

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA – CCET
DEPARTAMENTO DE DEMOGRAFIA E CIÊNCIAS ATUARIAIS - DDCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DEMOGRAFIA – PPGDEM

MARÍA SOLEDAD JAIMES MANCILLA

**DETERMINANTES CLIMÁTICOS NA INCIDÊNCIA DA DIARREIA
EM CRIANÇAS MENORES DE CINCO ANOS EM LA PAZ - BOLÍVIA**

Natal/RN
2015

MARÍA SOLEDAD JAIMES MANCILLA

**DETERMINANTES CLIMÁTICOS NA INCIDÊNCIA DA DIARREIA
EM CRIANÇAS MENORES DE CINCO ANOS EM LA PAZ - BOLÍVIA**

Dissertação apresentada no Programa de Pós-graduação em Demografia da Universidade Federal de Rio Grande do Norte - UFRN, como parte dos requisitos para a obtenção do Título em Mestre em Demografia.

Orientador: Prof. Dr. Moisés Alberto Calle Aguirre

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Roberto Gonzaga

Natal - RN
2015

Setor de Informação e Referência
Catalogação da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Mancilla, María Soledad Jaimes.

Determinantes climáticos na incidência da diarreia em crianças menores de cinco anos em La Paz - Bolívia / María Soledad Jaimes Mancilla. – Natal, RN, 2015.

99 f.

Orientador: Moisés Alberto Calle Aguirre.

Coorientador: Marcos Roberto Gonzaga.

Dissertação (Mestrado em Demografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Demografia.

1. Fenômenos demográficos – Dissertação. 2. Determinantes climáticos - Dissertação. 3. Morbidade - Dissertação. 4. Diarreia – Dissertação. I. Aguirre, Moisés Alberto Calle. II. Gonzaga, Marcos Roberto. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 314.114



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DEMOGRAFIA



PPGDEM

ATA DE EXAME DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

No dia 07 de Julho de 2015, às 14h, o auditório do CCET (UFRN), foi submetido ao Exame de Defesa a Dissertação da aluna **MARIA SOLEDAD JAIMES MANCILLA**, sob o título: "Determinantes ambientais na incidência da diarreia em crianças menores de cinco anos em La Paz - Bolívia". A Banca Examinadora foi presidida pelo Prof. Dr. **MOISES ALBERTO CALLE AGUIRRE** (orientador) e contou com a participação dos professores doutores **RICARDO OJIMA** (membro interno - UFRN), e **CEZAR AUGUSTO CERQUEIRA** - UNICAP (Externo à UFRN). O Exame teve a duração de 2 horas e a Banca considerou a Dissertação Aprovada

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. **MOISES ALBERTO CALLE AGUIRRE**
Orientador - UFRN



Prof. Dr. **RICARDO OJIMA**
Membro Interno - UFRN



Prof. Dr. **CEZAR AUGUSTO CERQUEIRA**
Externo à Instituição - UFMG

Natal-RN, 07 de Julho de 2015.

*Dedico este trabalho a meus pais Alfredo e Justina,
por estarem comigo em todos os dias da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus, pois sem Ele nada seria possível. Agradeço tudo o cuidado derramado na minha vida, segundo a segundo. Agora sei que nada é por acaso e tudo tem um motivo para acontecer.

Agradeço também ao Programa de Pós-graduação em Demografia – PPGDEM da UFRN, pela oportunidade de aprendizado e crescimento acadêmico. Estou segura de que tudo que foi aprendido levarei comigo sempre e será aplicado em qualquer área que decida continuar.

Meu profundo agradecimento para meu orientador Prof. Moisés Alberto Calle, pela paciência e confiança depositada, assim como pelas longas conversas de orientação não só do trabalho, mas também pessoais quando eu sentia saudade de casa; e para meu coorientador Prof. Marcos Roberto Gonzaga, pela paciência, contribuições e orientação no trabalho, mostrando-me soluções simples para questionamentos surgidos. Obrigada aos dois por acreditar em mim quando nem eu mesma acreditava que conseguiria.

Agradecimento especial para todos e cada um dos professores do PPGDEM/UFRN. Lára, Maria Célia, Maria Helena, que mais que professoras também são consideradas amigas; aos professores Flávio Henrique, Ricardo Ojima e Paulo Formiga, meu profundo respeito e admiração; também aos professores que não participaram da minha formação mas tive o prazer de conhecer: Mardone, Soraia, Luana e Luciana.

Agradeço à minha segunda família, meus colegas do mestrado Guilherme e Mara, grandes amigos e confidentes. Karol e Eliana, pela amizade, cumplicidade e longos debates no café da manhã e em qualquer momento do dia que contribuíram no aprendizado de vários temas. Meus queridos colegas e amigos Priscila, Milagros, Wilmara, Victor, William, Tiago, Bruno e Felipe, pelo carinho e apoio que sempre me deram. Ao Mário pela ajuda, paciência e apoio em todos os processos administrativos que surgiram. Aos grandes amigos encontrados na estrada demográfica Gracineide, Denisse, Kalline, Izabelly, Pollyanne e Lariça. Não posso deixar de agradecer ainda aos meus grandes amigos e grandes professores Josivan, Victor e Rumenik, sempre dispostos para me ajudar e dissipar qualquer dúvida surgida.

Ao professor Fidel Ernesto pelo apoio na disciplina de Introdução à estatística espacial. A meus colegas Elias, Fidel, Luis, Fracimário, Françoise, Joyce, Fernanda e Kalil pelo aporte na fase preliminar do trabalho.

Aos funcionários que trabalham dia a dia e fazem que tudo fique em total ordem para continuar nosso aprendizado.

Ao meu curso de português, especialmente aos meus queridos amigos Philippe e Maria. À minha querida Igreja Refugio da Graça, pelo suporte espiritual adquirido.

Agradeço também aos meus pais Justina e Alfredo, por acreditar e me apoiar, pela benção de ter-lhes ao meu lado. Às minhas irmãs Roxana, Liceth, Marisela e Helen e meus cunhados Erick e Danilo, pelo apoio todos os dias longe de casa. Aos meus sobrinhos Adriana, Alejandra, Emmanuel, Matias e Luciana, pequenos anjos que me animam para seguir em frente.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que estiveram comigo nesta nova etapa da minha vida.

Sempre há uma razão para ser grata.

Obrigada a todos...!

*“As forças naturais que estão dentro de nós
são as que verdadeiramente curam as doenças”*

Hipócrates

RESUMO

O ambiente tem um papel importante no processo saúde-doença, causando impactos de forma direta ou indireta. As diarreias como segunda causa de morte em crianças menores de 5 anos ao nível mundial, não escapam aos impactos ambientais, sendo influenciadas pela variabilidade dos fatores climatológicos que favorecem o aumento de casos por esta patologia. A Bolívia não foge desta realidade por ser um país com os mais elevados indicadores de morbimortalidade no referente às doenças diarreicas em crianças menores de cinco anos, dentro dos países latino-americanos. O presente trabalho tem como objetivo investigar as possíveis associações dos determinantes ambientais físicos como a temperatura, a precipitação e a umidade na ocorrência das diarreias em crianças menores de cinco anos, das regiões Amazônica e Altiplânica de La Paz-Bolívia, no período de 2007 a 2012. A informação para o presente estudo tem três fontes: parâmetros meteorológicos físicos (temperatura, precipitação e umidade), notificações semanais de doenças diarreicas em crianças menores de cinco anos e informações dos CENSOS 2001 e 2012 por municípios. Com a informação configurada por mês, foram obtidas as taxas de incidência diarreica por município e ajustadas pelo método Bayesiano Empírico. Utilizaram-se também diagramas de controle da doença para determinar os níveis endêmicos próprios para La Paz, gráficos de series temporais e correlação simples para observar o grau de dependência da doença com as variáveis climáticas analisadas e análise espacial para localizar a região mais afetada pela doença. Os dados mostraram uma maior incidência diarreica em crianças menores de 1 ano (86,48) em relação às crianças de 1 a 4 anos (34,52), considerando taxas por 1000 crianças segundo o grupo etário. Ambas as taxas são muito elevadas si, são comparadas com as taxas de incidência diarreica dos municípios de La Paz e El Alto (10 diarreias por 1000 crianças). Mediante gráficos de séries de tempo e análise de regressão linear observou-se uma variabilidade da incidência diarreica que pode ser explicada de 35% a 47% pela temperatura média. Os mapas mostraram uma maior incidência na região Amazônica no inverno, com uma forte correlação entre os vizinhos próximos. A utilização da análise espacial mostrou-se útil para o estudo da relação espacial e comportamento da doença diarreica. Abordar essas lacunas é de primordial importância no que se refere às políticas públicas, onde haja a necessidade de intervenção das esferas governamentais, a fim de identificar e minimizar o impacto negativo das alterações climáticas em áreas afetadas, cuja saúde das crianças incorra em risco presente ou futuro.

Palavras-chave: Fenômenos demográficos. Determinantes climáticos. Morbidade. Diarreia.

ABSTRACT

The environment plays an important role in the health/disease process, impacting directly or indirectly. Diarrhea as the second cause of death in children under 5 years old worldwide, do not escape the environmental impacts, being influenced by the variability of climatological factors favoring the increase in cases of this disease. Bolivia does not escape this reality as a country with the highest morbidity and mortality indicators with regard to diarrheal diseases in children under five years old within the Latin American countries. This study aims to investigate possible associations of physical environmental determinants such as temperature, precipitation and humidity in the occurrence of diarrhea in children under five years old in the Amazon and Altiplanica regions of La Paz, Bolivia, from 2007 to 2012. The information for this study has three sources: physical meteorological parameters (temperature, precipitation and humidity), weekly reports of diarrheal diseases in children under five years old and information from CENSUS 2001 and 2012 by municipalities. With the information set per month, diarrheal incidence rates were obtained by municipality and adjusted by empirical Bayesian method. It was also used disease control diagrams to determine their own endemic levels to La Paz, time series graphs and simple correlation to observe the dependence of the disease with the analyzed climatic variables and spatial analysis to locate the region most affected by the disease. The data showed a higher incidence diarrheal in children under 1 year of age (86.48) compared to children 1-4 years old (34.52), considering rates per 1000 children according to age group. Both rates are very high in comparison with the diarrheal incidence rates in the municipalities of La Paz and El Alto (10 diarrheas per 1000 children). According to the time series graphs and linear regression analysis was observed a variability of diarrheal effect which can be explained from 35% to 47% by the average temperature. The maps showed a higher incidence in the Amazon region in winter, with a strong correlation between the close neighbors. The use of spatial analysis was useful for the study of spatial relationship and the behavior of diarrheal disease. Addressing these gaps is paramount when it comes to public policies, where there is the need for intervention of governmental spheres in order to identify and minimize the negative impact of climate change in the affected areas, whose health of children incurs present or future risk.

Keywords: Demographic phenomena. Climatic determinants. Morbidity. Diarrhea.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIDPI	Atenção Integrada às Doenças Prevalentes na Infância
CID-10	Classificação Internacional de Doenças-10
DDA	Doença Diarreica Aguda
GBD	The Global Burden of Disease
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
LC	Línea central
LCI	Limite de controle inferior
LCS	Limite de controle superior
MSD-Bolívia	Ministério da Saúde na Bolívia
ODM	Objetivos do Desenvolvimento do Milênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-americana da Saúde
SEDES–La Paz	Servicio Departamental de Salud de La Paz
SENHAMI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SNIS-VE	Sistema Nacional de Información en Salud y Vigilancia Epidemiológica
SRO	Sais de Reidratação Oral
TRO	Terapia de Reidratação Oral
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
WHO	World Health Organization

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – BOLÍVIA, 1996 – 2005: NÚMERO DE ATENÇÕES E TAXAS DIARREICAS EM CRIANÇAS MENORES DE 5 ANOS	7
FIGURA 2 – LA PAZ, 1998 – 2012: TAXAS DE INCIDÊNCIA DIARREICA POR MIL EM CRIANÇAS MENORES DE CINCO ANOS.....	8
FIGURA 3 - LA PAZ: REGIÕES AMAZÔNICA E ALTIPLÂNICA DO DEPARTAMENTO DE LA PAZ E CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO TOTAL E TEMPERATURA MÉDIA, 2007 – 2012.....	9
FIGURA 4 – LA PAZ, 2012: PORCENTAGEM DA CONDIÇÃO DE ALFABETIZAÇÃO DA POPULAÇÃO NAS REGIÕES AMAZÔNICA E ALTIPLÂNICA.....	11
FIGURA 5 – LA PAZ, 2012: PORCENTAGEM DA POPULAÇÃO COM CONDIÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NAS REGIÕES AMAZÔNICA E ALTIPLÂNICA.....	11
FIGURA 6 – LA PAZ, 2012: PORCENTAGEM DA POPULAÇÃO QUE USA O SISTEMA PÚBLICO PARA A COLETA DO LIXO NAS REGIÕES AMAZÔNICA E ALTIPLÂNICA.....	12
FIGURA 7 - LA PAZ, 2007 - 2012: DIAGRAMA DE CONTROLE DA DOENÇA DIARREICA	29
FIGURA 8 - LA PAZ, 2007 - 2012: DIAGRAMA DE CONTROLE DA INCIDÊNCIA DA DOENÇA DIARREICA EM CRIANÇAS MENORES DE 1 ANO (AMBOS OS SEXOS).....	33
FIGURA 9 – LA PAZ, 2007 – 2012: RELAÇÃO ENTRE OS DETERMINANTES AMBIENTAIS FÍSICOS E AS TAXAS DE INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS MENORES DE 1 ANO NA REGIÃO AMAZÔNICA	34
FIGURA 10 – LA PAZ, 2007 – 2012: RELAÇÃO ENTRE OS DETERMINANTES AMBIENTAIS FÍSICOS E AS TAXAS DE INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS MENORES DE 1 ANO NA REGIÃO ALTIPLÂNICA.....	36
FIGURA 11 – LA PAZ, 2007 – 2012: DIAGRAMAS DE DISPERSÃO, RETA DE REGRESSÃO LINEAR AJUSTADA E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ENTRE OS CASOS DIARREICOS DE CRIANÇAS MENORES DE 1 ANO E AS VARIÁVEIS DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E UMIDADE PARA OS MESES DE JANEIRO E JUNHO	38
FIGURA 12 – LA PAZ, 2007 – 2012: MAPAS TEMÁTICOS DAS TAXAS DE INCIDÊNCIA DIARREICA EM MENORES DE 1 ANO (AMBOS OS SEXOS) PARA OS MESES DE JANEIRO E JUNHO SEGUNDO OS MUNICÍPIOS.....	44
FIGURA 13 – LA PAZ, 2007- 2012: MAPAS TEMÁTICOS PARA O MÊS DE JANEIRO DO ÍNDICE DE MORAN LOCAL, INCIDÊNCIA DIARREICA EM MENORES DE 1 ANO	47
FIGURA 14 – LA PAZ, 2007- 2012: MAPAS TEMÁTICOS PARA O MÊS DE JUNHO DO ÍNDICE DE MORAN LOCAL, INCIDÊNCIA DIARREICA EM MENORES DE 1 ANO	48
FIGURA 15 - LA PAZ, 2007 – 2012: DIAGRAMA DE CONTROLE DA INCIDÊNCIA DA DOENÇA DIARREICA EM CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS (AMBOS OS SEXOS)	49

FIGURA 16 – LA PAZ, 2007 – 2012: RELAÇÃO ENTRE OS DETERMINANTES AMBIENTAIS FÍSICOS E AS TAXAS DE INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS NA REGIÃO AMAZÔNICA.	51
FIGURA 17 – LA PAZ, 2007 – 2012: RELAÇÃO ENTRE OS DETERMINANTES AMBIENTAIS FÍSICOS E AS TAXAS DE INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS NA REGIÃO ALTIPLÂNICA.....	52
FIGURA 18 – LA PAZ, 2007 – 2012: DIAGRAMAS DE DISPERSÃO, RETA DE REGRESSÃO LINEAR AJUSTADA E COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ENTRE OS CASOS DIARREICOS DE CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS E AS VARIÁVEIS DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E UMIDADE PARA OS MESES DE JANEIRO E JUNHO	54
FIGURA 19 – LA PAZ, 2007 – 2012: MAPAS TEMÁTICOS DAS TAXAS DE INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS (AMBOS OS SEXOS) PARA OS MESES DE JANEIRO E JUNHO SEGUNDO MUNICÍPIOS.....	58
FIGURA 20 – LA PAZ, 2007- 2012: MAPAS TEMÁTICOS PARA O MÊS DE JANEIRO DO ÍNDICE DE MORAN LOCAL, INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS.....	61
FIGURA 21 – LA PAZ, 2007- 2012: MAPAS TEMÁTICOS PARA O MÊS DE JUNHO DO ÍNDICE DE MORAN LOCAL, INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS.....	62

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – LA PAZ, 2007 – 2012: DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO DE PRECIPITAÇÃO TOTAL ACUMULADA DAS REGIÕES AMAZÔNICA E ALTIPLÂNICA.....	41
TABELA 2 – LA PAZ, 2007 – 2012: DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO DE TEMPERATURA MÉDIA DAS REGIÕES AMAZÔNICA E ALTIPLÂNICA	42
TABELA 3 – LA PAZ, 2007 – 2012: CORRELAÇÃO ENTRE OS CASOS DIARREICOS EM CRIANÇAS MENORES DE 1 ANO E AS VARIÁVEIS DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E UMIDADE PARA OS MESES DE JANEIRO E JUNHO	82
TABELA 4: LA PAZ, 2007 – 2012: ÍNDICE DE MORAN E VALOR-P DA INCIDÊNCIA DIARREICA EM CRIANÇAS MENORES DE 1 ANO E DE 1 A 4 ANOS PARA OS MESES JANEIRO E JUNHO	83
TABELA 5 – LA PAZ, 2007 – 2012: CORRELAÇÃO ENTRE OS CASOS DIARREICOS EM CRIANÇAS DE 1 A 4 ANOS E AS VARIÁVEIS DE PRECIPITAÇÃO, TEMPERATURA E UMIDADE PARA OS MESES DE JANEIRO E JUNHO	84

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1	Panorama da incidência diarreica	3
2.1.1	Doenças diarreicas no mundo	3
2.1.2	Doenças diarreicas na América Latina	5
2.1.3	Doenças diarreicas na Bolívia	6
2.2	La Paz, o contexto de análise	8
2.3	Relação entre saúde e meio ambiente	12
2.4	Relação da diarreia com os determinantes climáticos	17
3	METODOLOGIA	22
3.1	Área de estudo e fontes de dados	22
3.2	Configuração do banco de dados	24
3.3	Taxa de incidência	24
3.4	Técnicas de ajuste do Bayesiano Empírico	25
3.5	Diagrama de controle de doenças	28
3.6	Análise espacial	30
4	RESULTADOS	32
4.1	Incidência de diarreia em crianças menores de 1 ano	32
4.1.1	Diagrama de Controle da incidência diarreica em menores de 1 ano	32
4.1.2	Associação entre as taxas de incidência diarreica e os determinantes climáticos	33
4.1.3	Correlação de casos de doença diarreica e os determinantes climáticos	37
4.1.4	Análise espacial da incidência diarreica em menores de 1 ano	40
4.1.5	Correlação espacial	46
4.2	Incidência de diarreia em crianças de 1 a 4 anos	48
4.2.1	Diagrama de Controle da incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos	48
4.2.2	Associação entre as taxas de incidência diarreica e os determinantes climáticos	49
4.2.3	Correlação de casos de doença diarreica e os determinantes climáticos	53
4.2.4	Análise espacial da incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos	56
4.2.5	Correlação espacial	60
4.3	Conclusões da análise da incidência diarreica em crianças menores de 5 anos	62
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
	REFERÊNCIAS	69
	ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO

Em termos mundiais a doença diarreica é considerada como a segunda causa de morte em crianças menores de cinco anos depois das pneumonias. Estima-se a ocorrência de 2,5 bilhões de casos diarreicos em menores de cinco anos por ano e a morte de 1,5 milhão, no mundo. Nas últimas décadas, muitos países progrediram na redução dos indicadores de mortalidade por esta doença. No entanto, as taxas de incidência diarreica permanecem relativamente estáveis. (UNICEF e WHO, 2009).

Considera-se que os fatores que intervêm no problema são as desigualdades sociais e econômicas existente nas regiões. Mas, dentro destas desigualdades, encontram-se os determinantes de comportamento, biológicos, socioeconômicos e ambientais. (NSW, 2010). O Fundo das Nações Unidas para a Infância – UNICEF e a Organização Mundial da Saúde – OMS (2004, 2009), discutem e expõem estratégias e intervenções para reduzir o impacto da diarreia focando esforços nos determinantes comportamentais, biológicos e socioeconômicos. No entanto, pesquisas realizadas em diferentes partes do mundo por Curriero *et al.* (2001); Singh *et al.* (2001); Romero *et al.* (2007); Nichols *et al.* (2009); Méndez Pérez, Tejada Martinez, Salvador Ramirez, (2010); Yang *et al.* (2012), na tentativa de avaliar a complexa relação entre os determinantes ambientais e as diarreias, assinalam também a importância de considerar a região geográfica, estação do ano e tipo de abastecimento da água devido ao contexto social e ambiental que envolve esta doença.

Na América Latina, a Bolívia registra elevados indicadores diarreicos em relação a outros países. (DHS, 2009; OMS, 2013). Segundo o Ministério de Saúde da Bolívia (2007), elevadas taxas de incidência diarreicas estão presentes em populações e locais específicos. Observando as irregularidades geográficas e climáticas de La Paz-Bolívia, considera-se que um dos fatores contribuintes nas elevadas taxas de incidência diarreica é o espaço geográfico, sem, contudo, desconsiderar os outros fatores determinantes já mencionados. Dessa forma, o estudo da morbidade diarreica em crianças menores de 5 anos, tomando em consideração a distribuição espacial, permitirá observar com maior detalhe o contexto social e ambiental em que as exposições diarreicas acontecem. Este detalhamento do espaço é fundamental para o planejamento e implementação de políticas para diminuir os riscos de uma doença de fácil prevenção. A temática resulta de interesse quando consideramos que a manutenção nas taxas de incidência diarreica, além de gerar custos regionais (atendimento, medicamentos ou transporte), gera também custos familiares de curto prazo (crescimento pômbero-estatural e

desenvolvimento das crianças menores de cinco anos) pelo caráter repetitivo da diarreia a cada ano.

Na Bolívia, as pesquisas transversais, como as demográficas e sanitárias, reúnem informações de grandes regiões em períodos curtos de tempo e, por isso, os dados não podem ser usados para gerar taxas de incidência e identificar áreas de risco específicas para diarreia. Nesse sentido, os estudos de período, no mínimo de um ano como preconiza a vigilância sanitária, são consideradas as melhores fontes de dados. (WALKER *et al.*, 2012).

O presente trabalho tem como objetivo investigar as possíveis associações dos determinantes ambientais físicos como a temperatura, a precipitação e a umidade na ocorrência das diarreias em crianças menores de cinco anos, das regiões Amazônica e Altiplânica de La Paz-Bolívia. Desta forma, plantea-se quatro objetivos secundários para responder ao objetivo principal: a) estimar as taxas de incidência diarreica nos menores de 1 ano e crianças de 1 a 4 anos, e identificar o grupo etário com maior incidência, b) observar o comportamento da doença, e avaliar a existência de uma correlação direta com os fatores climáticos, considerando as estações extremas de verão e inverno, c) identificar as regiões mais vulneráveis em termos de doença diarreica e os municípios que acompanharam este processo e d) avaliar a relação dos determinantes ambientais físicos e a doença diarreica mediante eventos ou anomalias climáticas extremas.

O trabalho, além da presente introdução, expõe no capítulo 2 a revisão da literatura; neste capítulo são abordadas as características gerais da diarreia, a situação endêmica desta doença no mundo, na América Latina e na Bolívia, para continuar com o contexto da análise de La Paz. Assim também, neste capítulo é considerada a relação entre saúde e meio ambiente e a relação da diarreia com os determinantes físicos ambientais. O capítulo 3 apresenta os passos metodológicos escolhidos para a análise dos dados. No capítulo 4 são descritos os resultados obtidos a partir da associação dos fatores determinantes ambientais apontados e as taxas de incidência diarreica. Finaliza-se com o capítulo 5 que apresenta as considerações finais, onde são discutidos e explicados os resultados encontrados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Panorama da incidência diarreica

O ano 2004, aproximadamente 10,4 milhões de crianças morreram no mundo. (MATHERS, BOERMA e FAT, 2009). Em termos mundiais, depois da pneumonia, a doença diarreica é considerada como a segunda causa de morte em crianças menores de cinco anos. Dentre as doenças transmissíveis estas são as principais doenças que matam em todas as regiões, responsáveis por 40% das mortes infantis a cada ano. No entanto, ambas as doenças podem ser evitadas com medidas simples de prevenção, diagnóstico rápido e tratamento oportuno nos serviços de saúde e na comunidade. (UNICEF e WHO, 2009).

A Organização Pan-americana da Saúde – OPAS (2008) define a diarreia como a evacuação de fezes aquosas, líquidas ou semilíquidas, geralmente mais de três vezes em 24 horas. O quadro muitas vezes é de aparição repentina e pode ter um caráter autolimitado ou agudo, ou seja, com uma duração menor do que duas semanas. A diarreia pode ser acompanhada de náuseas, vômitos, febre e dor abdominal, quadro este que recebe o nome de Síndrome ou Doença Diarreica Aguda – DDA. (BRASIL - MS, 2010). A maioria dos episódios são leves, mas podem ser agravados pela perda de líquidos e significativa desidratação, ocasionando um desequilíbrio interno do organismo e a consequente morte quando os líquidos não são restituídos. (ROMÁN RIECHMANN, BARRIO TORREZ e LÓPEZ RODRIGUEZ, 2010).

A diarreia atinge pessoas de qualquer faixa etária, porém o grupo mais vulnerável é o de crianças menores de cinco anos, sobretudo em estado de desnutrição e com baixa imunidade. A incidência desta doença varia enormemente com a idade da criança, sendo mais alta nos primeiros anos de vida e diminui à medida que a criança cresce. Este fato é explicado pela maior proporção de água corporal que as crianças têm em relação à massa corporal, o que causa maiores perdas líquidas quanto menor é a criança. (UNICEF e WHO, 2009).

2.1.1 Doenças diarreicas no mundo

Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância – UNICEF e o World Health Organization – WHO (2009), estima-se por ano a ocorrência de 2,5 bilhões de casos de diarreia em menores de cinco anos e a morte de 1,5 milhão no mundo. Muitos países

progrediram na redução da mortalidade por esta causa nas últimas décadas. No entanto, ainda que as estimativas realizadas sugiram uma incidência geral relativamente estável, a tendência limitada de dados sugere pouco progresso desde o ano 2000.

Conforme o histórico das informações da WHO, muitos progressos foram alcançados graças a um compromisso internacional assumido pelos países membros para combater a diarreia na década de 1970 e 1980. Durante este período, alcançou-se o ponto máximo na redução de mortes em crianças menores de cinco anos devido ao uso expandido da terapia de reidratação oral – TRO (avanço médico mais importante do século XX), junto com a capacitação de educadores para estender a informação do uso apropriado desta terapia (WHO, 1999), mas este compromisso perdeu força entre os anos 1990 e 2001, centrando a atenção em outras emergências globais. (BLACK, MORRIS e BRYCE, 2003).

Observando esta diminuição no controle das doenças prevalentes na infância, em 1990 os países membros da WHO estabeleceram os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), cuja Meta 4 refere-se à redução da mortalidade nas crianças menores de cinco anos em 2/3 até o ano de 2015. Para alcançar este objetivo, em 1996, a OPAS e o UNICEF, de forma conjunta, programaram mundialmente a estratégia denominada Atenção Integrada às Doenças Prevalentes na Infância (AIDPI), baseada em protocolos de atendimento e na educação da população, a fim de prevenir as principais doenças que aumentam as taxas de mortalidade na infância. (BENIGUI, 1996; OPS, 2008).

Depois de muitos avanços no tratamento das doenças infecciosas, a UNICEF e a OMS, em 2004, realizaram uma declaração conjunta estabelecendo recomendações para o tratamento clínico da diarreia aguda na infância. O princípio destas recomendações é a administração de Sais de Reidratação Oral (SRO) com baixas concentrações de glicose e a administração de zinco, além da administração de líquidos disponíveis no lar, amamentação e/ou alimentação contínua. (UNICEF e WHO, 2004). Atualmente apenas 39% das crianças dos países em desenvolvimento recebem esta terapia juntamente com alimentos contínuos. (UNICEF e WHO, 2009).

Segundo o documento Carga Global de Doenças (The Global Burden of Disease – GBD), de 2004, para os países membros da OMS, uma em cada cinco crianças menores de cinco anos morria por diarreia. Ou seja, esta doença matava mais crianças que a AIDS, malária e sarampo juntos. Este estudo comparativo entre os anos 1990 e 2004 mostra um declínio da mortalidade de 5 para 1,5 milhões, tendência que se reduz paralelamente à mortalidade geral em crianças menores de cinco anos. (WHO, 2008).

O estudo feito pelo Grupo de Referência de Epidemiologia de Saúde da Criança (CHERG) da WHO afirma que, entre os anos 2000 e 2010, a taxa de mortalidade por esta doença diminuiu em 4%. Não obstante, de todos os óbitos em crianças menores de cinco anos 10.5% são causados pela diarreia e as regiões mais afetadas são África, Mediterrâneo Oriental e Sul de Ásia. (LIU *et al.*, 2012).

Walker *et al.* (2012) realizaram uma revisão sistemática da informação dos casos de diarreia em 139 países de baixa e mediana renda para os anos 1990 e 2010. As estimativas realizadas nestes dois anos mostraram, de forma geral, um descenso na ocorrência de casos diarreicos de 3,4 para 2,9 episódios por criança por ano. O estudo também constatou, para o ano 1990, cerca de 1,9 milhões de casos de diarreia e, para o ano 2010, aproximadamente 1,7 milhões. As taxas mais elevadas foram registradas nos lactantes de 6 a 11 meses de idade, com um descenso no número de ocorrências de 5,3 para 4,5 episódios de diarreia por criança por ano. As taxas mais baixas corresponderam às crianças de 24 a 59 meses, com um descenso no número de ocorrências diarreicas de 3,4 para 2,3 episódios por criança por ano. Segundo os autores, ainda que os resultados mostrem uma redução no número de ocorrências e nas taxas de diarreia, a carga global desta doença na saúde das crianças ainda é elevada, especialmente nas crianças menores de um ano, devido aos episódios múltiplos que desenvolvem durante o ano, afetando, principalmente, as crianças desnutridas, pelo que é preciso intervir nas práticas de prevenção e tratamento.

2.1.2 Doenças diarreicas na América Latina

Embora muitos países tenham progredido na redução das taxas de mortalidade por doenças diarreicas nas últimas décadas, ainda continuam as grandes diferenças entre os países, assim como no interior de cada país, em virtude da existência das desigualdades econômicas e sociais. Um exemplo claro é o que acontece na região da América Latina, onde as Estatísticas Sanitárias Mundiais apontam a doença diarreica como parte importante na distribuição da mortalidade por causa específica na infância, mais em alguns países que em outros.

Em 2000, a mortalidade proporcional por diarreia variou de 16,5% no Haiti a 1% no Chile. Em 2012, o Haiti devido ao terremoto acontecido o 2010, manteve a condição de maior mortalidade proporcional por diarreia entre os países da América Latina, com um índice de 11%, em contraste com o percentual de 1% registrado para Uruguai, Argentina, Cuba e Costa

Rica. A despeito do declínio, a magnitude do diferencial permanece muito elevada. (OMS, 2013; WHO, 2014).

A morbidade por doenças diarreicas em menores de cinco anos, segundo a Pesquisa de Demografia e Saúde (DHS) realizada na América Latina em anos distintos, oscila em torno de percentuais relativamente elevados. Nas cinco pesquisas realizadas na Bolívia, esta patologia tem uma representatividade superior a 22%, ao contrário do que acontece em países como Colômbia, Peru e República Dominicana, que atingiram valores inferiores a 15%. Com relação às disenterias estudadas em alguns países, existe uma maior porcentagem de casos na Bolívia, com uma morbidade entre 5% e 6% das patologias frequentes, comparada com o Peru e República Dominicana, onde esse percentual não supera 2%. (DHS, 1990, 1994, 1998, 2004, 2009).

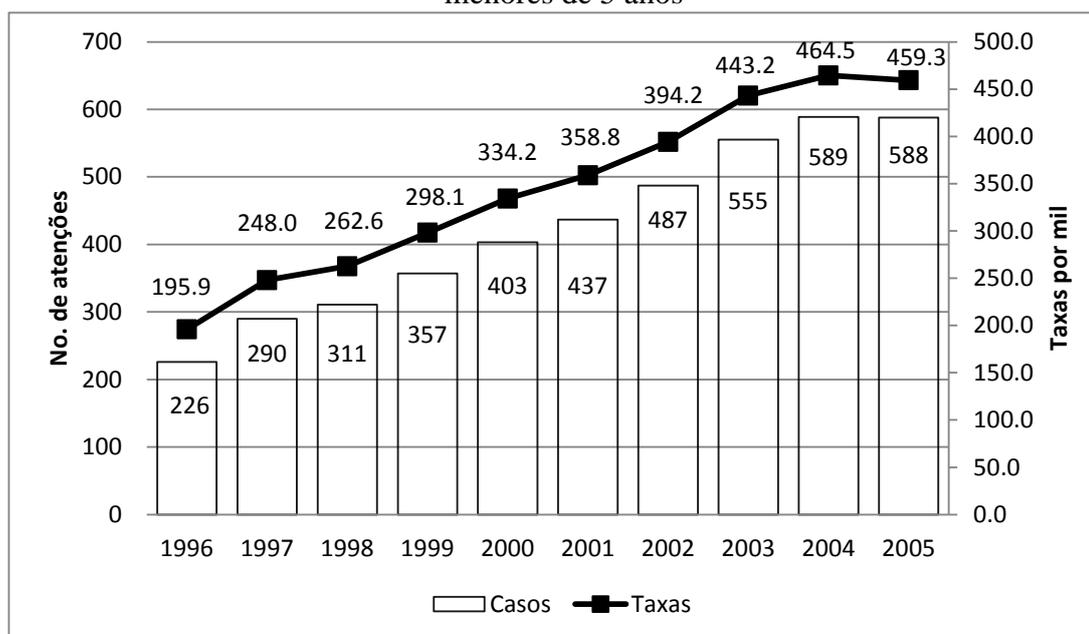
2.1.3 Doenças diarreicas na Bolívia

Na Bolívia, “o impacto das diarreias foi incrementado desde o ingresso do cólera¹ na América” (MENESES, 2003, p. 171). Foi assim que, desde agosto de 1991, o cólera somou-se ao espectro etiológico das doenças diarreicas na Bolívia. Em 1992, o *V. cholerae* contribuiu para uma taxa de incidência de 336 casos por mil habitantes; causando mais de 31.000 casos e 600 óbitos em todos os grupos etários. (SNIS, USAID e UNICEF, 1994). Na atualidade, o cólera é uma doença controlada.

Segundo o Ministério da Saúde na Bolívia (Bolívia-MSD), ainda que os casos de cólera estejam controlados, os casos de doença diarreica continuam aumentando. Dessa forma, de 1996 para 2005 (FIG. 1), a taxa de incidência diarreica na Bolívia ascendeu de 195,9 a 459,3 por mil crianças menores de cinco anos, representando mais de 70% dos atendimentos por esta causa. (BOLÍVIA-MSD, 2007).

¹ O cólera tem como agente etiológico o *V. cholerae*. Esta bactéria, junto com outras bactérias, forma parte das Doenças Diarreicas transmissíveis pela água. A aparição deste microrganismo é rápida, acontece em épocas de calor, originando grandes epidemias.

FIGURA 1 – Bolívia, 1996 – 2005: Número de atenções e taxas diarreicas em crianças menores de 5 anos

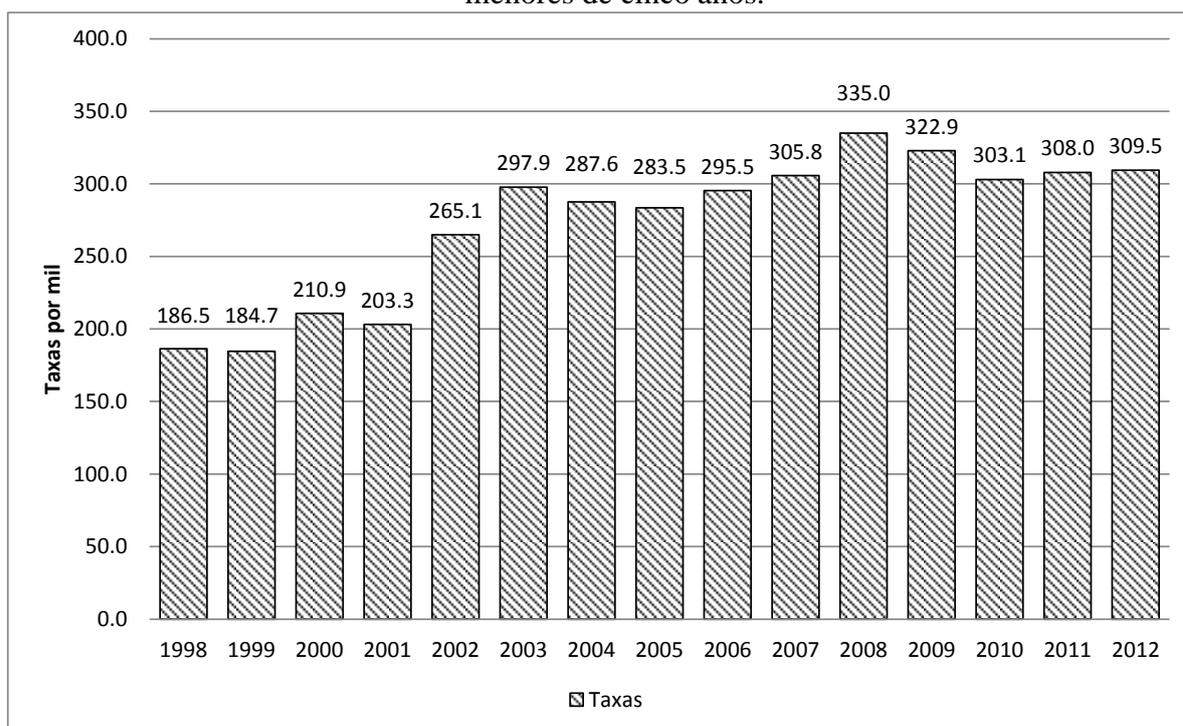


Fonte: SNIS, 2007 *apud* Bolívia – MSD, 2007

Neste contexto, o Departamento² de La Paz, registrou taxas diarreicas que foram aumentando com o decorrer do tempo. De 1999 para 2005 (FIG. 2), as taxas de incidência diarreica aumentaram de 184,7 a 283,5 casos por mil crianças menores de cinco anos, representando um aumento de 35%. (SEDES–La Paz, 2007). Assim também, de 2006 para 2008, houve um aumento da incidência de 295,5 a 335 casos, registrando um acréscimo de 12%. No entanto, para 2012, a taxa de incidência encontrou-se em 309,5 casos por mil crianças menores de cinco anos, em que 44% dos casos aconteceram na área rural, 28% na cidade de La Paz e o restante 28% na cidade de El Alto. (SNIS e SEDES–La Paz, 2013).

² Departamento na Bolívia é o equivalente à Unidade Federal no Brasil.

FIGURA 2 – La Paz, 1998 – 2012: Taxas de incidência diarreica por mil em crianças menores de cinco anos.



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2013

2.2 La Paz, o contexto de análise

A Bolívia possui uma ampla diversidade geográfica e climática devido às características topográficas e sua localização na zona tropical, características estas que também estão presentes no Departamento de La Paz comparando-o com outros departamentos. O Departamento de La Paz está situado ao nordeste do território boliviano, entre 16° e 18° latitude sul e 68° e 69° longitude oeste. Possui uma superfície de 133.985 Km², o que representa 12,20% do território nacional. É o terceiro departamento com maior extensão territorial dentro do país. Política e administrativamente está dividido em 20 províncias³ e 87 municípios. (INE, 2012).

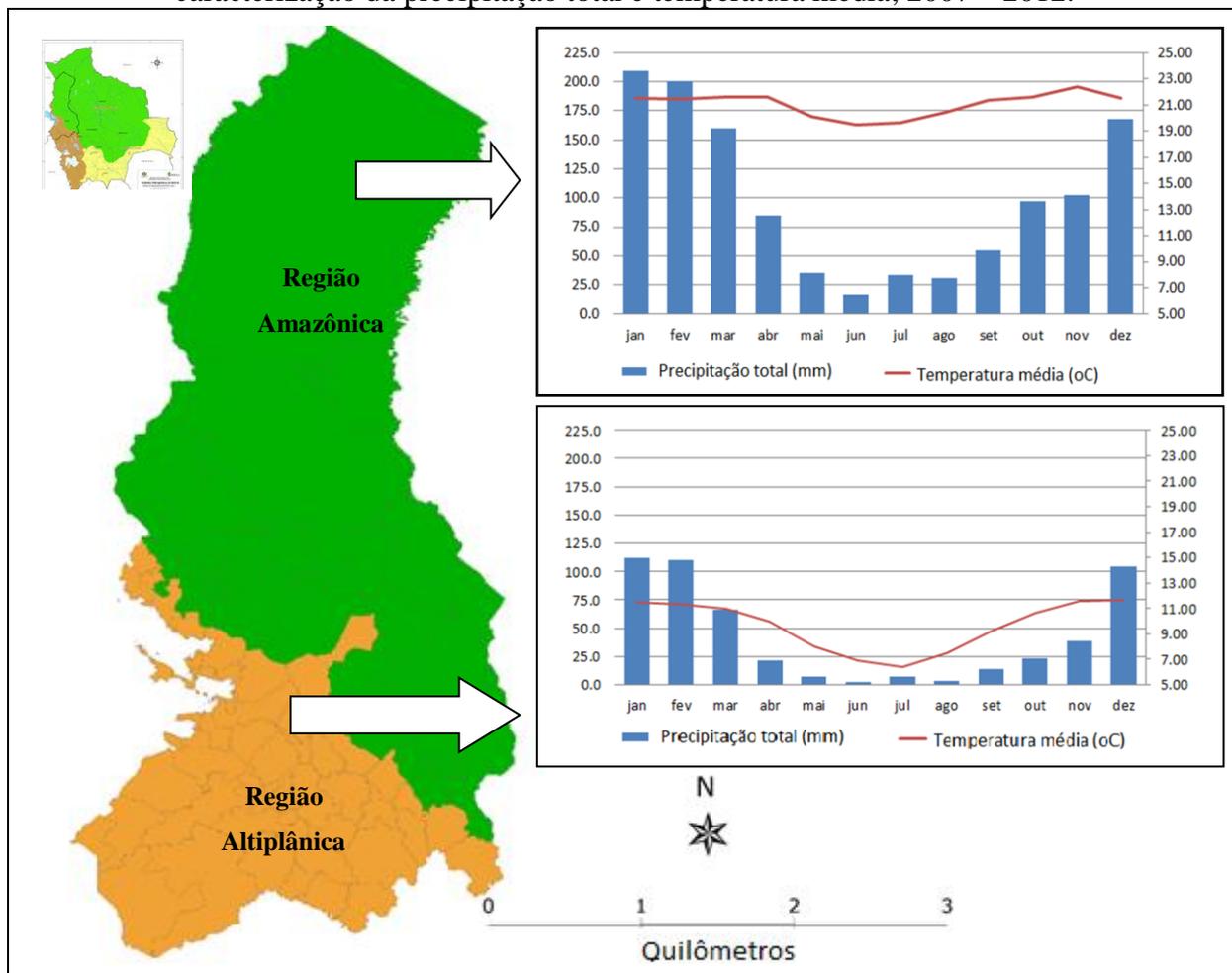
A diversidade ecossistêmica que apresenta a região motivou o esforço de vários estudiosos para agrupá-las em unidades maiores. (MONTECINOS LOPEZ, 1993; CDC-BOLÍVIA, 1988; MORALES, 2004; FAO, 1994; MONTES de OCA, 1995). O objetivo do agrupamento foi dispor de uma base de análise espacial para a avaliação da diversidade

³ A província na Bolívia é o equivalente à microrregião no Brasil.

biológica, necessária para a conservação e sustentabilidade dos recursos naturais, além da análise de saúde da população. No presente trabalho consideraram-se duas grandes regiões geográficas em virtude da distribuição hidrográfica que apresentam e pela influência da disponibilidade da água no desenvolvimento da diarreia.

O Departamento de La Paz forma parte de duas grandes regiões, a Amazônica e a Altiplânica, como se mostra na FIG. 3. Cada região apresenta uma rede hidrográfica própria, ou seja, na região Amazônica distribui-se a Bacia Amazônica e na região Altiplânica a Bacia Fechada. Ambas as regiões estão situadas em diferentes altitudes e apresentam climas variados: tropical abaixo de 500 metros de altitude, quente de 500 a 2000 metros, temperado de 2000 a 3400 metros e frio polar acima de 5000 metros de altitude. (MONTES de OCA, 1995).

FIGURA 3- La Paz: Regiões Amazônica e Altiplânica do Departamento de La Paz e caracterização da precipitação total e temperatura média, 2007 – 2012.



Fonte: Bolívia - INE, 2012, SENAMHI, 2012.

A região Amazônica abrange uma superfície de 89.650 Km². A Bacia Amazônica nasce nas montanhas de neve Cordilheira dos Andes e, juntamente com a união de vários rios afluentes, distribui-se na região nordeste do país. Segundo o INE, 31 municípios do Departamento de La Paz formam parte desta região. Abrange uma população de 357.633 habitantes, predominantemente rural. Possui uma densidade populacional de 4 habitantes/km². (REYES e HERBAS, 2012).

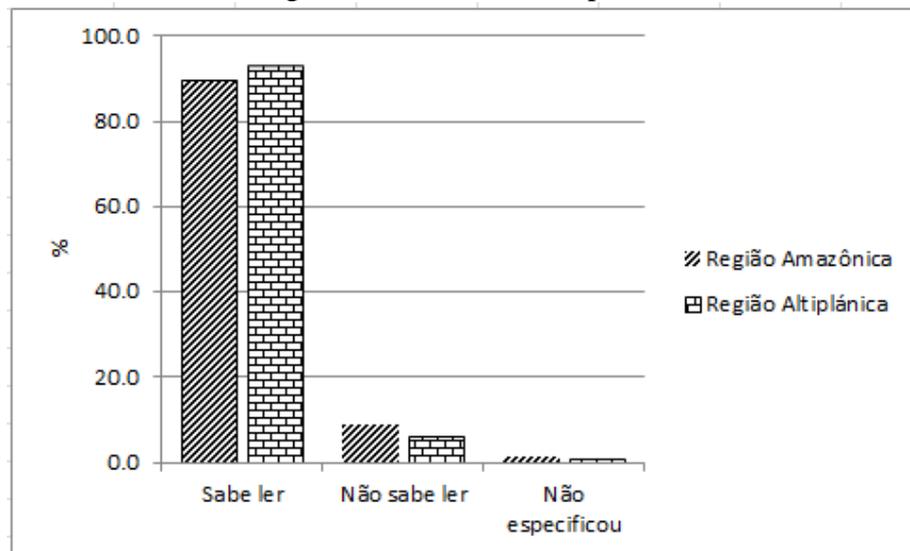
A região Altiplânica encontra-se na bifurcação das cordilheiras Ocidental (vulcânica), que faz fronteira com o Chile, e a Oriental, que atravessa o Departamento de La Paz. Tem uma superfície territorial de 44.335 Km². Neste território encontra-se a bacia Fechada ou Endorreica⁴, onde a fonte de água mais importante está no Lago Titicaca, cujo principal afluente é o rio Desaguadero, que permite a comunicação com o Lago Poopo e os Salares de Coipasa e Uyuni na região sul oeste. No Departamento de La Paz, 56 municípios pertencem à região Altiplânica (dois deles foram criados no final do ano 2012). A região Altiplânica tem uma população de 2.348.718 habitantes, dos quais 66.5% concentram-se nas cidades de La Paz e El Alto. (PNUMA, 2011; INE, 2012).

Em relação às características climáticas, a região Amazônica possui um clima úmido e semiúmido, e a região Altiplânica um clima seco e frio. No entanto, o clima de cada região favorece a produção agrícola e pecuária. As precipitações são maiores na região Amazônica durante o verão, superando em quase 50% a região Andina. A região Andina caracteriza-se pela presença de chuva de curta duração no verão, e uma longa estação seca que coincide com os meses de abril a outubro, condição que afeta a produtividade em regiões próximas ao Lago Titicaca por apresentar baixas temperaturas de congelamento. A temperatura média na região Altiplânica varia de 10 °C, no inverno, a 16 °C, no verão. No entanto, na região Amazônica atinge valores de 19 °C nos meses de junho e julho e 22 °C no resto dos meses. Em relação à umidade relativa média, encontram-se valores de 82% na região Amazônica e 60% na região Altiplânica. (SENAMHI, 2012).

Segundo os dados do CENSO Nacional de População e Domicílio na Bolívia 2012, (FIG. 4) mais de 90% da população Amazônica sabe ler e na região Altiplânica este percentual é maior, atingindo a 93%.

⁴ A Bacia Endorreica retém a água que converge em lagoas e pântanos permanentes ou estacionais, a quantidade da água equilibra-se pela evaporação.

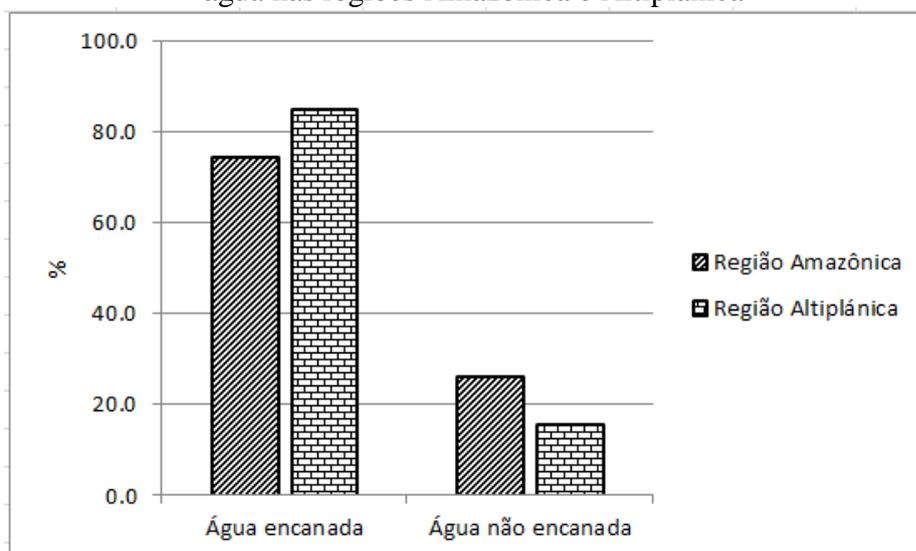
FIGURA 4 – La Paz, 2012: Porcentagem da condição de alfabetização da população nas regiões Amazônica e Altiplânica



Fonte: Bolívia – INE

A porcentagem de domicílios que tem água encanada na região Amazônica é de 74% e na região Altiplânica é de 84,6% (FIG. 5). Outras fontes de água disponíveis são a água do rio, vertentes, poços e água de chuva.

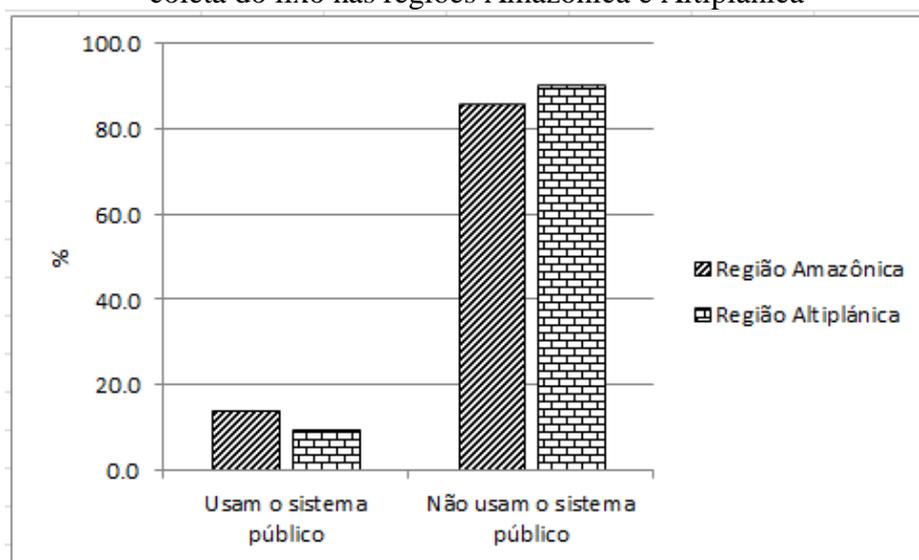
FIGURA 5 – La Paz, 2012: Porcentagem da população com condição de disponibilidade de água nas regiões Amazônica e Altiplânica



Fonte: Bolívia – INE

A porcentagem da população que usa o sistema público para a coleta de lixo na região Amazônica é de 14,3% e na região Altiplânica é de 9,7% (FIG. 6). Outras formas de eliminação do lixo são a rua, a ribeira de rios, a queima e o enterramento, provocando um aumento da contaminação ambiental e dos vegetais de consumo humano. No entanto, este diferencial é ainda maior por municípios.

FIGURA 6 – La Paz, 2012: Porcentagem da população que usa o sistema público para a coleta do lixo nas regiões Amazônica e Altiplânica



Fonte: Bolívia – INE

2.3 Relação entre saúde e meio ambiente

Hipócrates (460-375 anos antes de Cristo), na obra intitulada “Sobre los aires, aguas y lugares”, refere-se à saúde como o “equilíbrio interno”. Aristóteles e Galeno, anos mais tarde, a consideram como “boa mescla de humores”. Alcmeón de Crotona define os humores como forças opostas: frio e quente, úmido e seco, doce e amargo. (ALBY, 2004).

A doença, pelo contrário, não tem uma definição exata, devido a muitas doenças serem confundidas com signos ou sintomas. No entanto, a doença é considerada como um quadro nosológico. Em virtude dos escassos métodos de diagnóstico para conhecer a origem das doenças, foi desenvolvida a verdadeira “ecologia da doença”, na qual o clima e os alimentos eram considerados fatores etiológicos importantes que podem desencadear as doenças. Acreditava-se que o alimento ingerido ou o ar presente produzia um excesso de um dos humores citados, causando um desequilíbrio com a presença de febre, hoje conhecido como

processo de incubação. No entanto, para recuperar a saúde, o excesso de humor devia ser eliminado pelas fezes, urina ou suor. Conhecido assim o processo da doença, descobriu-se que esta possuía características específicas e que existiam: fatores que a determinavam, lugares onde desenvolviam-se, características clínicas e dias de evolução críticos. A febre, considerada como sinal principal das doenças, provocava uma elevada mortalidade quando era aguda e contínua (ALBY, 2004), assim como nas doenças infecciosas.

Arredondo (1992), devido à diversidade de modelos teóricos e paradigmas nos determinantes do processo saúde-doença, realizou a revisão sistemática de alguns modelos deste processo. Dos 11 modelos expostos, 7 estão relacionados com o ambiente e 4 com os processos sociais, históricos e econômicos.

- i) O Modelo Sanitário surge na época da Revolução Industrial, tendo como seguidores Smith e Pettenkofer. Este modelo expõe que a doença é consequência das condições insalubres que rodeiam as pessoas, e o ambiente é considerado um determinante primário. A desvantagem desse modelo é o fato de não contemplar os fatores sociais.
- ii) O modelo unicausal, de Pasteur e Koch, nasce na segunda metade do século XIX. Considerado como um modelo biológico, afirma que os agentes patógenos externos são os produtores de doenças. O grande aporte deste modelo foi o desenvolvimento de medidas preventivas e fármacos para o tratamento de doenças. As limitantes foram a grande variedade de agentes externos existentes e o fato de não considerar outros fatores.
- iii) O modelo multicausal, de Leavell e Clark, surgido na metade do século XX, explica a denominada tríade ecológica, em que os fatores agente, hospede e ambiente atuam simultaneamente. A importância desta análise é o conhecimento de mais de um fator. Sua limitante foi a falta de conhecimento que cada fator representa no processo saúde-doença.
- iv) O modelo epidemiológico origina-se na segunda metade do século XX, os representantes são MacMahon e Pugh. Este modelo usa o modelo anterior, introduzindo o termo de causalidade, em que a principal ferramenta é a identificação dos fatores de risco. A desvantagem foi a falta de conhecimento do tamanho da rede de causalidade.
- v) O modelo ecológico de Susser de finais do século XX, em que a relação saúde-doença refere-se ao contexto tridimensional na interação agente-hospede-ambiente. Descobre-se a relação causa e efeito, ou seja, a relação entre os fatores causais entre si e a relação

direta com o efeito. Não obstante, esta proposta carece de conceitos e métodos adequados para a abordagem social.

- vi) O modelo geográfico, de Jacques May e Voronov, surge na metade do século XXI. Expõe que a doença resulta da interação de fatores patógenos externos e o meio geográfico, considerado como fator importante. Este modelo considera o contexto social dentro dos fatores geográficos, mas não dá importância suficiente como determinante do processo.
- vii) O modelo interdisciplinar, desenvolvido no início de 1990 por Julio Frenk, define que o processo saúde-doença resulta da interação de múltiplos fatores, operando hierarquicamente em diferentes níveis sistêmicos (genoma), sócio-estrutural (social e distribuição da riqueza), instrução familiar (estilos de vida) e o nível individual. A vantagem é a proposta de um enfoque integral para o estudo de determinantes demográficos, epidemiológicos, econômicos, sociais, políticos, etc. A desvantagem é que não pondera o valor de cada determinante.

O resultado desta revisão deixa clara a importância do desenvolvimento teórico integral operativo, que permite associar os conhecimentos com o objetivo de resolver os problemas de saúde existentes e que o meio ambiente tem uma importante participação neste processo. (ARREDONDO, 1992).

Galloway (1986) realizou um importante trabalho usando dados de vários países europeus, da América do Norte e da China. O objetivo principal foi analisar o impacto das variações climáticas na população pré-industrial. Para este fim, o autor desenvolveu três estudos que permitiram: i) demonstrar a existência de mudanças climáticas; ii) determinar a relação entre as mudanças climáticas e o fornecimento de alimentos, e iii) conhecer o efeito que as mudanças climáticas causam nas taxas vitais. A hipótese deste trabalho sugere que as variações da temperatura de longo prazo nos países de latitude média afeta o fornecimento de alimentos e as taxas vitais: mortalidade, fecundidade e migração.

Segundo Galloway (1986), as mudanças climáticas foram confirmadas pelos estudos realizados por historiadores, meteorologistas e físicos. Eles advertem que, no último milênio, o clima atingiu níveis extremos, ou seja, invernos mais frios e úmidos e verões mais quentes, causando um aumento da população e falta de alimentos. Além disso, induziu as pessoas a migrar à procura de melhores condições de vida, o que gerou guerras, doenças endêmicas e morte, afetando ainda a taxa de crescimento da população.

O autor confirma que o fornecimento de alimentos também é influenciado pelas variações climáticas. A curto prazo, os invernos mais frios reduzem a produção de grama, influenciando na redução do número de bovinos. A longo prazo, nos períodos frios reduz-se a quantidade de terra disponível para o cultivo, levando a baixos rendimentos da produção total. Considera-se que um período frio pode encurtar o período de crescimento agrícola. (GALLOWAY, 1986).

As mudanças climáticas também afetam a mortalidade por meio de efeitos diretos e indiretos. Os efeitos diretos acontecem em épocas frias de inverno, independentemente da coleta. No entanto, os verões mais frios tendem a reduzir a mortalidade. Os efeitos indiretos influenciam na oferta de alimentos. Ou seja, um período frio causa menor rendimento agrícola, em que o aumento da fome pode levar à morte por inanição ou a um estado de desnutrição. Neste caso, o organismo torna-se mais vulnerável a desenvolver doenças infecciosas. Em suma, os períodos quentes estão associados com o aumento da população e períodos frios com a diminuição da mesma. (GALLOWAY, 1986).

O estudo de Galloway (1986) deixa claro que é preciso ter evidências quantitativas palpáveis para a reconstrução de dados climáticos do passado. Neste contexto, variações na mortalidade e morbidade dependem de muitos fatores, entre os quais a variação climática pode ser um deles. O estudo dos eventos climáticos no passado poderia ajudar a prever acontecimentos futuros.

A OMS (1998, p. 16) define os *Determinantes de saúde* como “o conjunto de fatores pessoais, sociais, econômicos e ambientais que determinam o estado de saúde dos indivíduos ou populações”. Estes fatores estão intimamente ligados e não podem ser dissociados, de forma que criem distintos estilos e condições de vida, determinando o estado de saúde das pessoas. No entanto, podem ser modificáveis por ações conjuntas para a promoção da saúde.

Os determinantes da saúde encontram-se descritos na literatura como “causas” ou “fatores de risco”. A Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10) menciona tais determinantes nos capítulos XX e XXI, colocando-os à disposição nos códigos referidos ao risco da exposição aos fatores ambientais, histórico familiar e estilo de vida (OPAS, 1995). A Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) inclui os fatores ambientais como parte dos fatores que influem no contexto das doenças (OMS, 2004). Finalmente, a Classificação Internacional de Atenção Primária (CIAP-2) abrange, no capítulo de problemas sociais, uma sistematização do indivíduo no contexto pessoal, familiar, social e econômico. (SBMFC, 2009).

Devido à diversidade dos determinantes da saúde existentes, o New South Wales (NSW) Department of Health (2010) organizou uma classificação dos determinantes de saúde. Na revisão da literatura de doenças múltiplas considera os critérios de causalidade das doenças, ou seja, quando um determinante pode ser aceito como causal, a influência e os efeitos dos fatores determinantes depois da doença e a diferença entre fatores diretos e indiretos. Conseguiram classificar os determinantes de saúde em quatro grupos: i) comportamentais, ii) biológicos, iii) socioeconômicos, e iv) ambientais físicos.

Embora considere-se esta classificação e a ampla bibliografia existente sobre os determinantes comportamentais, biológicos e socioeconômicos, apenas serão nomeados os componentes destes determinantes que influenciam na incidência diarreica. Dessa maneira, de modo mais amplo, serão expostos os determinantes ambientais, objeto deste estudo, como norteadores deste trabalho.

Os determinantes comportamentais incluem a amamentação materna, a higiene e as imunizações. Os determinantes biológicos abrangem o estado nutricional. Os determinantes socioeconômicos dividem-se em sociais e econômicos. Os sociais incluem a cultura, a etnia, o idioma, a espiritualidade religiosa, classes sociais e redes sociais. Os econômicos referem-se à educação, à renda, à disponibilidade de moradia, à alfabetização, ao nível de vida, aos serviços, sistemas e políticas. E os determinantes ambientais físicos compreendem a qualidade da água, os efeitos do clima influenciados pela temperatura e as precipitações, e a segurança dos alimentos.

O relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2008) afirma que as mudanças climáticas aumentam a vulnerabilidade dos recursos hídricos de água doce, afetando de forma adversa a saúde e os potenciais de subsistência, pondo em risco as oportunidades de crescimento econômico e aumentando a pobreza. Este aumento da vulnerabilidade é explicado pelo aumento da temperatura ambiente e pelas precipitações extremas, que causa o incremento do vapor de água na atmosfera, diminuição da camada de neve, mudanças na umidade do solo e escorreita. No século XX, os eventos extremos foram acompanhados de doenças emergentes e re-emergentes, a diarreia é um exemplo e, particularmente, o cólera.

No século XXI, as projeções indicam um aumento do risco de inundações e secas. Segundo os expertos do IPCC (2008), os aumentos das precipitações aconteceram nas latitudes altas e parte dos trópicos. Já em relação à diminuição das precipitações ocorreu nas regiões de latitude média e baixa, bem como em algumas regiões subtropicais. Prevê-se que

as reservas de água armazenadas nos glaciares e nas camadas de neve declinaram, causando menor disponibilidade de água nos períodos quentes e secos. O aumento da temperatura da água junto com as cheias dos rios e secas afetaram a qualidade da água pela acumulação de sedimentos e patógenos, de modo a ter efeitos negativos na saúde e no ecossistema, aumentando dessa forma os custos de operação nos sistemas hídricos. Neste sentido, também seriam afetadas a disponibilidade e acessibilidade dos alimentos.

A América Latina, devido à irregularidade geográfica que apresenta, tem uma grande diversidade climática, desde climas frios em regiões montanhosas até regiões áridas e semiáridas com climas tropicais. Porém, estas áreas, nas últimas décadas, foram afetadas porque muitos pequenos glaciares sumiram e existem regiões com uma limitada disponibilidade de água. É uma situação que afeta a economia das populações que dependem da agricultura. Por outro lado, o crescimento demográfico influencia na demanda por alimentos e, subsequentemente, no estado nutricional dos indivíduos. Os eventos climáticos extremos relacionam-se com a saúde, de modo que as secas pelo aumento da temperatura favorecem a presença de epidemias e as precipitações extremas aumentam a carga microbiana e parasitária nos depósitos de água potável. (IPCC, 2008).

O relatório chama a atenção para programar medidas de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos. Da mesma forma, também é importante a necessidade de pesquisas que relacionem as mudanças climáticas com a qualidade da água e seus efeitos na saúde. (IPCC, 2008).

2.4 Relação da diarreia com os determinantes climáticos

Os trabalhos que serão apresentados têm como base os dados de mais de um ano de informação coletada. Este histórico de dados aporta significativamente a análise da relação da incidência diarreica com os determinantes físicos ambientais. As publicações destes documentos foram realizadas entre 2000 e 2015. Alguns autores desenvolveram dois trabalhos, primeiro tomando como base um conjunto de países e, em seguida, focando a atenção em determinado país. Respeitando a integridade de cada trabalho, estes serão apresentados segundo a ordem cronológica em que foram publicados.

Curriero *et al.* (2001) estudaram a associação entre precipitações extremas e surtos de doenças transmitidas pela água nos Estados Unidos. Entre 1948 e 1994 foram reportados 548 surtos de doenças transmitidas pela água, dos quais 51% aconteceram dois meses posteriores

a uma precipitação extrema. A contaminação superficial de água estava diretamente relacionada com as precipitações extremas. No entanto, as contaminações das águas subterrâneas tiveram um adiamento de dois meses. O verão foi a época do ano em que mais surtos aconteceram nos Estados Unidos. Segundo os autores, esta relação significativa é importante para o controle epidemiológico das doenças transmitidas pela água e de grande relevância para avaliar o risco de mudanças climáticas futuras.

Singh *et al.* (2001) com o objetivo de observar a influência das variáveis climáticas e a disponibilidade da água na incidência das doenças diarreicas realizaram dois estudos relevantes nas ilhas do Oceano Pacífico Sul em menores de cinco anos. O primeiro realizado no período de 1986-1994, em 18 países insulares, demonstrou a associação direta entre os dados mensais notificados de diarreia e a temperatura média anual. Na Nova Caledônia, com uma temperatura média anual de 25°C, e no Tokelau com 29 °C, reportaram-se 15 e 215 casos por 1000 habitantes/ano, respectivamente. As taxas mais altas de doenças diarreicas estiveram presentes em países insulares de baixa altitude, com baixa disponibilidade de água e elevadas temperaturas, excetuando Nauru, que por ter uma economia estável, pode dessalinizar as águas para o consumo humano.

O segundo estudo foi realizado em Fiji (país insular da Oceania), no período de 1978-1998. Este trabalho também apresentou uma relação direta entre os casos notificados diarreicos em menores de cinco anos, juntamente com a temperatura e os extremos de precipitações. Embora Fiji seja um país pouco industrializado, com uma população rural que depende da captação de água e sem proteção, possui um bom sistema de vigilância de doenças transmissíveis. Os resultados concluíram que as mudanças climáticas globais podem exacerbar os surtos de doenças diarreicas em países com escassez de água, como os países insulares. (SINGH, 2001).

Com o objetivo de avaliar a incidência e a distribuição dos surtos diarreicos no Canadá e sua relação com os fenômenos meteorológicos de grande impacto, Thomas *et al.* (2006) estudaram os eventos acontecidos entre 1975 e 2001. As variáveis meteorológicas usadas neste trabalho foram: precipitação acumulada, temperatura e fluxo de corrente pico de ar. Os resultados deste trabalho determinaram que o aumento da temperatura e precipitações extremas são fatores que contribuem na contaminação de abastecimentos de água e na aparição de surtos de doenças diarreicas.

Na Inglaterra e Gales, Nichols *et al.* (2009) desenvolveram um estudo com o objetivo de estudar a relação entre as precipitações e as doenças diarreicas, causadas pela oferta de

água potável da rede pública e privada. Entre 1910-1999, foram registrados 111 surtos diarreicos, em que 89 cumpriram os critérios de inclusão. Os resultados mostraram uma associação significativa entre as precipitações e os surtos de diarreia. De acordo com o trabalho, os períodos de escassez e de máximas precipitações precediam a presença da doença diarreica. O risco era maior quando a fonte de água era subterrânea. Nesse caso, comparando com outras estações, a primavera apresentou maior risco dos referidos surtos diarreicos. Em síntese, os autores concluíram que tanto a escassez quanto o aumento das precipitações precedem os surtos diarreicos. É uma análise considerada de grande importância tanto para o campo da saúde como para possíveis eventos futuros provocados pelas mudanças climáticas.

No México, uma equipe de pesquisadores do Programa de Estudos sobre Mudanças Climáticas da Universidade de Veracruz desenvolveu um estudo em Coatzacoalcos, com o objetivo de estabelecer a relação estatística entre os casos de doenças diarreicas e a variável temperatura, no período 2000-2003. A região foi selecionada por conter elevadas taxas desta patologia desde o século XX. A partir dos dados epidemiológicos e meteorológicos, os autores obtiveram como resultado uma relação direta entre a doença e a variável temperatura. A situação é explicada porque as elevadas temperaturas junto à escassez de água favoreciam a aparição do agente que produz a doença. Os pesquisadores concluíram que a variabilidade de frequências no período 2001-2003 poderia ser explicada em 40% pela temperatura. Nos meses frios e chuvosos, a temperatura caía juntamente com o número de casos registrados e nos meses de verão aumentava a temperatura e o número de ocorrências diarreicas. (MÉNDEZ PÉREZ, TEJADA MARTÍNEZ e SALVADOR RAMIREZ, 2010).

Yang *et al.* (2012) estudaram 1428 surtos diarreicos mundiais produzidos pela água no período de 1991-2008. Os resultados obtidos mostraram um aumento de casos notificados desde 1991, cuja afirmação é acompanhada pelo número de artigos publicados desde então. Os agentes causais foram elencados em ordem de importância: bactérias, vírus e parasitas. As vias de transmissão foram: 63,5% pelo meio ambiente, 28,5 por zoonoses, 6,5% por contato direto e 1,1% por vetores. A densidade populacional resultou ser um fator de risco significativo direto nos surtos notificados de diarreia. As doenças transmitidas pela água mostraram uma associação direta com a temperatura anual acumulada, e inversa com a precipitação média anual. Também foi gerado um mapa mundial de risco sobre a base de modelos de predição de risco global relativo. Desta forma, constatou-se a existência de uma correlação significativa entre os surtos diarreicos e os fatores socioambientais. No entanto, o

impacto dos surtos da doença diarreica afetou de forma desproporcionada as diferentes regiões estudadas.

Jutla *et al.* (2013) desenvolveram dois estudos com o objetivo de entender a relação entre os processos meteorológicos ambientais e os diarreicos, como o cólera, em regiões epidêmicas. O primeiro, realizado no período 1875-1900 na Ásia, determinou que os surtos epidêmicos de cólera se iniciaram em épocas quentes e em regiões próximas aos rios de baixo volume de água. No entanto, as elevadas precipitações e inundações aceleraram a interação entre as águas contaminadas e as atividades humanas, gerando os processos epidêmicos. O segundo estudo, realizado no Haiti em 2010, determinou que as condições ambientais do outono e a falta de infraestrutura e saneamento depois do terremoto proporcionaram os meios para permitir o desenvolvimento do *V. cholerae*. O estudo determinou a similitude entre os tipos do *V. cholerae* no Haiti e no Sul de Ásia. Os autores concluíram na importância da ameaça que o cólera representa para a saúde pública, por sobreviver no meio aquático e por sua difícil erradicação, sobretudo quando acontecem desastres naturais como o acontecido no Haiti. No entanto, os surtos podem ser prevenidos com base em estudos hidroclimatológicos.

Eisenberg *et al.* (2013) estudaram a associação da incidência diarreica, particularmente o cólera, e a dinâmica das precipitações. Os resultados determinaram uma relação positiva entre as precipitações e os casos de cólera, ou seja, 4 a 7 dias depois da precipitação o risco de cólera era maior. Segundo os autores, este período é o mais curto reportado em zonas endêmicas, mas pode se dever a múltiplos fatores, entre eles: a falta de saneamento e infraestrutura, as fortes chuvas que geravam a contaminação de águas superficiais e subterrâneas usadas para o asseio e consumo humano e, finalmente, o tempo de incubação destes microrganismos de 3 a 5 dias. Assim, os autores concluíram em favor da utilidade da aplicação dos modelos dinâmicos como ferramenta útil para a planificação e gestão de risco das epidemias e surtos de doença diarreica.

Cann *et al.* (2013) estudaram os surtos diarreicos relacionados aos eventos climáticos extremos acontecidos entre 1910 a 2010. A maioria dos dados de notificação correspondeu a países de América do Norte, Ásia e Europa, seguidos de América do Sul e África. A revisão da literatura avaliou diferentes tipos de fenômenos meteorológicos extremos anteriores ao surto de diarreia, em que o aumento das precipitações e as inundações foram os fenômenos meteorológicos mais comuns relacionados com a água, dando como resultado a contaminação de fontes da água de consumo. Os agentes patogênicos mais comumente identificados foram: *Vibrio spp.* e *Leptospira spp.* Os autores concluíram que a compreensão dos efeitos dos

fenômenos meteorológicos extremos é um passo importante para procurar formas de mitigar os riscos.

Herrador *et al.* (2015), com o objetivo de avaliar a associação entre as precipitações e/ou temperatura e as doenças diarreicas, fizeram a revisão bibliográfica de 1907 artigos publicados no período de 2001-2013. As fontes foram Ovid MEDILINE, EMBASE, SCOPUS e Web of Science. No entanto, 24 artigos foram selecionados por cumprir os critérios de inclusão: 4 deles usaram surtos diarreicos como unidade de análise e 20 o número de casos de doenças diarreicas. Os trabalhos selecionados foram 7 de países asiáticos, 6 de América do Norte, 4 da Oceania, 3 da Europa, 2 da América Central, 1 da África e 1 em nível mundial. Os microrganismos estudados nos artigos foram: *V. cholerae*, *Campilobacter*, *Salmonella*, *Shigella*, *Cryptosporidium*, *Giardia* e hepatite A, mas outros estudos não especificaram o tipo de microrganismo. Embora a maioria dos trabalhos tenha identificado uma associação positiva entre o aumento das precipitações e/ou temperatura e a doença, em outros não evidenciou-se esta associação. Em trabalhos ainda menos numerosos não se identificou uma associação inversa entre as baixas precipitações e as diarreias. Neste estudo, os autores revelam a complexa relação existente entre os dados meteorológicos e as diarreias. No entanto, isto pode ocorrer em virtude do tipo de microrganismo específico, a região geográfica, a estação do ano ou tipo de abastecimento de água estudado. Consideram importante também identificar as áreas que requerem atuação imediata para minimizar o impacto negativo das mudanças climáticas na saúde.

Em 2000 e 2001, na cidade de Cochabamba (Bolívia), foi realizado um estudo a fim de verificar a associação entre os fatores climáticos e as diarreias, particularmente o rotavírus. Para o estudo foram consideradas 1163 amostras de fezes, coletadas de crianças menores de cinco anos com diarreia. Encontrou-se uma prevalência geral de 19% para a infecção por rotavírus, caracterizando 24% pacientes hospitalizados e 17% em serviços ambulatoriais. Os casos foram apresentados durante todo o período de estudo, havendo aumento das infecções na época do inverno (24 a 34%) e diminuindo durante o verão e primavera (8 a 15%). O grupo etário mais afetado foi o de crianças de 7 a 12 meses de vida. Os autores concluíram que os picos mais altos de infecção estavam correlacionados com a época mais seca e fria do ano. (ROMERO *et al.*, 2007).

3 METODOLOGIA

O objetivo do presente capítulo é descrever os passos metodológicos usados para a análise da incidência da doença diarreica nas crianças menores de cinco anos do Departamento de La Paz – Bolívia. Antecede à descrição a apresentação da fonte de dados utilizada para a análise da doença diarreica, seguida da configuração do banco de dados. Posteriormente são apresentados os passos metodológicos escolhidos para a análise dos dados. É assim que, estimadas as taxas da incidência diarreica em crianças menores de cinco anos por município, foram ajustadas pelo método Bayesiano Empírico, permitindo a suavização espacial do padrão diarreico tomando em consideração pequenas áreas e mediante os diagramas de controle foram determinados os níveis endêmicos próprios para La Paz. Para observar ano a ano o comportamento diarreico foi realizada uma análise exploratória utilizando gráficos de series temporais, assim também, foi utilizado a análise de correlação simples para observar o grau de dependência da doença com as variáveis climáticas analisadas, tomando em consideração os meses extremos de verão e inverno. Finalmente, para identificar as regiões mais vulneráveis em termos de doença diarreica e os municípios que acompanham o processo, foi explorada a dependência espacial da incidência diarreica por meio do índice de autocorrelação espacial de Moran, considerando de igual forma as anomalias climáticas extremas.

3.1 Área de estudo e fontes de dados

A área selecionada para o presente estudo é o Departamento de La Paz, dividido em duas regiões – Amazônica e Altiplânica –, pelas características hidrogeográficas, de altitude e climáticas que possuem como foi exposto anteriormente. Até dezembro de 2012 o departamento contava com 85 municípios que foram considerados no presente estudo, 5 deles foram criados no ano 2010⁵ (ANEXO I).

Três fontes de informação foram consultadas do período de janeiro de 2007 a dezembro de 2012 para a análise espacial da doença:

⁵ Atualmente o Departamento de La Paz tem 87 municípios.

i) **Parâmetros meteorológicos** referentes à temperatura média (°C), precipitação total acumulada (mm) e umidade relativa média (%). A coleta de dados foi realizada do Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

O SENAMHI é uma entidade vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e Água da Bolívia. Cumpre a função de monitoramento, registro e processamento da informação meteorológica e hidrológica, além de outorgar a informação sobre ameaça ambiental, assim também difunde políticas que articulam o sistema de alerta. O SENAMHI tem 80 estações meteorológicas no Departamento de La Paz, classificada em primeira, segunda e terceira ordem, segundo a complexidade do equipamento disponível para a coleta da informação. (SENAMHI, 2012). Para o presente trabalho foram obtidos e usados os dados de 35 estações meteorológicas, 12 delas correspondentes à região Amazônica e 23 à região Altiplânica.

ii) **Notificações semanais de doenças diarreicas** de menores de cinco anos de 85 municípios do Departamento de La Paz, obtidos da base de dados do Sistema Nacional de Información en Salud y Vigilancia Epidemiológica (SNIS–VE) do Servicio Departamental de Salud de La Paz (SEDES – La Paz) do Ministério de Saúde da Bolívia. Segundo o CID-10 a doença diarreica corresponde aos códigos A09 (Diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível) e K59.1 (Diarreia funcional).

O SNIS–VE é a unidade técnica de apoio que provê informação à Direção Técnica do SEDES–La Paz, para a análise e tomada de decisão acerca da situação de saúde e vigilância epidemiológica do departamento. A informação é obtida da rede de serviços de saúde da área urbana e rural, com a participação da vigilância comunitária e municipal. A rede de serviços de saúde varia segundo a complexidade do atendimento em primeira, segunda e terceira ordem, que enviam a informação pelos canais correspondentes, garantindo, assim, a confiabilidade dos informes periódicos das unidades epidemiológicas. A informação é compilada nos Comités de Análisis de Información (CAI) e encaminhada para a Unidad Epidemiológica do Directorio Local de Salud (DILOS), ao SEDES – La Paz e finalmente ao Ministério de Saúde. (BOLÍVIA-MSD, 2006).

iii) **Censos 2001 e 2012 realizados na Bolívia**; população correspondente a crianças menores de cinco anos de 85 municípios do Departamento de La Paz, obtidos da base de dados do Instituto Nacional de Estadística (INE).

3.2 Configuração do banco de dados

A configuração e sistematização do banco de dados demandou um tempo de trabalho de 8 meses, sendo organizada da seguinte forma:

- i) Sistematização das notificações de diarreia por idade, por mês e por município.
- ii) Sistematização dos dados da temperatura média por município e por mês.
- iii) Sistematização dos dados de precipitação total acumulada por município e por mês.
- iv) Sistematização dos dados de umidade média relativa por município e por mês.
- v) Interpolação da população menor de 5 anos de idade para o meio do período de cada mês, dentro do intervalo de tempo total de estudo (procedimento metodológico do cálculo em ANEXO II).

A sistematização e análise da informação foram realizadas nos programas Microsoft Excel e o software Terra View.

3.3 Taxa de incidência

A taxa de incidência é um indicador que mede a velocidade da ocorrência de uma doença em um período de tempo determinado. É considerada uma medida de máxima utilidade para doenças de evolução relativamente curta⁶. (MIRON CANELO e ALONSO SARDÓN, 2008; MORENO-ALTAMIRANO, LÓPEZ-MORENO e CORCHO-BERDUGO, 2000; FERNÁNDEZ, DÍAZ e CAÑEDO, 2004).

Com a informação sistematizada no item 4.2, referente aos registros de notificação mensal das doenças diarreicas e estimativas da população exposta ao risco no meio de cada mês, para os anos de 2007 a 2012, foram calculadas as taxas de incidência diarreica para cada 1000 crianças menores de 5 anos (desagregadas nos subgrupos de menores de 1 ano e de 1 a 5 anos), considerando a expressão:

⁶ A doença diarreia aguda é infecciosa e tem uma duração máxima de duas semanas.

$${}^n\text{TID}_{x,j,s} = \frac{{}^nD_{x,j,s}}{{}^nN_{x,j,s}} \quad (5)$$

Onde: TID = Taxa de incidência diarreica,

j = ano,

s = indicador do mês de referência,

x = idade exata no limite inferior do grupo etário,

n = amplitude do grupo etário,

D = casos diarreicos,

N = população exposta ao risco.

Um dos grandes problemas encontrados ao calcular as taxas de incidência foi a flutuação aleatória ou instabilidade em áreas de população pequena, onde muitas vezes os eventos de interesse (sejam doenças ou mortalidade) são raros e registram taxas iguais a “zero”. Segundo Carvalho *et al.* (2011), este valor pode ser resultado de não ter uma janela temporal suficientemente longa ou uma população muito pequena exposta ao risco. No entanto, Bortman (1999) afirma que o estudo de pequenas áreas favorece a possibilidade de detectar pequenos surtos locais que estariam perdidos em áreas maiores. Portanto, considerando que estimadores com alta variabilidade não são considerados de boa qualidade e que para a análise espacial é preciso suavizar as flutuações aleatórias, foi utilizada a técnica de ajuste do Bayesiano Empírico.

3.4 Técnicas de ajuste do Bayesiano Empírico

O Método Bayesiano Empírico proposto por Marshall (1991), estudado e recomendado por reconhecidos autores (CARVALHO *et al.*, 2011; JUSTINO, FREIRE e LUCIO, 2012; LIMA, QUEIROZ e SAWYER, 2012; SILVA *et al.*, 2014; SOUZA W. *et al.*, 2001; SOUZA F., 2014; VIEIRA, 2008), tem como objetivo melhorar as estimativas de taxas em áreas com pequeno contingente populacional. Para tal fim, utilizam-se as informações de áreas com uma taxa média global ou com a taxa média das áreas vizinhas para corrigir as flutuações aleatórias de áreas com população menor.

Considera-se que os casos estudados tem distribuição de Poisson porque lidamos com o número de ocorrências de um evento (nesse caso, diarreias) ao longo de intervalos

específicos (espaço geográfico) em que as ocorrências são aleatórias, independentes umas das outras e distribuem-se de forma uniforme sobre o intervalo em uso. (TRIOLA, 2008),

$$[D_i \sim \text{poisson}(\text{Esp}_i \cdot \theta_i) \text{Obi} \sim \text{Poisson}(\text{Esp}_i)]$$

(6)

Onde: D_i = diarreias no município i ,

Esp_i = casos esperados para o município i ,

θ_i = representa o risco de um município i de ter mais ou menos ocorrências diarreicas do que o esperado na área maior de abrangência A_r .

O pressuposto neste caso é que o risco de um acontecimento no município i é o mesmo que numa área com maior abrangência A_r .

$$\text{Esp}_i = \frac{D_{Ar}}{n} \cdot n_i$$

(7)

Sendo: D_{Ar} = casos observados de diarreia na área maior abrangência,

n_i = população no município i ,

n = população da área maior abrangência, ou seja, soma dos n_i 's.

O estimador Bayesiano Empírico de contração estima a razão entre casos observados e casos esperados por meio da equação:

$$\hat{\theta}_i = m \cdot \left(\frac{K_i}{n} \right)$$

(8)

Onde: θ_i = estimador do bayesiano empírico para o município i ;

m = razão entre ocorrências observadas e esperadas para a área maior de abrangência, que por construção será sempre igual a 1,

K_i = razão entre diarreias observadas e esperadas no município, calculado originalmente como:

$$K_i = \frac{D_i}{Esp_i} = \frac{D_i}{\frac{D_{Ar.} \cdot n_i}{n}} \quad (9)$$

O fator de contração (c_i) do valor de K_i original para o valor médio (m) é estimado por:

$$\hat{c}_i = \frac{V(D)}{V(K)} = \frac{s^2 - \hat{m} \sum_{i=1}^N \frac{n_i/n}{E_{\hat{P}}} + \hat{m}^2}{s^2 - \hat{m} \sum_{i=1}^N \frac{n_i/n}{E_{\hat{P}}} + \hat{m}} \quad (10)$$

Sendo: c_i = funciona como um fator de contração do real valor K_i com relação ao valor médio m . Mas essa contração é maior quanto menor for o valor esperado $E_{\hat{P}}$, portanto será menor quanto menor for a população do município i .

Ou seja, quanto menor for a população de uma pequena área, maior será a variância de $V(K_i)$, comprometendo a confiabilidade da estimativa de K_i nesta área, devido o tamanho populacional. A relação entre os casos observados e esperados tem alta variabilidade, especialmente em municípios com populações pequenas; quanto menor for a população, mais será afetada a razão pelo valor médio da área maior de abrangência.

Assim, usando a seguinte relação, foi obtido o número de diarreias estimadas para o município i :

$$D = \hat{\theta}_i \cdot Esp_i \quad (11)$$

As estimativas obtidas pelo Bayesiano Empírico, além da suavização das flutuações aleatórias dos municípios com população menor, permitem-nos obter o grau de correção das observações. O grau de correção pondera os casos diarreicos observados e os estimados, mediante a seguinte relação:

$$GC = \frac{D_{obs}}{D_{esp}} \quad (12)$$

Onde: D_{obs} = Diarreias observadas,

D_{esp} = Diarreias estimadas pelo Bayesiano Empírico.

A análise desta relação equivale a “1”, o que pode concluir que os dados observados são de boa qualidade. No entanto, se a estimação é menor do que o resultado observado, deve-se considerar a informação observada (CAVALINI e PONCE DE LEON, 2008; JUSTINO, 2013, SOUZA F., 2014).

Com as taxas de incidência ajustadas pelo Bayesiano Empírico, foi determinado o nível endêmico da doença diarreica por meio dos diagramas de controle.

3.5 Diagrama de controle de doenças

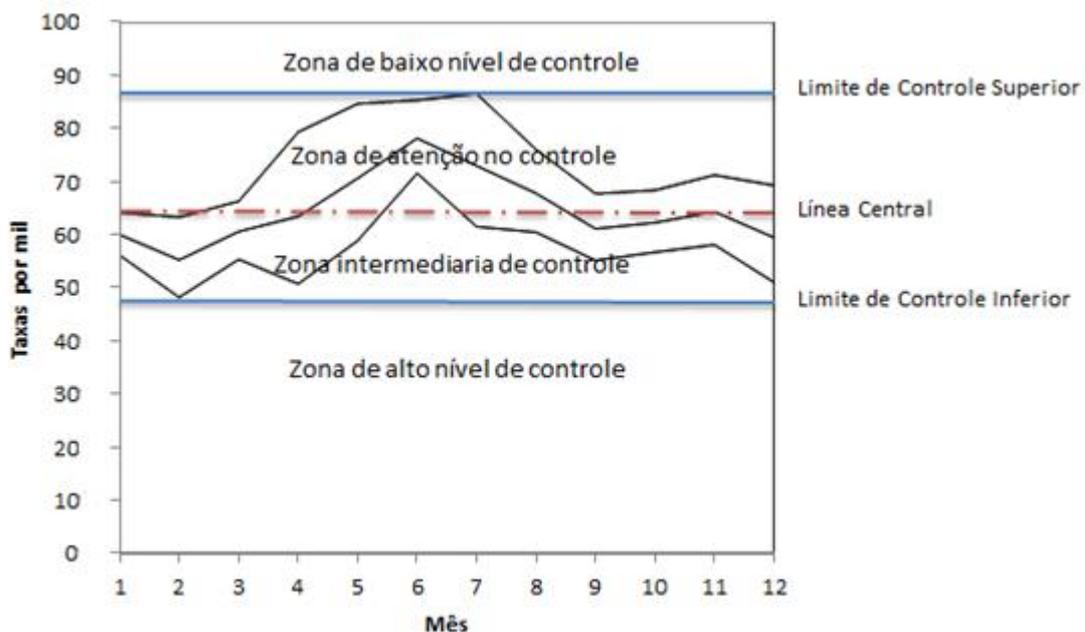
O diagrama de controle é um método gráfico que permite acompanhar a evolução temporal de uma doença ou a incidência habitual numa determinada região. O processo de vigilância baseia-se na experiência anterior, prevendo como irá variar no futuro, dentro dos limites estabelecidos. Dessa forma, é possível detectar as possíveis alterações na incidência da doença, com o objetivo de adotar medidas efetivas de controle. (BORTMAN, 1999; MEDRONHO, 2009; ORELLANO e REYNOSO, 2011). Segundo Medronho (2009), pode ser construído a partir da distribuição normal ou por quartis. Mas, Bortman (1999) usa o método das medias geométricas para a obtenção das taxas de incidência e seus intervalos de confiança, por ser considerado um dos métodos mais sólidos estatisticamente.

A construção requer um histórico de 5 ou 7 anos da doença estudada, em que deve evitar-se as flutuações aleatórias dos dados. Considerando que o valor central das taxas obtidas dificilmente tenha uma distribuição normal, usa-se a média geométrica como medida de tendência central apropriada para distribuições de valores assimétricos, ou seja, onde as distribuições tenham valores isolados muito altos ou baixos. Para calcular a média geométrica, primeiramente realiza-se a transformação logarítmica das taxas, o objetivo desta transformação é suavizar os dados e evitar assim valores muito elevados ou baixos. Tendo presente que, uma vez trabalhados os dados, estes serão convertidos novamente às unidades originais usando o antilogaritmo. Seguidamente, calculou-se a incidência média mensal e o desvio padrão do período observado para cada um dos 12 meses. Considerando cada ano como uma unidade de análise, utilizou-se a distribuição t de Student pelo fato de considerar 6 unidades amostrais, com um intervalo de confiança (IC) de 95%, aplicando a equação:

$$IC\ 95\% = média \pm t\ DP\sqrt{n} \quad (16)$$

Uma vez obtidas as taxas medias e os limites superior e inferior do IC, elaborou-se o diagrama de controle, apresentados na FIG. 7. O diagrama de controle está conformado por dois eixos: o eixo das ordenadas (Y), que representa a incidência da doença, e o eixo das abcissas (X), que representa o intervalo de tempo utilizado, seja este em semanas ou meses. (MEDRONHO, 2009). O gráfico determina quatro zonas: i) zona de alto nível de controle, ii) zona intermediária de controle, iii) zona de atenção no controle, e iv) zona de baixo nível de controle. Mas, Benneyan (2001) utilizando o diagrama de controle, estabelecendo um limite uniforme para o controle das doenças. O autor utiliza três linhas horizontais: i) limite de controle superior, ii) linha central, e iii) limite de controle inferior; que definem as quatro zonas mencionadas.

FIGURA 7 - La Paz, 2007 - 2012: Diagrama de controle da doença diarreica



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz

Os diagramas de controle são usados para monitorar a tendência de doenças e identificar os surtos de doenças infecciosas nos trabalhos de Arantes *et al.* (2003), Leal *et al.* (2006) e Braz, Duarte e Tauil (2013).

3.6 Análise espacial

A diarreia tem uma distribuição espacial susceptível aos determinantes ambientais. Conhecer a localização e distribuição geográfica da diarreia é importante para entender o comportamento em determinadas épocas do ano e oferecer maior atenção às áreas mais vulneráveis. No presente estudo, fenómenos espaciais como a incidência diarreica foram representados em polígonos municipais, onde as taxas diarreicas atribuem um valor por área.

Segundo Câmara *et al.* (2002) a dependência espacial é denominada computacionalmente autocorrelação espacial, útil para mensurar o relacionamento de duas variáveis aleatórias dependendo da distancia na que estejam. Marques *et al.* (2010) afirma que a dependência espacial é um aspecto fundamental da análise exploratória, onde a distribuição dos dados no espaço é um indicador da interação espacial e revela a autocorrelação ou dependência espacial. Para estimar a variabilidade espacial das taxas bayesianas obtidas por município, foi construída uma Matriz de Proximidade Espacial ou de vizinhança $W^{(1)}_{(n \times n)}$ para um conjunto de n áreas $\{A_1, \dots, A_n\}$, onde cada elemento W_{ij} representa uma medida de proximidade A_i e A_j (...)

Os indicadores utilizados para medir a proximidade espacial foram: indicadores de nível global ou Índice de Moran Global e indicadores de nível local ou Índice de Moran Local - Lisa. Ambos indicadores analisam a dependência espacial existente a partir da comparação com os valores das áreas vizinhas, utilizando matrizes de proximidade espacial. No presente trabalho, foi construída uma Matriz de Proximidade Espacial para estimar a variabilidade espacial das taxas bayesianas obtidas por município.

O Índice de Moran Global mede a associação existente entre o espaço e o evento estudado, fornecendo uma medida geral da associação espacial. Este índice é definido pela seguinte equação:

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \text{ para } i \neq j \quad (17)$$

Onde: I = Índice de Moran Global,

n = numero de áreas observadas,

y_i = valor do atributo considerado na área i ,

y_j = valor do atributo considerado na área j ,

y = valor médio do atributo na região de estudo.

w_{ij} = pesos atribuídos na determinação da matriz de proximidade conforme a conexão entre as áreas i e j .

O índice de Moran global considera a hipótese de dependência espacial, na qual os valores variam de -1 a 1. Valores positivos (entre 0 e +1) indicam uma correlação direta, ou seja, existe uma relação com os vizinhos. Valores negativos (entre 0 e -1) estabelecem uma correlação inversa. Este índice fornece um valor único para associar espacialmente um conjunto de dados como um todo para a região. Calculados os valores estabelece-se a validade estatística utilizando o teste de pseudo-significância. (INPE, 2011; SILVA, 2014).

Já no Índice de Moran Local – Lisa caracteriza-se por associar áreas semelhantes gerando clusters. Os clusters são visualizados em mapas que tem como objetivo considerar um grande número de áreas, onde provavelmente existam diferentes regimes de associação espacial, gerando uma dependência espacial mais pronunciada que permite examinar padrões com maior detalhe. (INPE, 2011). O índice de Moran Local – Lisa é dada pela equação:

$$I_i = \frac{(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{y})}{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n}} \quad (18)$$

Onde: I = Índice de Moran Local

n = número de municípios

y_i = valor do atributo considerado na área i ,

y_j = valor do atributo considerado na área j ,

y = valor médio do atributo na região de estudo.

w_{ij} = pesos atribuídos na determinação da matriz de proximidade conforme a conexão entre as áreas i e j .

É assim gerado um indicador para cada município, possibilitando a identificação de agrupamentos com incidências similares (clusters) e municípios com incidências não semelhantes (outliers) (INPE, 2011; SILVA, 2014).

4 RESULTADOS

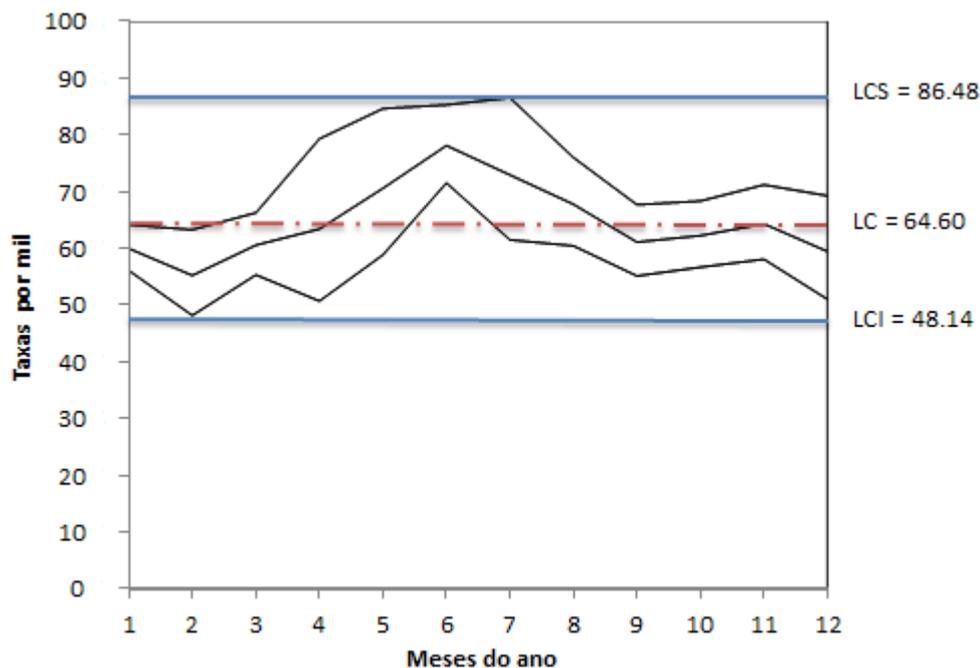
Neste capítulo são apresentados os principais resultados encontrados, a partir do exame da evolução das taxas de incidência diarreicas em menores de 5 anos e sua associação com as variáveis ambientais. Primeiro, serão expostos os resultados da análise nas crianças menores de 1 ano, seguidos da análise na população de 1 a 4 anos.

4.1 Incidência de diarreia em crianças menores de 1 ano

4.1.1 Diagrama de Controle da incidência diarreica em menores de 1 ano

Considerando as taxas de incidência diarreica por 1000 crianças menores de 1 ano, próprias para o Departamento de La Paz, ajustadas pelo Bayesiano Empírico para o período de 2007 a 2012, foi elaborado o Diagrama de Controle diarreico para este grupo etário, apresentado na FIG. 8. Observa-se um aumento das taxas de incidência diarreica nos meses de inverno, particularmente junho e julho, em relação aos meses de verão: dezembro, janeiro e fevereiro. Com o objetivo de estabelecer limites para o controle diarreico, em crianças menores de 1 ano, para o Departamento de La Paz, obtiveram-se as seguintes taxas de incidência diarreica: 48.14 por mil para o limite de controle inferior (LCI), 64.60 por mil para a linha central (LC) e 86.48 por mil para o limite de controle superior (LCS). Estes limites estabelecidos, particularmente o LCS permitiram reconhecer as regiões e os municípios do Departamento de La Paz que, em determinados meses, tiveram um baixo controle da doença diarreica. No entanto, o LC e LCI deixam reconhecer as regiões e municípios que ainda conseguiram permanecer no controle da doença diarreica.

FIGURA 8 - La Paz, 2007 - 2012: Diagrama de controle da incidência da doença diarreica em crianças menores de 1 ano (ambos os sexos)



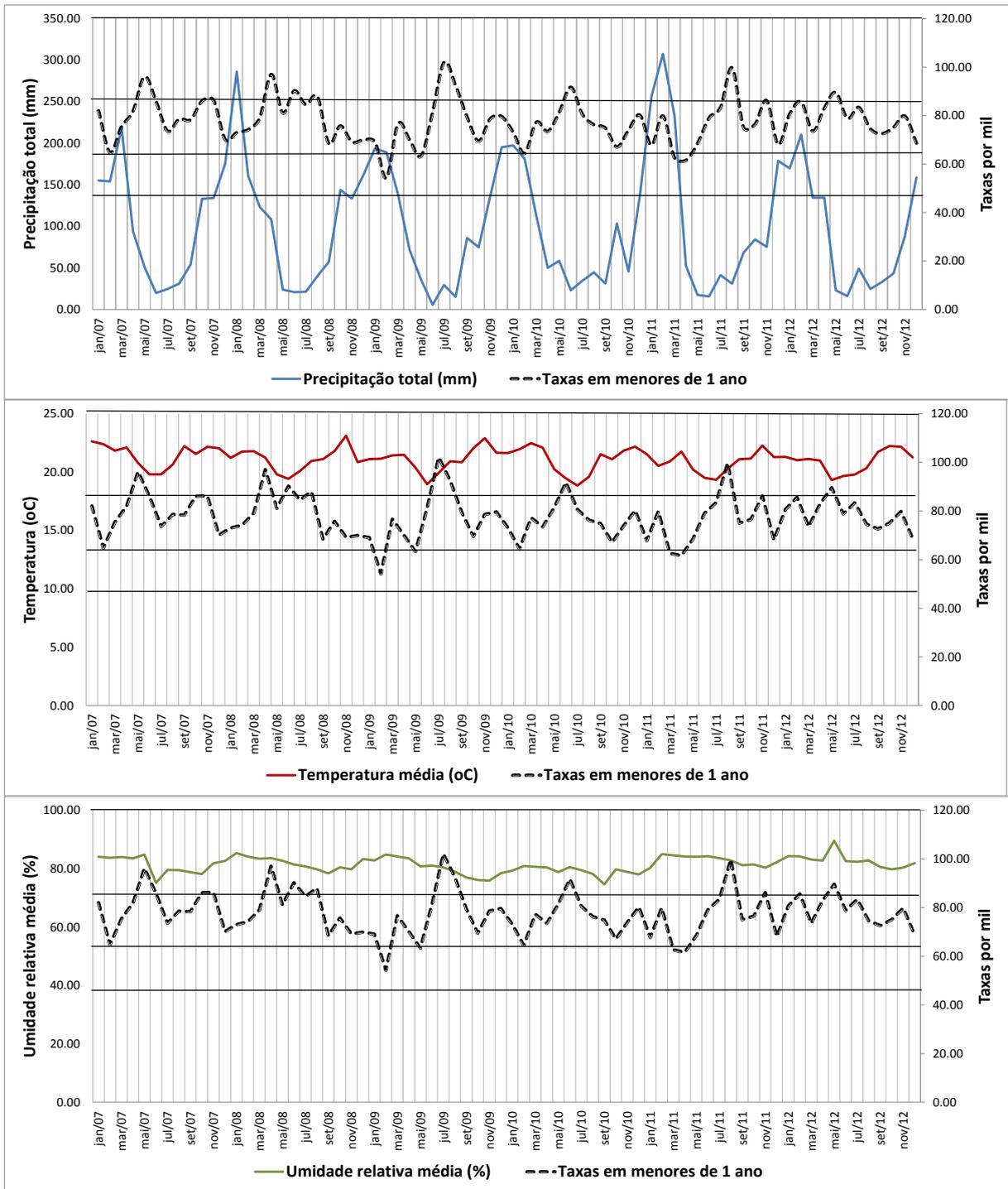
Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012

4.1.2 Associação entre as taxas de incidência diarreica e os determinantes climáticos

Na FIG. 9 e 10 apresentam-se os gráficos de series temporais entre os determinantes climáticos (precipitação, temperatura e umidade) e as taxas de incidência diarreica nas duas regiões geográficas estudadas, Amazônica e Altiplânica. Para a análise desta relação, tomaram-se em consideração os valores médios dos determinantes ambientais e das taxas diarreicas analisadas por região.

Na região Amazônica (FIG. 9), observam-se aumentos das taxas de incidência diarreica acima do LCS no inverno, principalmente nos meses de maio a julho. A região Amazônica caracterizou-se por invernos com precipitações totais acumuladas médias de 33 mm, temperaturas médias em torno de 19 °C e uma umidade relativa média em torno de 80% nos anos estudados. No entanto, o verão apresenta taxas de incidência diarreica que não superam o LCS diarreico estabelecido para o Departamento de La Paz. O verão diferenciou-se por apresentar precipitações totais acumuladas médias que superaram os 180 mm, temperaturas médias em torno de 22°C e a umidade relativa média de 82.5%.

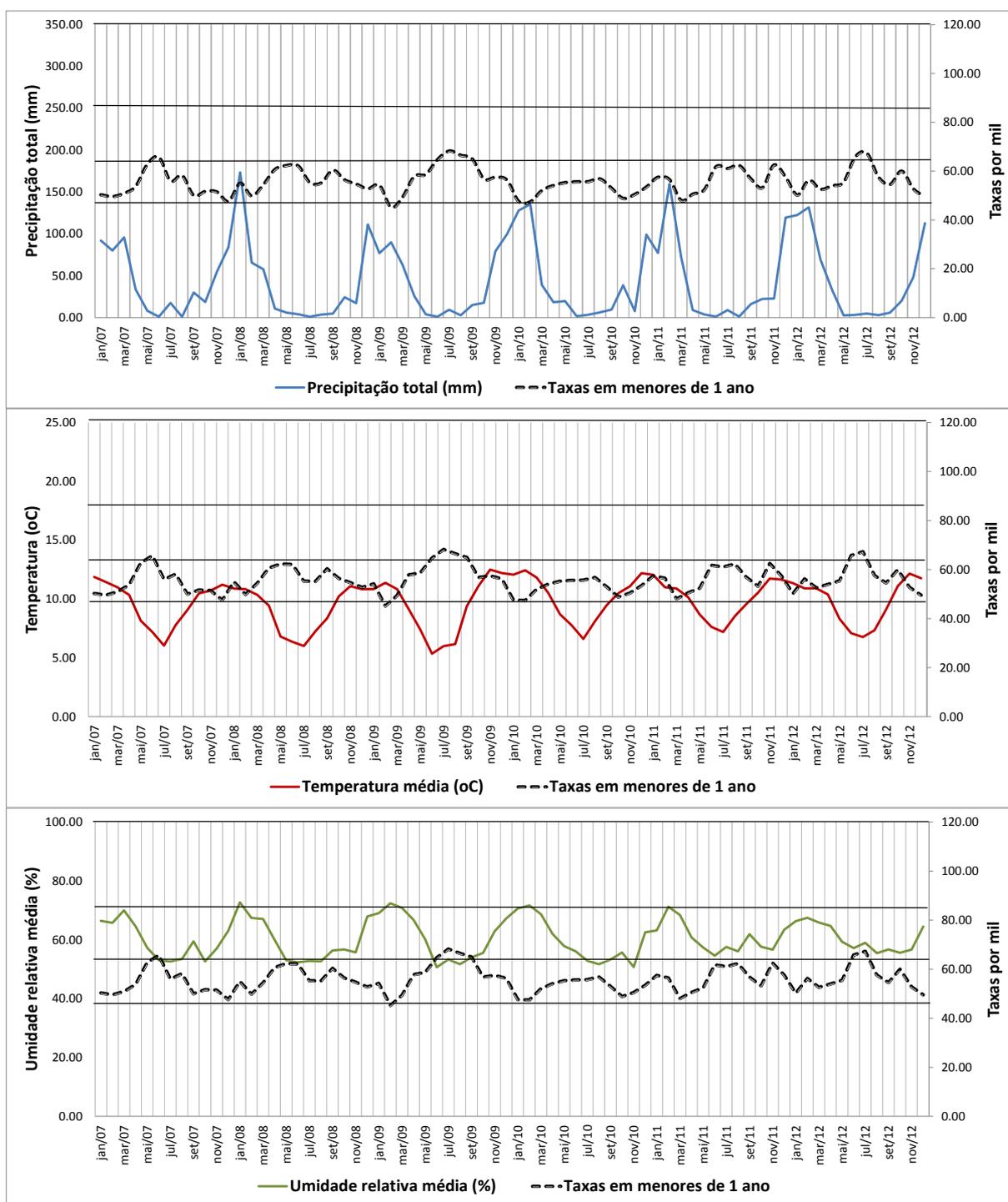
FIGURA 9 – La Paz, 2007 – 2012: Relação entre os determinantes ambientais físicos e as taxas de incidência diarreica em crianças menores de 1 ano na região Amazônica



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, SENAMHI – La Paz

A região Altiplânica (FIG. 10), comparada com a região Amazônica, no inverno apresenta uma incidência diarreica que não supera o LCS diarreico. No entanto, os níveis de incidência diarreica nesta região aumentam e permanecem quase constantes nos meses de maio a agosto. O inverno no período de estudo nesta região, caracterizou-se por precipitações totais acumuladas mensais menores a 1 mm, com picos máximos que não superaram os 17 mm nos meses de julho dos diferentes anos. As temperaturas médias no inverno variaram de 6 a 7 °C e a umidade relativa média atingiu valores de 54%. Estes longos períodos de seca devem-se ao congelamento das montanhas nevadas, principalmente na área rural. Mas, no verão as taxas de incidência diarreica atingem o LCI (48.14 por mil). O verão nesta região diferencia-se por apresentar níveis de precipitação total acumulada que superaram os 100 mm, a temperatura média alcança em média os 11°C e a umidade relativa média variou em torno de 65%. Cabe destacar que, na região Altiplânica as taxas de incidência diarreicas variaram entre o LC e LCI, mas, na Amazônica as taxas diarreicas ficam próximas e ultrapassam os LCS estabelecidos para La Paz.

FIGURA 10 – La Paz, 2007 – 2012: Relação entre os determinantes ambientais físicos e as taxas de incidência diarreica em crianças menores de 1 ano na região Altiplânica



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, SENAMHI – La Paz

4.1.3 Correlação de casos de doença diarreica e os determinantes climáticos

Observando o comportamento das taxas de incidência diarreica e as variáveis climáticas na época de verão e inverno, realizou-se a análise estatística para os meses de janeiro e junho do período de estudo. Os meses sinalados foram selecionados porque as taxas de incidência diarreica, as precipitações, as temperaturas e umidades atingem os valores máximos e mínimos dentro do período de estudo. As cidades de La Paz e El Alto não foram consideradas para a presente correlação, por conter um elevado número de notificações diarreicas⁷.

Na FIG. 11 observam-se os resultados dos diagramas de dispersão e coeficiente de determinação dos casos diarreicos de crianças menores de 1 ano com as variáveis climáticas estudadas para os meses de janeiro e junho do período de 2007 a 2012. Observa-se que, das três variáveis climáticas estudadas para a análise no período de estudo, a temperatura média tem uma moderada correlação estatística de 0,58, ou seja, o 33,64% aproximadamente da variabilidade dos casos diarreicos é explicada pelas variações térmicas. No entanto, a precipitação total acumulada e a umidade relativa média variam em torno de 0,16 e 0,27 respectivamente (observe-se também o ANEXO III).

⁷ Nas cidades de La Paz e El Alto, encontram-se hospitais e centros médicos especializados para o tratamento de pacientes com qualquer tipo de patologia, incluindo a diarreica, independentemente do lugar de procedência da criança, condição que aumenta o número de pacientes atendidos, sejam estes próprios do lugar ou de outros municípios.

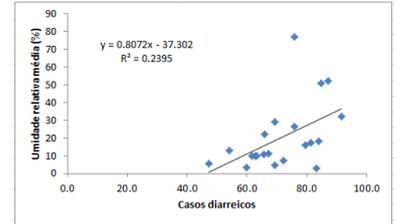
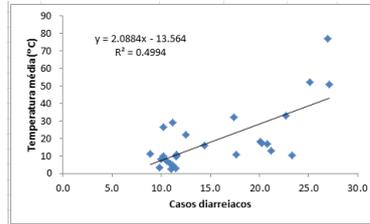
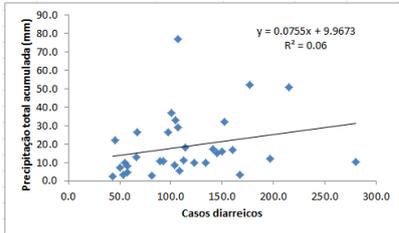
FIGURA 11 – La Paz, 2007 – 2012: Diagramas de dispersão, reta de regressão linear ajustada e coeficiente de determinação entre os casos diarreicos de crianças menores de 1 ano e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho

Precipitação total acumulada vs Casos diarreicos

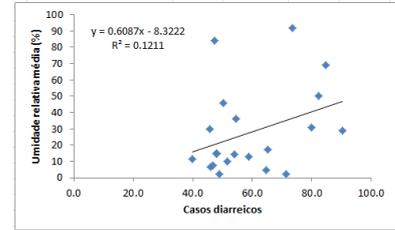
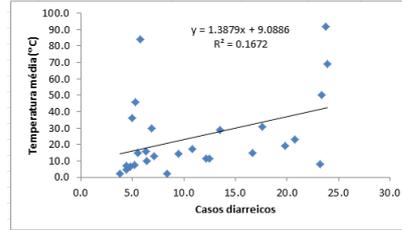
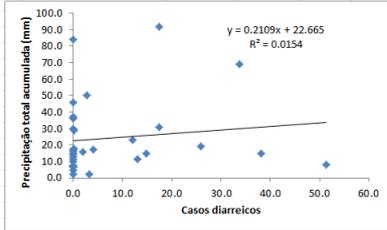
Temperatura média vs Casos diarreicos

Umidade relativa média vs Casos diarreicos

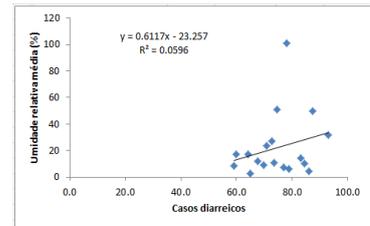
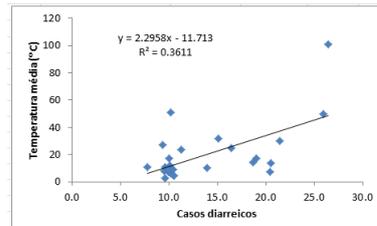
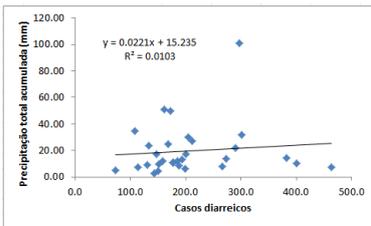
Janeiro 2007



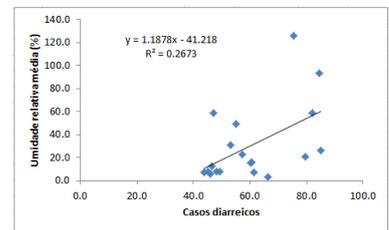
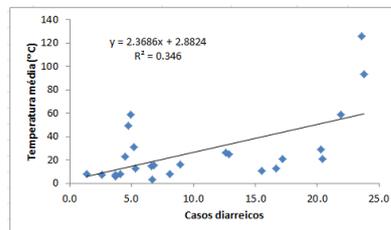
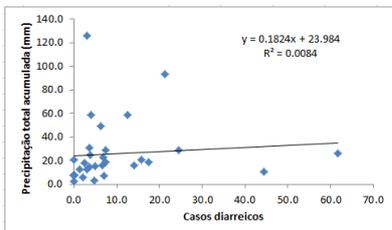
Junho 2007



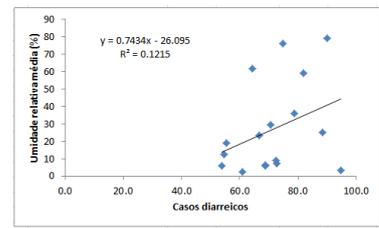
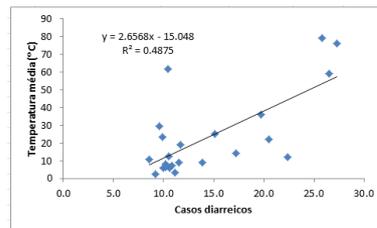
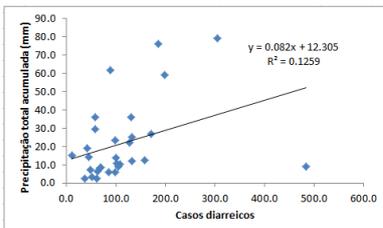
Janeiro 2008



Junho 2008



Janeiro 2009



Continua...

FIGURA 11 – La Paz, 2007 – 2012: Diagramas de dispersão, reta de regressão linear ajustada e coeficiente de determinação entre os casos diarreicos de crianças menores de 1 ano e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho

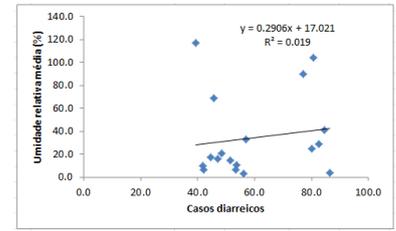
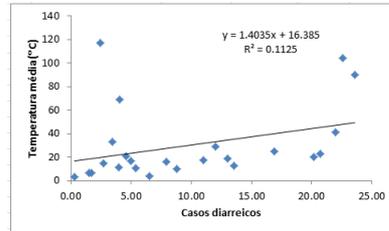
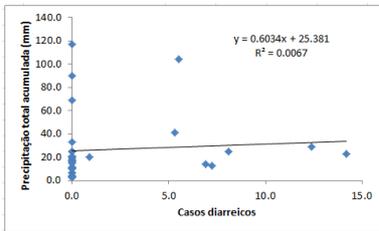
Continua...

Precipitação total acumulada vs Casos diarreicos

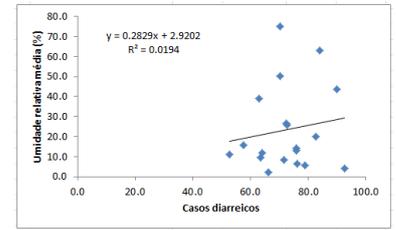
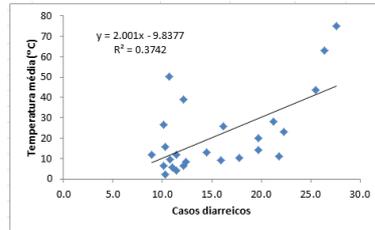
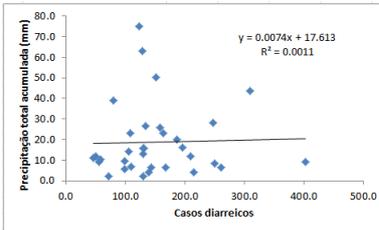
Temperatura média vs Casos diarreicos

Umidade relativa média vs Casos diarreicos

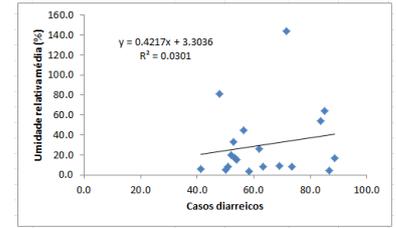
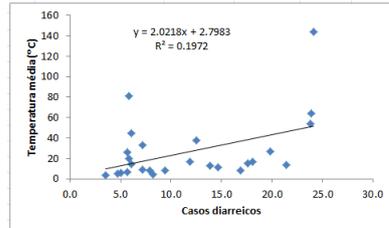
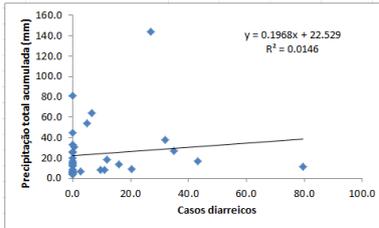
Junho 2009



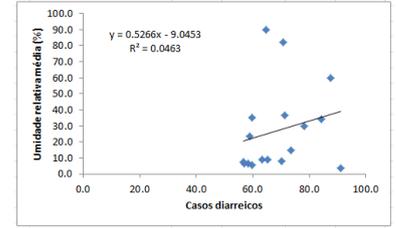
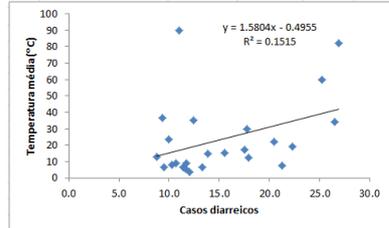
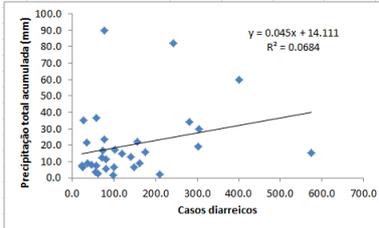
Janeiro 2010



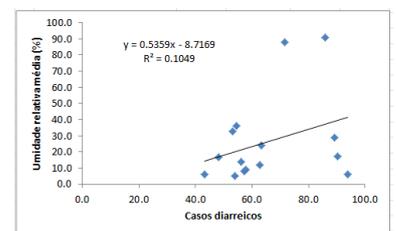
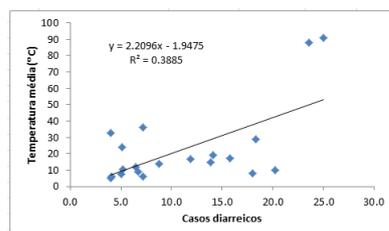
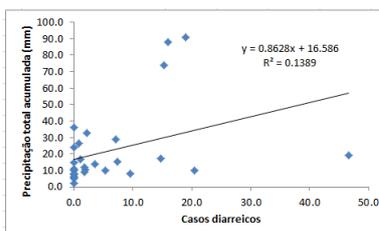
Junho 2010



Janeiro 2011



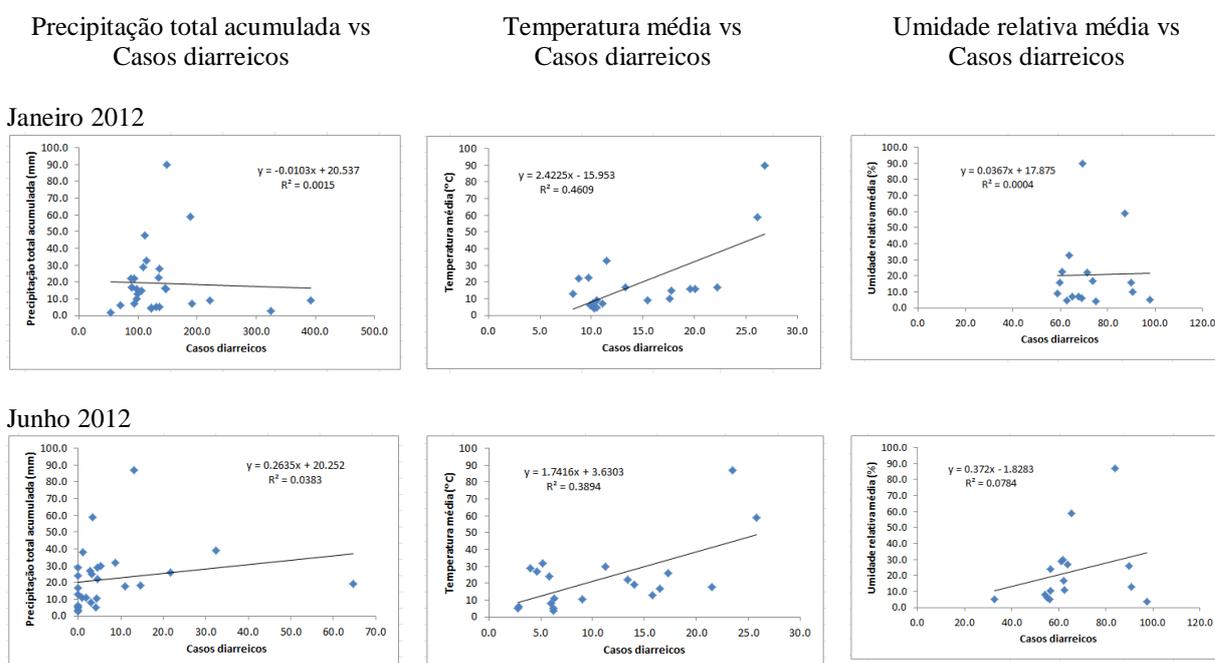
Junho 2011



Continua...

FIGURA 11 – La Paz, 2007 – 2012: Diagramas de dispersão, reta de regressão linear ajustada e coeficiente de determinação entre os casos diarreicos de crianças menores de 1 ano e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho

Continua...



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012; SENAMHI – La Paz 2007 – 2012

As baixas correlações com a precipitação total acumulada poderiam se explicar pela defasagem do tempo em relação ao descenso da precipitação e o aumento das taxas de incidência diarreica.

4.1.4 Análise espacial da incidência diarreica em menores de 1 ano

Considerando os resultados obtidos no diagrama de controle e seus limites para menores de 1 ano (item 4.1.1.), foram elaborados os mapas temáticos de incidência diarreica para os meses de janeiro e junho do período de estudo. Prévio à análise, também foram observadas as anomalias percentuais⁸ dos determinantes climáticos: precipitação total acumulada e temperatura média dos meses estudados, apresentados nas Tabelas 1 e 2.

⁸ Define-se Anomalia percentual as variações que, em 20%, excedem ou são inferiores, aos valores de precipitação e temperatura registrados como normais. Ou seja, quando os valores esperados ou registros normais, excedem em 20% diz-se que o registro “superou” o valor esperado. Mas, quando o valor é inferior em 20% ao valor esperado, denomina-se “déficit” (SENAMHI, 2004).

TABELA 1 – La Paz, 2007 – 2012: Diagnóstico climático de precipitação total acumulada das regiões Amazônica e Altiplânica para os meses de janeiro e junho.

PRECIPITAÇÃO TOTAL ACUMULADA													
Mês e Ano	Região	Dado registrado	Normal	% de Precipitação	Anomalia em %	Diagnostico	Mês e Ano	Região	Dado registrado	Normal	% de Precipitação	Anomalia em %	Diagnostico
jan/07	Amazônica	155.2	218.3	71.1	-28.9	Déficit	jun/07	Amazônica	19.67	37.6	52.31	-47.69	Déficit
	Altiplânica	92.1	87.8	104.8	4.8	Esperado		Altiplânica	0.94	2.5	37.41	-62.59	Déficit
jan/08	Amazônica	286.2	218.3	131.1	31.1	Excesso	jun/08	Amazônica	20.79	37.6	55.29	-44.71	Déficit
	Altiplânica	173.6	87.8	197.7	97.7	Excesso		Altiplânica	3.94	2.5	157.55	57.55	Excesso
jan/09	Amazônica	193.7	218.3	88.7	-11.3	Esperado	jun/09	Amazônica	5.50	37.6	14.64	-85.36	Déficit
	Altiplânica	76.8	87.8	87.5	-12.5	Esperado		Altiplânica	1.00	2.5	40.00	-60.00	Déficit
jan/10	Amazônica	197.5	218.3	90.4	-9.6	Esperado	jun/10	Amazônica	23.07	37.6	61.36	-38.64	Déficit
	Altiplânica	127.9	87.8	145.6	45.6	Excesso		Altiplânica	1.67	2.5	66.74	-33.26	Déficit
jan/11	Amazônica	256.6	218.3	117.5	17.5	Esperado	jun/11	Amazônica	15.59	37.6	41.45	-58.55	Déficit
	Altiplânica	77.2	87.8	88.0	-12.0	Esperado		Altiplânica	1.15	2.5	45.93	-54.08	Déficit
jan/12	Amazônica	169.8	218.3	77.8	-22.2	Déficit	jun/12	Amazônica	16.12	37.6	42.86	-57.14	Déficit
	Altiplânica	122.53	87.8	139.6	39.6	Excesso		Altiplânica	3.21	2.5	128.58	28.58	Excesso

Fonte: SENAMHI – La Paz

TABELA 2 – La Paz, 2007 – 2012: Diagnóstico climático de temperatura média das regiões Amazônica e Altiplânica para os meses de janeiro e junho.

TEMPERATURA MÉDIA											
Mês e Ano	Região	Dado registrado	Normal	Anomalia em %	Diagnostico	Mês e Ano	Região	Dado registrado	Normal	Anomalia em %	Diagnostico
jan/07	Amazônica	22.6	21.7	4.25	Superou	jun/07	Amazônica	19.8	19	4.21	Superou
	Altiplânica	11.88	9.5	25.05	Superou		Altiplânica	7.19	2.1	242.50	Superou
jan/08	Amazônica	21.20	21.7	-2.30	Não superou	jun/08	Amazônica	19.41	19	2.17	Superou
	Altiplânica	10.89	9.5	14.62	Superou		Altiplânica	6.37	2.1	203.13	Superou
jan/09	Amazônica	21.10	21.7	-2.76	Não superou	jun/09	Amazônica	18.94	19	-0.30	Não superou
	Altiplânica	10.84	9.5	14.13	Superou		Altiplânica	5.35	2.1	154.83	Superou
jan/10	Amazônica	21.62	21.7	-0.38	Não superou	jun/10	Amazônica	19.46	19	2.43	Superou
	Altiplânica	12.07	9.5	27.03	Superou		Altiplânica	7.77	2.1	269.92	Superou
jan/11	Amazônica	21.53	21.7	-0.78	Não superou	jun/11	Amazônica	19.50	19	2.63	Superou
	Altiplânica	12.05	9.5	26.89	Superou		Altiplânica	7.62	2.1	263.02	Superou
jan/12	Amazônica	21.29	21.7	-1.88	Não superou	jun/12	Amazônica	19.65	19	3.42	Superou
	Altiplânica	11.34	9.5	19.39	Superou		Altiplânica	7.09	2.1	237.72	Superou

Fonte: SENAMHI – La Paz

Observaram-se, nos meses de janeiro de 2007 e 2012 (Tabela 1), déficits de precipitações de -28% e -22%, respectivamente na região Amazônica. Mas, em janeiro de 2008, as precipitações tanto na região Amazônica e Altiplânica excederam em 31% e 97% do total esperado para o mês. Nos meses de junho, correspondentes ao período de estudo, registraram-se déficits de precipitações que superaram o -33% do valor esperado para esse mês. Exceto em 2008 e 2012, na região Altiplânica, onde as precipitações alcançaram um excesso de 57% e 28%.

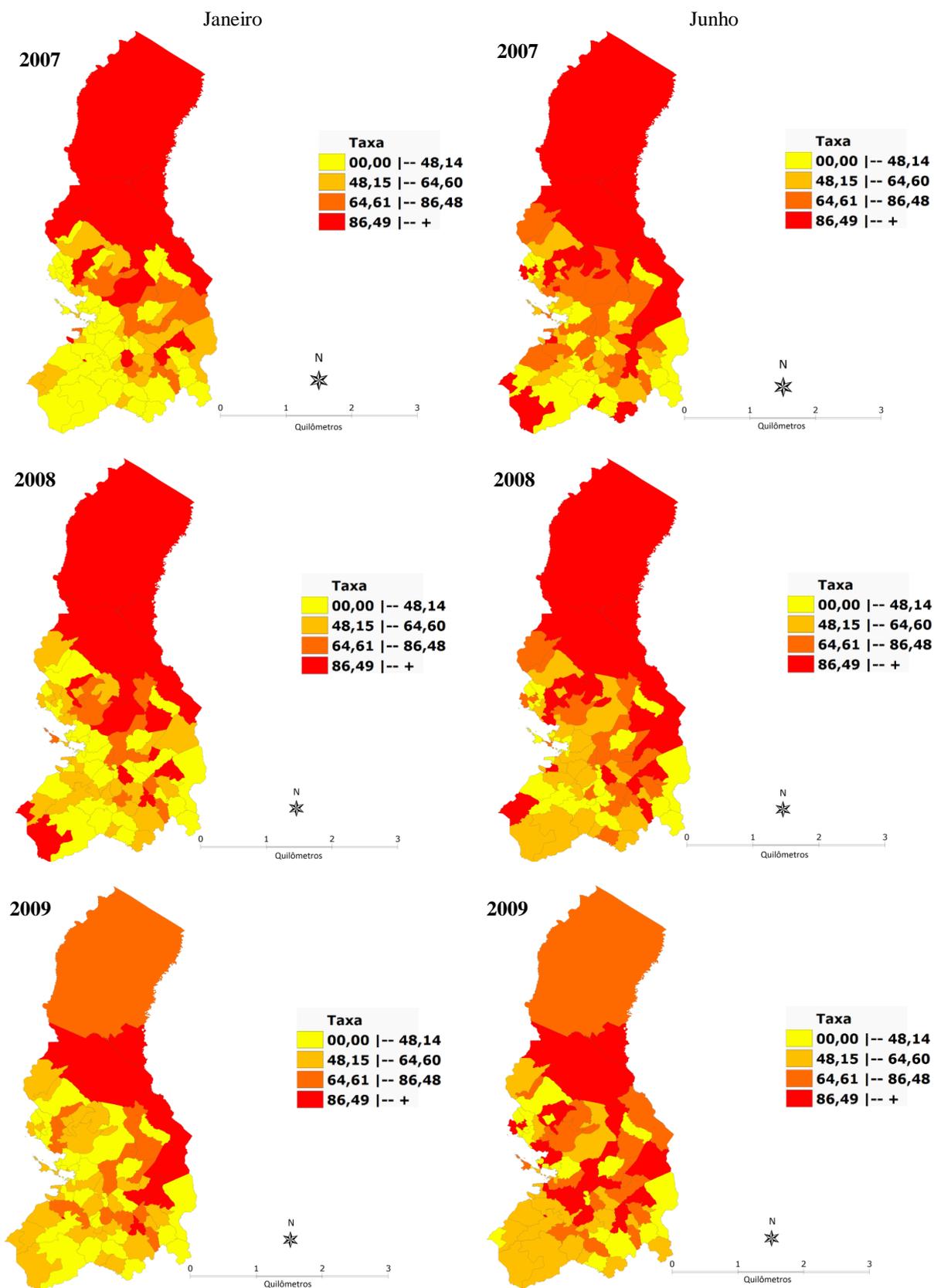
Em relação à temperatura (Tabela 2), nos meses de janeiro do período de estudo, observou-se aumentos da temperatura na região Altiplânica. Já nos meses de junho, o aumento da temperatura faz-se mais evidente em ambas as regiões, principalmente na região Altiplânica com registros acima de 150% ao valor esperado para esse mês.

Segundo os dados observados, podemos observar tanto na região Amazônica e Altiplânica, déficits de precipitações e aumentos da temperatura média nos meses de junho, em relação aos meses de janeiro. Considerando que, as doenças diarreicas incrementam-se com a falta de água e aumento das temperaturas, apresentamos os mapas temáticos das regiões estudadas, Amazônica e Altiplânica, com os municípios que formam parte.

As FIG. 12 e 13 apresentam os mapas temáticos das taxas de incidência diarreica em crianças menores de 1 para os meses de janeiro e junho do período de estudo. No mês de janeiro de 2007, 14 municípios apresentaram taxas de incidência que ultrapassaram o LCS diarreico estimado para La Paz. Desses, 12 municípios, (86%) correspondiam à região Amazônica, principalmente à parte norte do departamento. Mas, em junho do mesmo ano, o número de municípios que excedem o LCS incrementa-se a 23, 14 desses municípios, (61%) pertenciam à região Amazônica. No entanto, na parte sul da região Altiplânica, destacam-se os municípios Cartacora, Charaña, Chacarilla e Papel Pampa.

O ano 2008, os municípios afetados mantem-se quase constantes ao ano anterior. No mês de janeiro, registram-se 15 municípios que excederam o LCS diarreico. Aproximadamente 73% correspondiam à parte Norte da região Amazônica. Porém, no mês de junho os municípios que apresentam taxas de incidência diarreica acima do LCS chegaram a 21. Desses, 67% corresponderam à região Amazônica.

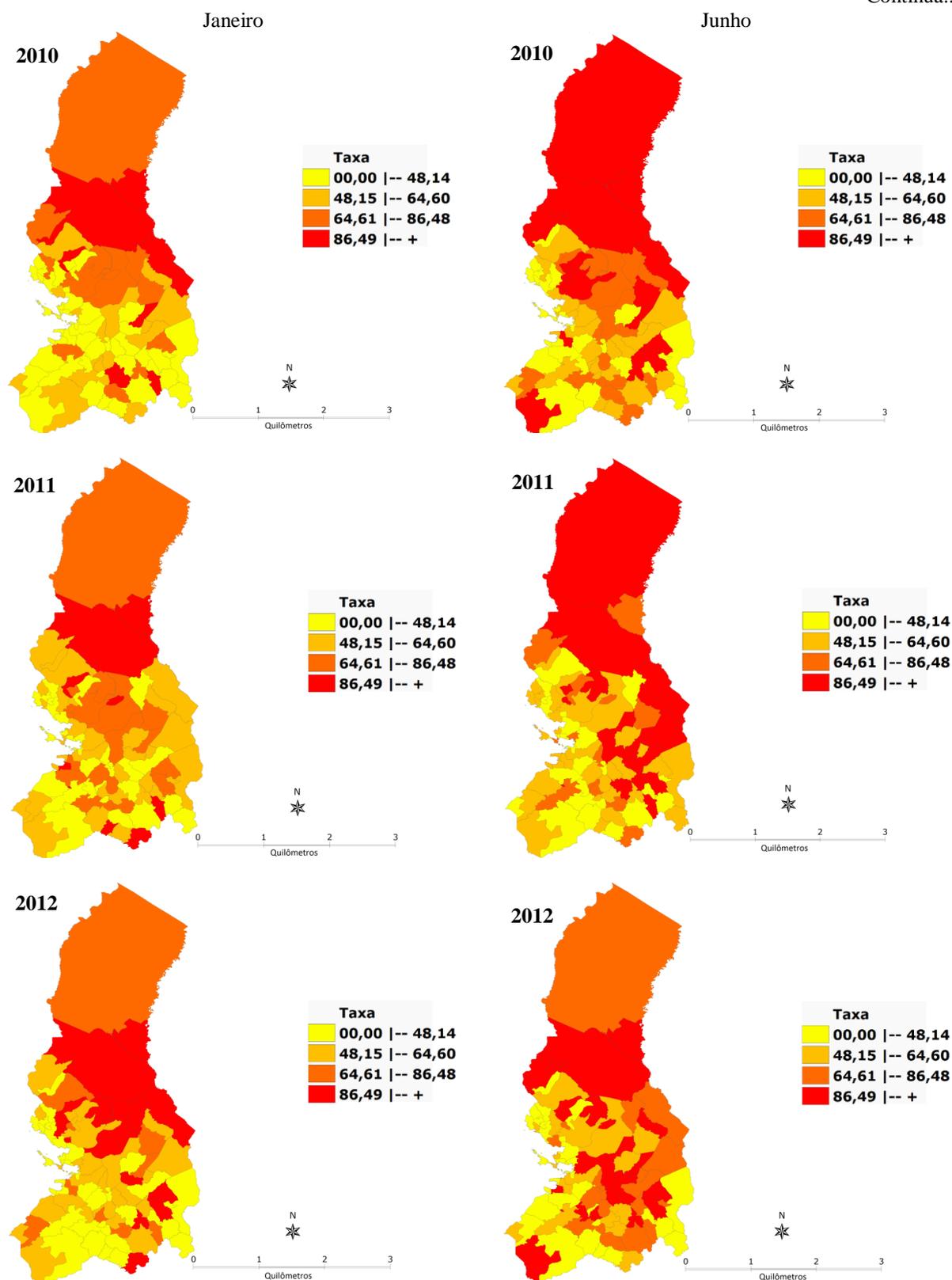
FIGURA 12 – La Paz, 2007 – 2012: Mapas temáticos das taxas de incidência diarreica em menores de 1 ano (ambos os sexos) para os meses de janeiro e junho segundo os municípios



Continua...

FIGURA 12 – La Paz, 2007 – 2012: Mapas temáticos das taxas de incidência diarreica em menores de 1 ano (ambos os sexos) para os meses de janeiro e junho segundo os municípios

Continua...



Fonte: SEDES – La Paz; SENAMHI – La Paz

Em 2009 observaram-se uma redução do número de municípios que excedem o LCS. No mês de janeiro, em relação aos anos anteriores, registraram-se 8 municípios que apresentam taxas diarreicas acima do LCS. Desses, 6 municípios corresponderam à região Amazônica. Já no mês de junho, 22 municípios excederam o LCS diarreico. Mas, neste mês o 59% corresponderam à região Altiplânica Sul. O município de Ixiamas, situado na região Norte da região Amazônica, destaca-se por registrar taxas de incidência diarreica que não superam o LCS estabelecido.

No mês de janeiro de 2010, registraram-se 9 municípios que ultrapassaram o LCS diarreico. Verificou-se que, 75% deles, correspondiam à parte central da região Amazônica. Mas, em junho do mesmo ano, 19 municípios apresentaram taxas de incidência diarreica acima do LCS, afetando principalmente a região Amazônica (79%). Em poucos meses, o município de Ixiamas novamente é afetado pela doença diarreica.

Em janeiro de 2011, ao igual ao ano anterior, 9 municípios excederam o LCS diarreico. Desta vez, 56% desses municípios corresponderam à região Altiplânica. Porém, no mês de junho, dos 17 municípios que registram taxas diarreicas acima do LCS, 71% corresponderam à região Amazônica.

Finalmente, em 2012, a região Amazônica novamente é afetada pelas taxas de incidência diarreica. É assim que, em janeiro, o número de municípios que ultrapassaram o LCS diarreico são 14, correspondendo 86% à parte central da região Amazônica. Em junho, 22 municípios excederam o LCS. Desses, 55% correspondem à região Amazônica. Destaca-se novamente o município de Ixiamas no registro de taxas diarreicas que não superam o LCS estabelecido.

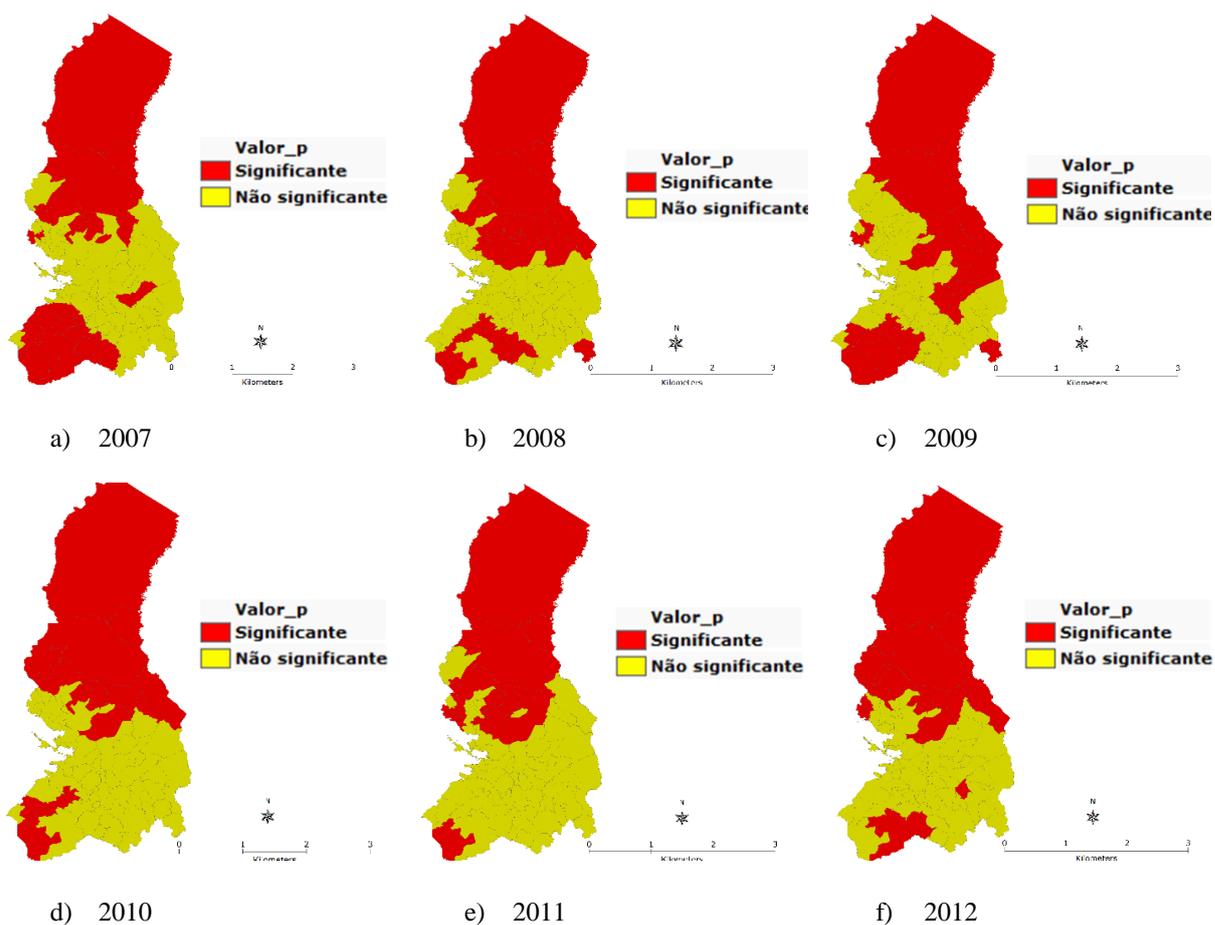
A distribuição espacial da doença, parece novamente indicar que o mês de junho é o mês em que maiores taxas de incidência diarreica acontecem no grupo de crianças menores de 1 ano. Observa-se também que a região mais afetada é a região Amazônica em relação à região Altiplânica.

4.1.5 Correlação espacial

O índice de Moran global (ANEXO IV), utilizando 999 permutações, foi em média maior a 0,3 com níveis de significância inferiores a 0,002. Ou seja, os valores dos índices, indicaram a existência de uma correlação espacial para a incidência diarreica em crianças menores de 1 ano, implicando a existência de padrão espacial.

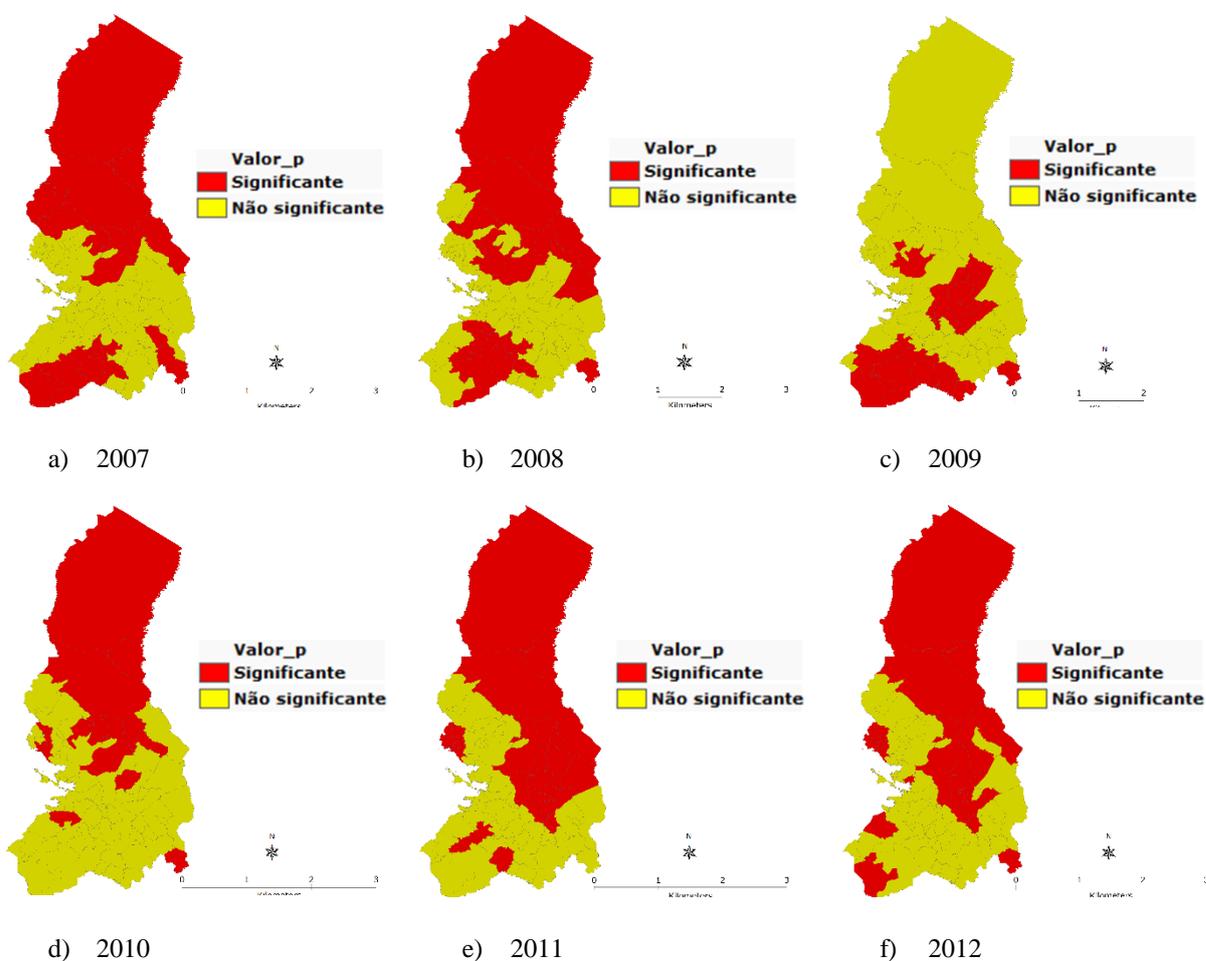
Na FIG. 13 e 14 observam-se os mapas temáticos para os meses de janeiro e junho com o Índice de Moran local com um nível de significância de 5% (0,05). Na região norte de La Paz observa-se uma maior correlação espacial em relação à região central e sul, exceto no mês de junho de 2009, em que existe uma maior correlação na região sul do departamento.

FIGURA 13 – La Paz, 2007- 2012: Mapas temáticos para o mês de janeiro do índice de Moran local, incidência diarreica em menores de 1 ano



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz

FIGURA 14– La Paz, 2007- 2012: Mapas temáticos para o mês de junho do índice de Moran local, incidência diarreica em menores de 1 ano



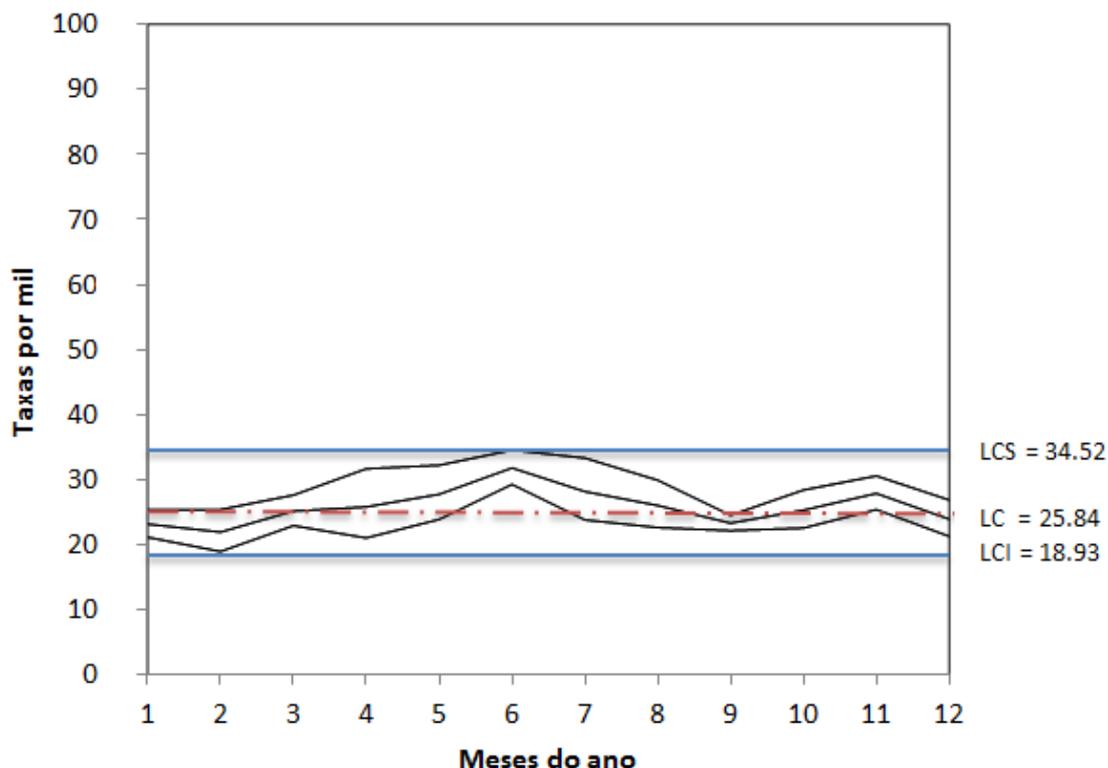
Fonte: SNIS e SEDES – La Paz

4.2 Incidência de diarreia em crianças de 1 a 4 anos

4.2.1 Diagrama de Controle da incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos

De igual forma que no grupo etário anterior, foram consideradas as taxas de incidência diarreica por 1000 para crianças de 1 a 4 anos do Departamento de La Paz. As taxas de incidência foram ajustadas pelo Bayesiano Empírico para o período de 2007 – 2012. A FIG. 15 apresenta o Diagrama de Controle diarreico para este grupo etário.

FIGURA 15 - La Paz, 2007 – 2012: Diagrama de controle da incidência da doença diarreica em crianças de 1 a 4 anos (ambos os sexos)



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012

Observa-se taxas de incidência diarreica mais baixas neste grupo etário em relação ao grupo de crianças menores de 1 ano. No entanto, o comportamento habitual da doença tem a mesma variabilidade. Ou seja, as taxas diarreicas mais elevadas apresentam-se nos meses de inverno, junho e julho, e as menores taxas nos meses de verão. Os limites de controle diarreico que, permitem-nos avaliar numericamente quão altos ou baixos são os valores obtidos, foram os seguintes: 18.93 por mil para o LCI, 25.84 por mil para a LC e 34.52 por mil para o LCS.

4.2.2 Associação entre as taxas de incidência diarreica e os determinantes climáticos

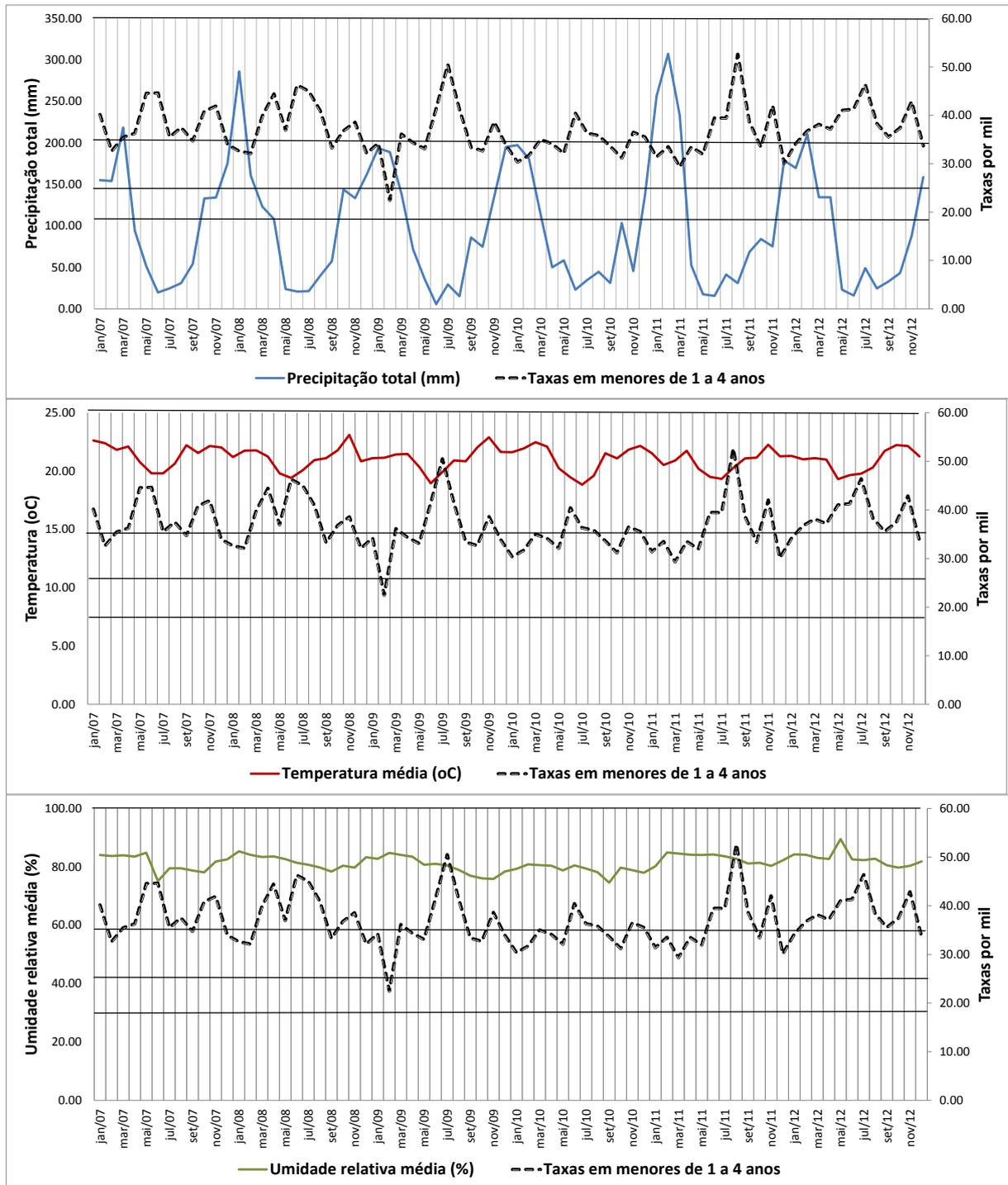
Os gráficos de series temporais entre os determinantes climáticos e as taxas de incidência diarreica para crianças de 1 a 4 anos nas duas regiões geográficas, Amazônica e Altiplânica, são apresentados nas FIG. 16 e 17. Assim como na análise anterior, tomaram-se

em consideração para sua construção os valores médios dos determinantes climáticos e das taxas de incidência diarreica.

A região Amazônica (GRAF. 16), no inverno, apresenta um aumento das taxas de incidência que superam o LCS diarreico (34.52) estabelecido para o Departamento de La Paz. Observa-se que estes aumentos coincidem com os descensos de precipitações totais acumuladas (33 mm), temperaturas médias (19 °C) e umidade relativa média (80%) do período de estudo. O verão nesta região diferencia-se por taxas de incidência diarreica que permanecem nas zonas de controle diarreico. Porém, as variáveis climáticas de precipitação total acumulada (180 mm), temperatura média (22°C) e a umidade relativa média (82.5%) são diferentes.

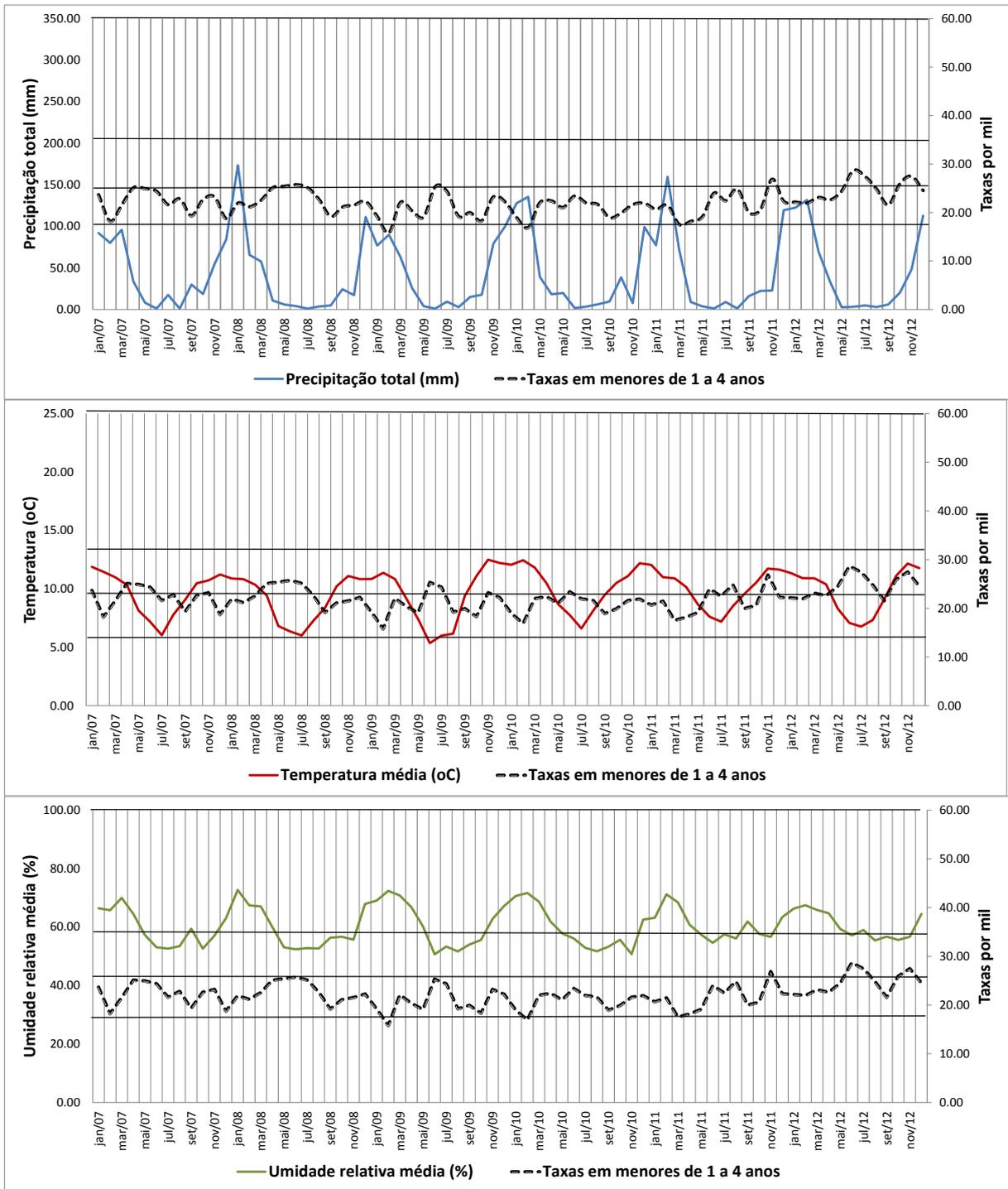
A região Altiplânica (FIG. 17) apresenta taxas de incidência diarreica que permanecem nas zonas de controle e se aproximam ao LCI (18.93) estabelecido para o Departamento de La Paz. Observam-se aumentos das taxas de incidência diarreica no inverno em relação ao verão. No entanto, o inverno apresenta valores médios de precipitação total acumulada (1 mm), temperatura média (6 a 7 °C) e umidade relativa média (54%) mais baixos, o verão caracteriza-se por apresentar níveis de precipitação total acumulada (100 mm), temperatura média (11°C) e a umidade relativa media (65%) mais elevados.

FIGURA 16– La Paz, 2007 – 2012: Relação entre os determinantes ambientais físicos e as taxas de incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos na região Amazônica.



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, SENAMHI – La Paz

FIGURA 17– La Paz, 2007 – 2012: Relação entre os determinantes ambientais físicos e as taxas de incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos na região Altiplânica.

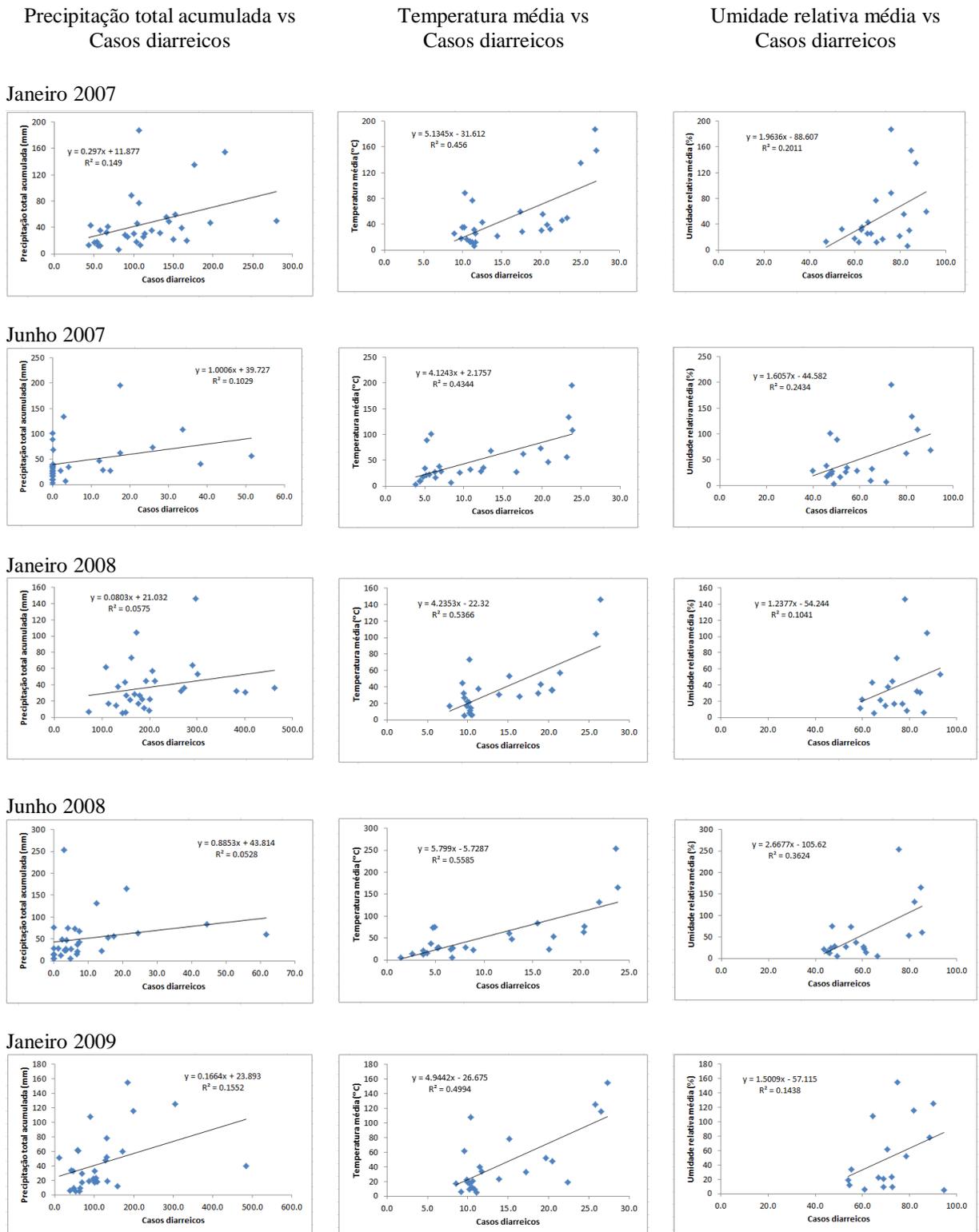


Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, SENAMHI – La Paz

4.2.3 Correlação de casos de doença diarreica e os determinantes climáticos

Considerando os meses de janeiro e junho do período de estudo, como os meses que atingiram os valores máximos e mínimos de precipitações, temperaturas, umidades e níveis de incidência diarreica, foram elaborados os diagramas de dispersão e coeficiente de determinação para os casos diarreicos de crianças de 1 a 4 anos com as variáveis climáticas estudadas, apresentados na FIG. 18. Observa-se que, das três variáveis climáticas consideradas no presente trabalho, a temperatura média tem uma moderada correlação estatística de 0,68, ou seja, o 45.6% aproximadamente da variabilidade dos casos de doença diarreica é explicada pelas variações térmicas. Não obstante, a precipitação e a umidade relativa média alcançaram uma correlação de 0,26 e 0,34, respectivamente (observa-se também o ANEXO IV).

FIGURA 18 – La Paz, 2007 – 2012: Diagramas de dispersão, reta de regressão linear ajustada e coeficiente de determinação entre os casos diarreicos de crianças de 1 a 4 anos e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho



Continua...

FIGURA 18 – La Paz, 2007 – 2012: Diagramas de dispersão, reta de regressão linear ajustada e coeficiente de determinação entre os casos diarreicos de crianças de 1 a 4 anos e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho

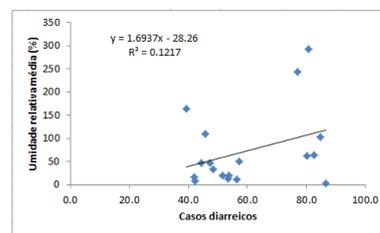
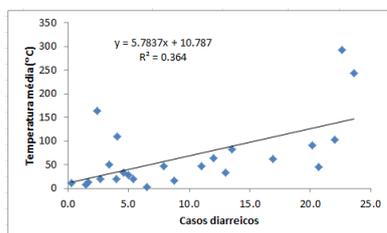
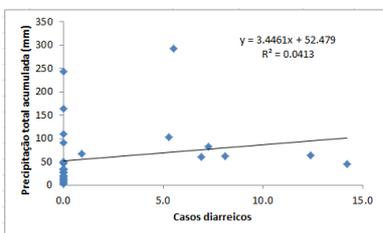
Continua...

Precipitação total acumulada vs Casos diarreicos

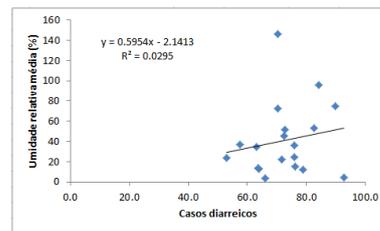
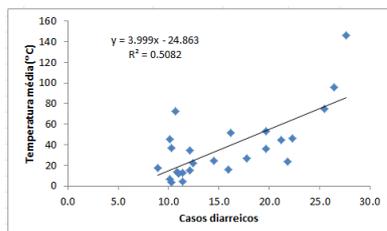
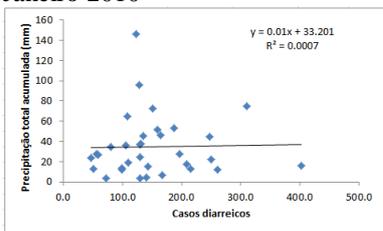
Temperatura média vs Casos diarreicos

Umidade relativa média vs Casos diarreicos

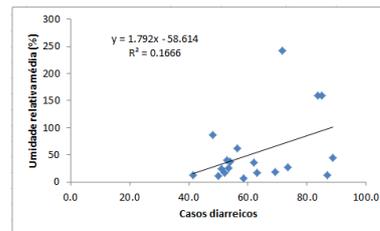
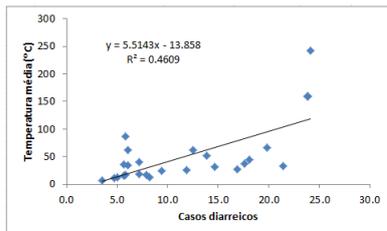
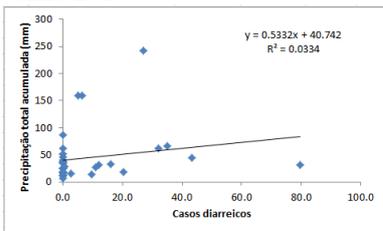
Junho 2009



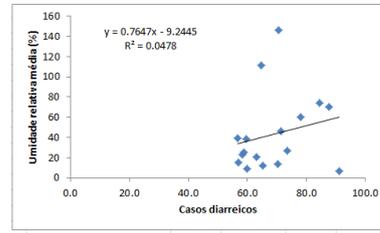
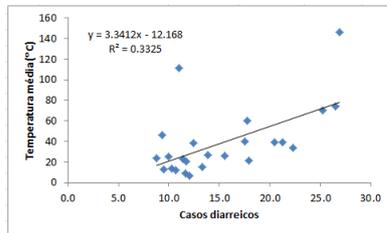
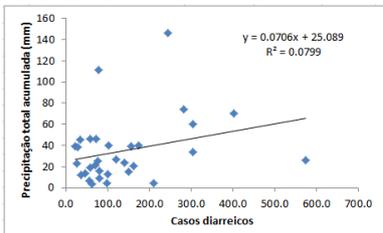
Janeiro 2010



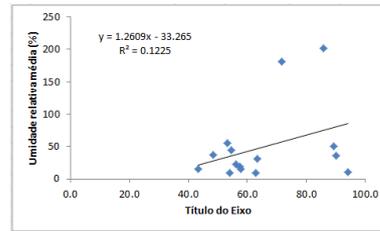
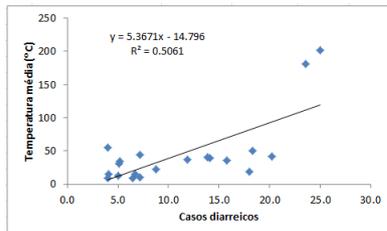
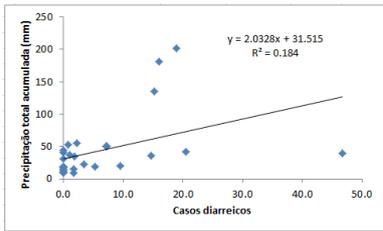
Junho 2010



Janeiro 2011



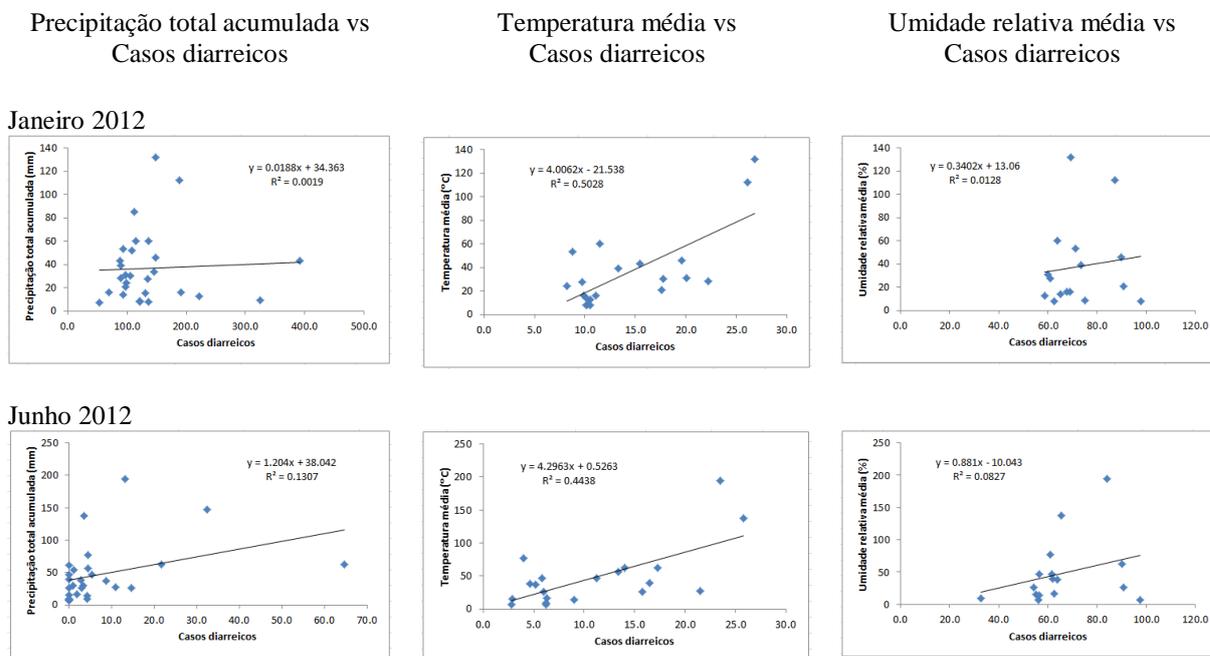
Junho 2011



Continua...

FIGURA 18 – La Paz, 2007 – 2012: Diagramas de dispersão, reta de regressão linear ajustada e coeficiente de determinação entre os casos diarreicos de crianças de 1 a 4 anos e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho

Continua...



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012; SENAMHI – La Paz 2007 – 2012

4.2.4 Análise espacial da incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos

Os limites obtidos no diagrama de controle para crianças de 1 a 4 anos (item 4.1.2.), permitiram elaborar os mapas temáticos da incidência diarreica para os meses de janeiro e junho do período de estudo. Na análise, também foram observadas as anomalias climáticas de precipitação e temperatura, anteriormente expostas. Os resultados obtidos permitiram observar déficits de precipitações e aumentos de temperatura nos meses de junho na região Amazônica e Altiplânica.

A FIG. 19 apresenta os mapas temáticos da distribuição espacial das taxas de incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos, segundo grandes regiões e os municípios que formam parte destas regiões. De forma geral, observa-se que, o grupo etário de 1 a 4 anos, têm um maior número de municípios que ultrapassaram o LCS diarreico, em relação à população de crianças menores de 1 ano. Observou-se também que, nos cinco primeiros anos de estudo, a região Amazônica excedeu o LCS estabelecido. No entanto, em 2012, a

incidência diarreica é aparentemente controlada nesta região, especialmente no município de Ixiamas, situado na parte norte do departamento.

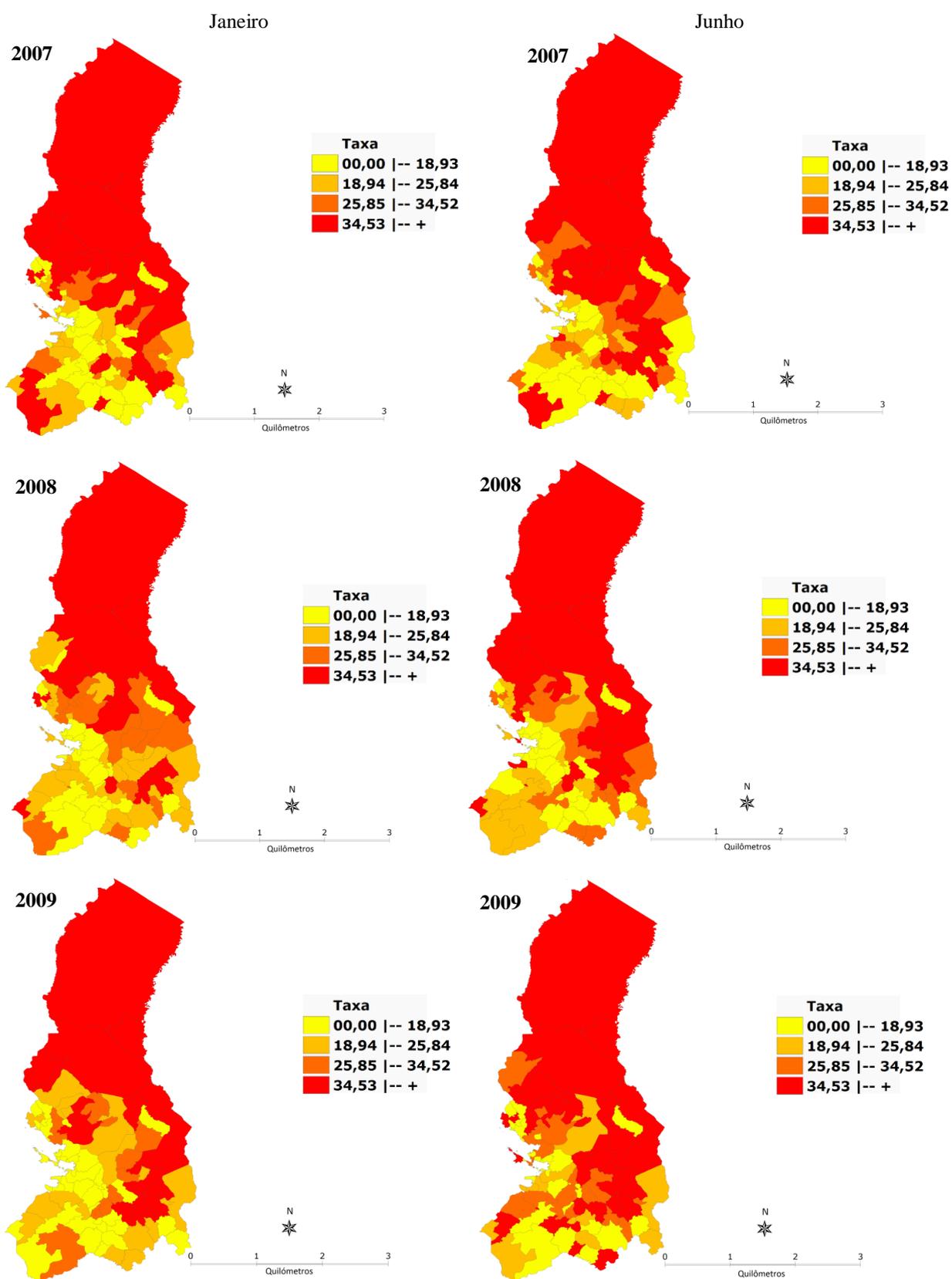
Nos meses de janeiro e junho de 2007, 32 municípios excederam o LCS diarreico estabelecido para crianças de 1 a 4 anos do Departamento de La Paz. Em ambos os meses mais de 63% dos municípios que ultrapassaram o LCS, pertenciam à região Amazônica. É importante lembrar que, em janeiro de 2007, na região Amazônica, registra-se déficit de precipitação de -28.9% ao valor esperado e no mês de junho o déficit de precipitação foi de -47.09%

Em janeiro de 2008, 16 municípios apresentam taxas de incidência acima do LCS diarreico fixado para o Departamento de La Paz. Desses, 69% correspondem à região Amazônica. Porém, no mês de junho o número de municípios que excedem o LCS incrementa-se a 30. Aproximadamente 70% correspondem à região Amazônica. Segundo os dados meteorológicos obtidos para esse ano, excessos de precipitações aconteceram no mês de janeiro (31.1%) nas duas regiões e déficit (-44.71) no mês de junho na região Amazônica.

Similar ao ano anterior, janeiro de 2009 registra 18 municípios que excedem as taxas de incidência do LCS diarreico. Deles, 78% novamente pertencem à região Amazônica. Más, no mês de junho, 32 são os municípios que registram taxas acima do LCS. Aproximadamente 63% pertencem à região Amazônica. Janeiro caracteriza-se por apresentar valores normais de precipitações e junho, por apresentar déficits de precipitações de -85.36% e -60% de precipitações.

Ultrapassaram o LCS diarreico 12 municípios em janeiro de 2010. Deles, 83% corresponderam à região Amazônica. No entanto, ainda que, o porcentual na região Amazônica seja elevado, este mês caracteriza-se por conter o menor número de municípios que saíram da zona de controle estabelecido para La Paz. No diagnóstico climático, a região Amazônica apresentou precipitações dentro dos valores esperados, mas na região Altiplânica observou-se um excesso de precipitação de 45.6% ao valor esperado para este mês. Os meses de junho, 24 municípios excedem o LCS. Aproximadamente, 71% correspondem à região Amazônica. Os dados meteorológicos, indicam déficits de precipitações de -38.64 na região Amazônica e de -33.26% na região Altiplânica, em tanto a temperatura excede os valores esperados.

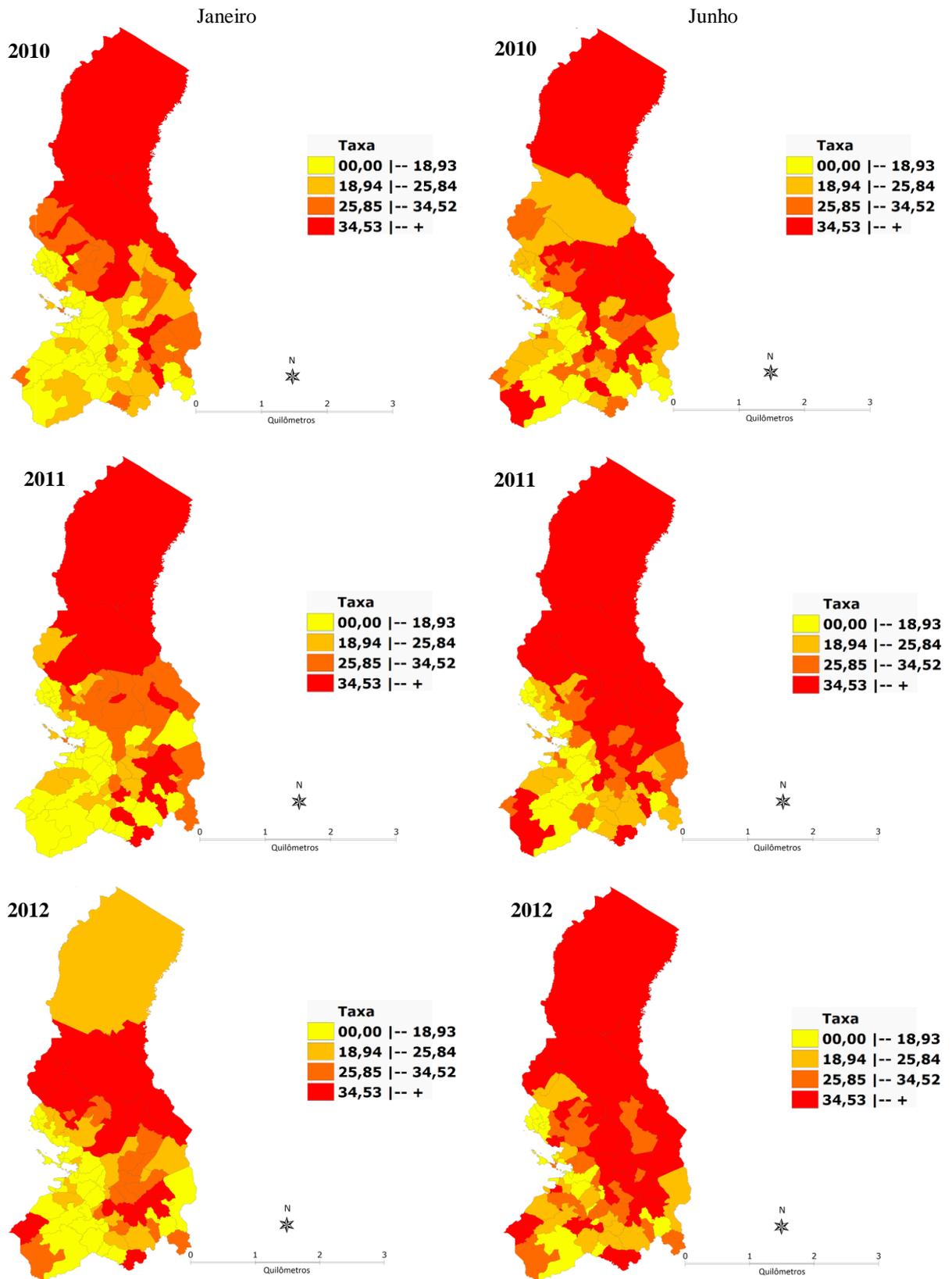
FIGURA 19– La Paz, 2007 – 2012: Mapas temáticos das taxas de incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos (ambos os sexos) para os meses de janeiro e junho segundo municípios



Continua...

FIGURA 19 – La Paz, 2007 – 2012: Mapas temáticos das taxas de incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos (ambos os sexos) para os meses de janeiro e junho segundo municípios

Continua...



Fonte: SEDES – La Paz

Em janeiro de 2011, 17 municípios apresentaram taxas de incidência diarreica acima do LCS. Desses, 65% pertenceram à região Amazônica. No mês de junho, 28 municípios ultrapassam o LCS. Aproximadamente, 71% dos municípios pertencem também à região Amazônica. Segundo os dados meteorológicos junho apresenta déficits de precipitações acima de 50% em ambas as regiões.

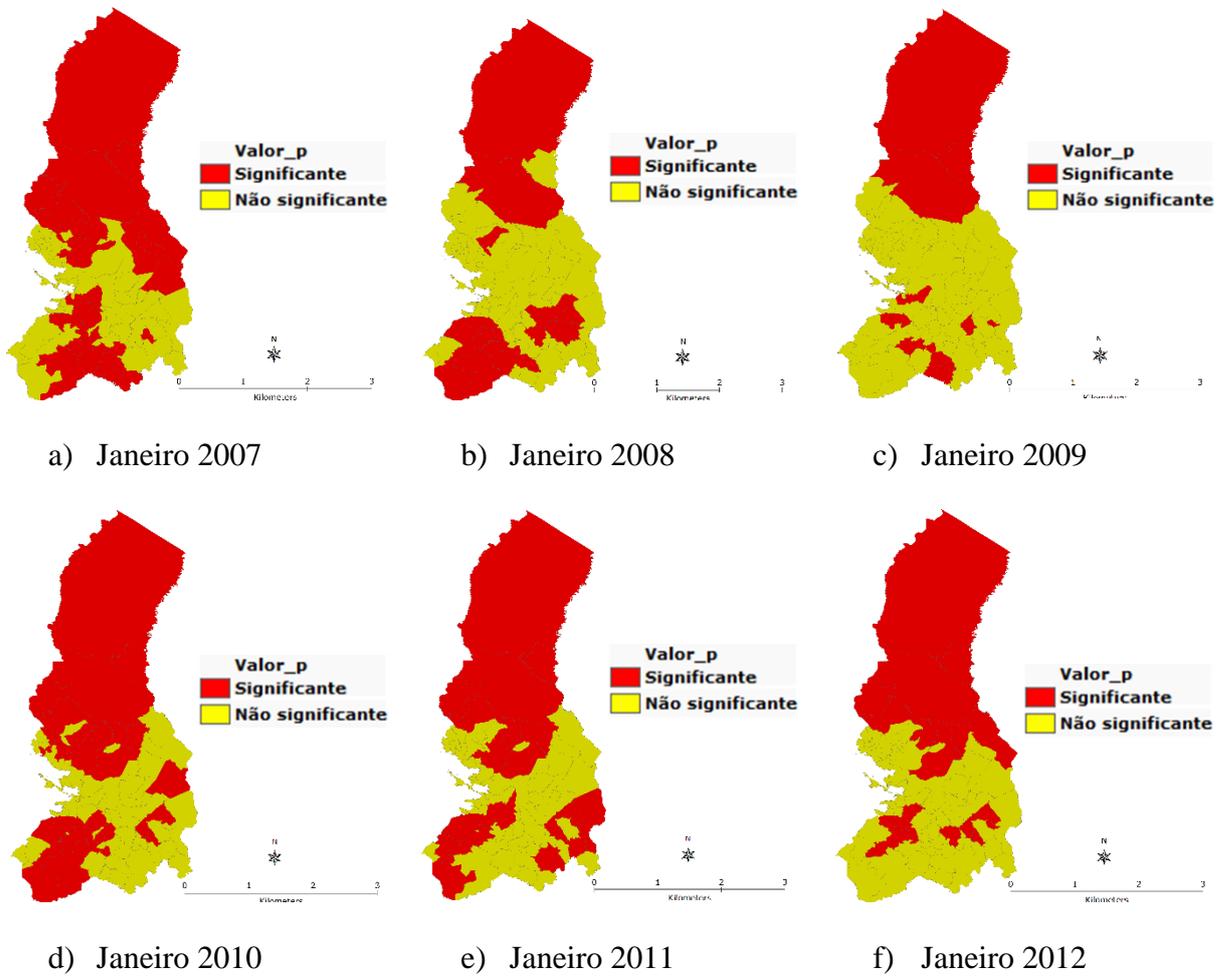
Finalmente, em janeiro de 2012, apresenta-se novamente um aumento do número de municípios que ultrapassam o LCS diarreico, desta vez 22 municípios excedem os limites de controle estabelecidos. Deles, 68% correspondem à região Amazônica. Já em junho, 33 municípios apresentam taxas de incidência diarreica acima do LCS. A região Amazônica contém o 64% dos municípios afetados. Este mês caracteriza-se por apresentar déficits de precipitações na região Amazônica de -22% ao valor normal esperado e junho por déficits de -57.14%.

4.2.5 Correlação espacial

O índice de Moran global (ANEXO IV) registrou valores superiores a 0,3 usando 999 permutações, com níveis de significância inferiores a 0,002. Ou seja, os índices registrados indicam a existência de um padrão espacial para a incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos.

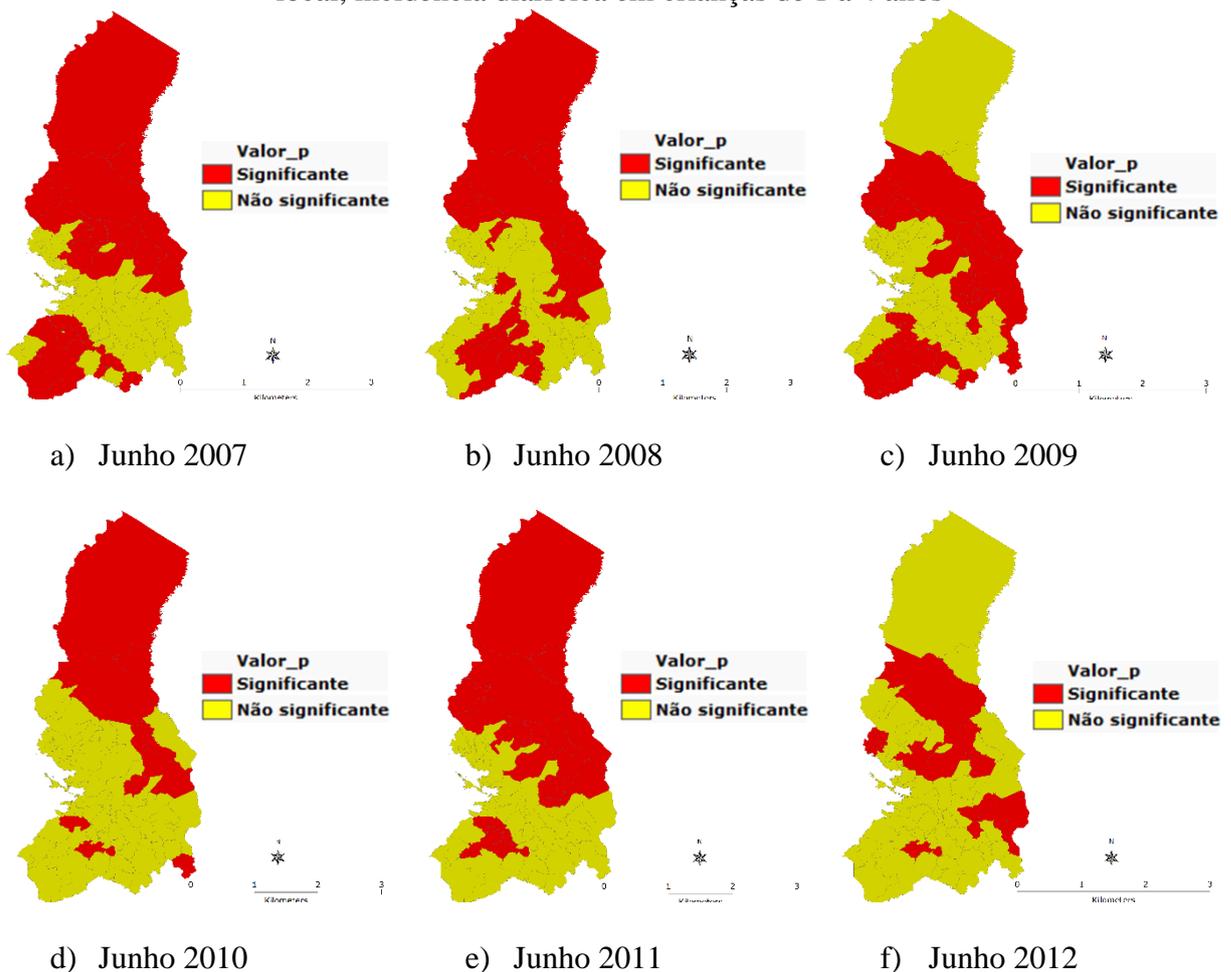
Na FIG. 20 e 21, observam-se os mapas temáticos do Índice de Moran local considerando um nível de significância de 5% (0,05) para os meses de janeiro e junho. Em ambos os meses foi observada uma maior correlação espacial na região norte de La Paz, em relação à parte central e sul. Exceto nos meses de junho de 2009 e 2012, onde existe uma maior correlação na parte central e sul do departamento.

FIGURA 20– La Paz, 2007- 2012: Mapas temáticos para o mês de janeiro do índice de Moran local, incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012

FIGURA 21 – La Paz, 2007- 2012: Mapas temáticos para o mês de junho do índice de Moran local, incidência diarreica em crianças de 1 a 4 anos



Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 - 2012

4.3 Conclusões da análise da incidência diarreica em crianças menores de 5 anos

Os diagramas de controle observados nos dois grupos etários apresentaram um aumento das taxas de incidência diarreica nos meses de inverno em relação aos meses de verão. O nível endêmico para La Paz por grupo etário mostrou ser mais elevado para as crianças menores de 1 ano, ou seja, os limites de controle para este grupo etário foram: 48.14 para o LCI, 64.60 para a LC e 86.48 para o LCS. E para as crianças de 1 a 4 anos foram: 18.93 para o LCI, 25.84 para a LC e 34.52 para o LCS. No entanto, esses valores são elevados quando são comparados com o LCS diarreico das cidades de La Paz e El Alto (10 diarreias por 1000 crianças menores de 5 anos).

Nos gráficos de series temporais de associação entre as taxas de incidência diarreica e os determinantes climáticos, observou-se uma variabilidade das taxas diarreicas que é acompanhada com os determinantes climáticos, principalmente de precipitação e temperatura. Taxas diarreicas superiores ao LCS diarreico nos dois grupos etários (86.48 em crianças menores de 1 ano e 34.52 em crianças de 1 a 4 anos) foram observadas no inverno da região Amazônica. As elevadas taxas diarreicas coincidem com o descenso observado das precipitações (33 mm), temperatura (19 °C) e umidade (80%). Pelo contrário, na região Altiplânica, as taxas diarreicas não excederam o LCS estabelecido para La Paz. No entanto, no longo inverno, as taxas diarreicas elevaram-se e permaneceram quase constantes entre os meses de maio a agosto de cada ano, situação que coincide com o descenso marcado das precipitações (1 mm), temperaturas (6 a 7 °C) e umidade (54%) registrados no inverno.

Os casos diarreicos e os determinantes ambientais mostraram uma correlação linear moderada com a temperatura média. Estas correlações para os dois grupos etários foi de 0,58, e 0,68, ou seja, 33.64% e 45.6% aproximadamente da variabilidade dos casos diarreicos para ambos os grupos etários é explicado pelas variações térmicas. Mas, as correlações da precipitação total acumulada e a umidade relativa média variaram em média 0,26 e 0,32.

Na análise espacial para os meses de janeiro de 2007 a 2012, nos dois grupos etários, a região Amazônica registra um maior numero de municípios que saem do LCS diarreico. No grupo de crianças menores de 1 ano, observou-se que, em 2007, 2008 e 2012, 14 municípios saíram do LCS diarreico estabelecido para La Paz e, no período de 2009 a 2011, 8 a 9 municípios. No grupo de crianças de 1 a 4 anos, em 2007 e 2012, os municípios que saíram do LCS diarreico foram 32 e 22 e no período de 2008 a 2011 variaram de 12 a 18.

Em relação às anomalias climáticas, foram observados, em 2007 e 2012, déficits de precipitação de -22% ao valor esperado (218.3 mm) na região Amazônica. Em 2008, excessos de precipitação em 31.1% e 97.7% foram registrados na região Amazônica e Altiplânica respectivamente. Os excessos de temperatura registrados neste mês na região Altiplânica superaram em 14% o valor esperado (9.5 °C).

Nos meses de junho do período de estudo, a região Amazônica também registra o maior número de municípios que saem do LCS diarreico estabelecido para La Paz. No grupo de crianças menores de 1 ano, em 2010 e 2011 foram observados 17 e 19 municípios que saíram do LCS diarreico, os restantes anos variaram entre 21 e 23. No grupo de crianças de 1 a 4 anos, no período de 2009 a 2011 foram entre 17 e 20 os municípios que saíram do LCS

diarreico e, em 2007, 2008 e 2012 os municípios que saíram deste limite diarreico foram de 21 a 23.

A respeito das anomalias climáticas, foram observados nas duas regiões déficits de precipitação que superaram em 33% o valor esperado (19.67 mm na região Amazônica e 0.94 mm na região Altiplânica), exceto em 2008 na região Altiplânica. A temperatura média excede os valores esperados, particularmente a região Altiplânica em 150% ao valor normal esperado (2.1°C). Observou-se que os municípios da região Altiplânica que ficam longe do Lago Titicaca, em maioria são os que excedem o LCS estabelecido.

O índice de Moran global em ambos os grupos etários foi de 0,3 com um nível de significância de 0,001 e 0,002 ao utilizar 999 permutações, o que indica uma correlação espacial existente para as taxas de incidência diarreica em ambos os grupos etários. O índice de Moran local mostrou uma maior correlação na parte norte de La Paz correspondente à região Amazônica, exceto nos meses de junho de 2009 e 2012, onde a correlação espacial foi maior na parte central e sul de La Paz.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, os resultados das elevadas taxas de incidência diarreica confirmam que as crianças menores de 1 ano são o grupo etário mais vulnerável em relação às crianças de 1 a 4 anos, fator que é explicado pela maior proporção de água corporal que as crianças pequenas têm em relação à massa corporal, proporção que muda com a idade. As crianças têm perdas insensíveis de água corporal (pela urina, fezes, suor e respiração), que são repostas com a amamentação materna e a ingestão de alimentos. Mas, em uma criança com diarreia, estas perdas são maiores, agregando-se ao quadro a falta de apetite. Isto gera uma maior resposta catabólica frente às infecções e uma diminuição das reservas nutricionais. No entanto, este padrão deve-se a múltiplos fatores combinados, entre eles a diminuição dos anticorpos adquiridos pela mãe, falta do desenvolvimento da imunidade ativa, ingestão de alimentos contaminados. Considera-se que crianças com problemas de saúde ou em estado de desnutrição, expostas a condições ambientais ruins, são facilmente vulneráveis para desenvolver diarreias severas com desidratação em relação às crianças saudáveis. A diarreia pode aumentar o risco de retardo do crescimento nas crianças pequenas, mas um controle adequado, principalmente nos primeiros meses de vida, pode ajudar na diminuição do atraso de crescimento.

As taxas de incidência diarreica obtidas no presente estudo permitiram em conjunto estabelecer os limites de controle próprios para o Departamento de La Paz. No entanto, estas taxas consideram-se elevadas se são comparadas com as taxas de incidência diarreica próprias das cidades de La Paz e El Alto, onde o LCS diarreico é menor a 10 diarreias por 1000 crianças menores de cinco anos. Observou-se, no presente estudo, o elevado LCS diarreico estabelecido nas crianças menores de 1 ano (86.48) em relação ao LCS diarreico das crianças de 1 a 4 anos (34.52). Mas a distribuição espacial por município das taxas de incidência diarreica foi maior no grupo de crianças de 1 a 4 anos em ambas as regiões.

Considerando os meses estudados de verão e inverno, observou-se uma maior incidência diarreica nos meses de junho em relação ao janeiro. Embora, no presente estudo não tenhamos contado com dados dos agentes causais específicos da diarreia, pode-se deduzir, graças aos trabalhos de Kane *et al.* (2004) e Romero *et al.* (2007), que os casos registrados no verão se devem principalmente às infecções causadas por bactérias e parasitas transmitidas pela água e alimentos e, no inverno, à presença de rotavirus. Este pressuposto deve-se à existência do contato direto e indireto na transmissão da diarreia. O inverno,

caracterizado por temperaturas baixas e escassa umidade, contribui para a sobrevivência do rotavírus, responsável por mais de 40% dos ingressos hospitalares em menores de cinco anos, especialmente em crianças de 6 a 24 meses. Além disso, as gastroenterites por rotavírus podem estar presentes o ano todo; por esse motivo, a vacina antirretroviral é disponibilizada de forma gratuita na Bolívia.

Segundo a UNICEF e WHO (2008, 2009), a microscopia e o cultivo biológico são necessários para identificar o germe agressor, especialmente para pesquisar surtos diarreicos. O tratamento varia segundo a avaliação clínica da diarreia, ou seja, as características da diarreia, a estação do ano e a região geográfica podem orientar o diagnóstico para realizar o rápido atendimento e evitar complicações. Estes germes compartilham uma forma similar de transmissão conhecida como fecal-oral. Esta forma de transmissão permite entender porque muitas crianças tendem a levar uma maior carga de patógenos que os adultos, se consideramos que muitas crianças brincam em áreas contaminadas infectando-se e disseminando a doença diarreica.

Segundo a distribuição espacial das taxas de incidência diarreica no Departamento de La Paz, a região Amazônica foi considerada a mais afetada. A região Amazônica apresentou elevadas taxas diarreicas e um maior número de municípios que saíram do LCS diarreico estabelecido para o departamento nos dois grupos etários estudados. No entanto, na região Altiplânica, os municípios distantes ao Lago Titicaca foram os que majoritariamente excederam do LCS diarreico estabelecido.

As análises de correlação entre as variáveis ambientais e a doença diarreica mostraram um impacto direto com a temperatura. No entanto, a relação com a precipitação e umidade é pouco clara. As mudanças de temperatura média e precipitação total acumulada foram consideráveis especialmente na região Altiplânica. Os determinantes ambientais físicos estudados mostraram a influência indireta nas taxas de incidência diarreica. É assim que:

- i) O aumento da temperatura ambiente contribui na disseminação de doenças diarreicas. No verão este determinante condiciona o aumento da temperatura da água, que junto às cheias dos rios e secas, afeta a qualidade da água pela acumulação de sedimentos e agentes patógenos. No inverno, devido aos longos períodos de escassez da água, especialmente na região Altiplânica, esta é armazenada em poços os quais dificilmente são limpos e contribuem à propagação da doença diarreica.

ii) O déficit ou excesso de precipitações influem na disponibilidade da água, e esta na incidência diarreica. Quando o acesso às fontes de água potável é baixo, as pessoas procuram outras fontes para obter este elemento. Opta-se pela coleta de água da chuva em poços ou vasilhas ou ao percurso de longas distâncias na procura de água, diminuindo a quantidade de coleta, limitando as práticas de higiene pessoal como o asseio das mãos. Mas, se existe um excesso, ocorrem inundações e este acontecimento leva à remoção das águas contaminadas, disseminando a doença diarreica.

iii) As diferenças de umidade relativa média entre uma região e outra foram consideráveis, especialmente na época de inverno. Na região Amazônica caracterizou-se no inverno uma umidade relativa média maior (80%) em relação à região Altiplânica (54%). Considera-se que invernos extensos com escassas precipitações e baixas umidades podem contribuir na sobrevivência do rotavirus.

Na análise e seguimento dos municípios que saíram do LCS diarreico nos meses selecionados, observou-se que no período de 2009 a 2011 foi em número menor os municípios que apresentaram elevadas taxas diarreicas em relação aos outros anos. Este fato, além das anomalias climáticas acontecidas nos outros anos, também poderia ser explicado pela introdução da vacina contra o rotavirus em agosto de 2008 na Bolívia (OPS, 2008). Ainda assim, em 2012, o número de municípios afetados aumenta novamente.

A análise espacial nos dois grupos etários mostrou ser significativa. Os índices de Moran global indicaram uma correlação espacial para as taxas de incidência diarreica em ambos os grupos etários. O índice de Moran local mostrou uma correlação maior na região Amazônica de La Paz, o que indica que a doença diarreica comparte fronteira com seus vizinhos.

No presente estudo foram considerados os casos diarreicos de notificação semanal dos centros de atendimento do Departamento de La Paz por município, mas ainda são desconhecidos os casos que receberam medidas de atendimento caseiras ou que recorreram à medicina tradicional própria da região. O Ministério da Saúde na Bolívia, em trabalho conjunto com organismos internacionais como a UNICEF, OMS, OPAS, tenta reduzir os elevados indicadores desta doença com a incorporação de protocolos de atendimento e educação à população. Porém, apesar dos esforços já realizados, os resultados do presente trabalho sugerem que estes ainda são insuficientes.

O presente trabalho ainda merece ser mais aprofundado em trabalhos futuros considerando os determinantes comportamentais, biológicos e socioeconômicos. O sistema de coleta e eliminação de lixo parece ser outro grande fator contribuinte na produção desta e outras doenças infecciosas. Considera-se também importante a ampliação da análise realizada para outros anos abrangendo departamentos não estudados.

Os problemas encontrados no desenvolvimento do trabalho foram: o agrupamento etário nos dados, o que impediu estabelecer a incidência por idade específica; a limitação dos dados meteorológicos, o que impediu realizar o estudo particular de cada município. No entanto, métodos de interpolação dos dados faltantes em trabalhos futuros poderiam resolver este problema. E a aplicação de modelos estatísticos focados à relação da doença diarreica com os determinantes ambientais poderia aclarar com maior profundidade esta complexa relação.

Considera-se que o estudo permitiu retomar a importância de uma doença de fácil prevenção, mas que com o tempo foi esquecida. O desenvolvimento e crescimento das crianças pequenas são fatores fundamentais porque influenciam na força do trabalho e crescimento da região não do futuro, mas sim do presente próximo. O estudo de fatores de comportamento, genéticos, socioeconômicos e o atual tema das mudanças climáticas aumentam a vulnerabilidade das regiões mais empobrecidas, afetando a saúde e o potencial de subsistência. Esta situação leva ao risco da falta de crescimento econômico e aumento da pobreza.

Os eventos climáticos extremos como inundações e secas afetam a economia local de muitos municípios, diminuindo o êxito de políticas e estratégias de luta contra a pobreza (BOLÍVIA-MPD, 2007). Em relação à vulnerabilidade dos municípios encontrada para a diarreia, é importante a formulação de políticas públicas para reduzir as elevadas taxas de incidência por esta doença. O governo, a sociedade civil e o setor privado, nos diferentes níveis, têm mecanismos apropriados para a avaliação do risco e sistemas de alerta. Mas a adaptação à vulnerabilidade climática existente é outro fator que precisa se incorporar no conhecimento tradicional, assim como a planificação de medidas para diminuir o risco de eventos extremos e contribuir no controle desta doença e outras.

REFERÊNCIAS

ALBY, J. C. La concepción antropológica de la medicina hipocrática. **Enfoques**. La Plata, v. 16, n. 1, p. 5-29, jul/set. 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/259/25900102.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2014.

ARANTES, A. *et al.* Uso de diagramas de controle na vigilância epidemiológica das infecções hospitalares. **Rev. Saúde Pública**, Uberlândia, M.G., v. 37, n. 6, p. 768-74, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v37n6/18020.pdf>>. Acesso em: 22 oct. 2014.

ARREDONDO, A. Analysis and Reflection on Theoretical Models of the Health-Disease Process. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 254-261, jul/set. 1992. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v8n3/v8n3a05.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2014.

BENGUIGUI, Y. Atención integrada de las enfermedades prevalentes en la infancia. *In*: OPAS (Org.) **Acciones de Salud Materno-infantil a nivel local: Según las metas de la Cumbre Mundial en favor de la Infancia**. Washington, D.C.: OPAS, 1996. Parte 3, Cap. 8, p. 173-184.

BENNEYAN, J. C. Design, use, and performance of Statistical Control Charts for Clinical Process Improvement. **Northeastern University**, Boston MA, set. 2001. Disponível em: <http://www.coe.neu.edu/~benneyan/papers/intro_spc.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2014.

BLACK, R. E., MORRIS, S. S.; BRYCE, J. Where and why are 10 million children dying every year? **The Lancet**, Baltimore, v. 361, n. 9376, p. 2226-2234, jun. 2003. Disponível em: <[http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(03\)13779-8.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(03)13779-8.pdf)>. Acesso em: 8 out. 2014.

BOLÍVIA – MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DE DESARROLLO (BOLÍVIA-MPD), Viceministerio de Planificación Territorial y Medio Ambiental. **Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático**. La Paz, Bolivia: OGP Internacional, 2007.

BOLÍVIA. MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES (BOLÍVIA – MSD). Dirección de Planificación y Cooperación Externa, Sistema Nacional de Información y Vigilancia Epidemiológica. Sistema de Salud. *In*: BOLÍVIA – MSD (Org.) **Análisis de Situación de Salud Bolivia 2004**. La Paz: Latina, 2006. Cap. 8. p. 154-165. Disponível em: <<http://www.ops.org.bo/textocompleto/nsi26858.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2014.

_____. Salud Materno Infantil. *In*: MSD (Org.) **Atlas de Salud: Bolivia – 2005**. La Paz: OPS/OMS – MSD–Bolivia, 2007. 64 p.

BORTMAN, M. Elaboración de corredores o canales endémicos mediante planillas de cálculo. **Pan American Journal of Public Health**, Washington, D.C., v. 5, n. 1, p. 1-8, ago.1999. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v5n1/5n1a1.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE (BRASIL – MS), Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. Doenças Infecciosas de Interesse para a Saúde Pública. *In*: BRASIL – MS (Org.) **Doenças infecciosas e parasitárias**: guia de bolso. 8. ed. Brasília – DF: BRASIL – MS, 2010. Parte 2, p. 155-157.

BRAZ, R. M., DUARTE, E. C.; TAUIL, P. L. Characteristics of malaria epidemics in the municipalities of the Brazilian Amazon, 2010 **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 5, p. 935-944, mai. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v29n5/11.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

CANN, K. F. *et al.* Systematic review: Extreme water-related water events and waterborne disease. **Epidemiol. Infect.**, Cambridge, v. 141, n. 4, p. 671-686, abr. 2013. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=8843275&fileId=S0950268812001653>>. Acesso em: 6 jan. 2015.

CARVALHO, A. *et al.* **Mapeamento de taxas bayesianas, com aplicação ao mapeamento do homicídios nos municípios brasileiros (No. 1662)**: Texto para discussão. Rio de Janeiro: IPEA, 2011. Disponível em: <http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1662.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2014.

CAVALINI, L. T.; PONCE DE LEON, A. C. M. Sistemas de informação em saúde do Brasil: informações incompletas e estratégias de correção. *In*: Congresso Brasileiro de Informática em Saúde, 6, 2008, Campos do Jordão. **Anais do Congresso Brasileiro de Informática em Saúde**, 2008.

CENTRO DE DATOS PARA LA CONSERVACIÓN (CDC – BOLÍVIA). La problemática de la diversidad biológica en Bolívia. *In*: **Diagnóstico de la Diversidad Biológica de Bolívia**, Informe preparado para la Agencia Internacional de Desarrollo – AID Bolívia. La Paz: CDC - BOLÍVIA, 1988. Cap. 1. p. 17-35.

CURRIERO, F. C. *et al.* The Association Between Extreme Precipitation and Waterborne Disease Outbreaks in the United States, 1948–1994. **American Journal of Public Health**, Florida, v. 91, n.8, p. 1194-1199, ago. 2001. Disponível em: <<http://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.91.8.1194>>. Acesso em: 3 fev. 2015.

DEMOGRAPHIC AND HEALTH SURVEYS (DHS) – Bolívia. Salud Materno Infantil. *In*: Instituto Nacional de Estadística (INE) **Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDSA) 1989 – Bolívia**. La Paz: Programa DHS/Macro International Inc., 1990. Cap. 2. p. 5-24.

DEMOGRAPHIC AND HEALTH SURVEYS (DHS) – Bolívia. Salud Materno Infantil. *In*: Instituto Nacional de Estadística (INE) **Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDSA) 1994 – Bolívia**. La Paz: Programa DHS/Macro International Inc., 1994. Cap. 8. p. 89-106.

DEMOGRAPHIC AND HEALTH SURVEYS (DHS) – Bolívia. Salud Materno Infantil. *In*: Instituto Nacional de Estadística (INE) **Encuesta Nacional de Demografía y Salud**

(**ENDSA**) 1998 – **Bolivia**. La Paz: Programa DHS/Macro International Inc., 1998. Cap. 8. p. 133-156.

DEMOGRAPHIC AND HEALTH SURVEYS (DHS) – **Bolivia**. Salud Materno Infantil. In: Instituto Nacional de Estadística (INE) **Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDSA) 2003 – Bolivia**. La Paz: MEASURE DHS+/ORC Macro, 2004. Cap. 9. p. 153-196.

DEMOGRAPHIC AND HEALTH SURVEYS (DHS) – **Bolivia**. Salud Materno Infantil. In: Instituto Nacional de Estadística (INE) **Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDSA) 2008 – Bolivia**. La Paz: Measure DHS/Macro International, 2009. Cap. 10. p. 173-190.

EISENBERG, M. C. *et al.* Examining rainfall and cholera dynamics in Haiti using statistical and dynamic modeling approaches. **Epidemics**, Washington, v. 5, n. 4, p. 197 – 207, out. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1755436513000431>>. Acesso em: 3 jan. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO. Situación ambiental em relación com la erosión em **Bolivia**. In: **Erosion de suelos em América latina**. Santiago: FAO, 1994. Cap. 3. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S0c.htm>>. Acesso em: 2 nov. 2014.

FERNÁNDEZ, S. P.; DÍAZ, S. P.; CAÑEDO, F. V. Medidas de frecuencia de enfermedad. **Cadernos Atensão Primaria**, Cambre, v. 11, n. 1, p. 101-105, 2004. Disponível em: <http://www.fisterra.com/mbe/investiga/medidas_frecuencia/med_frec2.Pdf>. Acesso em: 24 nov. 2014.

GALLOWAY, P. R. Log-Term fluctuations in climate and population in the preindustrial era. **Population and Development Review**, v. 12, n. 1, p. 1-24, mar. 1986.

HERRADOR, B. R. G. *et al.* Analytical studies assessing the association between extreme precipitation or temperature and drinking water-related waterborne infections: a review. **Environmental Health**, Norwegian, v. 14, n. 1, p. 14-29, mar. 2015. Disponível em: <<http://www.ehjournal.net/content/pdf/s12940-015-0014-y.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). Aspectos Generales y Geográficos. In: **Anuario Estadístico 2012. Bolivia**. La Paz: INE, 2012. Cap. 1. p. 35-115. Disponível em: <http://www.ine.gob.bo/pdf/Anuario_2012/AnuarioEstadistico2012.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2013

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Tutorial Terra View**. Aula 8 – Operações de análise espacial. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/docs/tutorial>>. Acesso em: 4 jun. 2014.

GRUPO INTERGOVERNAMENTAL DE EXPERTOS EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **El Cambio climático y el agua**. Ginebra, Grupo de trabalho II do IPCC, 2008.

JUSTINO, J. R. **Estimativas de mortalidade para a região nordeste do Brasil em 2010**: uma associação do método demográfico equação geral de balanceamento, com o estimador bayesiano empírico. Natal, 2013. 110 p. Dissertação (Mestrado em Abordagens metodológicas em demografia; Dinâmica demográfica). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

JUSTINO, J. R.; FREIRE, F. H. M. A.; LUCIO, P. S. Estimação de sub-registros de óbitos em pequenas áreas com os métodos bayesiano empírico e algoritmo EM. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 87-100, jan/jun. 2012.

JUTLA, A. *et al.* Environmental factors influencing Epidemic Cholera. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, Virginia, v. 89, n. 3, p. 597-607, jul. 2013. Disponível em: <<http://www.ajtmh.org/content/89/3/597.short>>. Acesso em: 13 dez. 2014.

KANE, E. M. *et al.* The epidemiology of rotavirus diarrhea in Latin America. Anticipating rotavirus vaccines. **Pan American Journal of Public Health**, Washington, D.C., v. 16, n. 6, p. 371-377, set. 2004. Disponível em:<[http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/is_digital/is_0205/pdfs/IS25\(2\)051.pdf](http://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/is_digital/is_0205/pdfs/IS25(2)051.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2014.

LEAL, A. L. *et al.* Canales endémicos y marcadores de resistencia bacteriana en instituciones de tercer nivel de Bogotá, Colombia. **Rev Salud Pública**, Bogotá, v. 8, n. 1, p. 59-70, abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v8s1/v8s1a06.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2014.

LEITE, M. B. F.; SILVA, G. H. J.; SOUSA, L. F. Modelos matemáticos para o crescimento da população do estado de São Paulo e a exploração de diferentes taxas de crescimento. **Ciência & Educação**, Campinas, SP, v. 17, n. 4, p. 927-940, mar. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n4/a10v17n4>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

LIMA, E. E. C.; QUEIROZ, B. L.; SAWYER D. O. Método de estimação de grau de cobertura em pequenas áreas: uma aplicação nas microrregiões brasileiras. *In*: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, 18, 2012, Águas de Lindóia. **Anais da Associação Brasileira de Estudos Populacionais**, 2012. São Paulo. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/xviii/anais/files/ST31\[726\]ABEP2012.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/xviii/anais/files/ST31[726]ABEP2012.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2015.

LIU, L. *et al.* Global, regional, and national causes of child mortality: an updated systematic analysis for 2010 with time trends since 2000. **The Lancet**, Baltimore, v. 379, n. 9832, p. 2151-2161, mai. 2012. Disponível em: <[http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(12\)60560-1.pdf](http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(12)60560-1.pdf)>. Acesso em: 8 nov. 2014.

MARQUES, A.P.S. *et al.* Análise exploratória de dados de área para índices de furto na mesorregião de Presidente Prudente-SP. *In*: **Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, 3, 2010, Recife.

MARSHALL R. Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. *Statistics in Medicine* 1991; 40(2):283-294.

MATHERS, C. D.; BOERMA T.; FAT, D. M. Global and regional causes of death. **British Medical Bulletin**, Geneva, v. 92, n. 1, p.1-26, set. 2009. Disponível em: <<http://bmb.oxfordjournals.org/content/92/1/7.full.pdf+html>>. Acesso em: 7 out. 2014.

MEDRONHO, R.A. et al Distribuição das doenças no espaço e no tempo. *In*: Medronho (Org.) **Epidemiologia**. 2da ed. São Paulo. Atheneu. Cap 4, p. 83 – 102, 2009.

MÉNDEZ PÉREZ, I. R.; TEJADA MARTÍNEZ, A.; SALVADOR RAMÍREZ, I. Relación estadística entre la temperatura ambiente y las enfermedades diarreicas en Coatzacoalcos, Veracruz (México). **Investigaciones geográficas**, Veracruz, v. 1, n. 73, p 119-128, jan. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n73/n73a9.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2014.

MENESES, L. T. Enfermedad diarreica. *In*: Bolívia, Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Medicina, Nutrición y Tecnología Médica, Departamento Materno Infantil, **Texto de la Cátedra de Pediatría**. 2da. ed. La Paz: UMSA, 2004, p. 200.

MIRON CANELO, J.; ALONSO SARDON, M. Medidas de frecuencia, asociación e impacto en investigación aplicada. **Medicina y Seguridad del Trabajo**, Salamanca, v. 54, n. 211, p. 93-102, jun. 2008. Disponível em: <<http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v54n211/aula.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2014.

MONTECINOS LOPEZ, E. Regionalización del Departamento de La Paz. **Reporte Metalúrgico**, La Paz, v. 1, n. 4, p. 33-36, oct. 1993.

MONTES de OCA, I. M. Geografía y Clima de Bolivia. **Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines**. Lima, v. 24, n. 3, p. 357-368, 1995. Disponível em: <[http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/24\(3\)/357.pdf](http://www.ifeanet.org/publicaciones/boletines/24(3)/357.pdf)>. Acesso em: 2 jun. 2013.

MORALES, C. B. Las regiones ecológicas de Bolívia. *In*: _____. **Manual de Ecología**. 2da ed. La Paz: FUND-ECO, LIDEMA, 2004. Cap. 9. p. 93-110. Disponível em: <file:///C:/Users/Soledad/Downloads/manual%20de%20ecologia.pdf>. Acesso em: 8 nov. 2014.

MORENO-ALTAMIRANO, A.; LÓPEZ-MORENO, S.; CORCHO-BERDUGO, A. Principales medidas en epidemiología. **Salud pública de México**, México, D.F., v. 42, n. 4, p. 337-348, jul/ago. 2000. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/spm/v42n4/2882.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

NICHOLS, G. *et al*. Rainfall and outbreaks of drinking water related disease and in England and Wales. **Journal of water and health**, London, v. 7, n. 1, p. 1-8, oct. 2009. Disponível em: <<http://www.iwaponline.com/jwh/007/jwh0070001.htm>>. Acesso em: 2 dez. 2014.

NEW SOUTH WALES (NSW). Department of Health. **Public Health Classifications Project – Determinants of Health**. North Sydney: NEW-Department of Health, 2010. Disponível em: <<http://www.health.nsw.gov.au/hsnsw/Publications/classifications-project.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2013.

OCHOA, L. C. *et al.* Manejo del Niño con diarrea. In: _____. AIEPI. **Atención Integrada a las Enfermedades Prevalentes de la Infancia**: Guía de Bolsillo. Colombia. SESALUD, p. 76 – 84, 2000. Disponível em: <<https://www.aepap.org/sites/default/files/aiepi.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2014.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). **Glosario**: Promoción de la Salud. Ginebra: WHO, 1998. 16 p. Disponível em: <<http://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/docs/glosario.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

_____. Fatores ambientais In: _____ (Org.) **Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. Lisboa: OMS, 2004. Cap. D, p. 152. Disponível em: <http://www.periciamedicadf.com.br/cif2/cif_portugues.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2014.

_____. Indicadores Sanitarios y Mundiales. In: _____ (Org.) **Estadísticas Sanitarias Mundiales 2013**. Ginebra: WHO, 2013. Parte 3, p. 61-79.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Fatores que influenciam o estado da saúde e contato com os serviços de saúde. In: _____ (Org.) **Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10)**. Washington, D.C.: OPAS, 1995. Cap. 20 e 21, p. 957-963, 1067.

_____. Conceptos esenciales relativos a la diarrea. In: _____ **Tratamiento de la diarrea: Manual Clínico para los Servicios de Salud**. Washington, D.C.: OPAS, 2008. Cap. 2, p. 3-5.

ORELLANO, P. W.; REYNOSO, J. I. Nuevo método para elaborar corredores endémicos. **Pan American Journal of Public Health**, Washington, D.C., v. 29, n. 5, p. 309-14, fev. 2011. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v29n5/a02v29n5.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA). Estado del medio ambiente. In: PNUMA (Org.) **Perspectivas del medio ambiente en el Sistema Hídrico: Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa (TDPS) GEO Titicaca**. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A., 2011. Cap. 2. Disponível em: <http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/Geo_Titicaca.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2014

REYES, J. F.; HERBAS, M. La Amazonía boliviana. In: **La Amazonía Boliviana y los Objetivos de Desarrollo del Milenio**. Cobija: ARA-Herencia, 2012. Cap. 1. Disponível em: <<http://www.avina.net/esp/wp-content/uploads/2012/09/odm-final-Bolivia-copia.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2014

ROMÁN RIECHMANN, E.; BARRIO TORREZ, J.; LÓPEZ RODRIGUEZ, M. J. Diarrea aguda. In: Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Pediatría – Asociación Española de Pediatría (SEGHNP- AEP) (Org.) **Protocolos de la Asociación Española de Pediatría**. 2. ed. Madrid: Ergón S.A., 2010. Cap. 2, p. 12-20.

ROMERO, C *et al.* Enfermedades diarreicas agudas asociadas a Rotavirus. **Revista Chilena de Pediatría**. Santiago, v. 78, n. 5, p. 549-558, set/out. 2007.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DE FAMÍLIA E COMUNIDADE (SBMFC). **Classificação Internacional de Atenção Primária (CIAP-2)**. Florianópolis, 2009. p. 158-162. Disponível em: <http://www.sbmfc.org.br/media/file/CIAP%202/CIAP%20Brasil_atualizado.pdf>. Acesso em: 6 dez. 2014.

SERVICIO DEPARTAMENTAL DE SALUD – La Paz (SEDES–La Paz). Salud Materno Infantil. In: MSD (Org.) **Atlas de Salud 2005**: Departamento de La Paz. La Paz: OPS/OMS e MSD–Bolívia, 2007. 54 p.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (SENAMHI). Boletín meteorológico. Disponível em: <<http://www.senamhi.gob.bo/>>. Acesso em: 4 jun. 2014.

_____. **Quienes somos**. Disponível em: <<http://www.senamhi.gob.bo/>>. Acesso em: 4 jun. 2012.

SHRYOCK, H. S.; SIEGEL, S. J. The methods and material of Demography. Washington: U. S. Government Printing Office, 1980. apud GIVISIEZ, G. H. N. Introdução a métodos de estimativas e interpolações populacionais. In Rios-Neto ELG, Riani JLR, (Org.) **Introdução à demografia da educação**. 2004. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/outraspub/demoedu/parte1cap2p45a70.pdf>>. Acesso em: 10 oct. 2014.

SILVA, D. C. C. *et al.* Análise da relação entre a distribuição espacial das morbidades por obesidade e hipertensão arterial para o estado de São Paulo, Brasil, de 2000 a 2010. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 6, p. 1709-1719, jan/jun. 2014. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/csc/v19n6/1413-8123-csc-19-06-01709.pdf>>. Acessado em: 2 jan. 2015.

SINGH, R. B. K. *et al.* The Influence of Climate Variation and Change on Diarrheal Disease in the Pacific Islands. **Environmental Health Perspectives**, Wellington, v. 109, n. 2, p. 155-159, fev. 2001. Disponível em: <<http://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.91.8.1194>>. Acesso em: 30 jul. 2014.

SERVICIO NACIONAL DE INFORMACIÓN EN SALUD (SNIS); SERVICIO DEPARTAMENTAL DE SALUD – La Paz (SEDES–La Paz). Morbilidad: Enfermedades infecciosas. In: MSD (Org.) **Atlas de Salud del Departamento de La Paz: Quinquenal 2008 - 2012**. La Paz: SNIS-VE SEDES–La Paz, 2013. 104 p.

SECRETARÍA NACIONAL DE SALUD (SNS); USAID; OPS/OMS; UNICEF. Control de Enfermedades Diarreicas (CED). In: **Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría**. La Paz, v. 33, n. 3, p. 115-123, 1994. Disponível em: <<http://www.ops.org.bo/textocompleto/rnsbp94330306.pdf>>. Acesso em: 3 de jun. 2013.

SOUZA, W. V. *et al.* Aplicação de modelo bayesiano empírico na análise espacial da ocorrência de hanseníase. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 35, n. 5, p. 474-80, ago. 2001. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v35n5/6587.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

SOUZA, F. H. **Padrão da mortalidade brasileira**: Estimativas a partir do nível municipal. Natal, 2014. 105 p. Dissertação (Mestrado em Demografia). Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

THOMAS, K. M. *et al.* A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975–2001. **International journal of environmental health research**, Ontario, v. 16, n. 03, p. 167-180, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09603120600641326#>>. Acesso em: 3 fev. 2015.

TORRES-DEGRÓ, A. (2011). Tasas de crecimiento poblacional (r): Una mirada desde el modelo matemático lineal, geométrico y exponencial. **CIDE digital**, Puerto Rico, v. 2, n. 1, p. 142-160, 2011. Disponível em: <<http://soph.md.rcm.upr.edu/demo/index.php/cide-digital/publicaciones>>. Acesso em: 1 dez. 2014.

TRIOLA, M. F. Distribuições discretas de Probabilidade. *In*: _____. **Introdução à estatística**. 10 ed. Rio de Janeiro: Pearson Education, 2008. Cap. 5.5, p. 183-185.

THE UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF) e WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Joint Statement**: Clinical Management of acute diarrhoea. Geneva, 2004. Disponível em: <http://www.unicef.org/publications/files/ENAcute_Diarrhoea_reprint.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2014.

_____. **Diarrhoea: why children are still dying and what can be done**. Geneva: UNICEF/WHO, 2009.

VIEIRA, R. C. A. *et al.* Distribuição espacial dos casos novos de tuberculose em Vitória, Estado do Espírito Santo, no período entre 2000 e 2005. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Espírito Santo, v. 41, n. 1, p. 82-6, jan/fev. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v41n1/a17v41n1.pdf>. Acessado em: 12 jan. 2015.

WALKER, C. L. F. *et al.* Diarrhea incidence in low-and middle-income countries in 1990 and 2010: a systematic review. **BMC Public Health**, Baltimore, v. 12, n. 220, p. 2-7, mar. 2012. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/220/>>. Acesso em: 7 mar. 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Evolution of Research Management. *In*: _____. (Org.) **The Evolution of diarrhoeal and acute respiratory disease control at WHO**: achievements 1980-1995. France: WHO, 1999. Section 2, p. 1-10.

_____. Causes of death. *In*: _____. (Org.) **The Global Burden of Disease**: 2004 update. Geneva: WHO, 2008. Part. 2, p. 7-26.

_____. Global health indicators. *In*: _____. (Org.) **World health statistics 2014**. Ginebra: WHO, 2014. Part 3, p. 71-92. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/131953/1/9789240692695_spa.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2014.

YANG, K. *et al.* Global distribution of outbreaks of water-associated infectious diseases. **PLoS neglected tropical diseases**, London, v. 6, n. 2, p. e1483, fev. 2012. Disponível em: <<http://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0001483>>. Acesso em: 5 jan. 2015.

ANEXOS

ANEXO I

Lista de municípios do Departamento de La Paz

Região	Províncias	Município	Região	Províncias	Município	Região	Províncias	Município
Amazônica	Abel Iturralde	Ixiamas	Amazônica	Muñecas	Chuma	Altiplânica	Loayza	Luribay
		San Buenaventura		Camacho	Mocomoco		Jose Manuel Pando	Catacora
	Bautista Saavedra	Charazani			Puerto Acosta		Ingavi	Santiago de Machaca
		Curva			Puerto Carabuco			Desaguadero
	Caranavi	Alto Beni *			Escoma *			Guaqui
		Caranavi		Humanata *	Jesus de Machaca			
	Inquisivi	Cajuata		Colquiri	San Andres de Machaca			
		Inquisivi		Ichoca	Taraco			
		Licoma		Ayo Ayo	Tiahuanacu			
		Quime		Calamarca	Viacha			
	Nor Yungas	Coripata	Aroma	Achocalla				
		Coroico		Collana	Murillo		El Alto	
	Sur Yungas	Chulumani		Colquencha			La Paz	
		Irupana		Patacamaya			Mecapaca	
		La Asunta		Sica Sica			Palca	
		Palos Blancos	Umala	Omasuyos	Achacachi			
		Yanacachi	Chacarilla		Ancoraimes			
	Franz Tamayo	Apolo	Papel Pampa		Chua Cocani **			
		Pelechuco	San Pedro de Curahuara		Huarina *			
	Larecaja	Combaya	Los Andes		Batallas		Huatajata **	
		Guanay		Laja	Santiago de Huata *			
		Mapiri		Pucarani	Pacajes		Calacoto	
		Quiabaya	Puerto Perez	Caquiaviri				
		Sorata	Manco Kapac	Copacabana			Charaña	
		Tacacoma		San Pedro de Tiquina			Comanche	
		Teoponte	Tito Yupanquii	Coro Coro				
		Tipuani	Loayza	Cairoma	Nazacara de Pacajes			
	Muñecas	Aucapata		Malla	Santiago de Callapa			
Ayata		Sapahaqui		Waldo Ballivian				
			Yaco					

Fonte: INE, SNIS e SEDES – La Paz, 2013

Nota: * Municípios criados o 2010,

** Municípios criados o 2012.

ANEXO II

Estimativa da população menor de 1 ano e de 1 a 5 anos para o meio do período de cada mês no intervalo de tempo de 2007 – 2012

As estimativas da população menor de cinco anos foram realizadas a fim de conhecer a população em risco de apresentar a doença diarreica. É assim que, a partir da informação obtida dos Censos 2001 e 2012, foram realizadas as estimativas, considerando dois grupos etários e 85 municípios do Departamento de La Paz. As estimativas foram realizadas para a metade de cada mês, dentro do período compreendido de janeiro de 2007 a dezembro de 2012, partindo do pressuposto de que a ocorrência desse tipo de doença acontece de maneira uniforme dentro do período. Duas etapas são descritas para obter as estimativas.

1. Amplitude temporal

A amplitude temporal (t) segundo Torres-Degró (2011) refere-se à distância entre dois pontos de referência ou datas conhecidas, P^t e P^{t+n} . Considerando as equações

$$t^{\text{mês}} = \Sigma \text{mês} \div 12 \quad (1)$$

$$t^{\text{dia}} = \Sigma \text{dias} \div 365 \quad (2)$$

consegue-se transformar a amplitude temporal num valor numérico.

Conhecendo as datas dos Censos na Bolívia (5 de setembro de 2001 e 21 de novembro de 2012), e tendo presente que nesse período três anos foram bissextos (2004, 2008 e 2012), consideramos uma amplitude de 11 anos e 79 dias.

Aplicando a equação 2 obtemos:

$$t = f^{\text{dias}} \div 365 \text{ dias}$$

$$t = 79 \text{ dias} \div 365$$

$$t = 0,2164$$

Ou seja, uma amplitude de 11,2164 que multiplicado por 365 são 4094 dias. Adicionando os 3 dias bissextos, obtemos um total de 4097 dias entre um censo e outro.

Obtendo a amplitude, consideramos a amplitude do tempo entre a data do último censo e o dia 15 de cada mês no período de estudo. É considerado o último censo, devido à proximidade do período de estudo.

2. Método de Interpolação

Shryock e Siegel (1980) *apud* Givisiez (2004) definem a interpolação como um método que permite construir um novo conjunto de dados (aproximados), a partir de dois conjuntos de dados pontuais e previamente conhecidos com o uso de procedimentos gráficos ou matemáticos, permitindo obter estimativas de dados populacionais em datas não cobertas pelos censos.

Uma metodologia bastante utilizada é considerar a estimativa populacional a partir da taxa média de crescimento anual entre dois censos. Portanto, para estimar a população em um tempo t qualquer, é preciso estimar a taxa média de crescimento (r) da população entre duas datas conhecidas. Embora o cálculo da taxa de crescimento populacional possa ser realizado considerando que o crescimento segue certo padrão estabelecido, a demografia baseia-se no pressuposto de que a população segue certo modelo matemático, seja este: aritmético, geométrico ou exponencial (TORRES-DEGRÓ, 2011).

Considerando o número de dias de cada mês no período de estudo, foi utilizada a taxa de crescimento exponencial para obter o crescimento contínuo da população. A hipótese foi o crescimento sem restrição (LEITE, 2011; TORRES-DEGRÓ, 2011), representada na equação (3):

$$r_e = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P^{inicial}}{P^{final}} \right) \quad (3)$$

Onde: r_e = taxa de crescimento exponencial;

t = tempo transcorrido entre as duas datas de referência dos censos;

\ln = logaritmo natural

$P^{inicial}$ = população no início do período e

P^{final} = população no fim do período.

A partir da fórmula 3, deduz-se a fórmula 4, para estimar a população no tempo t qualquer.

$$P^t = P^{inicial} \times e^{r_e t} \quad (4)$$

Onde: P^t = população em um momento t .

O tempo t considerado para as estimações foi o dia 15 de cada mês, data que foi relacionada com a data do último censo 2012.

ANEXO III

TABELA 3 – La Paz, 2007 – 2012: Correlação entre os casos diarreicos em crianças menores de 1 ano e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho

Relação Casos de diarreia vs Precipitação total acumulada				Relação Casos de diarreia vs Temperatura média				Relação Casos de diarreia vs Umidade relativa média			
Ano	Mês	R	R2 em %	Ano	Mês	R	R2 em %	Ano	Mês	R	R2 em %
2007	jan	0.24	0.060	2007	jan	0.71	0.149	2007	jan	0.49	0.240
	jun	0.12	0.015		jun	0.41	0.167		jun	0.35	0.121
2008	jan	0.10	0.010	2008	jan	0.60	0.361	2008	jan	0.24	0.060
	jun	0.09	0.008		jun	0.59	0.346		jun	0.52	0.267
2009	jan	0.35	0.126	2009	jan	0.70	0.488	2009	jan	0.35	0.122
	jun	0.08	0.007		jun	0.34	0.113		jun	0.14	0.019
2010	jan	0.03	0.001	2010	jan	0.61	0.374	2010	jan	0.14	0.019
	jun	0.12	0.015		jun	0.44	0.197		jun	0.17	0.030
2011	jan	0.26	0.068	2011	jan	0.39	0.152	2011	jan	0.22	0.046
	jun	0.37	0.139		jun	0.62	0.389		jun	0.32	0.105
2012	jan	-0.04	0.002	2012	jan	0.68	0.461	2012	jan	0.02	0.000
	jun	0.20	0.038		jun	0.62	0.389		jun	0.28	0.078

Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012; SENAMHI – La Paz, 2007 – 2012

Nota: R = Coeficiente de correlação.

R2 = Coeficiente de determinação (variável explicada)

ANEXO IV

TABELA 4: La Paz, 2007 – 2012: Índice de Moran e valor-p da incidência diarreica em crianças menores de 1 ano e de 1 a 4 anos para os meses janeiro e junho

Ano	Mês	Índice de Moran Global			
		População < 1 ano		População entre 1 a 4 anos	
		Valor do Índice	p-valor	Valor do Índice	p-valor
2007	Janeiro	0,493838	0,001	0,53999	0,001
	Junho	0,611899	0,002	0,522105	0,001
2008	Janeiro	0,455568	0,002	0,467259	0,001
	Junho	0,516843	0,001	0,612723	0,001
2009	Janeiro	0,515963	0,001	0,414569	0,001
	Junho	0,367971	0,001	0,489148	0,001
2010	Janeiro	0,518287	0,001	0,554517	0,001
	Junho	0,400388	0,003	0,361865	0,002
2011	Janeiro	0,424341	0,001	0,499825	0,001
	Junho	0,511023	0,001	0,507543	0,001
2012	Janeiro	0,412474	0,002	0,444514	0,001
	Junho	0,33987	0,002	0,25333	0,006

Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012

ANEXO V

TABELA 5 – La Paz, 2007 – 2012: Correlação entre os casos diarreicos em crianças de 1 a 4 anos e as variáveis de precipitação, temperatura e umidade para os meses de janeiro e junho

Relação Casos de diarreia vs Precipitação total acumulada				Relação Casos de diarreia vs Temperatura média				Relação Casos de diarreia vs Umidade relativa média			
Ano	Mês	R	R2 em %	Ano	Mês	R	R2 em %	Ano	Mês	R	R2 em %
2007	jan	0.39	0.149	2007	jan	0.68	0.456	2007	jan	0.45	0.2011
	jun	0.32	0.1029		jun	0.66	0.4344		jun	0.49	0.2434
2008	jan	0.24	0.0575	2008	jan	0.73	0.5366	2008	jan	0.32	0.1041
	jun	0.23	0.0528		jun	0.75	0.5585		jun	0.60	0.3624
2009	jan	0.39	0.1552	2009	jan	0.71	0.4994	2009	jan	0.38	0.1438
	jun	0.20	0.0413		jun	0.60	0.3640		jun	0.35	0.1217
2010	jan	0.03	0.0007	2010	jan	0.71	0.5082	2010	jan	0.17	0.0295
	jun	0.18	0.0334		jun	0.68	0.4609		jun	0.41	0.1666
2011	jan	0.28	0.0799	2011	jan	0.58	0.3325	2011	jan	0.22	0.0478
	jun	0.43	0.184		jun	0.71	0.5061		jun	0.35	0.1225
2012	jan	0.04	0.0019	2012	jan	0.71	0.5028	2012	jan	0.11	0.0128
	jun.	0.36	0.1307		jun	0.67	0.4438		jun	0.29	0.0827

Fonte: SNIS e SEDES – La Paz, 2007 – 2012; SENAMHI – La Paz 2007 – 2012

Nota: R = Coeficiente de correlação.

R2 = Coeficiente de determinação (variável explicada)