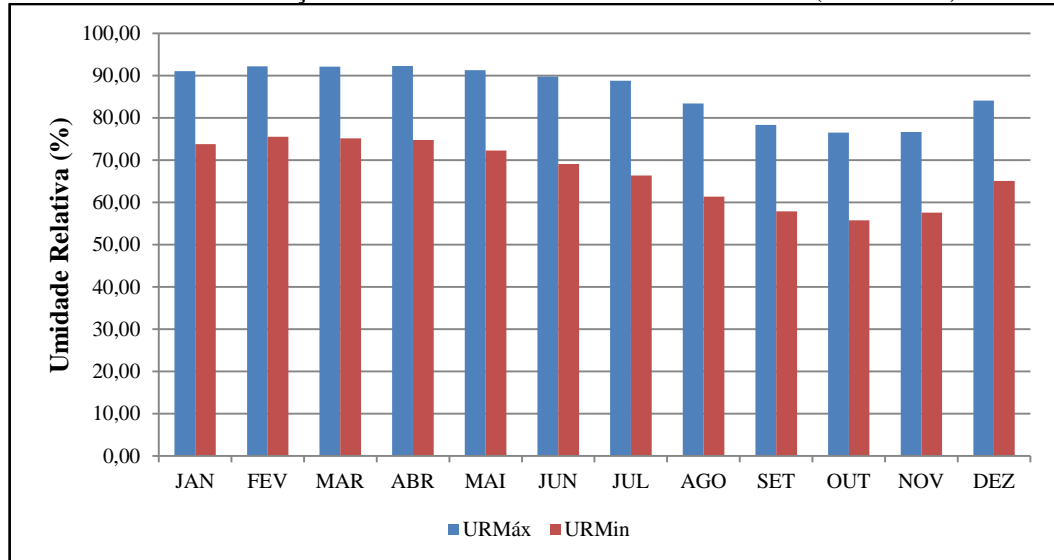
Fonte: NHMET/IEPA

A temperatura mínima varia anualmente de 23,71°C a 24,50°C. A temperatura máxima apresenta variação anual de 30,61°C a 34,20°C. O mês que apresentou as menores temperaturas foi fevereiro e a maiores temperaturas foi o de outubro. O mês de outubro é o mês onde ocorrem em média as temperaturas mais elevadas do ano, antecedendo o período chuvoso da região (SILVA e PORTELA, 2006).

4.1.3 Variações de Umidade Relativa Máxima e Mínima (2008-2012)

O Gráfico 3 apresenta os resultados das variações de umidade relativa máxima e mínima. A umidade relativa máxima apresenta variação de 92,07 a 76,53. A umidade relativa mínima varia de 75,50 a 55,76.

Gráfico 3-Variações de umidade relativa máxima e mínima (2008-2012)



Fonte: NHMET/IEPA

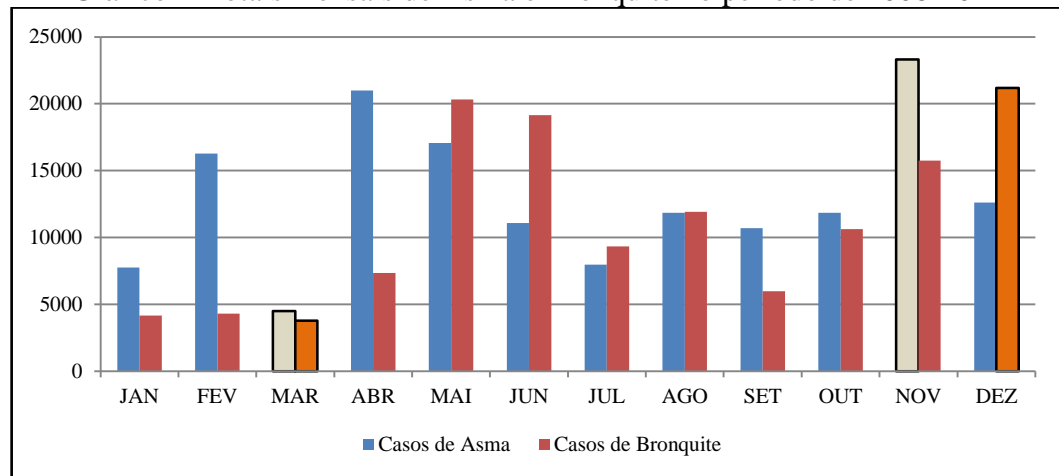
Observa-se que as maiores umidades são registradas no período chuvoso e, as menores no período menos chuvoso. Para Silva e Portela (2006) e Jesus et al., (2000) a variação de umidade relativa mensal está associada ao comportamento das variações da temperatura do ar, com relação inversa, ou seja, quando há aumento da temperatura do ar, a umidade relativa do ar diminui.

4.1.4 Distribuição mensal de Asma e Bronquite (2008-2012)

No Gráfico 4 são mostrados os totais mensais de asma e bronquite no período de 2008 a 2012. Nesse período foram registrados 155.942 casos de asma e 133.777 casos de bronquite.

Em relação a casos de asma os maiores registros ocorreram nos meses de fevereiro (16.272), abril (20.999), maio (17.063), agosto (11.854), novembro (15.738) e dezembro (12.615). Os meses com menores registros foram janeiro (7.759), março (4.485) e julho (7.954). Verifica-se que no período chuvoso (dezembro a maio) foram registrados 79.193 casos, o que corresponde 51% dos casos de asma e 76.749 (49%) dos registros ocorreram no período seco (junho a novembro).

Gráfico 4-Totais mensais de Asma e Bronquite no período de 2008-2012



Fonte: DATASUS

Para Abreu e Ferreira (1999) a asma caracteriza-se por apresentar aspecto de sazonalidade. Em Macapá observa-se que o maior registro de asma foi em novembro (destaque em cinza). Nesse mês há registro de altas temperaturas, baixo índice de precipitação e baixa umidade relativa do ar.

Telles (2008) ao associar condições climáticas e doenças respiratórias, identifica em Cuiabá-MT dois períodos climáticos distintos para a ocorrência dessas doenças. O primeiro é o período seco que inicia em maio e encerra-se em outubro. O segundo é o período chuvoso que inicia em novembro e encerra-se em abril. É no período seco os maiores registros das doenças respiratórias. Em Macapá observa-se certa similaridade, conforme mostra o Gráfico 4, sobre a ocorrência de bronquite. Os maiores registros dessa doença foram nos meses de maio (20.332), junho (19.139), agosto (11.927), outubro (10.620), novembro (15.738) e dezembro (21.175). Verifica-se desta forma, predominância de ocorrência de bronquite no período seco, o equivalente a 54% dos registros. E, no período chuvoso, ocorrem apenas 46% dos casos.

4.2 ANÁLISE DOS DADOS DA PESQUISA

4.2.1 Associação entre Precipitação e casos de asma e bronquite

Os resultados de correlação entre casos de asma e bronquite e precipitação encontram-se na Tabela 3. Foi observada associação entre os valores de pluviosidade mensal e número de casos das referidas doenças. Para os casos de asma apenas o ano de 2008 ($r=-0,71$ e $R^2=0,50$) apresentou correlação negativa forte, com 50% de explicabilidade na associação entre as variáveis. No ano de 2009 a correlação foi positiva fraca ($r=0,30$ e $R^2=0,10$) e a explicabilidade foi de apenas 10%. Nos anos de 2010, 2011 e 2012 as correlações foram bem fracas, com percentagem de explicabilidade zero.

Tabela 3- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Precipitação (PRP) e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

Ano	Asma		Bronquite	
	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Coefficiente de determinação (R^2)	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Coefficiente de determinação (R^2)
2008	-0,71	0,50	0,32	0,10
2009	0,30	0,10	0,14	0,02
2010	0,08	0,01	0,24	0,06
2011	0,16	0,02	0,18	0,03
2012	-0,11	0,01	-0,64	0,41

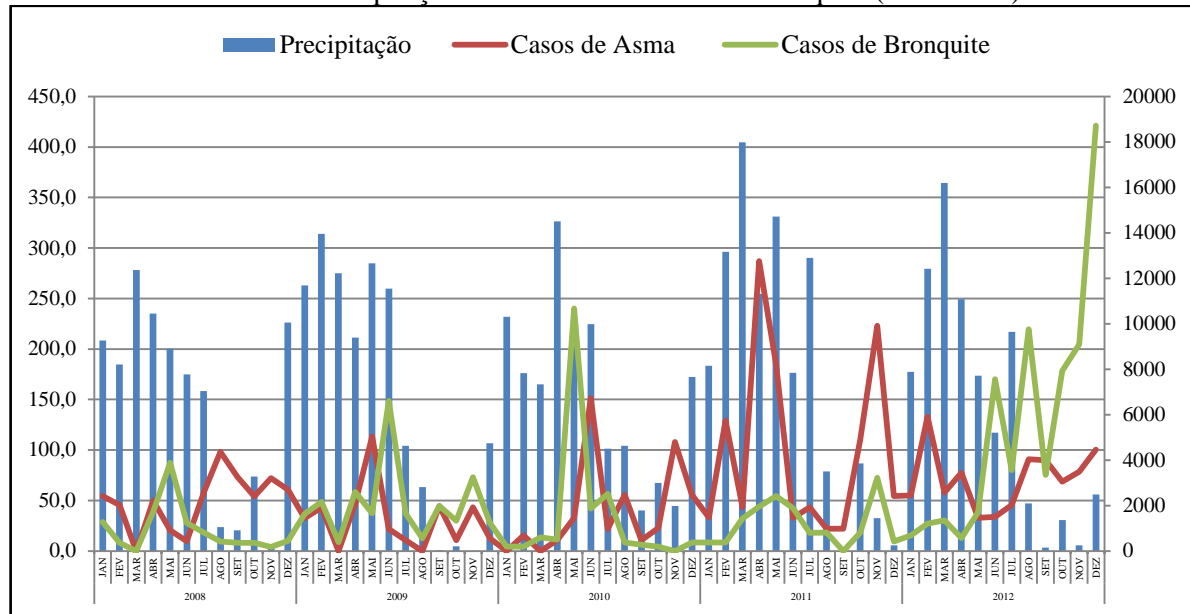
Correlacionando precipitação (PRP) com bronquite observou-se que no ano de 2008 estatisticamente a correlação apresentou-se positiva fraca ($r=0,32$ e $R^2=0,10$), com explicabilidade de apenas 10%. No ano de 2010 a correlação foi positiva fraca ($r=0,24$ e $R^2=0,06$) e a explicabilidade de associação entre as variáveis foi zero. Em 2012 a correlação apresentou-se negativa moderada ($r=-0,64$ e $R^2=0,41$) com 41% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Nos Anos de 2009 e 2011 as correlações foram bem fracas.

No Gráfico 5 estão dispostos os valores de Precipitação e casos de asma e Bronquite para o período de 2008 a 2012. De acordo com esse gráfico, em 2008, no mês de Março não houve registro de ambas as doenças.

De acordo com informações mostradas no Gráfico 5, em 2008, no período chuvoso há uma diminuição de casos de asma. Já no período seco ocorre um aumento de registro dessa

doença. Em relação aos registros de bronquite ocorre o inverso, ou seja, no período chuvoso aumenta e no período seco a doença tende a diminuir.

Gráfico 5- Precipitação versus casos de Asma e Bronquite (2008-2012)



No ano de 2009 observa-se uma associação fraca entre precipitação e asma. No período chuvoso há alto índice de registro da doença, que tende a diminuir nos meses de julho e agosto. No período seco o registro de asma é relativamente menor que no período chuvoso.

Em 2012, observa-se que os registros de casos de bronquite foram menores no período mais chuvosos e elevados no período seco. Percebe-se que no período de altos índices pluviométricos a doença tende a diminuir. Quando os índices de precipitação diminuem os registros de bronquite tendem a aumentar. Apesar da proximidade geográfica e de aspectos climáticos serem semelhantes, segundo Viana et al. (2013) na cidade de Belém, as doenças respiratórias, são mais frequentes no período chuvoso, ao contrario dos resultados encontradas para Macapá.

4.2.2 Associação entre Temperatura e as doenças respiratórias Asma e Bronquite

Na Tabela 4 estão dispostos os valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica temperatura máxima e o número de casos de asma e bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

De acordo com essa tabela, o ano de 2008, a associação entre temperatura máxima e o número de casos de asma apresentou correlação positiva moderada ($r=0,69$ e $R^2=0,48$) com

48% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Nos anos 2009 e 2010 percebem-se correlações fracas ($r=-0,24$ e $R^2=0,06$ e $r=0,22$ e $R^2=0,06$) e o percentual de explicabilidade foi zero respectivamente. Para os anos de 2011 e 2012 as correlações foram bem fracas ($r=-0,18$ e $R^2=0,03$ e $r=-0,14$ e $R^2=0,02$), com percentual de explicabilidade zero para ambos os anos.

Tabela 4- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Temperatura Máxima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

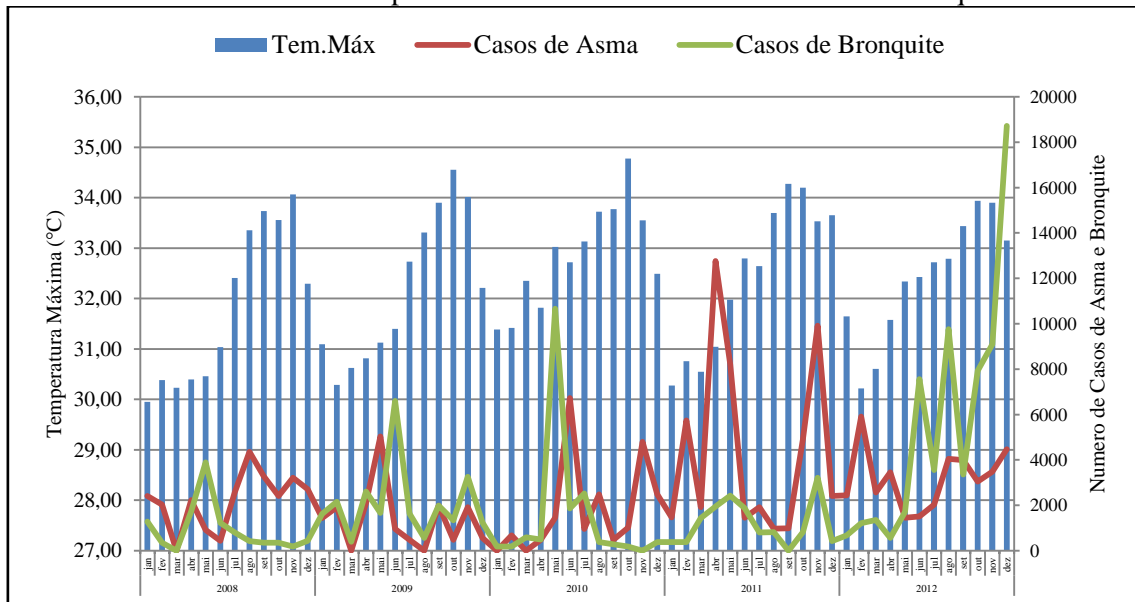
Ano	Asma		Bronquite	
	Coeficiente de correlação de Pearson (r)	Coeficiente de determinação (R^2)	Coeficiente de correlação de Pearson (r)	Coeficiente de determinação (R^2)
2008	0,69	0,48	-0,47	0,21
2009	-0,24	0,06	-0,09	0,01
2010	0,22	0,05	0,05	0,01
2011	-0,18	0,03	-0,05	0,01
2012	-0,14	0,02	0,59	0,35

Conforme mostra a Tabela 4, a associação entre temperatura máxima e casos de bronquite para o ano de 2008 apresenta correlação negativa moderada ($r=-0,47$ e $R^2=0,21$) com 21% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Em 2012 a correlação foi positiva moderada ($r=0,59$ e $R^2=0,35$) com 35% de explicabilidade de associação. Nos anos de 2009, 2010 e 2011 as correlações foram bem fracas.

No Gráfico 6 estão dispostos os valores de temperatura máxima e casos de asma e Bronquite para o período de 2008 a 2012. De acordo com informações mostradas neste gráfico, em 2008, no período chuvoso, quando a temperatura Máxima varia de 29°C a 32°C ocorreram os menores índices de casos de Asma, já no período seco, quando a temperatura Máxima varia de 30°C a 34°C, observa-se um aumento significativo no registro da doença.

Para a associação de temperatura máxima e casos de bronquite, no ano de 2008 observa-se uma associação moderada. No período chuvoso, quando se observa as menores temperaturas máximas, foram observados altos índice de registro da doença. No período seco, os registros da doença diminuiram.

Gráfico 6- Temperatura Máxima versus Casos de Asma e Bronquite



Ainda com relação à bronquite, em 2012 verifica-se que ocorreu o processo inverso de 2008. No período chuvoso, quando se observam as baixas temperaturas, foi observado baixo índice de registro da doença. No período seco, com elevadas temperaturas os registros aumentaram.

4.2.3 Associação entre Temperatura Mínima e as doenças Asma e Bronquite

Na Tabela 5 estão dispostos os valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica temperatura mínima e o número de casos de asma e bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

De acordo com essa tabela, o ano de 2008, a associação entre temperatura mínima e o número de casos de asma apresentou correlação positiva forte ($r=0,78$ e $R^2=0,61$) com 61% de explicabilidade de associação entre as variáveis. No ano de 2010 percebe-se correlação positiva moderada ($r=0,49$ e $R^2=0,24$) com percentual de explicabilidade de associação de 24%. No ano de 2009 a correlação foi fraca ($r=0,20$ e $R^2=0,04$), com percentual de explicabilidade de 4%. Para os anos de 2011 e 2012 as correlações foram bem fracas ($r=0,11$ e $R^2=0,01$; $r=-0,17$ e $R^2=0,02$) com percentual de explicabilidade zero para ambos os anos.

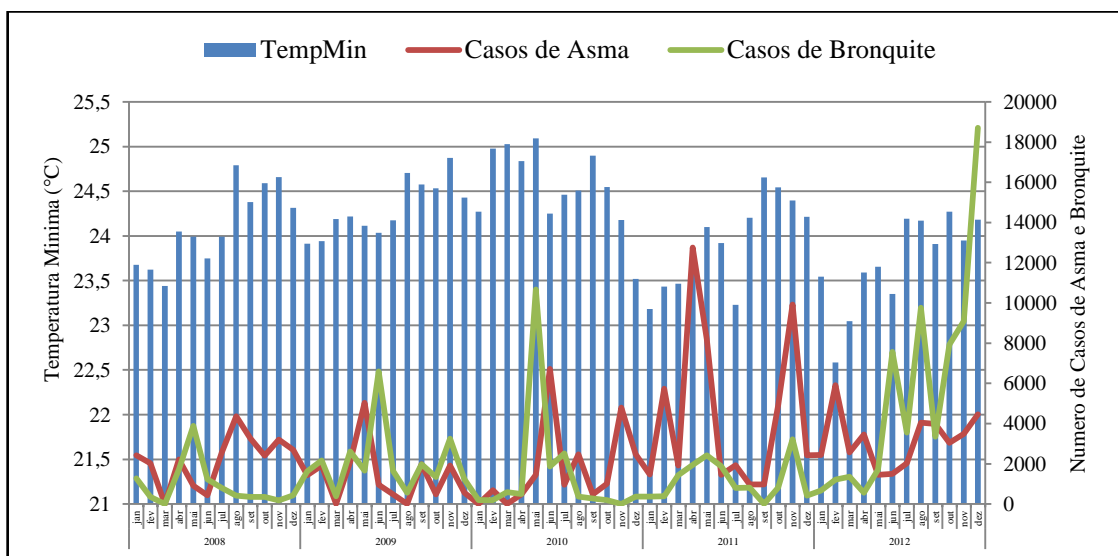
Tabela 5- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Temperatura Mínima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

Ano	Asma		Bronquite	
	Coeficiente de correlação de Pearson (r)	Coeficiente de determinação (R^2)	Coeficiente de correlação de Pearson (r)	Coeficiente de determinação (R^2)
2008	0,78	0,61	-0,19	0,03
2009	-0,20	0,04	-0,18	0,03
2010	-0,49	0,24	0,34	0,11
2011	0,11	0,01	0,14	0,02
2012	-0,17	0,02	0,56	0,32

Conforme mostra a Tabela 5, a associação entre temperatura mínima e casos de bronquite para o ano de 2010 apresenta correlação positiva fraca ($r=0,34$ e $R^2=0,11$) com 11% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Em 2012 a correlação foi positiva moderada ($r=0,56$ e $R^2=0,32$) com 32% de explicabilidade de associação. Nos anos de 2008, 2009 e 2011 as correlação foram bem fracas.

No Gráfico 7, estão dispostos os valores de temperatura mínima e casos de asma e bronquite para o período de 2008 a 2012. De acordo com informações mostradas nesse gráfico, em 2008, período chuvoso, quando a temperatura mínima varia de 22°C a 23°C ocorrerem os menores índices de casos de asma, já no período seco, quando a temperatura máxima varia de 24°C a 25°C, observa-se um aumento significativo no registro da doença.

Gráfico 7- Temperatura Mínima versus Casos de Asma e Bronquite



Em 2012 observou-se associação moderada entre temperatura mínima e casos de bronquite. No período chuvoso, quando se observa as menores temperaturas mínimas, foi

observado pequeno registro da doença. No período seco, com elevadas temperaturas os registros da doença aumentaram.

4.2.4 Associação entre Umidade Relativa Mínima e as doenças respiratórias Asma e Bronquite.

Na Tabela 6 estão dispostos os valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica umidade relativa mínima e o número de casos de asma e bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

De acordo com essa tabela, o ano de 2008, a associação entre umidade relativa mínima e o número de casos de asma apresentou correlação negativa moderada ($r=-0,61$ e $R^2=0,38$) com 38% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Para os anos 2009, 2010 e 2011 se observa correlação fraca com percentual explicabilidade zero para esse período. O ano de 2012 apresentou correlação bem fraca entre as variáveis.

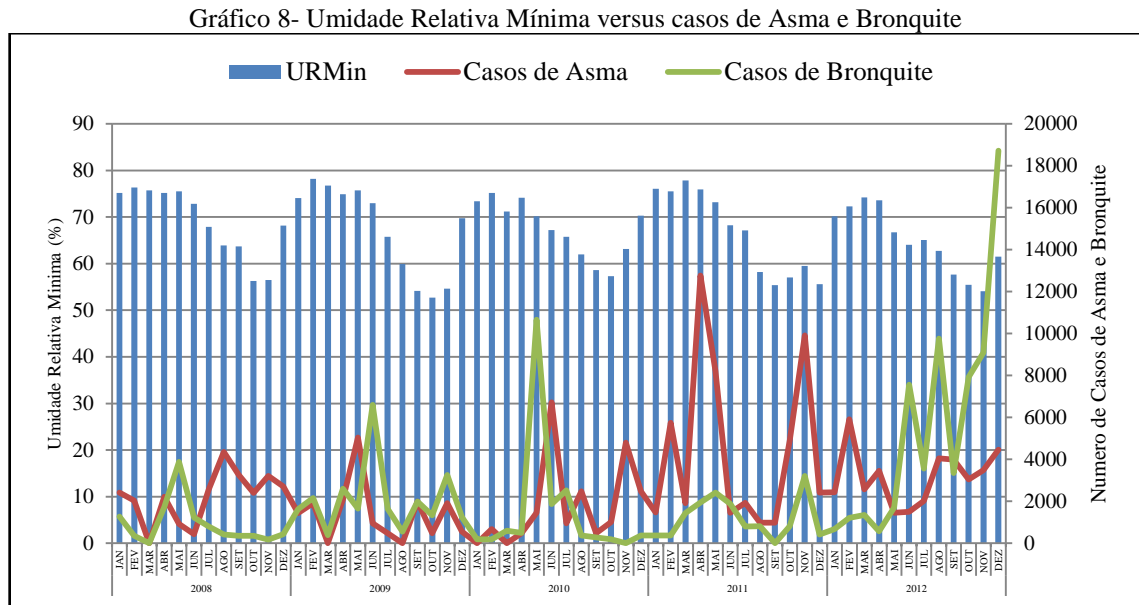
Tabela 6- Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Umidade Relativa Mínima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

Ano	Asma		Bronquite	
	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Coefficiente de determinação (R^2)	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Coefficiente de determinação (R^2)
2008	-0,61	0,38	0,45	0,21
2009	0,23	0,05	0,08	0,01
2010	-0,22	0,04	0,14	0,02
2011	0,25	0,06	0,18	0,03
2012	-0,03	0,01	-0,60	0,36

Conforme mostra a Tabela 6, a associação entre umidade relativa mínima e casos de bronquite para o ano de 2008 apresenta correlação positiva moderada ($r=0,45$ e $R^2=0,21$) com 21% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Nos anos de 2009, 2010 e 2011 as correlações apresentaram-se bem fracas. Em 2012 observa-se correlação positiva moderada ($r=0,45$ e $R^2=0,21$) com 21% de explicabilidade de associação.

No Gráfico 8 estão dispostos os valores de umidade relativa mínima e casos de asma e bronquite para o período de 2008 a 2012. De acordo com informações mostradas neste gráfico, em 2008, no período chuvoso, quando se observa valores elevados de umidade

mínima verifica-se um pequeno registro de casos de asma. Entretanto no período seco, quando a umidade relativa mínima diminui, observa-se elevado registro de casos de asma.



Para os casos de bronquite, em 2012 observou-se associação moderada entre essas variáveis. No período chuvoso, quando se observa as maiores umidades relativa mínimas, foram observados pequenos registros da doença. No período seco, com baixos valores de umidade relativa mínimas observa-se aumento significativo doença.

4.2.5 Associação entre Umidade Relativa Máxima e as doenças respiratórias Asma e Bronquite

Na Tabela 7 estão dispostos os valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica umidade relativa máxima e o número de casos de asma e bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

De acordo com essa tabela, o ano de 2008, a associação entre umidade relativa máxima e o número de casos de asma apresentou correlação negativa moderada ($r=-0,60$ e $R^2=0,36$) com 36% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Em 2009 observa-se uma correlação fraca ($r=0,22$ e $R^2=0,05$) com explicabilidade zero. Para os anos de 2010, 2011 e 2012 se observa correlações bem fracas entre as variáveis.

A associação entre umidade relativa máxima e casos de bronquite para o ano de 2008 apresenta correlação positiva moderada ($r=0,44$ e $R^2=0,19$) com 19% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Em 2010 se observa correlação fraca ($r=0,31$ e $R^2=0,09$) com percentual de explicabilidade zero.

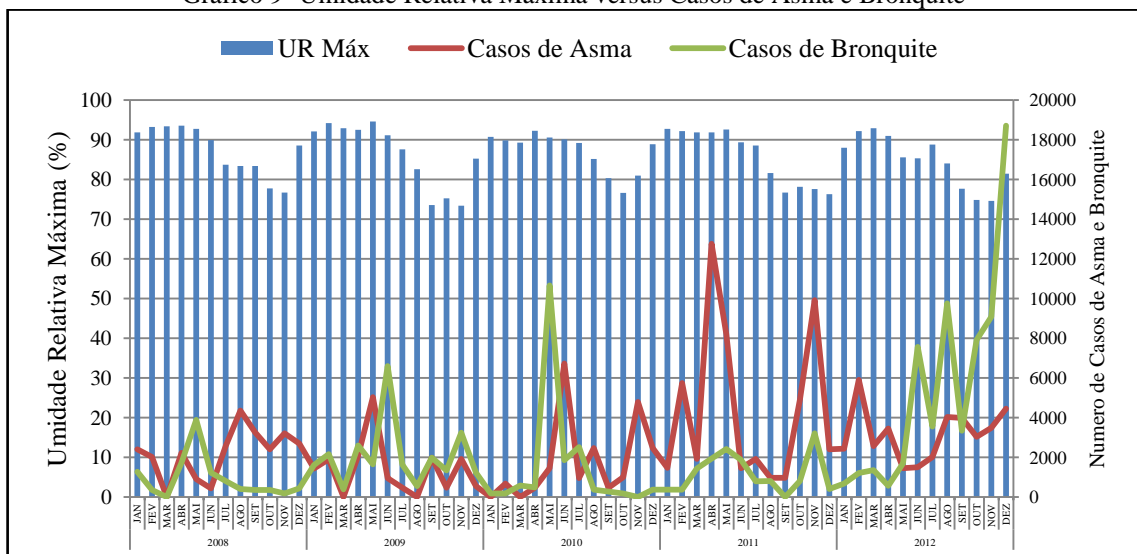
Tabela 7-Valores dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica Umidade Relativa Máxima e o número de casos de Asma e Bronquite ocorridos em Macapá-AP nos anos de 2008 a 2012.

Ano	Asma		Bronquite	
	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Coefficiente de determinação (R^2)	Coefficiente de correlação de Pearson (r)	Coefficiente de determinação (R^2)
2008	-0,60	0,36	0,44	0,19
2009	0,22	0,05	0,05	0,01
2010	-0,08	0,01	0,31	0,09
2011	0,15	0,02	0,14	0,02
2012	-0,05	0,01	-0,56	0,31

Para os anos de 2009 e 2011 se observa correlações bem fracas. Em 2012 observa-se correlação negativa moderada ($r=-0,56$ e $R^2=0,31$) com 31% de explicabilidade de associação.

No Gráfico 9 estão dispostos os valores de umidade relativa máxima e casos de asma e bronquite para o período de 2008 a 2012. De acordo com informações mostradas neste gráfico, em 2008, no período chuvoso, quando se observa valores elevados de umidade relativa máxima verifica-se um pequeno registro de casos de asma. Entretanto no período seco, quando a umidade relativa máxima diminui, observa-se elevado registro de casos de asma.

Gráfico 9- Umidade Relativa Máxima versus Casos de Asma e Bronquite



Para os casos de bronquite, em 2012 se observa associação moderada entre essas variáveis. No período chuvoso, quando se observa as maiores umidades relativa máximas, foi observados pequenos registro da doença. No período seco, com menores umidades relativa máximas observa-se aumento significativo da doença.

5 CONCLUSÃO

O objetivo da pesquisa foi analisar a relação entre variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, temperatura do ar e umidade relativa do ar) e doenças respiratórias (asma e bronquite) em crianças de 0 a 5 anos, no município de Macapá-AP no período de 2008 a 2012.

Nas análises descritivas observou-se que os casos de asma foram mais frequentes no período chuvoso (dezembro a maio), correspondendo a 51% dos registros, já os casos de bronquite a frequência maior foi no período seco (junho a novembro). Nas análises de correlação os resultados encontrados refutam a hipótese com base nas seguintes considerações:

- 1) O coeficiente de correlação de Pearson (r) e de determinação (R^2) encontrados entre variável meteorológica precipitação (PRP) e o número de casos de asma para o período pesquisado apontam apenas o ano de 2008 ($r=-0,71$ e $R^2= 0,50$) que apresentou correlação moderada, com 50% de explicabilidade. Correlacionando precipitação (PRP) com bronquite observou-se que estatisticamente as correlações apresentaram-se fracas e bem fracas.
- 2) A associação entre temperatura máxima e o número de casos de asma apresentou correlação moderada ($r=0,69$ e $R^2=0,48$) com 48% de explicabilidade de associação entre elas. Nos demais anos as correlações foram fracas e bem fracas. As correlações entre temperatura máxima e casos de bronquite nos anos de 2008 e 2012 apresentaram moderadas. Para os outros anos as correlações foram bem fracas.
- 3) A correlação entre temperatura mínima e o número de casos de asma, no ano de 2008, apresentou correlação forte ($r=0,78$ e $R^2=0,61$) com 61% de explicabilidade de associação entre as variáveis. Em 2010 a correlação moderada ($r=-0,49$ e $R^2=0,24$) com percentual de explicabilidade de associação 24%. Para os demais anos as correlações foram fracas ou bem fracas. A associação entre temperatura máxima e casos de bronquite apenas o ano de 2012 apresentou correlação moderada ($r=0,56$ e $R^2=0,32$) com 32% de explicabilidade de associação. Nos demais anos as correlações foram fracas ou bem fracas.
- 4) A associação entre umidade relativa máxima e o número de casos de asma, apenas 2008 apresentou correlação moderada entre as variáveis. Nos demais anos as

correlações foram fracas e bem fracas. A associação entre umidade relativa máxima e casos de bronquite os anos de 2008 e 2012 apresentaram correlação moderada. Para os demais anos as correlações foram fracas e bem fracas.

Em síntese, observa-se que as correlações entre as variáveis para o período pesquisado não foram significativas. As correlações fortes e moderadas apresentaram-se no intervalo de 1 a 2 anos, correspondendo de 20% a 25%.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. D. E. F. C. C. D. *Climatologia Médica: um estudo das doenças respiratórias em Belo Horizonte*, Belo Horizonte, 1, 1999. 10-11.
- AMANAJAS, J. C.; DE ARAÚJO, R. C. M. **Uso do método de contingência para análise da eficácia de previsão da precipitação pluviométrica do modelo ETA para o município de Macapá-AP em 2007**. Macapá-AP, p. 76. 2008.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de Estatística e Geoestatística**. São Leopoldo: UNISINOS, 2003. 165 p.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos. 13ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010.
- BIERKENS, M. F. P.; DOLMAN, A. J.; TROCH, P. A. **Climate and the Hydrological Cycle**. 8. ed. Wallingford: EDITORS, 2008. 343 p.
- BOTELHO, C. E. A. . Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, p. 1771-1780, 2003.
- CERCAL, A. Frio aumenta incidência de doenças respiratórias, 29 mai 2013. Disponível em: <>. Acesso em: 29 mai 2013.
- COELHO, M. S. S. Z. **Uma análise estatística com vistas à previsibilidade de doenças respiratórias em função das condições meteorológicas na cidade de São Paulo**. São paulo, p. 197. 2007.
- COELHO, M. S.; LUCIO, P. S.; LEANDRO, I. V. . D. P. T. P. Análise da Ocorrência de Asma em Brasília a partir da Associação entre internações e variáveis, 30 nov. 2006.
- COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia. Apostila. IPH-UFRGS**. [S.l.]. 2008.
- FARIAS, M. R. C. Prevalência de asma em escolares de Alta Floresta - município ao sudeste da Amazônia brasileira. *Revista brasileira epidemiologia.*, 2010. Disponível em: <>. Acesso em: 25 jan. 2014.
- GOUVEIA, N. et al. **Intergovernmental Panel on Climate Change**. IPCC Climate Change: 2007: the Physical Science Basis Summary for Policemakers. [S.l.]. 2007.
- IBGE, I. B. D. G. E. E. IBGE, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 set. 2013.

- JESUS, E. S.; GONÇALVES, P. H. L.; OLIVEIRA, M. C. F. A variabilidade dos Elementos Meteorológicos Associados ao Fenômeno El Niño em Macapá - AP, Macapá - AP. Disponível em: <>. Acesso em: 04 mar. 2014.
- JRT, C. Respiratory system. In: Holland WW, Detels R, Knox G. Oxford Textbook of Public Health. **Revista de Saúde Pública**, Oxford, v. 4, p. 145-166, 1985.
- LECHA, L. B. **Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics**. International Journal of biometeorology. [S.l.]: [s.n.]. 1998. p. 77-83.
- MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. MMA. Brasília. 2007.
- MCMICHAEL, J. A. A. R. K. S. **Climate change and Human Health WMO. WHO**. [S.l.]. 2003.
- MENEZES, A. M. B. Epidemiologia da Bronquite crônica e do enfisema (DPOC): até onde sabemos? **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, 23, 1997. 153-157.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo, p. 376. 1981.
- MOURA CAETANO, J. D. R.; BORDIN, I. A. S.; FIORINI, R. Fatores associados à internação hospitalar de crianças menores de cinco anos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, SP., v. 36, n. 3, p. 285-91, 2002.
- MOURA, F. E. A. et al. Estudos de infecções respiratórias agudas em crianças em um centro pediátrico em Salvador (BA). **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, Rio de Janeiro, 39, 2003. 275-282.
- OLIVEIRA, P. D. **Uso de inaladores dosimetrados na população de adolescentes e adultos, com diagnóstico médico autorreferido de asma, enfisema e bronquite crônica, Pelotas, RS**. Pelotas. 2012.
- OMS, O. M. D. S., 2012. Disponível em: <www.paho.org/bra/>.
- PASTORINO, A. C. Asma: aspectos clínicos-epidemiológicos de 237 pacientes de um ambulatório pediátrico especializado., São Paulo, v. 74, n. 1, p. 49-58, 1998.
- PEIXOTO, A. Introdução Biogeográfica à civilização brasileira. **Clima e Saúde**, São Paulo, 1975.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba. 2002.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. [S.l.]: Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2002. 478 p.

PORTO, R. L. L. **Hidrologia Ambiental**. EDUSP ABRH. São Paulo, p. 411. 1991.

ROSA, A. M. et al. Doença respiratória e sazonalidade climática em menores de 15 anos em um município da Amazônia brasileira. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 6, p. 543-549, 2008.

RUSTICUCCI, M.; HARRIS, M.; E., A. **Relación entre las causas de internación en un hospital general y las condiciones meteorológicas durante el año 1995**. VII Congreso Latinoamericano y Ibérico de Meteorología. [S.l.]: [s.n.]. 2001. p. 459-460.

SALDANHA, C. T.; BOTELHO, C. Associação entre variáveis ambientais e asma em crianças menores de cinco anos atendidas em hospital público. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia**, Cuiabá, v. 31, n. 2, 2008.

SAÚDE, O. P.-A. D. **Estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde. Acesso em: 2003.

SAÚDE, O. P.-A. D. Estratégia Mundial. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, p. 91-101, 2000.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia Agrícola. Aula 06. ESALQ-USP**. [S.l.]. 2009.

SILVA JUNIOR, J. L. R. **Efeitos da sazonalidade climática na ocorrência de sintomas respiratórias em indivíduos de uma cidade de clima tropical**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, p. 58. 2011.

SOCIEDADE Brasileira de Alergia e Imunopatologia, Sociedade Brasileira de Pediatria, Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. II Consenso Brasileiro no Manejo da Asma. [S.l.]: [s.n.]. 1998.

SOUSA, C. A. Doenças respiratórias e fatores associados: estudo de base populacional em São Paulo, 2008-2009. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 46, p. 16-25, 2012.

SOUZA, A. Potenciais impactos da variabilidade climática sobre a morbidade respiratória em crianças, lactentes e adultos. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 38, n. 6, p. 708-715, 2012.

SOUZA, C. G. **A influência do ritmo climático nas morbidades respiratórias em ambientes urbano**. Universidade Estadual Paulista - Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente -SP. Presidente Prudente -SP, p. 1999. 2007.

SOUZA, E. B. et al. On The influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazônica**, v. 30, p. 305-318, 2000.

SOUZA, E. B.; CUNHA, A. C. Climatologia de Precipitação no Amapá e Mecanismos Climáticos de Grande Escala. In: CUNHA, A. C.; SOUZA, E. B. In: _____ **Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá**. Macapá: [s.n.], 2010. p. 216.

SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. The regional precipitation over the eastern Amazon/northeast Brazil modulated by tropical pacific and Atlantic SST anomalies on weekly timescale. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19(2), p. 113-122, 2004.

SUS, M. D. S. D. D. I. D., 2009. Disponível em: <>. Acesso em: 10 fev. 2014.

TELLES, A. B. **Relações entre condições climáticas e infecções respiratórias agudas notificadas em Salvador - 2004 a 2008**. Universidade Federal da Bahia. Salvador, p. 117. 2011.

TRIPPIA, S. M. G.; ROSÁRIO FILHO, N.; FERRARI, F. P. Aspectos clínicos da asma na criança: análise de 1009 pacientes de um ambulatório especializado. **Revista Brasileira AlergImunopatol**, v. 21, p. 75-82, 1998.

VALENÇA, L. M.; RESTIVO, P. C. N.; NUNES, M. S. Variação sazonal de atendimento de emergência por asma em Gama, Distrito Federal. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 284-289, 2006.

VARELLA, D. Bronquite, 2013. Disponível em: <>. Acesso em: 26 jan. 2014.

VIANA, R. S. et al. **Análise da Correlação de Variáveis Meteorológicas com Doenças Respiratórias na Região Amazônica**: Um estudo de caso da Asma na cidade de Belém, PA, Brasil. V Simpósio Internacional de Climatologia. Florianópolis: [s.n.]. 2013.

VIANELLO, R. L. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: UFG: Impr. Univ., 1991.