



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE METEOROLOGIA**



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

HELDER JOSÉ FARIAS DA SILVA

**CASOS DE DENGUE, LEPTOSPIROSE E MENINGITE NA CIDADE DE
BELÉM/PA E SUA CORRELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS
METEOROLÓGICAS NO PERÍODO DE 1999 A 2009.**

**GEOCIÊNCIAS
UFPA**

281

**BELÉM - PA
JULHO - 2010**

HELDER JOSÉ FARIAS DA SILVA

**CASOS DE DENGUE, LEPTOSPIROSE E MENINGITE NA CIDADE DE
BELÉM/PA E SUA CORRELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS
METEOROLOGICAS NO PERÍODO DE 1999 A 2009.**

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Midori Makino.

**BELÉM – PA
JULHO – 2010**

HELDER JOSÉ FARIAS DA SILVA

**CASOS DE DENGUE, LEPTOSPIROSE E MENINGITE NA CIDADE DE
BELÉM/PA E SUA CORRELAÇÃO COM AS VARIÁVEIS
METEOROLOGICAS NO PERÍODO DE 1999 A 2009.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências (IG) da Universidade Federal do Pará (UFPA), como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Meteorologia.

Aprovado em ____/____/____

Banca examinadora:

Prof^a Midori Makino - Orientadora.
Doutora em Ciências Matemática.
Universidade Federal do Pará

Prof.^o Paulo Fernando de Sousa Sousa - Membro
Mestre em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Antonio Carlos Lola da Costa - Membro
Doutor em Engenharia Ambiental
Universidade Federal do Pará

**BELÉM – PA
JULHO – 2010**

A minha família, em especial, a minha mãe, amigos e a todos os profissionais da UFPa e colaboradores (Secretária de Saúde do Município de Belém – SESMA; Instituto Nacional de Meteorologia – INMET).

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dá a força que eu preciso para continuar a vida aqui na Terra. A minha mãe, Dn. Benedita Lagoia Farias, minha heroína e razão ter eu está aqui hoje me formando, pois abriu meus olhos para entender a importância de um curso superior na vida de uma pessoa, que nos momentos mais difíceis, que não foram poucos, sempre esteve ao meu lado me dando uma palavra de incentivo para não desistir.

A toda a minha família, amigos de infância e aos novos que fiz durante a graduação, em especial ao Leandro, Frank, Karol, Deyseane, Elis, Rafael (PM), Adriana (morena sensação), Douglas, Natty, Brenda e dentre outros. Pessoas que somente acrescentaram em minha vida pessoal e acadêmica, como amigos e como futuros profissionais da área.

Aos professores, que me ensinaram “apaixonar” pela ciência meteorológica, em especial a Prof^ª Maria do Carmo, a Prof^ª Midori Makino, ao Prof.^o Lola, ao Prof^o Edson, ao Prof^o Everaldo e ao Prof^o Paulo Sousa, que com suas saibas orientações me conduziram a um melhor aproveitamento no curso. Colaborando assim, com parcelas significativas na minha formação acadêmica e profissional, todos com sua forma peculiar de transmitir seus conhecimentos, as vezes com uma palavra amiga na hora certa ou orientando nas tarefas da faculdade.

A todos os profissionais da UFPA, que de alguma forma foram essenciais em algum momento de minha formação, desde os profissionais do serviço gerais, que sempre deixavam as salas impecáveis para a próxima aula, aos técnicos da secretaria.

Aos profissionais da Secretaria de Saúde do Município de Belém – SESMA, ao INMET, que nos disponibilizaram os dados necessários para a realização deste trabalho.

“Tudo possoNaquele que me fortalece”

(Filipenses 4,13)

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido no âmbito da Biometeorologia, campo do conhecimento que consiste dos efeitos biológicos, do tempo e do clima do ambiente físico-químico, nos organismos vivos, plantas, animais e o homem. A dengue é, hoje, a mais importante arbovirose (doença transmitida por artrópodes) que afeta o homem e constitui-se em sério problema de saúde pública no mundo, especialmente nos países tropicais, onde as condições do meio ambiente favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti*, principal mosquito vetor. As condições atmosféricas de Belém favorecem a ação do mosquito vetor de transmitir o vírus da dengue, propiciando sua proliferação mais rápida e os elementos meteorológicos considerados na pesquisa, atuam sobre a incidência do dengue em Belém na faixa de 54%. A leptospirose é uma zoonose que ainda apresenta uma elevada incidência na Amazônia, acarretando num alto custo hospitalar, além de perdas de dias de trabalho e por sua letalidade, que pode chegar a até 40% dos casos graves. A sazonalidade da leptospirose na cidade de Belém-Pa ficou bem evidente, comprovando que a patologia é diretamente proporcional a precipitação, portanto, as maiores incidências da doença ocorrem nos cinco primeiros meses do ano (período com maior índice de precipitação) e inversamente proporcional a temperatura. O termo meningite expressa a ocorrência de um processo inflamatório das meninges, membranas que envolvem o cérebro. A meningite pode ser causada por diversos agentes infecciosos, como bactérias, vírus e fungos, dentre outros, e agentes não-infecciosos (ex: traumatismo). O principal vetor é o homem no caso da meningite tuberculosa, outros animais, em especial o gado bovino, podem ser reservatórios da doença. A evolução da meningite apresentou associação fraca a moderada, dos elementos meteorológicos estudados com os casos de meningite. Constatou-se que a temperatura mínima, precipitação, umidade relativa do ar e temperatura média do ar estão correlacionadas em torno de 0,1, 0,34, 0,41 e 0,46 (correlação fraca), respectivamente, dos casos de meningite, e a temperatura máxima maior associação com 0,62 (correlação moderada), conseqüentemente maior coeficiente de explicação da mesma sobre a meningite. O grau de correlação das referidas patologias com os elementos meteorológicos, ficaram em torno de fraca a moderada positiva/negativa, justificando que além dos fatores meteorológicos as patologias estão relacionadas com outros fatores tais como: sócio-ambientais, nutricionais, precárias condições de saneamento e superpopulação.

Palavras-chave: Variáveis meteorológicas. Correlação. Dengue. Meningite. Leptospirose.

ABSTRACT

This study was developed as part of Biometeorology, field of knowledge consisting of the biological effects of weather and climate of the physicochemical environment in living organisms, plants, animals and man. Dengue is now the most important arbovirus (arthropod-borne disease) that affect humans and constitutes a serious public health problem worldwide, especially in tropical countries, where environmental conditions favor the development and proliferation of *Aedes aegypti*, the principal mosquito. Bethlehem atmospheric conditions favor the action of the mosquito vector to transmit the dengue virus, providing more rapid proliferation and weather elements considered in the research work on the incidence Dengue in Bethlehem in the range of 54%. Leptospirosis is a zoonosis that still has a high incidence in the Amazon, resulting in a high hospital costs, and loss of working days and its lethality, which can reach up to 40% of severe cases. The seasonality of leptospirosis in the city of Belem-Pa was evident, proving that the disease is directly proportional to rainfall, so the highest incidence of the disease occur in the first five months of the year (the period with highest rainfall) and inversely proportional to temperature. The term meningitis expresses the occurrence of an inflammation of the meninges, the membranes surrounding the brain, meningitis may be caused by various infectious agents like bacteria, viruses and fungi, among others, and non-agents infection (eg: trauma). The main vector and the man in the case of tuberculous meningitis, other animals, especially cattle, can be reservoirs of the disease. The development of meningitis was associated mild to moderate meteorological elements studied cases of meningitis. It appears that the minimum temperature, precipitation, relative humidity and air temperature are correlated on only one, 34, 41 and 46% (weak correlation), respectively, of cases of meningitis, and the maximum temperature greater association with features 62% (moderate correlation), therefore a higher coefficient of explanation of it on to meningitis. The degree of correlation of these pathologies with the meteorological elements, were around weak to moderate positive / negative, explaining that in addition to meteorological factors pathologies are related to other factors such as socio-environmental, nutritional, poor sanitary conditions and overpopulation.

Keywords: Meteorological variables. Correlation. Dengue. Meningitis. Leptospirosis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estágio do mosquito da dengue	17
Figura 2 – <i>Rattusnorvegicus</i> (Ratazana, rato de esgoto,gabiru, rato pardo).....	19
Figura 3 – Modelos de transmissão da leptospirose.....	20
Figura 4 – Meningite	21
Figura 5 - Habitat favorável ao surgimento de focos de leptospirose	25
Figura 6 – Localização do município estudado.....	26
Gráfico 1 – Variação média no período (1999 a 2009) do dengue e precipitação (a), umidade relativa do ar (b), temperatura média, máxima e mínima (c)	32
Gráfico 2 – Variação média no período (1999 a 2009) da leptospirose e precipitação (a), leptospirose e umidade relativa do ar (b), leptospirose e temperatura média, máxima e mínima (c)	35
Gráfico 3 – Variação média no período (2005 a 2009) da Meningite, precipitação e coeficiente de determinação (R^2) (a), Meningite, umidade relativa do ar e coeficiente de determinação (R^2) (b), Meningite, temperaturas média, máxima, mínima e coeficiente de determinação (R^2) (c).....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Série histórica dos dados anuais das patologias, precipitação (PRP), umidade relativa do ar (UR), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) e temperatura média (Tmed) na cidade de Belém/Pa, no período de 1999 a 2009	27
Tabela 2 – Classificação da correlação linear.....	28
Tabela 3 – Valores do Coeficiente de Correlação (R) das variáveis meteorológicas com a dengue em Belém/Pa no período de 1999 a 2009	32
Tabela 4 – Valores do Coeficiente de Correlação (R) e Determinação (R ²) das variáveis meteorológicas com a leptospirose em Belém/Pa no período de 1999 a 2009.....	36
Tabela 5 – Valores do Coeficiente de Correlação (R) e Determinação (R ²) das variáveis meteorológicas com a meningite em Belém/Pa no período de 1999 a 2009	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DC	Dengue Clássico
FHD	Febre Hemorrágica da Dengue
Hib	<i>Haemophilus influenzae</i> do tipo b
II	Infecção Inaparente
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
SCD	Síndrome de choque da dengue
VCAS	Vórtices Ciclônicos de Ar Superior
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
SESMA	Secretaria de Saúde do Município de Belém

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	15
2.1	A DENGUE.....	15
2.1.1	Agente Etiológico.....	15
2.1.2	Vetores Hospedeiros.....	15
2.1.3	Modo de transmissão	17
2.2	A LEPTOSPIROSE.....	17
2.2.1	Agente Etiológico.....	18
2.2.2	Vetores Hospedeiros.....	18
2.2.3	Modo de transmissão	19
2.3	A MENINGITE.....	20
2.3.1	AgenteEtiológico.....	21
2.3.2	Vetores Hospedeiros.....	21
2.3.3	Modo de transmissão	21
2.4	ESTUDOS SOBRE A DENGUE, LEPTOSPIROS, MENINGITE, CLIMA E MEIO AMBIENTE.....	22
3	MATERIAL E MÉTODO	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	CASOS MENSAIS DE DENGUE.....	31
4.2	CASOS MENSAIS DE LEPTOSPIROSE.....	33
4.3	CASOS MENSAIS DE MENINGITE.....	36
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS	40
	GLOSSÁRIO	42

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do estudo da Biometeorologia, campo do conhecimento que consiste dos efeitos biológicos, do tempo e do clima do ambiente físico-químico, nos organismos vivos, plantas, animais e o homem. A Biometeorologia permite quantificar as relações com os elementos meteorológicos quanto às suas causas e efeitos. Neste campo de estudo o foco central da análise ressalta a importância da dimensão espacial no aparecimento e distribuição das doenças.

O clima torna-se de grande relevância em estudos que tratam da qualidade de vida da população, em particular, no que se refere à saúde, visto que há uma forte relação entre as características climáticas e a incidência de algumas doenças em ambientes tropicais. Estudos nesta área têm demonstrado que a influência dos elementos meteorológicos sobre a incidência da dengue, leptospirose e meningite variam de 34% a 18% (SOUZA, 2005), de 42% a 18% (ANDRADE, 2003) e também de 80% a 24% (BARBOSA, 2007). Entretanto, uma série de fatores não meteorológicos influencia na incidência da dengue, tais como: condições nutricionais, sociais e do sistema imunológico do organismo humano (SOUZA, 2005; ANDRADE, 2003).

As condições atmosféricas exercem forte influência sobre a sociedade, podendo acarretar, direta ou indiretamente, problemas à saúde do homem. No estudo das relações entre o clima e as enfermidades humanas em ambientes tropicais, tem-se as que estão relacionadas diretamente à tropicalidade climática, como as doenças parasitárias transmitidas por vetores (esquistossomose, febre amarela, malária, dengue, etc.), e as que estão relacionadas indiretamente com o clima (amebíase, cólera, micoses, leptospirose, etc.). Os fatores que favorecem a propagação destas últimas se vinculam diretamente às questões de ordem socioambiental, como a precariedade das habitações, a falta de saneamento básico e a ocupação de áreas de risco sujeitas a inundações. Cabe destacar que as consequências desses problemas sociais se tornam mais evidentes durante a ocorrência de eventos pluviométricos intensos.

A dengue é, hoje, a mais importante arbovirose (doença transmitida por artrópodes) que afeta o homem e constitui-se em sério problema de saúde pública no mundo, especialmente nos países tropicais, onde as condições do meio ambiente favorecem o desenvolvimento e a proliferação do *Aedes aegypti*, principal mosquito vetor (BRASIL, 2005).

Segundo o guia de bolso do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), a dengue é uma doença infecciosa febril aguda, que pode ser de curso benigno ou grave, dependendo da forma como se apresente: infecção inaparente (II), dengue clássico (DC), febre hemorrágica da dengue (FHD) ou síndrome de choque da dengue (SCD). Seu agente etiológico é o arbovírus do gênero *Flavivirus*, pertencente à família *Flaviviridae*, com quatro sorotipos conhecidos: 1, 2, 3 e 4. Os vetores hospedeiros são os mosquitos do gênero *Aedes*. Nas Américas, o vírus da dengue persiste na natureza mediante o ciclo de transmissão homem - *Aedes aegypti* – homem.

A Leptospirose é uma zoonose que ainda apresenta uma elevada incidência na Amazônia, acarretando num alto custo hospitalar, além de perdas de dias de trabalho e por sua letalidade, que pode chegar a até 40% dos casos graves (MAGALHÃES, 2009). Estudos têm demonstrado que a influência do clima sobre a incidência da leptospirose possui uma forte correlação (PACHECO, 2001; MAGALHÃES, 2009; OLIVEIRA, 2009). Segundo o guia de bolso do Ministério da Saúde (6ª edição revista, 2005), a leptospirose é uma zoonose de distribuição mundial que tem como agente etiológico uma bactéria helicoidal (espiroqueta) do gênero *Leptospira*. Este gênero possui duas espécies, segundo a classificação taxonômica clássica: *L. interrogans*, que compreende todas as leptospiros patogênicas, e *L. biflexa*, que corresponde às leptospirossaprófitas isoladas no ambiente. O homem é considerado um hospedeiro acidental e terminal dentro da cadeia de transmissão, sendo pouco eficiente na transmissão da doença. Os roedores são considerados os principais hospedeiros da doença, sendo-lhes atribuída a maior responsabilidade pela sua transmissão. Sua proliferação é verificada em grandes cidades, onde a rede pluvial e de esgotos não recebem tratamento adequado e, com frequência, se interconectam possibilitando uma maior contaminação ambiental (OLIVEIRA, 2009).

O termo Meningite, expressa a ocorrência de um processo inflamatório das meninges, membranas que envolvem o cérebro (BRASIL, 2005). A meningite pode ser causada por diversos agentes infecciosos, como bactérias, vírus e fungos, dentre outros, e agentes não-infecciosos (ex: traumatismo). As meningites de origem infecciosa, principalmente as causadas por bactérias e vírus, são as mais importantes do ponto de vista da saúde pública, pela magnitude de sua ocorrência e potencial de produzir surtos. O principal vetor é o homem no caso da meningite tuberculosa (uma das complicações mais graves da tuberculose), outros animais, em especial o gado bovino ou o cão, podem ser reservatórios da doença.

No entanto, o homem com a forma pulmonar bacilífera é o hospedeiro de maior importância epidemiológica. Geralmente a incidência da doença é maior em países em desenvolvimento, especialmente em áreas com grandes aglomerados populacionais.

A constatação acima pode ser justificada pela precariedade dos serviços de saúde e condições de higiene e pela facilidade maior de propagação em locais fechados ou aglomerados. Por este último motivo é que, geralmente, a doença é mais manifestada no inverno – quando tendemos a buscar refúgios em locais mais fechados para fugirmos das baixas temperaturas (SOUSA, 2005). As alterações climáticas influenciam na dinâmica da doença, de um modo geral, a sazonalidade da doença caracteriza-se pelo predomínio das meningites bacterianas no inverno e das virais no verão (BRASIL, 2005).

Este trabalho tem como objetivo estudar a correlação das variáveis meteorológicas: precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e as temperaturas médias, máximas e mínimas, sobre a incidência da dengue, leptospirose e meningite na cidade de Belém-Pa, no período de 1999 a 2009, utilizando-se de técnicas estatísticas de correlação, mediante os elementos meteorológicos. Com essa análise poderemos de alguma forma medir a relação funcional entre as variáveis e as patologias e os possíveis efeitos das variações desses, visando entender o comportamento sazonal e melhorar o controle sobre essas patologias, a fim de dar subsídios aos órgãos competentes, para as tomadas de decisão necessárias, para seu devido combate.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 A DENGUE

Os primeiros registros de dengue no mundo foram feitos no fim do século XVIII, no Sudoeste Asiático, em Java, e nos Estados Unidos, na Filadélfia. Mas a Organização Mundial de Saúde (OMS) só a reconheceu como doença neste século (BARBOSA, 2007). No Brasil, a primeira epidemia com confirmação laboratorial ocorreu em 1982, em Boa Vista, Roraima. (SOUSA, 2005).

A origem do *Aedes aegypti*, inseto transmissor da doença ao homem, é africana. Na verdade, quem contamina é fêmea, pois o macho apenas se alimenta de seivas de plantas. A fêmea precisa de uma substância do sangue (a albumina) para completar o processo de amadurecimento de seus ovos. O mosquito apenas transmite a doença, mas não sofre seus efeitos. Por não ter sintomas específicos, a doença pode ser confundida com várias outras, como leptospirose, sarampo, rubéola. São doenças que provocam febre, prostração, dor de cabeça e dores musculares generalizadas. Um médico consegue, por exames em laboratório, definir a doença e tratá-la corretamente.

2.1.1 Agente Etiológico

De acordo com Costa (2001), o vírus da dengue é do gênero *Flavivirus*, da família *Flaviviridae* são conhecidos quatro sorotipos, sendo o tipo 1, tipo 2, tipo 3 e tipo 4 e é transmitido apenas pela fêmea do mosquito.

2.1.2 Vetores Hospedeiros

Duas espécies de mosquitos podem ser os transmissores da dengue: o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, sendo que o primeiro também é transmissor da febre amarela. No Brasil há apenas o registro de transmissão da dengue pelo *Aedes aegypti*. Isso porque o *Aedes albopictus* não ter característica domiciliar (BRASIL, 2006).

O mosquito (*Aedes aegypti*) mede menos de 1 centímetro e possui uma aparência inofensiva, é de cor preta com listras brancas no corpo e nas pernas. Sua picada não dói e nem coça. O *Aedes aegypti* adulto vive em média 45 dias, costuma picar nas primeiras horas da

manhã e nas últimas da tarde. Estudos da Fiocruz comprovaram que a fêmea voa até mil metros de distância de seus ovos (BRASIL, 2006).

O ciclo de vida do mosquito *Aedes aegypti* compreende quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto conforme ilustra a Figura 1. Os ovos do mosquito transmissor são depositados em condições adequadas, ou seja, em lugares quentes e úmidos, depositados em lugares próximos a linha d'água, e os embriões que estão dentro dos ovos levam de 2 a 3 dias para se desenvolverem e eclodirem se as condições de umidade forem adequadas. Os embriões podem enfraquecer ou morrer se, neste período, os ovos secarem, mas, se durante um determinado período for lhes assegurado um perfeito desenvolvimento, os ovos do mosquito se tornam resistente a dissecação e, assim, poderão sobreviver por períodos que vão de vários meses a um ano. Isso representa uma grande barreira para a eliminação do mosquito (COSTA, 2001). O período larvário, em ótimas condições não ultrapassa a 5(cinco) dias. Esta é a fase de alimentação e crescimento e depende da temperatura, densidade das larvas no criatório e disponibilidade de alimentos. A larva é dividida em tórax, cabeça e abdome. Quando em baixa temperatura e falta de alimentos, esta fase pode se prolongar por semanas, até se tornarem pupas. A pupa é uma fase sem alimentos e, além disso, é a fase onde ocorre a transformação para o estágio adulto (COSTA, 2001). Para passar da fase do embrião até a fase adulta (ovo, larva e pupa), o *Aedes aegypti* demora em média dez dias. Os mosquitos acasalam no primeiro ou no segundo dia após se tornarem adultos. Depois deste acasalamento, as fêmeas passam a se alimentar de sangue, que possui as proteínas necessárias para o desenvolvimento dos ovos. Costa (2001), afirma que, 24 horas depois de emergir, o mosquito pode acasalar, tanto a fêmea quanto o macho.

Estudos demonstram que, uma vez infectada e isso pode ocorrer numa única inseminação, a fêmea transmitirá o vírus por toda a vida, havendo a possibilidade de pelo menos parte de suas descendentes já nascerem portadoras do vírus.

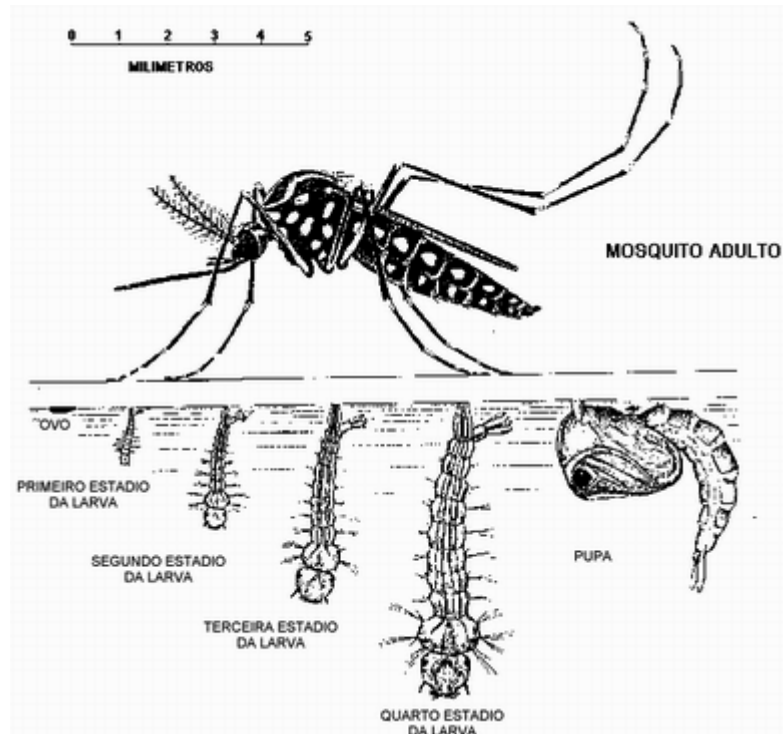


Figura 1 – Estágio do mosquito da dengue
Fonte: Naturaltec (2010)

2.1.3 Modo de transmissão

A transmissão se faz pela picada do *Aedes aegypti*, no ciclo homem - *Aedes aegypti* - homem. Após um repasto de sangue infectado, o mosquito fica apto a transmitir o vírus, depois de 8 a 12 dias de incubação. A transmissão mecânica também é possível, quando o repasto é interrompido e o mosquito, imediatamente, se alimenta de um hospedeiro suscetível próximo. Não há transmissão por contato direto de um doente ou de suas secreções com uma pessoa sadia, nem de fontes de água ou alimento (BRASIL, 2005). Segundo Martins et al. (2002), o *Aedes aegypti* prolifera-se dentro ou nas proximidades das casas, apartamentos, hotéis, ou em qualquer local com água limpa. Apesar disso, alguns estudos apontam focos do mosquito em água suja também.

2.2 A LEPTOSPIROSE

É uma doença infecciosa febril de início abrupto, cujo aspecto pode variar desde um processo inaparente até formas graves. A leptospirose apresenta distribuição universal. No Brasil, é uma doença endêmica, tornando-se epidêmica em períodos chuvosos, principalmente nas capitais e áreas metropolitanas, devido às enchentes associadas à

aglomeração populacional de baixa renda em condições inadequadas de saneamento e à alta infestação de roedores infectados. Algumas profissões facilitam o contato com as *leptospiras*, como trabalhadores em limpeza e desentupimento de esgotos, garis, catadores de lixo, agricultores, veterinários, tratadores de animais, pescadores, laboratoristas, militares e bombeiros, dentre outras. Contudo, em nosso meio, a maior parte dos casos ainda ocorre entre pessoas que habitam ou trabalham em locais com más condições de saneamento e expostos à urina de roedores (BRASIL, 2006)

2.2.1 Agente Etiológico

Segundo o guia de bolso do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), é uma Bactéria helicoidal (espiroqueta) aeróbica obrigatória do gênero *Leptospira*, do qual se conhecem atualmente sete espécies patogênicas, sendo a mais importante a *L. interrogans*. A unidade taxonômica básica é o sorovar (sorotipo). Mais de 200 sorovares já foram identificados e cada um tem o(s) seu(s) hospedeiro(s) preferencial(ais), ainda que uma espécie animal possa albergar um ou mais sorovares. Qualquer sorovar pode determinar as diversas formas de apresentação clínica no homem; em nosso meio, os sorovares *Icterohaemorrhagiae* *Copenhagen* freqüentemente estão relacionados aos casos mais graves. Dentre os fatores ligados ao agente etiológico, favorecendo a persistência dos focos de leptospirose, especial destaque deve ser dado ao elevado grau de variação antigênica, à capacidade de sobrevivência no meio ambiente (até 180 dias) e à ampla variedade de animais susceptíveis que podem hospedar o microrganismo.

2.2.2 Vetores Hospedeiros

Os roedores são considerados os principais hospedeiros da doença, sendo-lhes atribuída a maior responsabilidade pela sua transmissão. Importância especial deve ser conferida à espécie *Rattus norvegicus*, principal espécie transmissora em centros urbanos, conhecida como ratazana de esgotos (Figura 2). Sua proliferação é verificada em grandes cidades, onde as redes pluvial e de esgotos não recebem tratamento adequado e, com freqüência, se interconectam possibilitando uma maior contaminação ambiental. Contudo, outros animais, especialmente os cães, participam da cadeia de transmissão da doença. Estes, quando infectados, podem eliminar leptospiras por meio da urina, durante meses, sem apresentar sintomas (BRASIL, 2006).

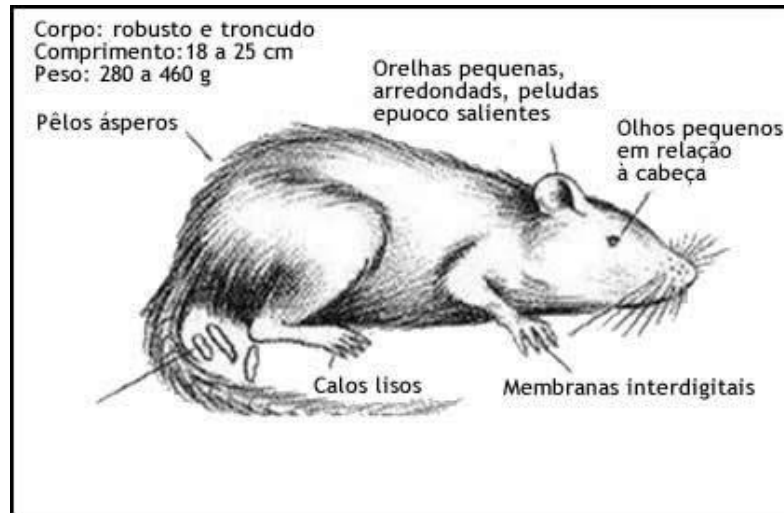


Figura 2 – *Rattus norvegicus* (Ratazana, rato de esgoto, gabiru, rato pardo)
 Fonte: Max(2010)

2.2.3 Modo de transmissão

A infecção humana resulta da exposição direta ou indireta à urina de animais infectados. A penetração do microrganismo dá-se através da pele lesada ou das mucosas da boca, narinas e olhos. Pode também ocorrer através da pele íntegra quando imersa em água por longo tempo. O contato com água, lama contaminada demonstra a importância do elo hídrico na transmissão da doença ao homem. Outras modalidades de transmissão relatadas, porém com pouca frequência: contato com sangue, tecidos e órgãos de animais infectados, transmissão acidental em laboratórios e ingestão de água ou alimentos contaminados.

O período de incubação varia de 1 a 30 dias (média entre 7 e 14 dias). Os animais infectados podem eliminar a *leptospira* através da urina durante meses, anos ou por toda a vida, segundo a espécie animal e o sorovar envolvido. A transmissão inter-humana é muito rara, podendo ocorrer pelo contato com urina, sangue, secreções e tecidos de pessoas infectadas. A Figura 3, mostra os modelos de transmissão da leptospirose.

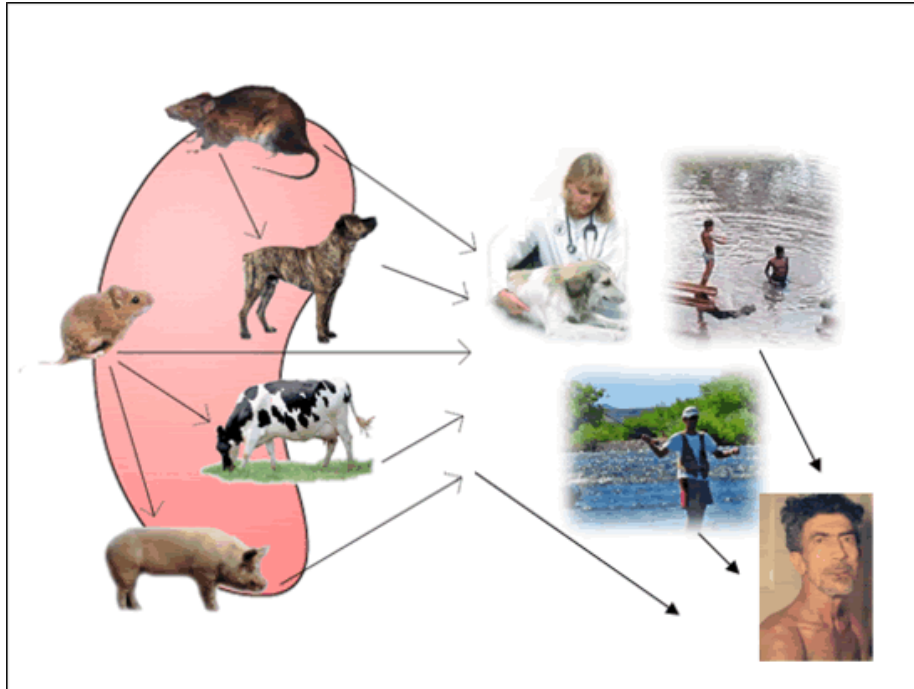


Figura 3 – Modelos de transmissão da leptospirose.
Fonte: Pituco (2001).

2.3 A MENINGITE

Segundo o Ministério da Saúde (2005), a doença meningocócica foi estudada pela primeira vez por Vieusseux, em Genebra, na Suíça, durante um surto ocorrido em 1806. A bactéria responsável pela doença foi identificada e descrita pela primeira vez em 1884 por Marchiafava e Celli na Itália; mas somente em 1887 foi cultivada, recebendo a denominação *Neisseriameningitidis* por Weichselbaum. Durante o século XIX, as epidemias desta doença foram frequentes na Europa. Os primeiros casos de meningite meningocócica registrados no Brasil datam de 1906. A década de 70 foi marcada pela ocorrência de uma grande epidemia de doença meningocócica. Naquela ocasião foi realizada uma campanha de vacinação nacional, na qual foi utilizada a vacina antimeningocócica AC. Após este período, o sorogrupo A deixou de circular no país e os sorogrupos B e C passaram a ser predominantes.

Na década de 90, a meningite por *Haemophilus influenzae* tipo b (Hib) destacava-se como a segunda causa de meningite bacteriana. Após a implantação da vacina contra Hib no Brasil, incluída no calendário básico de vacinação da criança a partir de 1999, foi observada redução superior a 90% nos casos de meningite por este agente. Em meados da década de 90 e 2000 houve surtos de doença meningocócica, particularmente nas regiões Sul e Sudeste (BRASIL, 2005).

2.3.1 Agente Etiológico

Meningite é a inflamação das meninges, membranas que envolvem o encéfalo e a medula espinhal, conforme mostra a Figura 4. A meningite pode ser causada por diversos agentes infecciosos, como bactérias, vírus e fungos, dentre outros, e agentes não-infecciosos (ex: traumatismo). As meningites de origem infecciosa, principalmente as causadas por bactérias e vírus, são as mais importantes do ponto de vista da saúde pública, pela magnitude de sua ocorrência e potencial de produzir surtos (BRASIL, 2005).

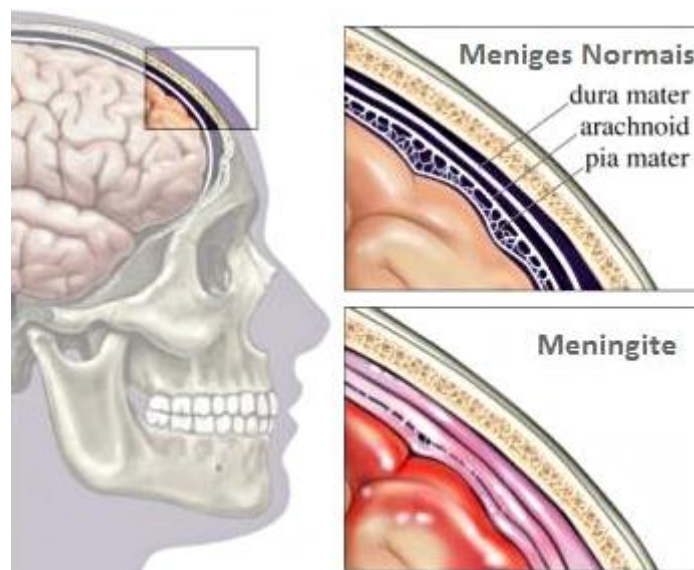


Figura 4 – Meningite
Fonte: Homem (2010)

2.3.2 Vetores hospedeiros

O principal reservatório é o homem. No caso da meningite tuberculosa, outros animais, em especial o gado bovino, podem ser reservatórios da doença. No entanto, o homem com a forma pulmonar bacilífera é o reservatório de maior importância epidemiológica (BRASIL, 2006).

2.3.3 Modo de transmissão

Em geral, a transmissão é de pessoa a pessoa, através das vias respiratórias, por gotículas e secreções da nasofaringe, havendo necessidade de contato íntimo (residentes

na mesma casa, colega de dormitório ou alojamento, namorado) ou contato direto com as secreções respiratórias do paciente (BRASIL, 2005).

A transmissão fecal-oral é de grande importância em infecções por enterovírus. A meningite tuberculosa é uma complicação da infecção tuberculosa. Os casos de tuberculose pulmonar com escarro positivo a baciloscopia constituem a principal fonte de infecção, pois eliminam grande número de bacilos, podendo provocar uma infecção maciça dos contatos, com maior probabilidade de desenvolvimento de formas graves da doença, como a Meningite (BRASIL, 2005).

O Período de incubação em geral, de 2 a 10 dias; em média, 3 a 4 dias. Pode haver alguma variação em função do agente etiológico responsável. A meningite tuberculosa, em geral, ocorre nos primeiros seis meses após a infecção. O Período de transmissibilidade é variável, dependendo do agente infeccioso e da instituição do diagnóstico e tratamento precoces. No caso da doença meningocócica, a transmissibilidade persiste até que o meningococo desapareça da nasofaringe. O que geralmente ocorre após 24 horas de antibioticoterapia. Aproximadamente, 10% da população pode apresentar-se como portador assintomático (BRASIL, 2005).

2.4 ESTUDOS SOBRE A DENGUE, LEPTOSPIROSE E MENINGITE CLIMA E MEIO AMBIENTE.

A dengue é considerada uma doença tropical, pois prolifera mais em países tropicais em razão do clima quente e úmido. As condições sócio-ambientais destes países também são favoráveis à proliferação do vetor transmissor da dengue. As áreas mais afetadas com a dengue no mundo hoje são: as Américas do Sul, Central e do Norte, além da, África, Austrália, Caribe, China, Ilhas do Pacífico, Índia, Sudeste Asiático e Taiwan. Na América do Sul, Brasil, Colômbia, Bolívia, Paraguai, Guiana Francesa, Suriname, Venezuela e Equador são as áreas mais atingidas (DONALÍSIO; GLASSER, 2002).

Para Donalísio e Glasser (2002), o mosquito transmissor raramente resiste viver fora dos paralelos 45° N e 35° S. No entanto, Costa (1998), aponta que o mosquito *Aedes aegypti* encontrado com mais frequência entre os paralelos 35° N e 35° S. Ainda segundo Donalísio e Glasser (2002), as fêmeas do mosquito, infectadas e submetidas a temperaturas de aproximadamente 32°C, teriam 2,64 vezes mais chance de completar o período de incubação extrínseco do que aquelas submetidas a temperaturas amenas. Desta forma, fica provado que as áreas que mantêm temperaturas mais elevadas são mais suscetíveis à presença e

proliferação do mosquito (*Aedes aegypti*). A Oscilação Sul, mais conhecida como El Niño, é um fenômeno natural que produz anomalias na precipitação pluvial e temperaturas, causando principalmente, secas e enchentes. O El Niño causa chuvas, aumento da temperatura, secas e outros distúrbios climáticos em grande parte do planeta (Organização Pan-Americana de Saúde - OPAS, 2003).

Segundo a Organização Pan-Americana de Saúde- OPAS (2003), um estudo da correlação da dengue e precipitação fluvial não registrou valor máximo de casos de dengue nos anos que ocorreu o El Niño. Porém, mesmo que não tenha havido um aumento do número de casos nos anos do El Niño, as altas temperaturas e enchentes em áreas indenes (onde não há relato da patologia) poderão transformar estas áreas em áreas endêmicas.

Existe alguma associação de estudos e dados preliminares de estudos retrospectivos que indicam que o El Niño repercute na incidência de certas doenças infecciosas. Hoje se pode prever o El Niño com 4 (quatro) meses a um ano de antecedência. Isso pode facilitar a criação de políticas de prevenção para as doenças que são causadas por transmissão, pois, já se tem uma idéia geral do lugar e data em que acontecerão as condições meteorológicas extremas do El Niño, determinando quais serão as regiões de maior vulnerabilidade e risco de epidemias e, começar assim, a incorporar a alteração climática no planejamento dos programas sanitários atuais (OPAS, 2003).

A expansão das áreas de proliferação da dengue poderá alcançar proporções ainda maiores, se levarmos em consideração, as condições sócio-ambientais de muitos países do globo terrestre, que vivem em precárias condições de saneamento e superpopulação.

A meningite tuberculosa não sofre variações sazonais e sua distribuição não é igual em todos os continentes. A doença guarda íntima relação com as características socioeconômicas, principalmente naqueles países onde a população está sujeita a desnutrição e condições precárias de habitação. Com relação a faixa etária, o risco de adoecimento é elevado nos primeiros anos de vida e muito baixo na idade escolar, voltando a se elevar na adolescência e início da idade adulta. Os indivíduos HIV (+) também têm maior risco de adoecimento. A meningite viral tem distribuição universal e potencial de ocasionar epidemias, principalmente relacionadas a enterovirus. O aumento de casos também pode estar relacionado a epidemias de varicela, sarampo, caxumba e também a eventos adversos pós-vacinais. A partir de 2004, foi desencadeada a implementação do diagnóstico laboratorial de meningite viral, com o intuito de conhecer melhor os agentes virais causadores desse tipo de meningite no país. A implementação da vigilância das meningites virais, juntamente com as ações de vigilância

vetorial, permitira a detecção precoce de casos da febre do Nilo Ocidental, doença em expansão no mundo a partir dos focos existentes nos Estados Unidos (BRASIL, 2005).

Geralmente os casos da doença são maiores em países em desenvolvimento, especialmente em áreas com grandes aglomerados populacionais. Tal constatação pode ser justificada pela precariedade dos serviços de saúde e condições de higiene e pela facilidade maior de propagação em locais fechados ou aglomerados. Por este último motivo é que, geralmente, a doença é mais manifestada no inverno – quando tendemos a buscar refúgios em locais mais fechados para fugirmos do frio.

As meningites têm distribuição mundial e sua expressão epidemiológica depende de fatores como o agente infeccioso, existência de aglomerados populacionais e características sócio econômicas dos grupos populacionais e do meio ambiente (clima). De modo geral, a sazonalidade da doença caracteriza-se pelo predomínio das meningites bacterianas no inverno e das meningites virais no verão. A *Neisseriameningitidis* é a principal bactéria causadora de meningite. Tem distribuição mundial e potencial de ocasionar epidemias. O “cinturão africano” - região ao norte da África - é frequentemente acometido por epidemias causadas por este agente. No Brasil, na década de 70 e 80 ocorreram epidemias em varias cidades devido aos sorogrupos A e C e, posteriormente, o B. A partir da década de 90, houve diminuição proporcional do sorogrupo B e aumento progressivo do sorogrupo C. Desde então, surtos isolados do sorogrupo C tem sido identificados e controlados no país. Até 1999, as meningites causadas pelo *Haemophilus influenzae* do tipo b (Hib) representavam a 2ª causa de meningite bacteriana depois da doença meningocócica. A partir do ano 2000, após a introdução da vacina conjugada contra a Hib, houve uma queda de 90% na incidência de meningites por este agente e a 2ª maior causa de meningites bacterianas passou a ser representada pelo *Streptococcus pneumoniae* (BRASIL, 2005).

Como uma das doenças de veiculação hídrica e vinculada indiretamente ao clima tem-se a Leptospirose. A ocorrência de leptospirose está estreitamente vinculada aos fatores ambientais, que podem dar lugar a um foco de infecção, cuja amplitude está na dependência de condições favoráveis (PITUCO, 2001). Podem permanecer viáveis em água limpa por até 152 dias, mas não toleram alta salinidade, dessecação, pH ácido e a competição bacteriana em meios muito contaminados. Sem dúvida a água das chuvas é ideal para a sua sobrevivência. As doenças de veiculação hídrica podem ter suas áreas geográficas de infecção expandidas e seus efeitos agravados com as alterações climáticas. Logo para se ter um controle prévio sobre a doença, é necessário monitorar e avaliar o período e áreas de atuação, com o intuito de

proporcionar informações temporais e espaciais indispensáveis para conhecer, detectar ou prever alguma mudança que possa ocorrer nos fatores condicionantes de processo saúde-doença (PITUCO, 2001).

Na zona urbana, principalmente em grandes cidades, durante a época das chuvas, as inundações se constituem no principal fator de risco para a ocorrência de surtos epidêmicos de leptospirose humana. Localidades com más condições de saneamento básico são as principalmente acometidas de surtos devido à presença de esgoto a céu aberto e lixões, proximidade com córregos, os quais propiciam o contato direto com as águas contaminadas com urina de roedores sinatrópicos (ratos e camundongos) e cães errantes. A Figura 5 mostra o habitat favorável ao surgimento de focos de leptospirose (PITUCO, 2001)



Figura 5 - Habitat favorável ao surgimento de focos de leptospirose.
Fonte: Pituco (2001)

Os meses com maior total pluviométrico concentram-se no primeiro semestre do ano, principalmente entre fevereiro e maio, quando Belém fica sob influência da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) principal sistema atmosférico causador de precipitação no Estado. Vale destacar que nesse período também atuam outros sistemas atmosféricos causadores de chuvas, como: os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS) que atuam principalmente de janeiro a março; as linhas de instabilidade que agem em associação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCIT) e provocam chuvas nos meses de fevereiro e março; os processos convectivos de meso-escala atuando na quadra chuvosa (SOUZA; et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODO

Para realizar o presente estudo foram utilizados dados meteorológicos de temperaturas média, máxima e mínima do ar, a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar em escala mensal de Belém-Pa, cujas coordenadas geográficas são: (1° 27' 21" S, 48° 30' 14" W), com área territorial de 1.065 km², e população de aproximadamente de 1.437.600 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2009). O período estudado foi de 1999 a 2009, com utilização de dados das doenças, em escala mensal. A Figura 6, mostra o estado do Pará, e em destaque, o município de Belém escolhido para o estudo desta pesquisa.



Figura 6 – Localização do município estudado.
Fonte: Web (2010)

Os dados referentes à precipitação, temperatura do ar (média), e umidade relativa do ar (média compensada) foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – 2° DISME – Belém (INMET). E o dado relativo às doenças Dengue, Leptospirose e Meningite, foram obtidos na Secretaria Municipal de Saúde de Belém (SESMA), conforme mostra Tabela 1. Não foram considerados neste trabalho o tipo das patologias ou qualquer outra característica física do portador das doenças.

Tabela 1 – Série histórica dos dados anuais das patologias, precipitação (PRP), umidade relativa do ar (UR), temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) e temperatura média (Tmed) na cidade de Belém/Pa, no período de 1999 a 2009.

MESES	Dengue	Leptospirose	Meningite	PRP (mm)	UR(%)	Tmax(°C)	Tmin(°C)	Tmed(°C)
JAN	27,0	10	24	347	89	30,9	21,2	26,4
FEV	34,4	11	20	363	89	30,5	22,2	26,2
MAR	27,8	13	24	463	89	30,4	22,4	26,3
ABR	14,1	15	21	455	89	30,8	21,8	26,6
MAI	7,8	12	22	283	86	31,3	22,6	26,8
JUN	4,6	6	20	175	83	31,7	22,1	26,9
JUL	2,4	7	19	151	81	31,7	21,7	26,8
AGO	4,0	6	20	119	81	32,1	21,7	27,1
SET	4,7	6	19	126	80	32,1	21,7	27,2
OUT	5,5	5	18	130	79	32,2	21,6	27,3
NOV	9,2	5	20	130	80	32,3	21,9	27,5
DEZ	11,3	5	18	326	84	31,9	22,0	27,0
Média	12,7	8,4	20	255,7	84,2	31,5	21,9	26,8

Fonte: Pará (SESMA; INMET, 2010)

Para verificar o limiar entre a situação de controle e uma situação fora de controle utilizou-se da distribuição unilateral para os dados de Dengue, Leptospirose e Meningite. Para os dados meteorológicos utilizou-se a distribuição bilateral, para se verificar a faixa de variação, em que os elementos meteorológicos, foram corretamente estimados para o referido estudo. O nível de confiança utilizado para todos os dados foi de 95%. Com o efeito de relativizar a medida e de sua aplicação em uma população em épocas diferentes, utilizamos o conceito de incidência para a dengue, pois a mesma possui casos muito maior comparada as outras patologias aqui preconizadas, os coeficientes de incidência mensal da doença (C.I_t), foram calculados da seguinte forma (ROUQUAYROL, 1994).

$$C.I_t = \frac{\text{número de casos novos} \times 10^n}{\text{população exposta ao risco}} \quad (1)$$

Onde,

- ✓ C.I_t é o coeficiente de incidência mensal,
- ✓ n tamanho da amostra;
- ✓ t o número do mês em consideração;

Neste estudo, o valor de n é igual a 5, e os coeficientes de incidência da referida patologia, foram expressos por 100.000 habitantes.

Em seguida, fez-se uso da Análise de Correlação de Pearson (R), para saber o grau de relacionamento entre as variáveis e a patologia. O(R) assume apenas valores entre -1 e 1, quando mais próximo de 1 melhor é a correlação entre as variáveis dependente e as independentes. Santos (2007) propõem a seguinte classificação da correlação linear (Tabela 2):

Tabela 2–Classificação da correlação linear.

Coefficiente de correlação	Correlação
R = 1	Perfeita positiva
0,8 ≤ R < 1	Forte positiva
0,5 ≤ R < 0,8	Moderada positiva
0,1 ≤ R < 0,5	Fraca positiva
0 < R < 0,1	Ínfima positiva
0	Nula
-0,1 < R < 0	Ínfima positiva
-0,5 < R ≤ -0,1	Franca negativa
-0,8 < R ≤ -0,5	Moderada negativa
-1 < R ≤ -0,8	Forte negativa
R = -1	Perfeita negativa

Fonte: Santos (2007)

Para sabermos qual o grau de explicação entre os elementos meteorológicos e a patologia determinamos o Coeficiente de Determinação Linear (R^2). As expressões matemáticas utilizadas para obtenção dos coeficientes correlação (R), coeficiente de Determinação da Regressão Linear (R^2), são o que sugere Spiegel (1998), Weisberg (1980), Draper e Smith (1981), Bussab (1987) respectivamente:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x S_y} \quad (1)$$

em que

$$S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (x - \bar{x})(y - \bar{y}) \quad (2)$$

sendo

S_{xy} = covariância amostral

S_x = desvio padrão das séries de dados da variável independente

S_y = desvio padrão das séries de dados da variável dependente

x = variável meteorológica para o período em estudo

\bar{x} = média da variável meteorológica para o período em estudo

y = número mensal de ocorrências de uma determinada doença.

\bar{y} = média do número mensal de ocorrências da doença.

A análise de correlação fornece um número que resume o grau de relacionamento entre duas variáveis. Já a análise de regressão resulta numa equação matemática que descreve esse relacionamento, apontando suas características preliminares de correlação positiva (relação direta) ou negativa (relação inversa). Essa mesma equação pode ser usada para se prever valores futuros de uma variável quando se tem valores de outra variável.

Essa análise é feita para que se possa encontrar alguma forma de medir a relação funcional entre as variáveis de cada conjunto, de tal forma que essa medida possa mostrar que:

- ✓ Se há relação entre as variáveis e, em caso afirmativo, se é fraca ou forte;
- ✓ Caso essa relação exista, se há como estabelecer um modelo matemático que interprete a relação funcional entre as variáveis;
- ✓ Constituído o modelo, se pode ser utilizado para fins de predição.

Quando se aplica a análise de regressão ao estudo da relação entre duas variáveis, geralmente, encontram-se os seguintes problemas: especificação do modelo, estimação dos parâmetros, adaptação e significância do modelo adotado.

No caso do referido estudo foi escolhido o modelo linear.

$$Y = a + bx + e. \quad (3)$$

onde,

a = coeficiente linear (também chamado intercepto, é o valor que y assume quando x for zero)

b = coeficiente angular (é a inclinação da reta, mede o aumento ou redução em y para cada aumento de uma unidade em x).

e = Erro padrão.

Para a determinação dos parâmetros a e b , existem vários métodos, aqui, será utilizado o método dos mínimos quadrados, por ser o que fornece os parâmetros que melhor se ajustam os dados à reta de regressão, ou seja, que minimiza a soma dos quadrados dos erros (SOUSA, 2005).

As vantagens de se utilizar o método dos mínimos quadrados para estimar os parâmetros de regressão são:

- ✓ Entretanto, nem todos os n pares de valores estarão contidos na reta, eles estarão distribuídos ao redor da reta ajustada.
- ✓ A minimização da soma dos quadrados dos desvios é apenas uma propriedade desejada de ajuste da reta e, portanto, não garante que se tenha a melhor reta ajustada.

O método de ajuste pelo método dos quadrados mínimos é preferível, pois:

- ✓ Obtém as melhores estimativas, pois elas serão não-viesadas.
- ✓ Oneram os desvios maiores, fato desejável que evita grandes desvios.
- ✓ Permite realizar testes de significância na equação de regressão.
- ✓ A reta de regressão passa pelo ponto formado pelos valores das médias das duas amostras.
- ✓ A análise gráfica dos resíduos, dá indicação de que os resíduos parecem distribuir-se aleatoriamente à volta da reta $x=0$, com dispersão constante, sugerindo que não há violações sérias dos pressupostos de homocedasticidade, média nula e de independência dos erros.

Para sabermos se é uma real relação de causa e efeito, utilizamos testes de hipótese (evidências estatísticas) dando significado às idéias aqui preconizadas. Esses testes foram baseados nos seguintes pressupostos:

- ✓ se seguem uma distribuição normal;
- ✓ se têm média zero;
- ✓ se têm variância constante (homocedasticidade) e são independentes.

No referido estudo tais testes foram feitos para cada variável meteorológica (precipitação, temperaturas máxima, mínima e média e umidade relativa) versus casos da patologia, através de análise de gráficos residuais, com a finalidade de se detectar violações sérias dos referidos pressupostos através do programa MINITAB.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CASOS MENSAIS DE DENGUE

A Tabela 3 mostra o coeficiente de correlação das variáveis meteorológicas com a dengue em Belém/PA, no período de 1999 a 2009 e observa-se forte correlação positiva entre a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar com a ocorrência da dengue com coeficiente de correlação $R= 0,866$ para a precipitação e $R= 0,887$ para a umidade relativa e fraca correlação com a temperatura mínima com valor de $R= 0,287$, porém observa-se forte correlação negativa com a temperatura média e máxima do ar.

O Gráfico 1 mostra a variação média mensal no período estudado entre a dengue e a precipitação pluviométrica (Gráfico 1a), dengue e umidade relativa do ar (Gráfico 1b) e dengue e temperatura do ar (Gráfico 1c). Observa-se que o regime pluviométrico médio mensal na cidade de Belém, durante o período de 1999 a 2009, apresenta um período chuvoso de dezembro a maio, havendo maior concentração da precipitação, no trimestre fevereiro, março e abril, com 42% do total anual de precipitação e um período menos chuvoso, abrangendo os meses de julho a novembro com menor concentração de precipitação no trimestre, agosto, setembro e outubro contribuindo somente com 12%. O total médio anual de precipitação foi de 3068 mm e o valor máximo mensal foi de 463 mm em março e o valor mínimo mensal foi de 119 mm em agosto. Pode-se afirmar que em Belém, as fortes chuvas que ocorreram na região no período chuvoso, são influenciados pela Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT) e no período menos chuvoso a precipitação observada na região, seria devido principalmente aos efeitos locais. O Gráfico 1b, observou-se que a umidade relativa do ar apresenta comportamento semelhante a precipitação, com uma média anual de 84%. No Gráfico 1c observa-se a temperatura do ar média, máxima e mínima, cujos valores médios anuais foram de 26,8 °C, 31,4 °C e 22,0 °C, respectivamente, logo ela mantém-se elevada durante todo o ano, pois nenhum destes meses apresentaram temperaturas médias inferiores a 21,6 °C. Observamos que a incidência da dengue apresenta uma média mensal de 12,7 casos/100.000 habitantes, com valor máximo de 34,4 casos/100.000 habitantes no mês de fevereiro e valor mínimo de 2,4 casos/100.000 habitantes no mês de julho, mostrando a relação direta com a precipitação e umidade relativa do ar, ou seja, quanto maior a precipitação maior incidência da doença e vice-versa, com as temperaturas máximas e médias uma relação inversa, ou seja, quando uma aumenta a outra diminui.

Para Belém, pode-se afirmar que há condições propícias para a dispersão do vírus da dengue nos cinco primeiros meses do ano, conforme a pesquisa realizada e o que afirma o Ministério da Saúde (2005), Veronesi (1999) e Sousa (2005).

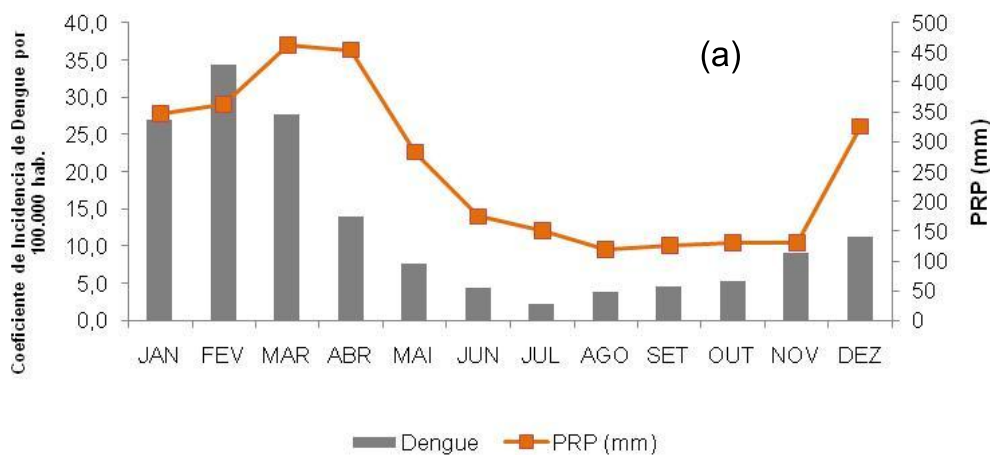
Conforme as condições descritas, observa-se que estas são as condições favoráveis para a proliferação do mosquito vetor como também a transmissão do vírus causador desta patologia, já que temperatura afeta a taxa de ocorrência de picadas, tempo de incubação, e no tamanho da larva, e a precipitação determina o aumento ou redução dos criadouros do mosquito vetor, assim como a umidade relativa afeta a longividade do vetor transmissor, concordando com Gratz (1999), Barbosa (2007) e Souza (2005).

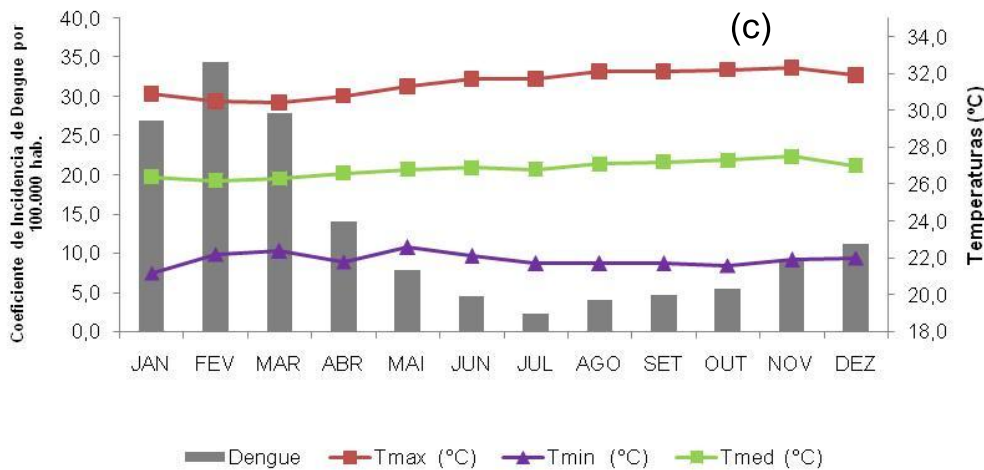
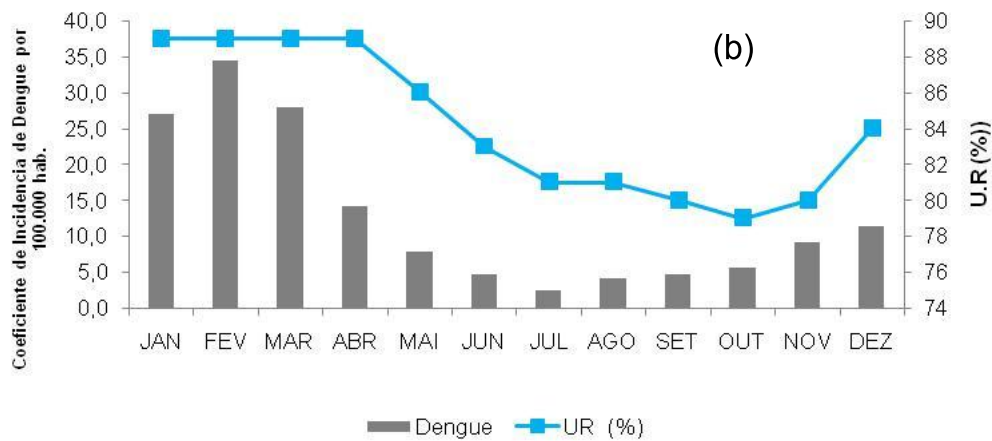
Tabela 3 – Valores do Coeficiente de Correlação (R) das variáveis meteorológicas com a dengue em Belém/Pa no período de 1999 a 2009.

Patologia	Variável Meteorológica	Coef. de Correlação (R)	Coef. de Determinação (R ²)	Correlação
Dengue	U.R. (%)	0,887	76,5	Forte positiva
	PRP (mm)	0,866	72,5	Forte positiva
	Temp. Max (°C)	-0,934	85,9	Forte negativa
	Temp. Média	-0,846	71,5	Forte negativa
	Temp. Min (°C)	0,287	1,0	Fraca positiva

Fonte: Do autor.

Gráfico 1 – Variação média no período (1999 a 2009) da dengue e precipitação (a), umidade relativa do ar (b), temperatura média, máxima e mínima (c).





Fonte: Do autor.

4.2 CASOS MENSAIS DE LEPTOSPIROSE

O Gráfico 2 mostra o perfil da leptospirose e das variáveis meteorológicas na cidade de Belém-Pa em médias mensais para o período de 1999 a 2009 e o Gráfico 2a mostra que há sazonalidade da leptospirose para Belém. Os meses de maiores casos ocorrem no período de janeiro a abril, sendo abril o mês de maior incidência com 14,8 casos. Até abril, a cidade de Belém está na estação chuvosa, que varia de dezembro a maio, tendo um valor máximo no mês de março com 463 mm, entretanto o mês em que antecede o pico da patologia é abril com médias de precipitações para o período ainda elevadas (455 mm). A partir de maio, mês em que a precipitação e a umidade relativa começam a decrescer, pois se inicia o período menos

chuvoso para o município de Belém que vai de junho a novembro, observando-se que os casos de leptospirose diminuem proporcionalmente com a precipitação e umidade relativa do ar, e inversamente com as temperaturas média, máxima e mínima, como pode ser visto nos Gráficos 2a, 2b e 2c.

Na estação chuvosa, onde a precipitação encontra-se alta, percebe-se que a incidência da patologia começa a aumentar, isto sugere a existência de um maior favorecimento a proliferação da doença, devido as inundações que ocorrem nessa época e, conseqüentemente ao contato com o ser humano com a urina de rato contaminada com bactéria *Leptospira*, por outro lado a baixa precipitação pode causar a redução do número de casos da leptospirose, sugerindo que este decréscimo pode estar relacionado com diminuição das inundações e enchentes, já que qualquer pessoa em contato com a água ou lama contaminada poderá se infectar.

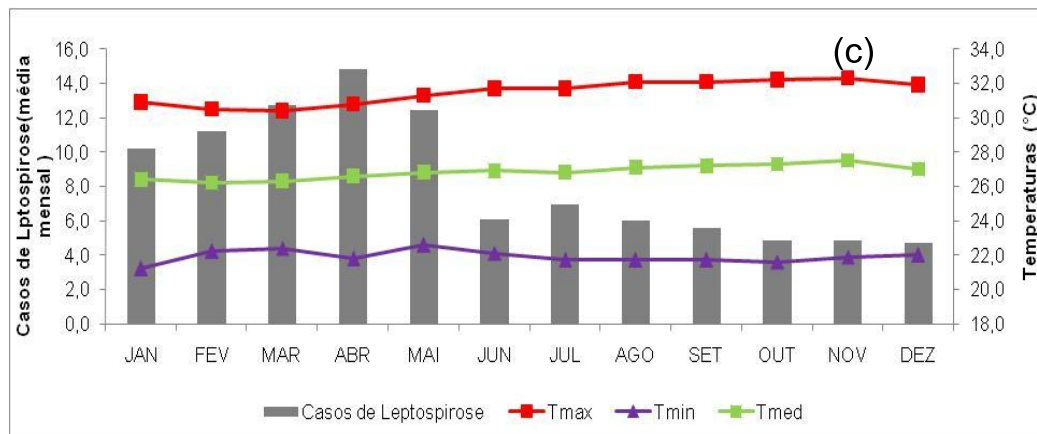
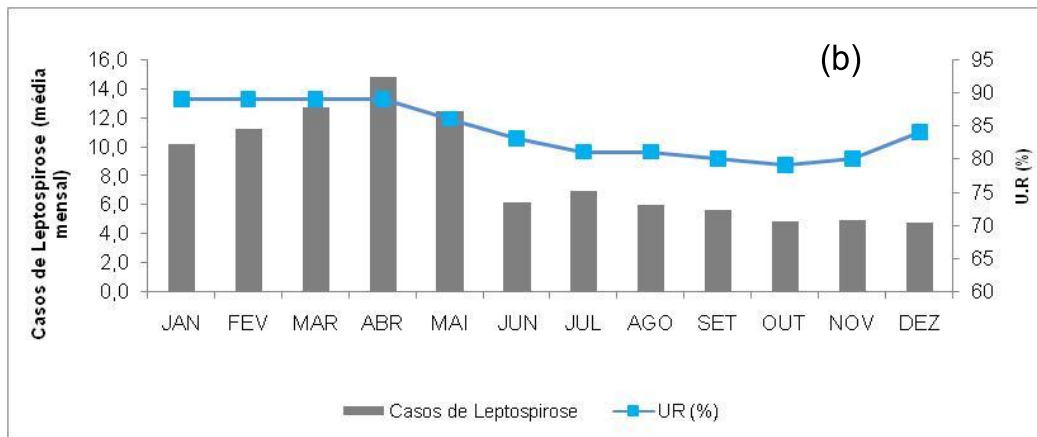
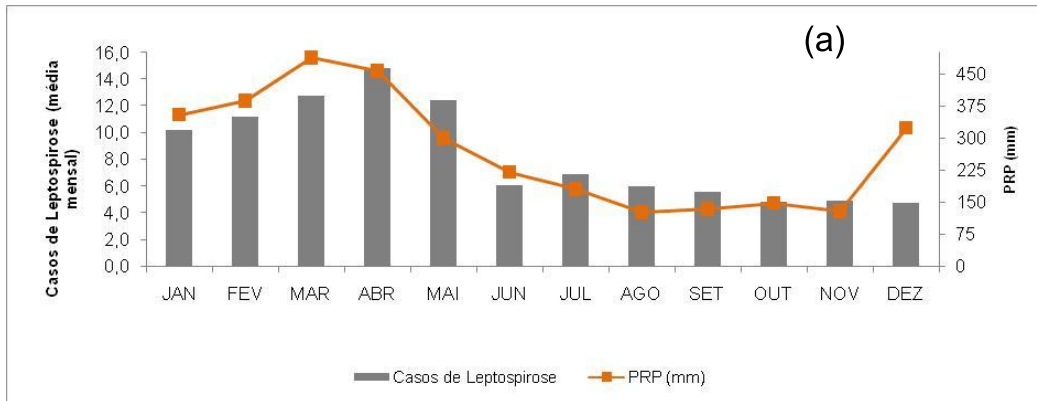
A Tabela 4 contém os Coeficientes de Correlação (R) e os Coeficientes de Determinação (R^2) dos elementos meteorológicos considerados neste estudo. Observou-se uma forte correlação positiva com a precipitação e umidade relativa do ar, com valores de R iguais a 0,70 e 0,71, respectivamente, isto sugere que estas variáveis meteorológicas estão bem correlacionadas com a patologia (diretamente proporcionais). Ao contrário, observam-se correlações negativas com as temperaturas médias e máximas com um valor de $R = -0,68$ e $R = -0,72$ respectivamente (proporcionalmente inversas a ocorrência de leptospirose). No entanto, a temperatura mínima apresentou uma correlação fraca positiva com um valor de $R = 0,39$, indicando que esta variável meteorológica possui fraca correlação com a doença.

Observando o Coeficiente de Determinação (R^2), as variáveis meteorológicas precipitação, umidade relativa e temperatura máxima obtiveram maiores valores para o R^2 na faixa de 0,49 a 0,51, isto sugere que 50% dos casos de leptospirose podem ser explicados por essas variáveis, índice considerado bom, no entanto a variável temperatura mínima apresentou um R^2 em torno de 0,15, ou seja, que 15% dos casos de leptospirose na cidade de Belém podem ser explicadas por essa variável, índice este considerado baixo.

Para Belém, pode-se afirmar que há condições propícias para a dispersão da bactéria da leptospirose nos cinco primeiros meses do ano, conforme o estudo realizado e o que afirma o Ministério da Saúde (2005), Veronesi (1996) e Sousa (2005).

Conforme as condições descritas, observam-se que estas são as condições favoráveis para a proliferação dos roedores, principais reservatórios, também a transmissão da bactéria *Leptospira* causadora desta patologia, já que temperatura e a umidade relativa favorecem a manutenção da mesma no meio ambiente.

Gráfico 2 – Variação média no período (1999 a 2009) da leptospirose e precipitação (a), leptospirose e umidade relativa do ar (b), leptospirose e temperatura média, máxima e mínima (c).



Fonte: Do autor.

Tabela 4 – Valores do Coeficiente de Correlação (R) e Determinação (R²) das variáveis meteorológicas com a leptospirose em Belém/Pa no período de 1999 a 2009.

Patologia	Variável Meteorológica	Coef. de Correlação (R)	Coef. de Determinação (R ²)	Correlação
Leptospirose	U.R. (%)	0,71	0,50	Moderada positiva
	PRP (mm)	0,70	0,49	Moderada positiva
	Temp. Max (°C)	-0,72	0,51	Moderada positiva
	Temp. Média	-0,68	0,46	Moderada positiva
	Temp. Min (°C)	0,39	0,15	Fraca positiva

Fonte: Do autor.

4.3 CASOS MENSAIS DE MENINGITE

No Gráfico3, estão correlacionados os casos de meningite com os elementos meteorológicos estudados para Belém-Pa através dos coeficientes de regressão linear (R²). Observa-se que a referida patologia possui uma sazonalidade bem definida para a localidade de Belém-Pa, para o período estudado, apresentando uma média de 20 casos/mês com picos nos meses de janeiro e março com 20 casos/mês, decrescendo a partir de abril com um pico acima da média no mês de maio, com 22 casos/mês e menor valor nos meses de outubro e dezembro com 18 casos/mês. A justificativa para os picos acima da média para os meses de outubro e novembro poderia ser a ocorrência de surtos de meningites virais, que são mais freqüentes nos período que apresentam maiores temperaturas (verão amazônico) (BRASIL, 2005). Observa-se que há um favorecimento de proliferação da doença nos três primeiros meses do ano (janeiro a março) quando as temperaturas estão baixas e altas unidades relativas do ar, juntamente com a precipitação mais intensa, típico da localidade neste período, tais fatores podem estar relacionados ao favorecimento do aumento desta patologia, uma justificativa para esses picos registrados na localidade de estudo nos três primeiros meses, poderia ser pelo predomínio de surtos das meningites bacterianas que ocorrem mais freqüentemente no período que apresentam temperaturas mais baixas, concordando com (BRASIL, 2005; GAMA, 1995; SOUSA, 2005).

A evolução da meningite apresentou associação fraca a moderada, dos elementos meteorológicos estudados com os casos de meningite. Constata-se que a temperatura mínima, precipitação, umidade relativa do ar e temperatura média do ar estão correlacionadas em

apenas 1, 34, 41 e 46% (correlação fraca) conforme figuras 3a, 3b e 3c, respectivamente, dos casos de meningite, e a temperatura máxima caracteriza maior associação com 62% (correlação moderada), conforme figura 3c, conseqüentemente maior coeficiente de explicação da mesma sobre à meningite.

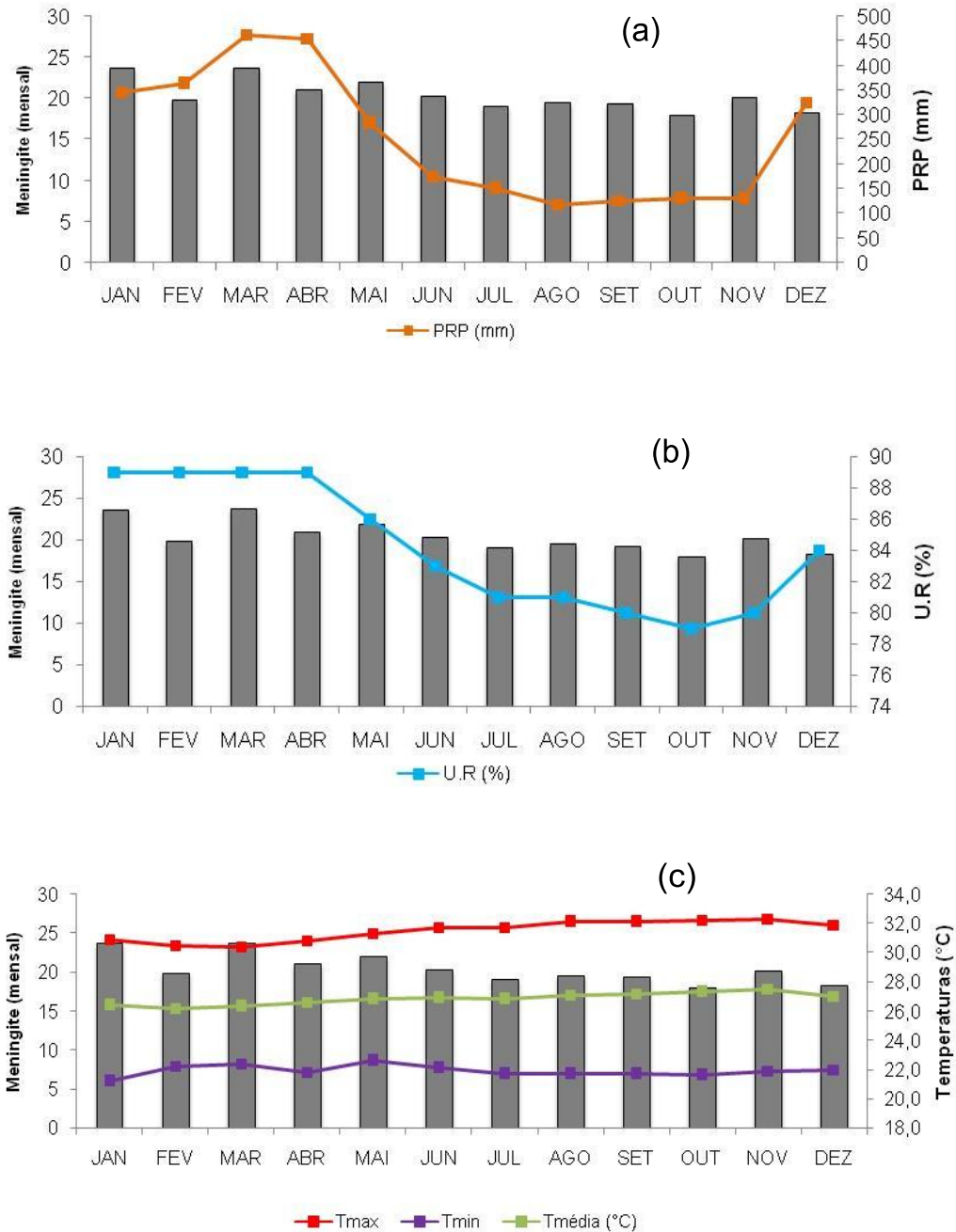
Como justificativa para o comportamento dos casos da meningite em Belém, para o período de 1999 a 2009, é que a mesma trata-se de uma doença universal e ocorre durante o ano todo, principalmente nos meses menos quentes, pois além de haver melhores condições para o germe se proliferar no meio ambiente, dado que as pessoas tendem a ficar em locais fechados ou aglomerados para fugir das baixas temperaturas ou se proteger das chuvas, facilitando a propagação da patologia, além do que a patologia esta relacionada com outras doenças e outros fatores tais como: ambientais, sociais, biológicos, econômicos, culturais entre outros (BARROSO et al., 1998; SOUSA, 2005; BRASIL, 2005).

Tabela 5 – Valores do Coeficiente de Correlação (R) e Determinação (R²) das variáveis meteorológicas com a meningite em Belém/Pa no período de 1999 a 2009.

Patologia	Variável Meteorológica	Coef. de Correlação (R)	Coef. de Determinação (R²)	Correlação
Meningite	U.R. (%)	0,64	0,41	Moderada positiva
	PRP (mm)	0,58	0,34	Moderada positiva
	Temp. Max (°C)	-0,78	0,62	Moderada negativa
	Temp. Média	-0,67	0,46	Moderada negativa
	Temp. Min (°C)	0,1	0,01	Fraca positiva

Fonte: Do autor.

Gráfico3 – Variação média no período (1999 a 2009) da Meningite, precipitação e coeficiente de determinação (R^2) (a), Meningite, umidade relativa do ar e coeficiente de determinação (R^2) (b), Meningite, temperaturas média, máxima, mínima e coeficiente de determinação (R^2) (c).



Fonte: Do autor.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos para as condições em que foi realizado o estudo no período de 1999 a 2009, para a cidade de Belém, conclui-se que:

Para a dengue observou-se que as correlações da temperatura máxima e média em relação inversa, quando uma aumenta a outra diminui e vice-versa.

A precipitação pluviométrica contribui diretamente com os casos de dengue e leptospirose em Belém/Pa, pois apresentou uma correlação forte positiva (relação direta).

Para a leptospirose e meningite repetiu-se o que aconteceu com a dengue, ou seja, as correlações da temperatura máxima e média são moderada negativa, quando uma aumenta a outra diminui (relação inversa).

A variável que apresentou menor correlação com as patologias, foi a temperatura mínima com um R em torno de 0,1 a 0,2 (fraca positiva).

O grau de correlação das referidas patologias com os elementos meteorológicos, ficaram em torno de fraca a moderada positiva/negativa, justificando que além dos fatores meteorológicos as patologias estão relacionadas com outros fatores tais como: sócio-ambientais, nutricionais, precárias condições de saneamento e superpopulação.

No que foi exposto acima, concluíamos ainda, que as condições ambientais associadas à ineficácia das políticas públicas de saúde favorecem o desenvolvimento e a proliferação das patologias em questão.

A maioria das doenças infecciosas está associada à pobreza e ao subdesenvolvimento, medidas de caráter permanente, para suprir essa falta, sairiam mais baratas e trariam o controle definitivo de muitas dessas enfermidades.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, I. S. **Influência de Elementos Meteorológicos nos Casos de Cólera, Meningite e Dengue no Estado da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Biometeorologia) - Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, Paraíba, 2003.
- BARBOSA, Ricardo Falcão Barbosa. **Influência de Variáveis Meteorológicas na ocorrência de doenças infecciosas em diferentes localidades de Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Biometeorologia) - Universidade Federal de Alagoas-UFAL, Maceió, 2007.
- BARROSO, D. E., CARVALHO, D. M., NOGUEIRA, S. A.; SOLARI, E. C. A Doença meningocócica: epidemiologia e controle dos casos secundários. **Rev. Saúde**, v.32, n.1, 1998.
- BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. – 6. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Dengue: Diagnóstico e Manejo Clínico**. 2. ed. Brasília: Diretoria Técnica de Gestão, 2006. 27 p.
- BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. 4. ed. São Paulo: Atual. 1987. 321 p.
- COSTA, E. A. **100 Anos depois**. FIOCRUZ, 2001.
- COSTA, I. P; NATAL, D. Distribuição Espacial da Dengue e Determinantes Socioeconômicos em Localidade Urbana no Sudeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**. São Paulo, v. 32 n.3 Jun. 1998.
- DONALÍSIO, M. R; GLASSER, C.M. Vigilância entomológica e controle de vetores da dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. São Paulo, v. 5 n.3. Dec. 2002.
- DRAPPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analyses**. 2.ed.New York: John Wiley & Sons, 1981.709p.
- GAMA, S.G.N. **Doenças Meningocócica e sua evolução no município do Rio de Janeiro (1976- 1994)**. 1995. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde Pública, 1995.
- GRATZ, N. G. **Emerging and Resurging vector-borne disease**. **Annual Review Entomology**. 1999, 51-75.
- HOMEM. Presente para. Saúde e Alimentação. Disponível em <<http://www.presenteparahomem.com.br/meningite-sintomas-prevencao-e-tratamento/>> Acesso em: 02 mai. 2010.
- MAGALHÃES, Gledson Bezerra. A Ocorrência de Chuvas e A Incidência de Leptospirose em Fortaleza-Ce. **HYGEIA, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 2009.
- MARTINS, S. V.; CASTIÑEIRAS, T.M.P.P. **Dengue. Centro de Informações para Viajantes** – CIVES-UFRJ, 2002.

MAX. Inset. Empresa especializada em Controle de Pragas Urbanas, Impermeabilização e limpeza de Reservatórios de água potável. Disponível em <<http://www.insetmaxonline.com.br/img/image002.jpg>> Acesso em: 02 mai. 2010.

NATURALTEC. **Tratamento de Água e Efluentes.** Disponível em <<http://www.naturaltec.com.br/Tratamento-Agua-Parada-Dengue.html>> Acesso em: 02 mai. 2010.

OLIVEIRA, Denise Santos Correia. **Modelo Produtivo para a Leptospirose.** Secretaria de Saúde do Recife e Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz. 2009.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANADE SAÚDE - OPAS. **Clima e Saúde.** Representação Sanitária Pan-Americana., 2003.

PACHECO, Antonio Guilherme. **Estudo da influência de variáveis metrológicas no aparecimento de casos graves de leptospirose em Salvador-BA via modelos de séries temporais.** Rio de Janeiro; 2001.

PARÁ. Secretaria Municipal de Saúde de Belém – SESMA; Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. [**Dados de dengue, leptospirose e meningite – dados meteorológicos de Belém 1999 a 2009**] mensagem recebida por <helderlagoia@hotmail.com> em: 08 abr. 2010.

PITUCO, E.M.; SCARCELLI, E.; CARDOSO,M.V.; GRASSO, L.M.P.S.; SANTOS, S. Desempenho reprodutivo de um rebanho Nelore de criação extensiva com leptospirose endêmica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.25, n.2, 2001.

ROUQUAYROL, M.Z. **Epidemiologia e saúde.** 4. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1994. P540.

SANTOS, Carla, Estatística Descritiva - **Manual de Auto-aprendizagem, Lisboa**, Edições Sílabo (2007).

SOUSA, Nadja Maria Nascimento. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do Meningite, Meningite e Pneumônia em João Pessoa-PB. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.2, 183-192, 2005.

SOUZA, E. B., M. T. KAYANO, AMBRIZZI,T. The eastern Amazon/northeast Brazil regional precipitation in a weekly timescale modulated by tropical Pacific and Atlantic SST anomalies during austral autumn.**Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 3, 2004.

SPIEGEL, M.R. **Estatística.** São Paulo – SP: Mc Graw – Hill, 1998.580p.

VERONESI, R. **Doenças Infecciosas e Parasitárias.** 5 ed., Guanabara Koogan, p. 486-491, 870-890, 1072. 1996.

WEB. Busca. Disponível em <http://www.webbusca.com.br/pagam/belem/belem_mapas.asp/> Acesso em: 02 mai. 2010.

WEISBERG,S. **Applied linear regression.** New York: John Wiley and Sons, 1980.

GLOSSÁRIO

Artrópodes: Os Artrópodes (do grego *arthros*: articulado e *podos*: pés, patas, apêndices) são animais invertebrados caracterizados por possuírem membros rígidos e articulados.

Zoonoses: são doenças de animais transmissíveis ao homem, bem como aquelas transmitidas do homem para os animais. Os agentes que desencadeiam essas afecções podem ser microorganismos diversos, como bactérias, fungos, vírus, helmintos e rickettsias.

Enterovírus: Grupo de vírus que se multiplicam de preferência no tubo digestivo e que reúne com os antigos enterovírus as espécies de vários gêneros antigos: poliovírus, echovírus, coxsakievírus. Ling.: os antigos gêneros continuam em uso, mas as novas espécies são classificadas exclusivamente no gênero Enterovírus.

Agente etiológico: é a denominação dada ao agente causador de uma doença.

Meningite Tuberculosa: É uma das complicações mais graves da tuberculose. O seu quadro clínico é, comumente, de início insidioso, embora alguns casos possam ter um começo abrupto, marcado pelo surgimento de convulsões.

Sorovares: Animais doentes que transportam doenças, podem ser encontradas em fezes afetando também o sistema nervoso central.