

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

YARA DE MELLO

**DISTRIBUIÇÃO DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE (SC) E SUA
RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE LEPTOSPIROSE**

JOINVILLE

2015

YARA DE MELLO

**DISTRIBUIÇÃO DE PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE (SC) E SUA
RELAÇÃO COM A INCIDÊNCIA DE LEPTOSPIROSE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente da Universidade da Região de Joinville, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Saúde e Meio Ambiente.

Orientadora: Prof^a Dr^a Therezinha Maria Novais de Oliveira

Joinville

2015

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

M527d Mello, Yara de
Distribuição de precipitação no município de Joinville (SC) e sua relação com a incidência de leptospirose / Yara de Mello; orientadora Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira – Joinville: UNIVILLE, 2015.

92 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente
– Universidade da Região de Joinville)

1. Precipitação (Meteorologia) - Joinville. 2. Leptospirose – Epidemiologia - Joinville. 3. Saúde pública – Joinville. I. Oliveira, Therezinha Maria Novais de (orient.). II. Título.

CDD 616.959

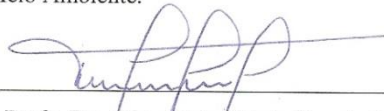
Termo de Aprovação

“Distribuição de Precipitação no Município de Joinville (SC) e sua Relação com a Incidência de Leptospirose”

por

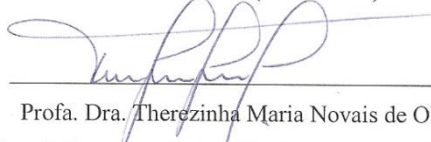
Yara Rubia de Mello

Dissertação julgada para a obtenção do título de Mestre em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Saúde e Meio Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente.



Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira

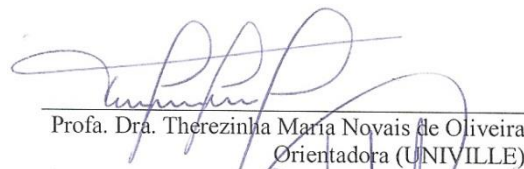
Orientadora (UNIVILLE)



Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira
Orientadora (UNIVILLE)



Prof. Dr. Wilson Flávio Feltrim Roseghini
(UFPR)



Profa. Dra. Sandra Helena Westrupp Medeiros
(UNIVILLE)

Joinville, 14 de dezembro de 2015

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os envolvidos, de alguma forma, na minha vida durante o período em que estive cursando o Mestrado, dedicando horas escrevendo artigos e a dissertação em si.

A Professora Therezinha Maria Novais de Oliveira, que me orienta desde 2011, e que muito me apoiou na vida acadêmica.

Ao Comitê de Gerenciamento das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Cachoeira, local onde comecei a trabalhar como bolsista de PIBIC, e acabei me apaixonando pelo estudo da precipitação pluviométrica em Joinville, e a climatologia em geral.

Aos familiares e amigos que estiveram comigo em vários momentos entre o período de 2014-2015, Marlene, Maria, Valmor, Werner, Débora, Mariana, Maria Antônia, Charlotte, Renaldo, Milena Carolini, Jean, Carol, Fernanda e Monique. Muitas vezes me ajudando com algumas dúvidas sobre meus estudos, como o Werner, com os cálculos matemáticos e a estatística em si.

A secretária do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Débora, que diversas vezes sanou minhas dúvidas e atendeu meus telefonemas. A todos os professores do Programa, dos quais tive a oportunidade de assistir as aulas.

A Capes, pela bolsa integral de pesquisa, que me proporcionou tempo precioso para os estudos.

RESUMO

O presente estudo objetivou preencher uma lacuna na produção científica sobre a relação entre a distribuição de precipitação pluviométrica e os casos de leptospirose humana no município de Joinville (SC). Para tanto, foi realizada uma análise detalhada da distribuição pluviométrica para o município, através da análise exploratória dos dados mensais e anuais e da elaboração de mapas de chuvas pelos métodos de krigagem e cokrigagem. Além do preenchimento de falhas pluviométricas mensais para um período de 30 anos de dados, geração das médias mensais de precipitação por compartimentação topográfica (planície, planalto, serra e frente da serra), e análise da distribuição de probabilidade dos dados, utilizando a distribuição teórica gama. Para os dados de leptospirose, foi realizada uma análise pelas categorias sexo, idade e bairro de moradia, e efetuada uma análise da distribuição dos casos na cidade de Joinville em relação à densidade populacional, a rede coletora de esgoto e a distribuição pluviométrica. Em relação à precipitação pluviométrica, analisou-se a correlação entre os casos de leptospirose com a precipitação anual, mensal e dos anos com maior ocorrência da doença na população. Entre os principais resultados encontrados estão que, o método de preenchimento de falhas pluviométricas que melhor se adequou para a região de estudo foi à regressão linear múltipla. O mapeamento pluviométrico por krigagem e cokrigagem apresentou bons resultados, segundo a técnica de validação cruzada e o índice de dependência espacial, a média de precipitação anual para o município de Joinville é de 2.130,1 mm e mensal de 183,6 mm, sendo que os maiores volumes de chuva se concentram mais ao norte do município, próximo às regiões montanhosas, e os menores na região de planalto. A distribuição de probabilidade gama adequou-se bem a série analisada, segundo o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov, e ficou evidenciado a diferença de precipitação entre as compartimentações topográficas, principalmente entre a região próxima a frente da serra e o planalto. As maiores ocorrências anuais de leptospirose coincidem com o registro dos anos mais chuvosos, em relação à distribuição sazonal dos casos da doença, elas coincidem com os meses mais chuvosos do ano. Apesar de encontrada a evidência da relação entre a ocorrência de leptospirose com a distribuição de precipitação, a análise estatística por correlação, em média, não foi alta. Acredita-se que este resultado foi encontrado devido à variação no tempo de latência da doença.

Palavras-chave: Precipitação, leptospirose, geoestatística, preenchimento de falhas e distribuição gama.

ABSTRACT

This study aimed to fill a gap in scientific literature on the relationship between the distribution of rainfall and cases of leptospirosis in the municipality of Joinville (SC). Therefore, a detailed analysis of rainfall distribution of the municipality was conducted through the exploratory analysis of monthly and annual data and the elaboration of rainfall maps by kriging and cokriging methods. Beyond completing monthly rainfall failures for a period of 30 years of data, generation of monthly precipitation averages for subdivision topography (plain, plateau, mountain and front of the mountain), and analysis of the probability distribution of the data, using the theoretical distribution gamma. For leptospirosis data, an analysis was conducted by the categories sex, age and housing district and conducted an analysis of the distribution of cases in the city of Joinville in relation to population density, sewage disposal system and rainfall distribution. With relation to rainfall, it analyzed the correlation between cases of leptospirosis with the annual rainfall, monthly and years with higher incidence of the disease in the population. Among the main results finding are that the rainfall gap filling method that is best suited for the study area was the multiple linear regression. The mapping rainfall kriging and cokriging showed good results, according to the cross-validation technique and the spatial dependence index, the average annual rainfall for the municipality of Joinville is 2130.1 mm and 183.6 mm monthly, and the biggest rain volumes are concentrated further north of the municipality, near the mountainous regions, and the lowest in the plateau region. The distribution probability gamma has adapted well to study series, according to the Kolmogorov-Smirnov adherence test, and evidenced the difference in precipitation between the topographical subdivision, especially among the region near the front of the mountains and the plateau. The largest annual leptospirosis occurrences coincide with the rainiest years, in relation to the seasonal distribution of cases of the disease, they coincide with the rainiest months of the year. Although the evidence of the relationship found between the occurrence of leptospirosis with the distribution of rainfall, the statistical correlation analysis, on average, is not high. It is believed that this result was found due to the variation in latency of disease.

Keywords: Precipitation, leptospirosis, geostatistics, gap filling and gamma distribution.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS.....	17
2.1. Objetivo Geral	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1. Precipitação	18
3.1.1. Tipos de precipitação.....	18
3.1.2. Fatores que influenciam na distribuição de precipitação.....	19
3.1.3. Análise da distribuição média e a probabilidade de precipitação.....	19
3.2. Variabilidade de precipitação no Brasil e em Santa Catarina	20
3.3. Preenchimento de falhas pluviométricas	22
3.4. Mapeamento geoestatístico	23
3.5. Distribuição de probabilidade dos dados.....	24
3.6. Doenças de veiculação hídrica	24
3.6.1. Leptospirose	25
3.6.2. Distribuição de leptospirose no Mundo e no Brasil	26
4. METODOLOGIA	28
4.1. Área de estudo	28
4.2. Testando métodos para o preenchimento de falhas pluviométricas	30
4.3. Análise geoestatística	33
4.3.1. Rede de pluviômetros.....	33
4.3.2. Análise dos dados pluviométricos.....	35
4.3.3. Semivariograma.....	36
4.3.4. Krigagem e Cokrigagem	37
4.4. Distribuição de probabilidade gama.....	37
4.4.1. Série histórica analisada e o preenchimento das falhas pluviométricas	37
4.4.2. Distribuição de probabilidade gama e teste de aderência.....	38
4.5. Análise dos dados de leptospirose	39
4.5.1. Contexto nacional.....	39
4.5.2. Contexto municipal de Joinville.....	39
4.5.2.1. Análise da relação entre a precipitação e o número de casos de leptospirose.....	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. Avaliação dos métodos de preenchimento de falhas pluviométricas	41
5.2. Análise geoestatística da precipitação	45

5.2.1. Análise exploratória e homogeneidade dos dados anuais e mensais.....	45
5.2.2. Análise dos semivariogramas	48
5.2.3. Superfície interpolada pelos métodos de krigagem e cokrigagem	49
5.3. Precipitação mensal provável para a região de estudo	53
5.4. Distribuição de casos de leptospirose.....	61
5.4.1. Incidência de leptospirose no Brasil.....	61
5.4.2. Distribuição de casos de leptospirose em Joinville (SC).....	62
5.4.2.1. Relação entre os dados pluviométricos e os casos de leptospirose	68
6. CONCLUSÃO	76
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de pluviosidade do Brasil (1961 – 1990). Fonte: INMET.	20
Figura 2 – Mapa de pluviosidade de Santa Catarina. Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina. Elaborado por: Yara de Mello, 2015.	22
Figura 3 – Mapa de incidência de Leptospirose a cada 100.000 hab. no Brasil em 2012. Fonte: IBGE (2015b) e Ministério da Saúde (2015). Elaborado por: Yara de Mello, 2015.	27
Figura 4 – Localização da área de estudo. Elaborado por: Yara de Mello, 2015.	28
Figura 5 - Localização dos postos pluviométricos utilizados no teste de preenchimento de falhas, plotados sobre o mapa hipsométrico da região. Fonte: ANA, EPAGRI. Elaborado por: Yara de Mello, 2014.	31
Figura 6 - Localização dos pluviômetros utilizados no mapeamento geoestatístico plotados sobre o mapa hipsométrico da região. Fonte: ANA, IBGE e Nasa. Elaborado por: Yara de Mello, 2015.	35
Figura 7 - Gráficos de regressão das precipitações mensais acumuladas para as variáveis dependentes (pluviômetros de referência/eixo y) e variáveis independentes (pluviômetros da região/eixo x). Elaborado por: Yara de Mello, 2015.	41
Figura 8 - Gráficos de distribuição dos dados anuais: histograma de frequência (A); polígono de frequência acumulada ou ogiva indicando os eventos menores ou iguais a determinada frequência na forma ascendente e os eventos maiores ou iguais a determinada frequência na forma descendente (B) e <i>boxplot</i> (C)	46
Figura 9 - Regressões lineares dos dados anuais acumulados de precipitação por localidade geográfica dos pluviômetros da planície costeira (A); proximidades da frente da escarpa da Serra do Mar (B); escarpa da Serra do Mar (C) e planalto (D).	47
Figura 10 - Gráficos de distribuição dos dados mensais: histograma de frequência (A); ogiva, indicando os eventos menores ou iguais a determinada frequência na forma ascendente e os eventos maiores ou iguais a determinada frequência na forma descendente (B) e <i>boxplot</i> (C)	48
Figura 11 - Regressões lineares dos dados mensais acumulados de precipitação por localidade geográfica dos pluviômetros da planície costeira (A); proximidades da frente da escarpa da Serra do Mar (B); escarpa da Serra do Mar (C) e planalto (D).	49
Figura 12 - Superfície interpolada pelo método de krigagem ordinária de precipitação anual para o município de Joinville (A). Superfície representando os erros de estimação de precipitação anual pelo método inverso do quadrado da distância para Joinville (B).	50
Figura 13 - Superfície interpolada pelo método de krigagem ordinária de precipitação mensal para o município de Joinville (A). Superfície representando os erros de estimação de precipitação anual pelo método inverso do quadrado da distância para Joinville (B).	51

Figura 14- Superfície interpolada pelo método de cokrigagem ordinária de precipitação anual para o município de Joinville (A). Superfície interpolada pelo método de cokrigagem ordinária de precipitação mensal para o município de Joinville (B).	52
Figura 15- Coeficientes de correlação entre a média preenchida e bruta dos 42 pluviômetros.	53
Figura 16- Média mensal nas diferentes compartimentações topográficas em relação aos dados brutos: I – planície; II – planalto; III – serra; e IV – frente da serra.....	54
Figura 17- Média mensal de 1979 a 2008 nas diferentes compartimentações topográficas: I – planície; II – planalto; III – serra; IV – frente da serra; e V – média.	55
Figura 18- Valores mínimos e máximos de precipitação em mm no período de 1979 a 2008 de todos os pluviômetros.	55
Figura 19- Chuva mensal provável $P(X > x)$ em mm de janeiro para: I – planície; II – planalto; III – serra; IV – frente da serra; e V – média.....	56
Figura 20- Histogramas de frequência dos valores observados na planície em janeiro (A)/referência e novembro (B), ajustados a distribuição gama.	59
Figura 21- Histogramas de frequência dos valores observados no planalto em março (A)/referência e maio (B), ajustados a distribuição gama.....	60
Figura 22- Histograma de frequência dos valores médios observados em fevereiro (A)/referência, maio (B), julho (C) e agosto (D), ajustados a distribuição gama.	60
Figura 23- Mapa de incidência de leptospirose a cada 100.000 habitantes no Brasil para o período entre 2001 e 2012.	62
Figura 24- Número de casos de leptospirose durante o período de 1994 a 2014 em relação à idade dos pacientes.	63
Figura 25- Mapa de casos de leptospirose na cidade de Joinville (SC) de 1994 a 2014 e população por bairros.....	64
Figura 26- Localização dos bairros do município de Joinville, destacando a área rural e urbana, compreendendo os bairros: 1-Adhemar Garcia, 2-América, 3-Anita Garibaldi, 4-Atiradores, 5-Aventureiro, 6-Boa Vista, 7-Boehmerwaldt, 8-Bom Retiro, 9-Bucarein, 10-Centro, 11-Comasa, 12-Costa e Silva, 13-Dona Francisca, 14-Espinheiros, 15-Fátima, 16-Floresta, 17-Glória, 18-Guanabara, 19-Iririú, 20-Itaum, 21-Itinga, 22-Jardim Iririú, 23-Jardim Paraíso, 24-Jardim Sofia, 25-Jarivatuba, 26-João Costa, 27-Morro do Meio, 28-Nova Brasília, 29-Paranaguamirim, 30-Parque Guarani, 31-Petrópolis, 32-Pirabeiraba/Centro, 33-Profipo, 34-Rio Bonito, 35-Saguaçu, 36-Santa Catarina, 37-Santo Antônio, 38-São Marcos, 39-Ulisses Guimarães, 40-Vila Cubatão, 41-Vila Nova, 42-Zona Industrial Norte e 43-Zona Industrial Tupy.....	65
Figura 27- Mapa de densidade <i>kernel</i> dos casos de leptospirose na cidade de Joinville (SC) de 1994 a 2014.	66
Figura 28- Divisão hidrográfica do município de Joinville (SC) e os casos de leptospirose para o período de 1994 a 2014, na cidade de Joinville. Bacias hidrográficas dos rios: 1 – Cubatão; 2 –	

Palmital; 3 – Itapocuzinho; 4 – Pirai; 5 – Cachoeira; 6 – Independentes da Vertente Leste; 7 – Independentes da Vertente Sul.	67
Figura 29- Mapa dos casos de leptospirose na cidade de Joinville (SC) de 1994 a 2014 sobrepostos sobre a rede coletora de esgoto instalada até 1997.	68
Figura 30- Distribuição dos casos mensais de leptospirose para o período entre 1994 e 2014 e dos dados pluviométricos de estações da região. 1 – casos de leptospirose; 2 – Estação Univille; 3 – Estação Joinville (RVPSC); 4 – Média das estações na planície; 5 – Estação Estrada dos Morros; 6 – Média das estações na frente da serra.	69
Figura 31 – Distribuição dos casos de leptospirose registrados em Joinville (SC), para o período de 1994 a 2014.	71
Figura 32 – Distribuição dos casos de leptospirose sobre a superfície interpolada de precipitação para a cidade de Joinville (SC), no ano de 1995.	73
Figura 33 – Distribuição dos casos de leptospirose sobre a superfície interpolada de precipitação para a cidade de Joinville (SC), no ano de 1998.	74
Figura 34 – Distribuição dos casos de leptospirose sobre a superfície interpolada de precipitação para a cidade de Joinville (SC), no ano de 2008.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Pluviômetros utilizados no Grupo 1 (região próxima a serra) para o preenchimento de falhas.	31
Tabela 2- Pluviômetros utilizados no Grupo 2 (planalto) para o preenchimento de falhas.....	31
Tabela 3- Estações pluviométricas utilizadas no mapeamento geoestatístico.	34
Tabela 4- Dados preenchidos mensais de precipitação de junho de 1987 a junho de 1996 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Estrada dos Morros X Garuva, R.L.S.2 = Estrada dos Morros X Pirabeiraba e R.L.S.3 = Estrada dos Morros X Primeiro Salto Cubatão.	42
Tabela 5- Dados preenchidos mensais de precipitação de junho de 1997 a junho de 2006 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Garuva X Estrada dos Morros, R.L.S.2 = Garuva X Pirabeiraba e R.L.S.3 = Garuva X Primeiro Salto Cubatão.	43
Tabela 6- Dados preenchidos mensais de precipitação de agosto de 1976 a agosto de 1984 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Campo Alegre X Colônia Padre Paulo, R.L.S.2 = Campo Alegre X Fragosos e R.L.S.3 = Campo Alegre X Rio da Várzea dos Lima.....	43
Tabela 7- Dados preenchidos mensais de precipitação de agosto de 1985 a agosto de 1993 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Fragosos X Campo Alegre, R.L.S.2 = Fragosos X Colônia Padre Paulo e R.L.S.3 = Fragosos X Rio da Várzea dos Lima.	44
Tabela 8- Distribuição de frequência dos totais anuais de chuva da região de Joinville (SC).	45
Tabela 9- Distribuição de frequência das médias mensais de chuva da região de Joinville (SC).	47
Tabela 10- Valores de γ e β para: I – planície; II – planalto; III – serra; IV – frente da serra; e V – média.	56
Tabela 11- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para a planície.....	57
Tabela 12- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para o planalto.	57
Tabela 13- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para a serra.....	58
Tabela 14- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para frente da serra.	58
Tabela 15- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para a média das compartimentações topográficas (planície, planalto, serra e frente da serra).	58
Tabela 16- Resultados dos testes de correlação (valor r) entre estações pluviométricas localizadas em Joinville (SC) e os casos de leptospirose humana para o período anual analisado.	69
Tabela 17- Resultados dos testes de correlação (valor r) entre estações pluviométricas e os casos de leptospirose humana para os dados mensais.	70

Tabela 18- Resultados dos testes de correlação (valor r) entre estações pluviométricas e os casos de leptospirose humana para os anos de 1995, 1998 e 2008. Correspondentes à chuva do mês da ocorrência de leptospirose e da chuva do mês anterior. 72

Tabela 19- Estatísticas dos erros para as superfícies de precipitação interpoladas para os anos de 1995, 1998 e 2008. 73

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a dinâmica da atmosfera da Terra é fundamental, já que existe uma dependência do desenvolvimento social em relação às condições climáticas. A partir do momento em que o ser humano tomou consciência desta informação, passou a registrar seu conhecimento sobre a natureza, evoluindo até o desenvolvimento do estudo científico (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Na zona tropical do planeta, o início do conhecimento científico foi tardio, se comparado à zona temperada, devido ao maior desenvolvimento socioeconômico desta área. Ainda assim, o Brasil é um dos poucos países tropicais que possui um rico acervo de documentos sobre o conhecimento climático. A pluviosidade está entre os elementos da atmosfera mais estudados, ao lado da temperatura e umidade relativa do ar, dos ventos (direção e velocidade) e da pressão barométrica (AYOADE, 1998; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Joinville, situado no nordeste do Estado de Santa Catarina, é um município de importância estratégica para o Estado, tanto pelo desenvolvimento econômico – polo industrial com o Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 18,8 bilhões (IBGE, 2015a). Quanto por abrigar a maior parcela da população do Estado, 554.601 mil habitantes (IBGE, 2015c). Além disso, o município possui altos índices pluviométricos, uma média anual de 2.200 mm e mensal de 190,7 mm, segundo Mello *et al.* (2013), mas carece de um estudo caracterizando sua distribuição com melhor precisão, em relação à estatística e geoestatística aplicada aos dados.

A área central de Joinville é continuamente afetada por inundações e enchentes, que ocorrem, principalmente, nos meses de verão. As intensas formações convectivas, unidas às baixas altitudes e à ação da maré, causam muitos prejuízos para os moradores e comerciantes da área (SANTANA, 1998). Bairros localizados na bacia hidrográfica do rio Cubatão, também foram e são atingidos por inundações, sendo que existem registros marcantes nos anos de 1929, 1946, 1948, 1972, 1995, 1998 e 2008 (SILVEIRA *et al.*, 2009).

Estudos indicam tendências de aumento na intensidade e na frequência de eventos de chuvas intensas em partes da região Sul e Sudeste do Brasil, o que aumenta a preocupação dos estudiosos em relação aos eventos extremos e sua influência na vida econômica e social da população (CAVALCANTI *et al.*, 2009). As mudanças climáticas têm gerado crescente preocupação quanto aos seus efeitos à saúde humana, especialmente os relacionados às doenças infecciosas e parasitárias (ROSA *et al.*, 2008).

Dentre as doenças infecciosas, destaca-se a leptospirose, que possui grande importância social e econômica por apresentar elevada incidência em determinados períodos do ano. Sua ocorrência está relacionada à precária infraestrutura dos municípios e à alta infestação de roedores infectados.

Segundo Mendonça (2005), Paula (2005) e Oliveira (2012), a pluviometria é considerada extremamente relevante no aparecimento de casos de leptospirose.

Neste sentido, o município de Joinville apresenta características que sugerem o desenvolvimento da doença na população, principalmente, nos períodos chuvosos. Também existem dezenas de casos confirmados, inclusive com desfecho de óbito, porém, inexistente estudo relacionando a distribuição dos casos de leptospirose humana à distribuição de precipitação (SILVEIRA *et al.*, 2009).

Portanto, um estudo mais abrangente da variável climática precipitação para Joinville é de extrema importância por diversos motivos que afetam diretamente a qualidade de vida da população.

Desta forma, o objetivo central desta pesquisa foi analisar a distribuição pluviométrica no município de Joinville e sua relação com a incidência de leptospirose como uma contribuição para o desenvolvimento de políticas públicas na área da saúde ambiental.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Analisar a distribuição pluviométrica no município de Joinville (SC) e sua relação com a incidência de leptospirose, como contribuição para o desenvolvimento de políticas públicas na área da saúde ambiental.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar as estações pluviométricas na região estudada com dados disponíveis;
- Testar diferentes métodos de preenchimento de falhas pluviométricas;
- Realizar análise geoestatística dos mapas pluviométricos para Joinville;
- Estimar a precipitação mensal provável para o município de Joinville;
- Mapear a distribuição de casos de leptospirose no Brasil e em Joinville;
- Correlacionar os dados de precipitação com os de ocorrência de leptospirose no município de Joinville.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Precipitação

Precipitação é o termo utilizado para qualquer deposição derivada da atmosfera de forma líquida ou sólida, como a chuva, neve, granizo, orvalho, geada e nevoeiro. A chuva e a neve são as formas que mais contribuem para os totais de precipitação, mas nas regiões intertropicais, devido ao maior aquecimento da superfície pelos raios solares, a precipitação pluvial é sinônimo de precipitação (AYOADE, 1998).

A precipitação é um elemento físico que exerce forte influência sobre as condições ambientais e sociais. Eventos extremos de chuva podem causar intensas inundações e movimentos de massa resultando em diversos prejuízos socioeconômicos, a intensa precipitação de granizo e eventos de seca afeta diretamente a agricultura, da qual a manutenção da sociedade depende. Estes são apenas alguns exemplos das influências da precipitação, mas é fundamental destacar que as características das chuvas juntamente com a temperatura são essenciais na definição do clima (AYOADE, 1998; TUCCI, 2001; CAVALCANTI *et al.*, 2009).

3.1.1. Tipos de precipitação

Com base em estudos de Ayoade (1998), Tucci (2001), Moulin (2005) e Cavalcanti *et al.* (2009) foram descritos os diferentes tipos de precipitação, classificados em três principais, sendo eles: convectivas, orográficas e frontais.

A precipitação do tipo convectiva se forma com o intenso aquecimento da superfície terrestre pelo sol, que ocasiona ascensão brusca do ar úmido próximo ao solo. Este sistema está associado a nuvens do tipo cumulus e cumulonimbus, ele atua na região sul com maior intensidade no verão.

A precipitação orográfica é definida como a chuva causada principalmente pela elevação do ar úmido sobre terreno elevado. Os ventos quentes e úmidos, geralmente procedentes do oceano, adentram no continente encontrando as barreiras topográficas. Na região Sul do Brasil os efeitos topográficos são notáveis, as regiões com maiores precipitações estão associadas à orografia.

A precipitação frontal se origina do encontro de massas de ar quentes e frias, as massas quentes são menos densas, desta forma são impulsionadas para as camadas superiores da atmosfera pelas massas frias, resultando no resfriamento das massas úmidas e quentes e consequente precipitação. As frentes frias são sistemas frontais que geralmente se deslocam de sudoeste para nordeste e afetam o tempo sobre a América do Sul durante todo o ano, ocorrendo em maior número entre as latitudes 25°S e 30°S, compreendendo o município de Joinville (SC).

3.1.2. Fatores que influenciam na distribuição de precipitação

Existem fatores fisiográficos e climáticos que diferenciam as estações do ano e definem o clima no planeta, entre os principais estão a distância até a linha do equador, à distância em relação aos oceanos e a altitude do local (AYOADE, 1998; MOULIN, 2005; CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Em torno da linha do Equador, tanto no continente quanto nos oceanos, ocorrem os máximos de precipitação, este valor diminui em direção aos polos. Nas latitudes médias, caso de Joinville, a quantidade de precipitação vai de moderada a alta. O principal fator que determina esta distribuição é a intensidade de radiação solar que atinge a superfície terrestre.

A quantidade de precipitação sobre uma área também é influenciada pelo efeito da continentalidade, mais próximo à costa os valores de chuva são mais altos, pois ao avançarem para o interior dos continentes as massas de ar vão perdendo umidade. As barreiras orográficas são fundamentais neste processo, deste modo observam-se maiores índices pluviométricos nas encostas a barlavento das barreiras topográficas.

A precipitação varia de acordo com a altitude do local, porém esta variação não segue um padrão a nível global. Existem diferenciações devido ao relevo da localidade, novamente nota-se a influência da proximidade dos oceanos e da linha do equador. Em resumo, para se estudar a distribuição de precipitação deve-se atentar aos aspectos fisiográficos da região assim como aos climáticos, como a circulação atmosférica.

3.1.3. Análise da distribuição média e a probabilidade de precipitação

As palavras de Mark Twain (*apud* Cavalcanti *et al.*, 2009) “*Climate is what we expect, weather is what we get*” [Clima é aquilo que esperamos, tempo é o que sentimos] definem de forma simples a diferença entre clima e tempo. O clima, objeto desta pesquisa, é definido pela média das condições do tempo ao longo de um período de no mínimo três décadas (AYOADE, 1998).

Seguindo este padrão, para estudar a precipitação média de uma área, como uma bacia hidrográfica, é importante utilizar uma série mínima aproximada de 30 anos de dados. O método da média aritmética, das Isoietas, dos polígonos de Thiessen e a interpolação em *softwares* especializados são amplamente conhecidos para a realização deste cálculo (TUCCI, 2001; COLLISCHONN *et al.*, 2008).

Precipitação provável é definida como a precipitação pluviométrica que apresenta probabilidade específica de ocorrência, baseada em uma longa série de dados. Sua estimativa é obtida através do ajuste de modelos teóricos de probabilidade a uma amostra, sendo específicos para cada caso: dados diários, quinzenais, mensais, anuais, etc.

É fundamental o estudo da probabilidade de precipitação para todo município que deseje um planejamento mais adequado, sendo insuficiente apenas o conhecimento da precipitação média, pois

com estes dados é possível ter, por exemplo, de 10% a 90% de probabilidade de saber qual a chuva mínima que irá precipitar em um determinado período. Esta informação é essencial para o planejamento econômico das áreas urbanas e rurais dos municípios (ARAÚJO *et al.*, 2001; TUCCI, 2001; MURTA *et al.*, 2011).

3.2. Variabilidade de precipitação no Brasil e em Santa Catarina

No Brasil existe uma grande variabilidade de precipitação ao longo do espaço-tempo, desde tipos chuvosos semiáridos, tropicais e subtropicais. Esta variação está associada à atuação de sistemas convectivos de macro (>2.000 km escala horizontal) e mesoescala (2.000 a 10 km). A porção mais chuvosa do território está localizada na parte ocidental da Amazônia, excedendo 5.000 mm/ano. Este valor contrasta com porções do sertão nordestino que recebem valores de chuva inferiores a 125 mm/ano (Figura 1) (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007; CAVALCANTI *et al.*, 2009).

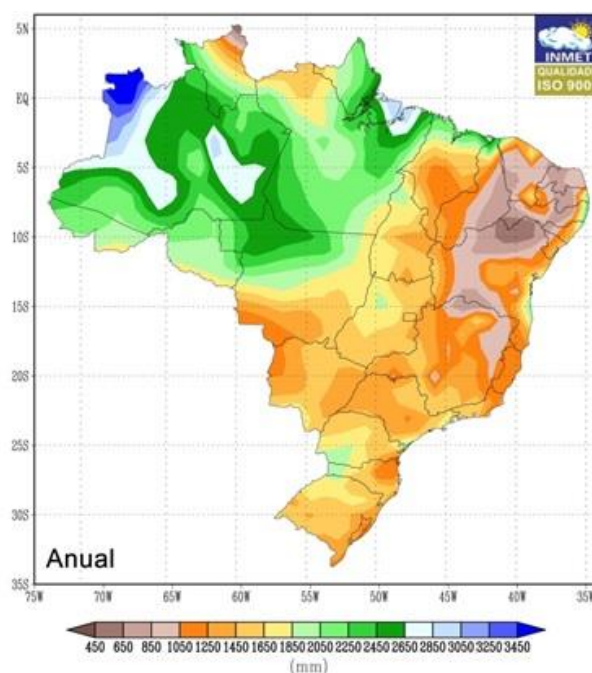


Figura 1 – Mapa de pluviosidade do Brasil (1961 – 1990). Fonte: INMET.

A distribuição temporal de chuvas na maior parte do território brasileiro (faixa tropical-equatorial) é marcada pela sazonalidade. Os mais elevados índices de chuva se concentram nos verões quentes, e índices reduzidos no período de inverno. Porém, existem particularidades, na região norte da bacia amazônica o período chuvoso ocorre entre junho e julho, e no litoral nordestino ocorrem índices pluviométricos superiores a 800 mm neste período (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007; CAVALCANTI *et al.*, 2009).

O centro-sul brasileiro possui valores médios entre 1.500 e 2.000 mm/ano de chuva e o sudeste apresenta uma variação entre 1.000 e 2.000 mm/ano. As regiões litorâneas próximas às montanhas (sul e sudeste do país) registram índices superiores a 2.000 mm anuais, podendo chegar a mais de 3.000 mm/ano (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007; CAVALCANTI *et al.*, 2009).

Santa Catarina esta entre os Estados brasileiros que apresentam melhor distribuição de precipitação durante o ano. Os principais sistemas meteorológicos causadores de chuvas são as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de níveis médios, a convecção tropical, a Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS e a circulação marítima. O relevo tem uma contribuição fundamental na distribuição de precipitação pelo Estado, sendo mais abundante nas encostas a barlavento das montanhas - nas proximidades da Serra do Mar e da Serra Geral (MONTEIRO, 2001).

Os meses de verão são marcados pela formação de convecção tropical, devido à intensidade de calor e alta umidade relativa do ar. São características da estação as tempestades, caracterizadas por chuvas fortes, descargas elétricas, rajadas de vento fortes e granizo. No outono os índices pluviométricos diminuem, são muito frequentes os bloqueios atmosféricos, impedindo a passagem das frentes para o Estado. O inverno é marcado pelos baixos valores de precipitação, exceto no Oeste, Meio-Oeste e Planalto, que possuem o clima influenciado pela “Baixa do Chaco”, que associada às frentes frias, organiza condições de tempo instáveis.

Nos municípios de São Joaquim, Urubici, Lages, Urupema e Bom Jardim da Serra costuma nevar ao menos uma vez por ano, sendo a neve uma forma de precipitação atípica na zona tropical. Por fim, a primavera apresenta o tempo instável novamente, os índices pluviométricos aumentam devido principalmente aos Complexos Convectivos de Mesoescala – CCM (MONTEIRO, 2001).

A distribuição média anual de precipitação no Estado é maior na região nordeste, próximo ao município de Garuva, onde são encontrados valores superiores a 2.700 mm (Figura 2). Os menores valores registrados estão em parte do litoral sul. A precipitação varia entre 1.100 mm/ano e 2.900 mm/ano (PANDOLFO *et al.*, 2002). Porém, Mello *et al.* (2013) menciona que o pluviômetro Estrada dos Morros, localizado na região do rio Piraí, em Joinville (SC), registra uma média anual de 3.004,7 mm, representando uma série de 23 anos de dados, de 1987 a 2009. Ou seja, existem valores pontuais de precipitação que excedem os 2.900 mm registrados no Atlas Climatológico de Santa Catarina.

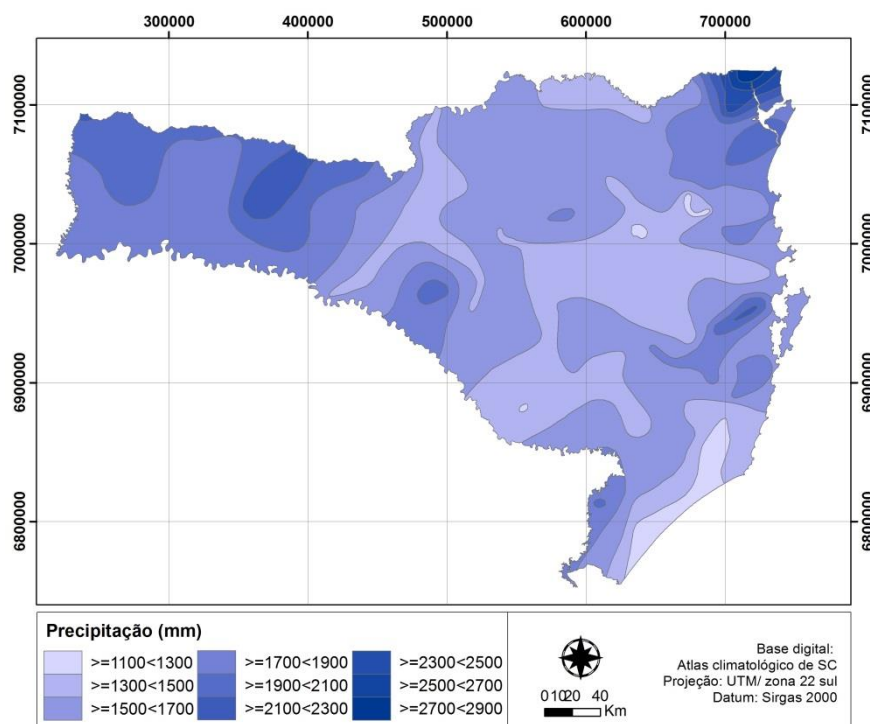


Figura 2 – Mapa de pluviosidade de Santa Catarina. Fonte: Atlas Climatológico de Santa Catarina.

Elaborado por: Yara de Mello, 2015.

3.3. Preenchimento de falhas pluviométricas

A comunidade científica tem um grande interesse em observações meteorológicas históricas para a previsão do tempo, estudos de mudanças climáticas e estudos climatológicos diversos (MOSCATI *et al.* 2000). Entretanto, apesar das recentes iniciativas como a Lei nº 12.527, de 18 de Novembro de 2011 que regula o acesso à informação, ainda há dificuldade por parte dos pesquisadores na obtenção de dados meteorológicos oficiais, com séries temporais longas e confiáveis que possam auxiliar na elaboração de estudos mais abrangentes.

Além da dificuldade em se obter séries históricas de dados meteorológicos, comumente são encontradas falhas nestes registros, que se deve basicamente a ausência de observador, falhas nas estações automáticas e na transmissão dos dados (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Para calcular a média diária e mensal da precipitação de uma estação, não pode haver dados faltantes. Sendo assim, o estudo de métodos para o preenchimento de falhas em séries temporais tem o objetivo de contribuir para a geração de dados mais confiáveis que promovam o avanço de pesquisas climatológicas. Pois, através de dados pretéritos podem-se prever futuras ocorrências de fenômenos que venham a se repetir por influência do clima (FERNANDEZ, 2007).

Existem diferentes métodos para o preenchimento de falhas pluviométricas, podendo se utilizar dados sintéticos obtidos por geradores de dados (automáticos), a interpolação por meio de geoestatística e equações matemáticas, como a ponderação regional, regressão linear simples e

múltipla e ponderação regional com base em regressões lineares, descritas (TUCCI, 2001; CHIBANA *et al.*, 2005; WANDERLEY *et al.*, 2012).

3.4. Mapeamento geoestatístico

A história da geoestatística esta intimamente ligada a Lavra e a Prospeção Mineira, sendo o holandês Georges Matheron considerado o criador deste conhecimento nos anos 60, baseado em trabalhos pioneiros de Wijs e Daniel G. Krige, na década de 50. Aos passar dos anos este conhecimento se expandiu para outras áreas, como a Agricultura de precisão, Cartografia, Epidemiologia, Hidrogeologia e Climatologia, foco desta pesquisa (YAMAMOTO *et al.*, 2013).

Quando se realiza o mapeamento de uma variável climática a partir de estações de superfície tem-se a problemática de generalizar o resultado para uma área a partir de amostras pontuais. A precipitação apresenta certo grau de dependência espacial, desta forma a geoestatística ou teoria das variáveis regionalizadas é uma alternativa na análise amostral, pois permite definir o raio de dependência entre os exemplares. No conceito fundamental da geoestatística tem-se que as amostras mais próximas no tempo e no espaço sejam mais similares entre si (BAÚ *et al.*, 2006; CARAM, 2007).

O semivariograma é uma função matemática fundamental na aplicação da geoestatística, ele determina, sobretudo a dependência entre duas variáveis aleatórias regionalizadas locais, levando em consideração à auto correlação em função da distância e da direção delas. É pré-requisito para os métodos de interpolação de krigagem e cokrigagem, se houver dependência espacial entre as amostras podem-se estimar valores para os locais não amostrados (CARVALHO *et al.*, 2004; MELLO, 2004; MELLO *et al.*, 2005; MOULIN, 2005; BAÚ *et al.*, 2006).

Krigagem é um método univariado de inferência espacial que usa a dependência no espaço expressa no semivariograma entre amostras vizinhas para estimar valores em qualquer posição da área de estudo, sem tendência e com variância mínima, tornando-se um ótimo estimador. A utilização da krigagem possibilita o cálculo de uma medida do erro de estimação para cada valor e de um intervalo de confiança (MELLO, 2004; MOULIN, 2005; BAÚ *et al.*, 2006; CARVALHO *et al.*, 2012). Este método vem sendo empregado em diversos estudos como em Mello *et al.* (2003), Carvalho *et al.* (2005), Moulin (2005), Caram (2007), Bargaoui *et al.* (2009), Viola *et al.* (2010), Lellis *et al.* (2011) e Wanderley *et al.* (2012).

A cokrigagem é um método multivariado com mais de uma variável utilizada na análise da amostra. Geralmente nos estudos de distribuição pluviométrica utiliza-se a variável altitude devido a forte influência que o relevo exerce sobre o clima. Justamente nas áreas montanhosas é que se tem uma maior escassez de equipamentos que medem a pluviosidade, interferindo na qualidade dos mapeamentos (CARVALHO *et al.*, 2002; DIODATO *et al.*, 2005; VIOLA *et al.*, 2010). Este método apesar de ser utilizado com menor frequência que a krigagem, já foi descrito em muitos estudos, como

em Hevesi *et al.* (1992), Carvalho *et al.* (2002), Diadato *et al.* (2005), Viola *et al.* (2010) e Carvalho *et al.* (2012).

3.5. Distribuição de probabilidade dos dados

A construção de um histograma de frequência de uma amostra de variáveis aleatórias permite analisar a frequência com que a variável assume valores dentro de um dado intervalo (classes). A partir destes dados pode-se projetar o que irá ocorrer no futuro, ou seja, o conceito de probabilidade pode ser interpretado através do conceito de frequência, já que ambos referem-se à porcentagem em que houve realizações de uma variável (frequência) ou que ocorrerão (probabilidade) (TUCCI, 2001).

Ao analisar estatisticamente uma variável climatológica deve haver uma preocupação com as características da distribuição de probabilidade mais adequada para o conjunto de dados da amostra. É comum a utilização da distribuição normal, o que pode resultar em conclusões erradas se os dados não seguirem essa distribuição. Uma alternativa para esta situação é construir o histograma de frequência da amostra e relacioná-lo com a distribuição teórica que melhor o representa (ASSIS *et al.*, 1996).

Na climatologia existem tipos comuns de distribuição de probabilidade, os totais mensais de precipitação ou períodos menores como os quinzenais, apresentam comumente, forte assimetria positiva, a distribuição gama é a distribuição mais utilizada neste caso (ASSIS *et al.*, 1996).

Thom (1958) realizou um trabalho sobre a distribuição gama e publicou no *Monthly Weather Review*, de Washington D.C. Desde então, este vem sendo o trabalho mais citado na bibliografia como precursor dos estudos da distribuição de probabilidade gama. Diversos trabalhos foram publicados nas décadas seguintes no Mundo e no Brasil, com destaque nacional para a pesquisa de Assis (1996), nela foram utilizados 95 anos de dados mensais de precipitação de Pelotas-RS, e obteve-se bom ajuste da distribuição (MOULIN, 2005).

Diversos estudos apresentaram foco no planejamento agrícola, sendo o caso, por exemplo, das pesquisas de Murta *et al.* (2005), Longo *et al.* (2006), Júnior *et al.* (2007), e Soccol *et al.* (2010). Porém, o estudo de probabilidade de chuvas mensais contribui conjuntamente com outras temáticas, como a gestão de recursos hídricos, o conhecimento da dinâmica climática e a prevenção de catástrofes em eventos extremos.

3.6. Doenças de veiculação hídrica

A água é o recurso mais importante do meio ambiente, pois a sobrevivência das espécies depende da sua existência e conservação. O ser humano é o ser vivo que mais interfere na paisagem da Terra, dentro deste contexto, ele acaba intervindo no ciclo hidrológico e modificando a qualidade da água. Quando há suspeita de uma doença de veiculação hídrica são essenciais informações sobre saneamento básico, alagamentos, chuvas, insetos vetores, inseticidas e pesticidas, ou seja, direta ou

indiretamente, todos estão relacionados à ocupação humana (GUIA BRASILEIRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, 2006; CESA *et al.*, 2010).

As doenças de veiculação hídrica são problemas sociais enfrentados nos municípios, elas afetam a saúde humana causando danos não somente as pessoas, mas também impactos econômicos que afetam a sociedade como um todo, além de haver a diminuição da segurança coletiva. Para existir um controle dos condicionantes do processo saúde-doença é necessário o monitoramento do período e área de atuação destes eventos (MAGALHÃES *et al.*, 2009).

O saneamento básico inadequado aumenta consideravelmente a vulnerabilidade ao risco de doenças na população. As principais doenças relacionadas com o saneamento ambiental inadequado são: Diarreias, Febres Entéricas, Hepatite A, Dengue, Febre Amarela, Leishmanioses, Filariose Linfática, Malária, Doença de Chagas, Esquistossomose, Leptospirose, Tracoma, Conjuntivites, Micoses superficiais, Helminthíases e Teníases. Dados de 2008 do Ministério da Saúde apontam os Estados do Pará e Piauí como os que possuem maior número de internações hospitalares por doenças relacionadas aos vetores hídricos, entre 901 e 1.200 casos por 100.000 habitantes, Santa Catarina esta entre os menores índices, entre 75 e 190/100.000 hab. Houve uma queda acentuada no número de internações no Brasil entre 1993 e 2008, diminuindo de 700/100.000 hab. para cerca de 300/100.000 hab. (IBGE, 2011; SILVA FILHO *et al.*, 2013).

3.6.1. Leptospirose

A origem da Leptospirose é anterior ao século XIX. Neste período diversas epidemias com características semelhantes de uma síndrome infecciosa foram observadas. Na época era conhecida como Leptospirose ou síndrome de Weil, em homenagem ao médico alemão Adolf Weil, que pela primeira vez fez a descrição da doença. Porém, sua etiologia foi confirmada somente em 1914-1915 no Japão e na Alemanha. Em 1917 a equipe de médicos japonesa, Inada e Ido, descreveu o papel dos roedores como fonte de infecção humana e como reservatórios de *leptospiras* (NDEYANELAO, 2014).

São detectados focos de infecção por leptospirose em quase todo o mundo. Ao longo da história a Leptospirose recebeu outros nomes além de “Doença de Weil”, alguns exemplos são: “Febre dos pântanos” no Brasil, “Icterícia dos apanhadores de arroz”, na China, “Febre outonal”, no Japão, “Doença dos tratadores de porcos”, na Europa, “Gripe de trabalhadores de esgoto”, nos Estados Unidos e França e “Doença dos ratos”, no Arquipélago dos Açores (NDEYANELAO, 2014).

A Leptospirose é uma doença infecciosa causada por bactérias do gênero *Leptospira*. A ocorrência e persistência de *leptospiras* no ambiente dependem de condições climáticas favoráveis, sendo comuns em climas tropicais, subtropicais e temperado. O risco da doença aumenta com a ocorrência de inundações, solos contaminados, crescimento urbano desordenado e uma vasta

população de roedores, principalmente do gênero *Rattus*, como, por exemplo, a ratazana (*Rattus norvegicus*) (FIGUEIREDO *et al.*, 2001; GUIMARÃES *et al.*, 2014; NDEYANELAO, 2014).

A transmissão das *leptospiras* pode ser por contato direto através de animais infectados (selvagens e domésticos), ou de modo indireto, pela urina de reservatórios (ratos) e potenciais hospedeiros reservatórios (cães, bovinos) e ambientes contaminados. Algumas situações de risco ocupacional, hábitos e atividades podem aumentar o risco de infecção, como as relacionadas à agricultura, pecuária, veterinária, trabalhadores de saneamento básico, atividades recreativas como jardinagem, canoagem, etc. (GUIA BRASILEIRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, 2006; NDEYANELAO, 2014).

3.6.2. Distribuição de leptospirose no Mundo e no Brasil

A Leptospirose é uma doença de distribuição global, com sua ocorrência ligada principalmente a questão ocupacional. De acordo com estimativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Sociedade Internacional de Leptospirose (SIL) ocorrem no mundo cerca de 350.000 a 500.000 casos por ano de Leptospirose, a maior incidência esta nas populações pobres de países em desenvolvimento e regiões tropicais, porém ocorrem casos em países desenvolvidos, como França, Alemanha e Estados Unidos. Em 2008 havia moderada/ alta incidência em países como Brasil, Argentina, Austrália e Rússia (NDEYANELAO, 2014).

Segundo dados do Ministério da Saúde (2015) houveram 3.238 casos confirmados de leptospirose no país em 2012, a região que apresentou o maior número de casos foi o Sudeste (41,4%), seguido pelo Sul (28,7%), Norte (16%), Nordeste (12,4%) e Centro-Oeste (1,5%). Em relação à região Sul, Santa Catarina foi o Estado com o maior número de casos (44%).

A Figura 3 mostra a incidência de Leptospirose a cada 100.000 hab. nos Estados brasileiros. O número de casos de Leptospirose em relação à população mostra indicadores diferentes, por exemplo, apesar de o Sudeste ter apresentado o maior número de casos, a região apresentou a terceira maior incidência de leptospirose do país. A região com maior incidência foi o Sul (3,3), seguido pelo Norte (3,1), Sudeste (1,6), Nordeste (0,7) e Centro-Oeste (0,3) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015; IBGE, 2015b).

O Estado com maior incidência de Leptospirose em 2012 foi o Acre (32,8/100.000 hab.), seguido pelo Amapá (10,1/100.000 hab.), Espírito Santo (6,6/100.000 hab.) e Santa Catarina (6,3/100.000 hab.) (Figura 3). Segundo dados do Guia Brasileiro de Vigilância Epidemiológica (2006), no período entre 1999 e 2003 foram confirmados 14.334 casos de Leptospirose no Brasil, com uma média anual de 2.866 casos. A maior frequência encontrada foi do sexo masculino (81%), e na faixa etária de 20 a 49 anos. Neste mesmo período houve o óbito de 1.683 pessoas, ou seja, do total de pacientes infectados com a doença 11,7% tiveram o desfecho de óbito.

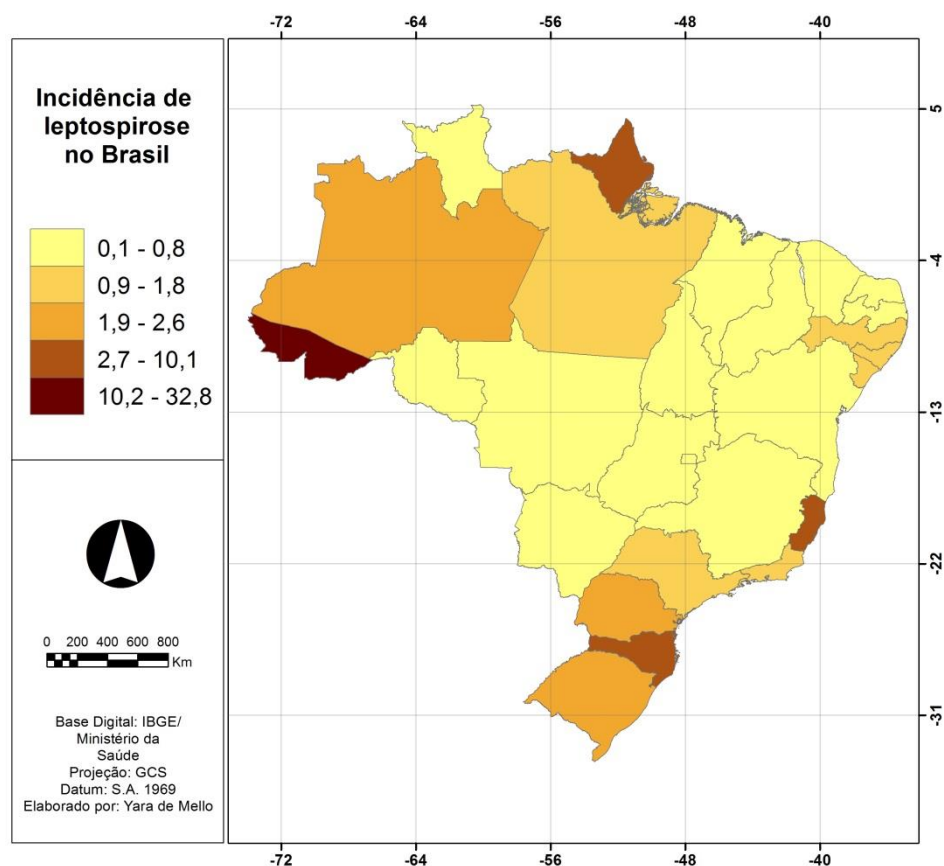


Figura 3 – Mapa de incidência de Leptospirose a cada 100.000 hab. no Brasil em 2012. Fonte: IBGE (2015b) e Ministério da Saúde (2015). Elaborado por: Yara de Mello, 2015.

4. METODOLOGIA

4.1. Caracterização da área de estudo

O município de Joinville possui uma área de 1.125,7 km² e está localizado no nordeste do Estado de Santa Catarina, juntamente com os municípios de Araquari, Balneário Barra do Sul, Campo Alegre, Garuva, Itapoá, Rio Negrinho, São Bento do Sul e São Francisco do Sul (Figura 4) (IPPUJ, 2014). É um município de importância estratégica para o Estado, tanto pelo desenvolvimento econômico – polo industrial com o Produto Interno Bruto (PIB) de R\$18,8 bilhões (IBGE, 2015a), quanto por abrigar a maior população, 554.601 mil habitantes (IBGE, 2015c).

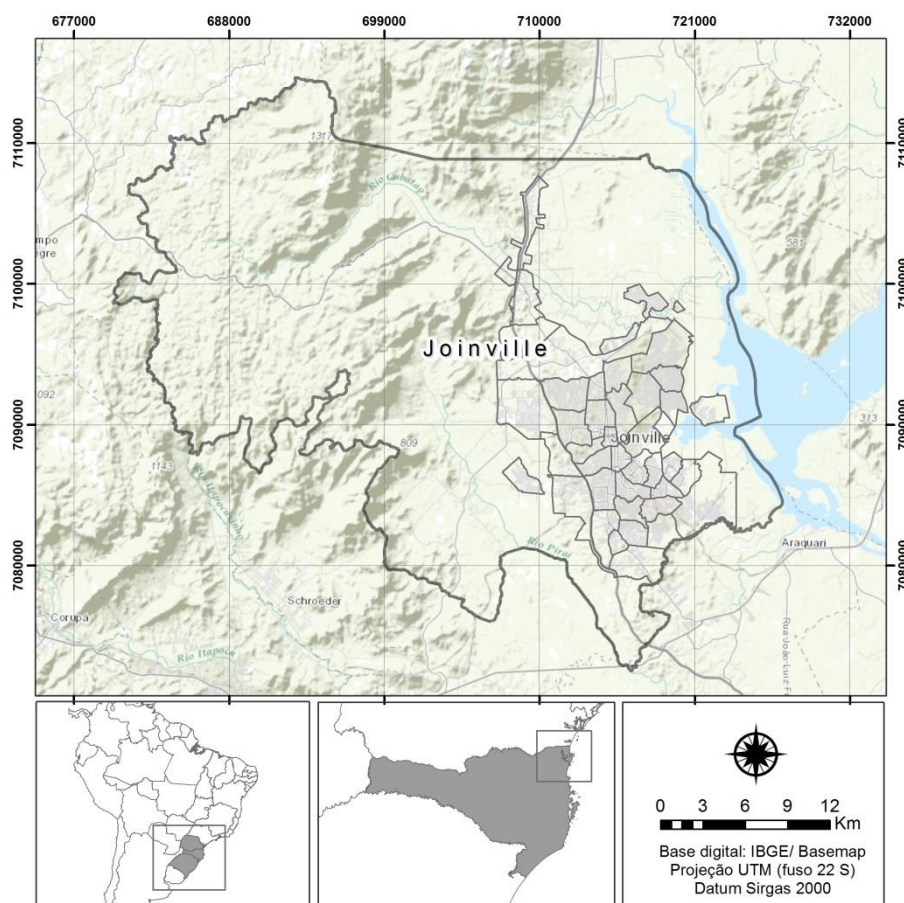


Figura 4 – Localização da área de estudo. Elaborado por: Yara de Mello, 2015.

O PIB municipal é representado em 57,8% pelo setor de serviços, 42% pelo setor industrial e 0,2% pelo setor agropecuário. A soma dos bens e serviços produzidos em Joinville representa 69% do que é produzido na região Nordeste do Estado e 21,5% do que é produzido no Estado de Santa Catarina (IBGE, 2015c).

O relevo do município é formado por três grandes compartimentações topográficas, sendo elas: a planície costeira, a leste; a escarpa da Serra do Mar, na porção central, e o planalto, a oeste. O setor correspondente ao planalto compreende uma área onde predominam pequenas cristas e morros de topos convexos, vales em “V” e simétricos, e cotas que variam entre 780 e 960 m (OLIVEIRA, 2006).

Localizada entre o planalto e as escarpas da Serra do Mar, encontra-se o trecho denominado Serra Queimada, localmente conhecido como granito Dona Francisca. Este trecho corresponde à ocorrência de um corpo granítico intrusivo, onde se localizam as cabeceiras do rio Cubatão, e o Pico Joinville (1.325 m), ponto culminante do município. Mais ao norte da região, encontra-se o trecho denominado Serra do Quiriri, onde estão localizadas as maiores altitudes da região, podendo chegar a 1.538 m no Morro Quiriri, e as cabeceiras do rio Quiriri, principal afluente do rio Cubatão. A planície costeira abrange áreas de baixas altitudes, variando entre 0 a 20 m, com a presença de colinas costeiras, como os morros do Iriú e Boa Vista. É nesta região que se desenvolve a maior ocupação humana do município (áreas agricultáveis e urbanas) (OLIVEIRA, 2006; IPPUJ, 2014).

A classificação climática de Köppen, desenvolvida entre 1900 e 1936, abrange cinco grupos principais, com base na distribuição sazonal da precipitação e nas características da temperatura, permitindo, assim, a composição de 24 tipos climáticos diferentes. Conforme esta classificação é encontrada na área de pesquisa, os tipos Cfb (clima temperado chuvoso, moderadamente quente, úmido em todas as estações, com verão moderadamente quente) no trecho de planalto e Serra do Mar, e o Cfa (clima temperado chuvoso, moderadamente quente, úmido em todas as estações, com verão quente) no trecho de planície (OLIVEIRA, 2006).

A dinâmica climática local, durante os meses de verão, é regida pelo predomínio das massas de ar Equatorial Continental (mEc), Tropical Atlântica (mtA) e, eventualmente, Tropical Continental (mTc). A massa Equatorial Continental (mEc), têm origem na planície amazônica, e está associada a ocorrência de temperaturas e umidade elevadas, com intensa precipitação na forma de chuvas convectivas. A massa Tropical Atlântica (mtA) está associada à ocorrência de fortes chuvas convectivas, porém de menor intensidade. O predomínio da massa Tropical Continental (mTc) está associado ao tempo quente e seco, com pluviosidade reduzida ou nula. No inverno, a passagem da Frente Polar Atlântica (FPA) é uma característica marcante, ela precede a chegada da massa Polar Atlântica (mPa), que desloca as massas tropicais para o centro e norte do país. A entrada destes sistemas é caracterizada pela incidência de chuvas com trovoadas, seguidas de ar frio e seco (OLIVEIRA, 2006).

As médias dos parâmetros meteorológicos registrados na Estação Meteorológica da Univille (1996-2011) são: umidade relativa do ar (80%), temperatura do ar (22,3°C), precipitação (2.364 mm), direção predominante dos ventos (leste) e velocidade predominante dos ventos (de 0,5 a 2,1 m/s). Lembrando que esta estação possui uma das séries históricas mais representativas da região.

O município de Joinville está inserido na Zona de Domínio da Mata Atlântica, que se estende ao longo da costa brasileira. Na região, ocorrem as seguintes classes: Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, além de manguezais, restingas e campos de altitude. A parte mais preservada das florestas está nas encostas da Serra do Mar, devido à declividade do terreno, o que dificulta o acesso para a população. As formações vegetais relativas à Floresta Ombrófila Densa, ocorre em regiões sujeitas a altas precipitações pluviométricas e elevadas temperaturas médias. Esta formação vegetal possui mais de 600 espécies vegetais na região, que favorecem a distribuição espacial vertical e horizontal de diversas populações animais (OLIVEIRA, 2006; IPPUJ, 2014).

A hidrografia da região de Joinville é fortemente influenciada por aspectos estruturais e geomorfológicos. A rede de drenagem natural apresenta formato dendrítico, com leitos encachoeirados e encaixados em vales profundos. Já nas planícies, apresenta baixa declividade e a formação de meandros. A rede hidrográfica municipal é constituída por sete unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos: Bacia Hidrográfica do rio Palmital, Bacia Hidrográfica do rio Cubatão, Bacia Hidrográfica do rio Piraí, Bacia Hidrográfica do rio Itapocuzinho, Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira, Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Leste e Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Sul (IPPUJ, 2014).

Algumas informações importantes sobre estas bacias são: a bacia do rio Cubatão é responsável por 70% do abastecimento público de Joinville; a bacia do rio Piraí é responsável pelo restante, cerca de 30%, do abastecimento de água; a bacia do rio Cachoeira comporta cerca de 50% da população do município, sendo que sua área representa apenas 7,4% do perímetro municipal (IPPUJ, 2014).

Segundo o IPPUJ (2014), em 2013, 99,22% da população de Joinville era atendida pelo sistema de abastecimento de água, e 17,79% pela rede coletora de esgoto. Porém, na atualidade o município conta com uma cobertura de 32% da rede de esgoto. O serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares abrange 100% da área urbana e, possui oito roteiros na área rural, beneficiando regiões de preservação ambiental. Além deste, os outros serviços de coleta existentes são: seletiva (recicláveis), resíduos dos serviços de saúde, especial (móveis, eletrodomésticos inservíveis e animais mortos), resíduos dos serviços de varrição manual e capina mecanizada. Todo o material é destinado ao aterro sanitário de Joinville.

4.2. Testes de métodos para o preenchimento de falhas pluviométricas

Foram selecionados dois grupos de pluviômetros para o trabalho de testar diferentes métodos para o preenchimento de falhas (Tabelas 1 e 2; Figura 5), devido à diferença do relevo regional que implica em altos índices pluviométricos a barlavento da escarpa da Serra do Mar, e índices significativamente inferiores no planalto, sendo que no primeiro grupo, a divergência entre as médias mensais são maiores, enquanto no segundo, são mais homogêneas (MONTEIRO, 2001; OLIVEIRA, 2006; MELLO *et al.*, 2012; MELLO *et al.*, 2013).

Tabela 1- Pluviômetros utilizados no Grupo 1 (região próxima à serra) para o preenchimento de falhas.

Código	Pluviômetro	Altitude (m)
2649060	1-Primeiro Salto Cubatão	790
2648034	2-Estrada dos Morros	100
2648033	3-Pirabeiraba	40
2648027	4-Garuva	80

Tabela 2- Pluviômetros utilizados no Grupo 2 (planalto) para o preenchimento de falhas.

Código	Pluviômetro	Altitude (m)
2549003	1-Rio da Várzea dos Lima	810
2649018	2-Fragosos	790
2649047	3-Colônia Padre Paulo	820
2649057	4-Campo Alegre	819

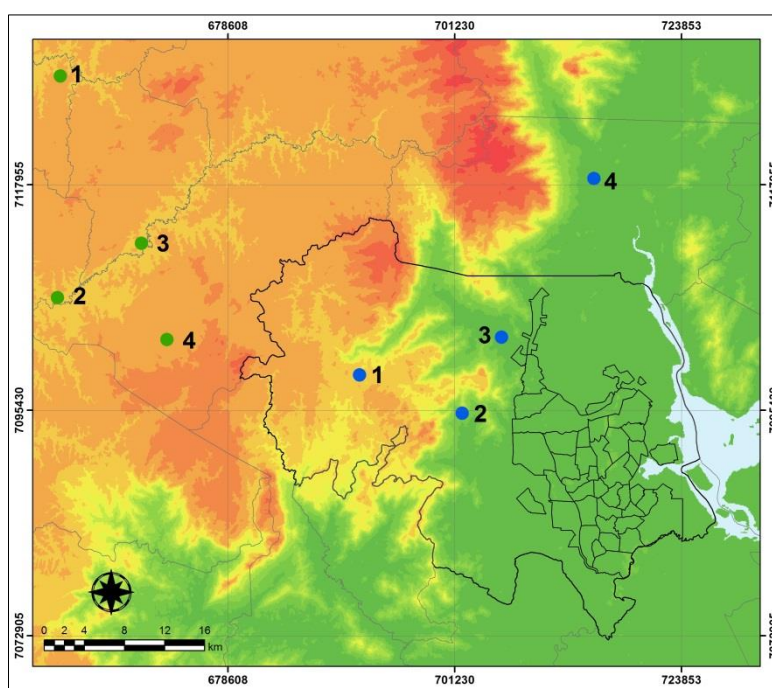


Figura 5- Localização dos postos pluviométricos utilizados no teste de preenchimento de falhas, plotados sobre o mapa hipsométrico da região, destacando-se o município de Joinville e a área urbana. Fonte: ANA, EPAGRI, Nasa. Elaborado por: Yara de Mello, 2014.

A escolha da série foi realizada de acordo com os registros mais consistentes em relação ao número de falhas históricas. Assim, no Grupo 1, foi utilizado o período de junho de 1987 a junho de 1996 para o preenchimento de falhas, sendo o pluviômetro Estrada dos Morros, a variável dependente

(variável de resposta), e no período de junho de 1997 a junho de 2006, foi o pluviômetro Garuva, ambos descritos sequencialmente nos pontos de cor azul na Figura 5.

Já para o grupo 2, foi utilizado o período de agosto de 1976 a agosto de 1984 tendo o pluviômetro Campo Alegre, como variável dependente, e agosto de 1985 a agosto de 1993 tendo o pluviômetro Fragosos, como variável dependente, sendo descritos sequencialmente nos pontos de cor verde na Figura 5.

Com o intuito de verificar a homogeneidade entre os pluviômetros, fez-se a análise da consistência empregando-se a metodologia da Dupla Massa, descrita por Tucci (2001). Este procedimento consiste em selecionar os postos de uma região e plotar num gráfico cartesiano os valores acumulados do posto de referência em relação à média acumulada dos postos da região. Nesse caso, haverá consistência quando houver uma tendência linear entre as análises, sendo avaliada pelo ajuste da equação da reta e pelo coeficiente de determinação (r^2). Os gráficos foram elaborados no *Microsoft Excel 2010®* e no *software Statistica 12®*. Buriol *et al.* (2006), Oliveira *et al.*, (2010) e Chechi *et al.* (2013) utilizaram este mesmo método quando realizaram a comparação entre os acumulados de precipitação entre postos pluviométricos.

Para melhor estruturar a série histórica dos dados pluviométricos da região de Joinville, foram testados quatro métodos de preenchimento de falhas, sendo que todos foram descritos por Tucci (2001). Os resultados dos métodos foram compilados no *Microsoft Excel 2010®*, onde também foram gerados médias, desvio padrão e o desvio relativo (razão entre o desvio absoluto e o valor verdadeiro) dos dados preenchidos, que é adotado como forma de avaliação do melhor método, pois quanto menor o desvio relativo, mais próximo do real o valor preenchido estará.

A seguir, estão descritos os métodos de preenchimento de falhas:

- Método de Ponderação Regional (PR): Neste método, são selecionados pelo menos 3 postos que possuam, no mínimo, 10 anos de dados e que se localizem em uma região climática semelhante ao posto a ser preenchido. A equação utilizada foi:

$$y = \frac{1}{3} \left(\frac{x_1}{x_{m1}} + \frac{x_2}{x_{m2}} + \frac{x_3}{x_{m3}} \right) y_m \quad (1)$$

Sendo y = precipitação do posto a ser estimada; x_1, x_2, x_3 = precipitações correspondentes ao ano que se deseja preencher, observadas em 3 estações vizinhas; y_m = a precipitação média do posto y ; e x_{m1}, x_{m2}, x_{m3} = precipitações médias das 3 estações circunvizinhas.

- Método de Regressão Linear Simples (RLS) e Múltipla (RLM): É um método mais aprimorado de preenchimento de falhas. Na regressão simples, as precipitações de um posto com falhas e de um posto vizinho são relacionadas. Foi utilizado o *software Statistica 12®* para a confecção dos gráficos de regressão linear que geraram as equações de regressão e os

coeficientes de correlação (r). As análises foram conduzidas adotando-se um nível de significância (α) de 5% para rejeitar a hipótese nula.

Na regressão múltipla, as informações pluviométricas do posto Y são correlacionadas com as correspondentes observações de vários postos vizinhos, através da equação 2:

$$y_c = x_{1i} + a_1 x_{2i} + \dots + a_{n-1} x_{ni} + a_n \quad (2)$$

Onde n = o número de postos considerados, $a_0, a_1, \dots, a_n$ = os coeficientes a serem estimados e $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}$ = as observações correspondentes registradas nos postos vizinhos. Uma outra alternativa pode ser a relação potencial representada pela Equação 3:

$$y_{ci} = a_0 \cdot x_{1i}^{a_1} \cdot x_{2i}^{a_2} \cdot x_{3i}^{a_3} \dots x_{ni}^{a_n} \quad (3)$$

- **Ponderação Regional com Base em Regressões Lineares (PRBRL):** Este método consiste em estabelecer regressões lineares entre o posto com dados a serem preenchidos, Y, e cada um dos postos vizinhos, X1, X2, ..., Xn. De cada uma das regressões lineares efetuadas obtém-se o coeficiente de correlação r , e estabelecem-se fatores de peso, um para cada posto. A Equação 4 representa esta função.

$$W_{xj} = r_{yxj} / (r_{yx1} + r_{yx2} + \dots + r_{yxn}) \quad (4)$$

Sendo W_{xj} = o fator de peso entre os postos Y e X_j , r_{yxj} = o coeficiente de correlação entre os postos citados e n = o número total de postos vizinhos considerados. A soma de todos os fatores de peso deve ser a unidade. O valor a preencher no posto Y é obtido, usando-se a Equação 5.

$$y_c = x_1 W_{x1} + x_2 W_{x2} + \dots + x_n W_{xn} \quad (5)$$

4.3. Análise Geoestatística

4.3.1. Rede de pluviômetros

Foram utilizados dados de 42 postos pluviométricos localizados na região de Joinville (Tabela 3 e Figura 6) e utilizados no trabalho de Mello *et al.* (2013) para caracterizar a distribuição pluviométrica no município de Joinville. Neste contexto, os dados compreendem a média anual de 56 anos (1953 a 2008) e mensal de 10 anos (1980 a 1989).

Tabela 3- Estações pluviométricas utilizadas no mapeamento geoestatístico.

Estação	Código	Nome	Município	Eixo X	Eixo Y	Período de dados	Altitude (m)
1	2648021	Água Azul	Joinville	703035	7094987	1952-1968	200
2	2648034	Estrada dos Morros	Joinville	701954	7095127	1987...	119
3	2648005	Joinville	Joinville	714599	7089259	1952-1989	7
4	2648014	Joinville (RVPSC)	Joinville	714919	7086852	1939...	6
5	2648033	Pirabeiraba	Joinville	705878	7102700	1987-2006	43
6	2649060	Primeiro salto Cubatão	Joinville	691713	7098946	1981...	790
7	2649014	Rio do Julio	Joinville	688023	7093367	1946-1971	100
8	2649042	Segundo salto Cubatão	Joinville	691488	7102551	1949-1972	810
9	2649036	Quiriri	Joinville	699932	7109811	1955-1967	90
10	0663	Univille	Joinville	714061	7094534	1995...	11
11	2649022	Campo Alegre 1	Campo Alegre	674904	7108325	1948-1968	870
12	2649057	Campo Alegre	Campo Alegre	672493	7102479	1976-2000	819
13	2649011	Bateias de Baixo	Campo Alegre	673336	7115733	1942-1967	800
14	2648027	Garuva	Garuva	715084	7118559	1976-2006	80
15	2649012	Rio Jaraguá	Jaraguá do Sul	690562	7068089	1961-2006	30
16	2649037	Jaraguá do Sul	Jaraguá do Sul	690695	7071442	1942-2006	30
17	2649068	Schroeder	Schroeder	693118	7074177	1987-2006	29
18	2648013	São Francisco do Sul	São Francisco do Sul	736339	7094422	1928-1988	45
19	2648004	Guaramirim	Guaramirim	704319	7070955	1952-1968	20
20	2649047	Colônia Padre Paulo	Agudos do Sul	669952	7112084	1975-1993	820
21	2549008	Vossoroca	Tijucas do Sul	692084	7143172	1948-2000	805
22	2549038	Ribeirão do Mel	Tijucas do Sul	690306	7135811	1974-1993	889
23	2549027	Salto Baraça	Tijucas do Sul	673555	7132349	1957-1981	920
24	2549063	Rincão	Tijucas do Sul	685451	7146960	1975-2010	913
25	2548020	Pedra Branca do Araraquara	Guaratuba	711840	7124399	1962-2010	150
26	2548035	Morro Grande	Guaratuba	730265	7127782	1972-2000	15
27	2548051	Cubatão	Guaratuba	725509	7142642	1974-1997	12
28	2548053	Guaratuba	Guaratuba	742088	7134959	1974-2010	20
29	2548076	UEH Cubatão - Canal de Fuga	Guaratuba	720495	7142727	1996-2010	10
30	2649018	Fragosos	Piên	661577	7106682	1967-2011	790
31	2548052	Ilha do Rio Claro	São José dos Pinhais	708107	7143360	1974-2011	237
32	2549062	Mandirituba	Mandirituba	667966	7147964	1974-2011	920
33	2549061	Quitandinha	Quitandinha	650276	7138361	1975-2011	820
34	2549003	Rio da Várzea dos Lima	Quitandinha	661851	7128806	1940-2011	810
35	2648006	Itapocu	Araquari	727449	7059521	1952-1968	7
36	2648007	Guamiranga	Araquari	710956	7067193	1952-1968	13
37	2648009	Jacu	Araquari	722651	7070689	1952-1968	11
38	2648028	Ponte SC - 301	Araquari	716342	7072829	1977-2012	8
39	2648020	Itapuco 2	Araquari	727201	7060080	1976-2012	3
40	2649013	Corupá	Corupá	670281	7076232	1945-2012	200
41	2649064	Rio Novo	Corupá	666450	7077852	1984-2012	800
42	2649033	Rio Natal (RVPSC)	São Bento do Sul	669665	7086274	1939-1984	300

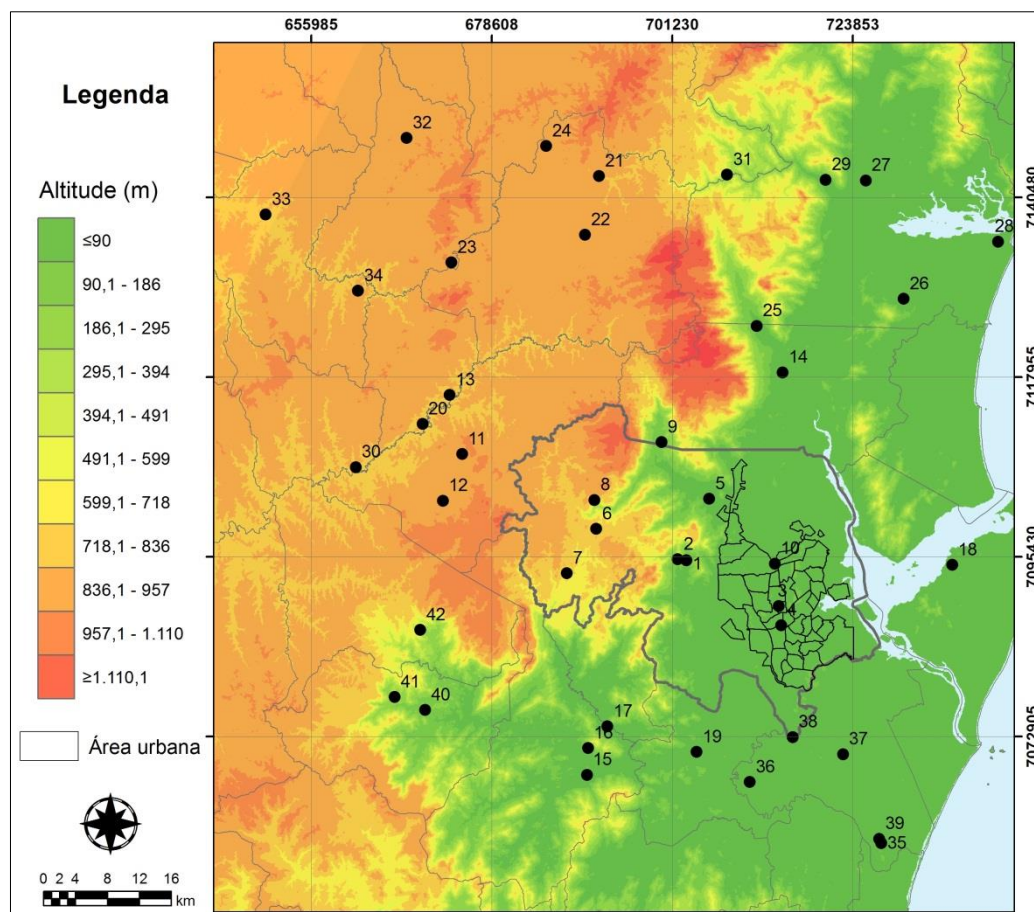


Figura 6- Localização dos pluviômetros utilizados no mapeamento geoestatístico plotados sobre o mapa hipsométrico da região, destacando-se o município de Joinville e sua área urbana. Fonte: ANA, IBGE e Nasa. Elaborado por: Yara de Mello, 2015.

4.3.2. Análise dos dados pluviométricos

A análise exploratória dos dados possibilita a identificação de valores discrepantes e a forma da distribuição da variável. Realizou-se a distribuição de frequência utilizando-se o cálculo $5[\text{Log}_{10}(N)]$ para determinar o número de classes, o intervalo de classes foi definido por $[\text{Valor máximo} - (\text{Valor mínimo} - 1)]/\text{Número de classes}$. A partir disso, foram analisadas medidas de tendência e de dispersão da amostra (Vieira, 1980; Assis, 1996). As ferramentas de análise exploratória não permitem descrever a variabilidade espacial dos dados, pois elas não incorporam a informação espacial.

Posteriormente com o intuito de testar a homogeneidade das variáveis fez-se a análise de consistência através do Método de Dupla Massa descrito por Tucci (2001). Este procedimento consiste em selecionar os postos de uma região e plotar num gráfico cartesiano os valores acumulados do posto de referência em relação à média acumulada dos postos da região. Haverá consistência quando houver uma tendência linear entre as análises, sendo avaliada pelo ajuste da equação da reta e pelo Coeficiente de Determinação (r^2).

Desta forma, foi utilizada a divisão por localidade geográfica dos pluviômetros, sendo elas: A) planície costeira (38,1% dos pluviômetros); B) proximidades da frente da escarpa da Serra do Mar (16,66% dos pluviômetros); C) escarpa da Serra do Mar (16,66% dos pluviômetros), e D) planalto (28,58% dos pluviômetros).

Foi selecionado um pluviômetro de referência, que possuía a maior série de dados sem falhas por compartimentação topográfica, para ser comparado aos outros pluviômetros da localidade, formando o grupo da região. A divisão dos grupos por compartimentação topográfica está descrita em Mello *et al.* (2013). Toda a organização dos dados, cálculos e gráficos foram efetuados no *Microsoft Excel 2010®*, *Statistica 8®* e *Minitab 17®*.

4.3.3. Semivariograma

Para a utilização do método de krigagem e cokrigagem, o semivariograma ou variograma é a ferramenta básica, pois permite analisar, quantitativamente, a variação de um fenômeno regionalizado. As propriedades típicas de um variograma analisadas foram: alcance (a), efeito pepita (C_0), variância estrutural (C) e patamar ($C_0 + C$). Foram utilizados, nesta pesquisa, os modelos teóricos de variogramas com patamar esférico, exponencial e gaussiano. Através da análise do semivariograma, é possível perceber se o fenômeno é isotrópico (a função variograma não muda com a direção) ou anisotrópico (a função variograma se altera com a direção). Desta forma, a covariância foi calculada em quatro direções horizontais: 0°, 45°, 90° e 135° (ANDRIOTTI, 2003; CARVALHO *et al.*, 2004; VIOLA *et al.*, 2010; LELLIS *et al.*, 2011; WANDERLEY *et al.*, 2012; YAMAMOTO *et al.*, 2013).

Foi verificado o Índice de Dependência Espacial (IDE) descrito por Cambardella *et al.* (1994) *apud* Caram (2007). Este índice determina faixas de dependência espacial entre os componentes da amostra e permite calcular o grau de dependência em função da relação entre o efeito pepita (C_0) e o patamar ($C_0 + C$). O IDE é descrito pela Equação 6.

$$IDE = \frac{C_0}{C_0 + C} \times 100 \quad (6)$$

- IDE $\leq$ 25% - forte dependência espacial;
- IDE entre 25% e 75% - moderada dependência espacial;
- IDE $\geq$ 75% - fraca dependência espacial;
- IDE = 100% - variável independente espacialmente (efeito pepita puro).

A análise do semivariograma foi realizada no *software ArcMap 10.2.2®* através da extensão *Geostatistical Analyst*.

4.3.4. Krigagem e Cokrigagem

Após verificar a dependência espacial da amostra através do semivariograma, é possível estimar valores de precipitação para os locais não amostrados dentro da área de análise através da técnica de krigagem. Estimativas geoestatísticas são, muitas vezes, superiores aos demais métodos de interpolação, justamente pela utilização da função variograma, que depende da existência ou não do efeito pepita, da amplitude e da presença de anisotropia (ALVARES, 2011; WANDERLEY *et al.*, 2012; YAMAMOTO *et al.*, 2013).

Portanto, foi selecionada, para esta pesquisa, a krigagem ordinária, por ser o método mais utilizado devido a sua simplicidade e aos resultados que proporciona. Utilizaram-se os valores de erro (diferença entre valor medido e previsto) para gerar o mapa de resíduos pelo método do Inverso do Quadrado da Distância (IQD) (ANDRIOTTI, 2003; YAMAMOTO *et al.*, 2013).

A cokrigagem é uma técnica pela qual se pode estimar diversas variáveis regionalizadas em conjunto, baseada na correlação espacial entre si. É fundamental, para sua utilização, a verificação da correlação existente entre a variável primária e as variáveis secundárias (YAMAMOTO *et al.*, 2013).

Neste trabalho, foi utilizado a cokrigagem ordinária com os dados de precipitação e os dados de altitude das 42 estações e de mais 30 amostras inseridas na área de estudo e selecionadas às altitudes através do *raster* de elevação¹ para dar a heterotopia parcial ao conjunto de dados.

Toda a análise foi realizada no *ArcMap* 10.2.2 e a técnica de validação cruzada foi utilizada para definir o melhor ajuste de modelo. Os mapas de krigagem, cokrigagem e IQD foram elaborados com base digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Comitê Cubatão Cachoeira (CCJ) e *raster* SRTM da Nasa, utilizando a projeção UTM (zona 22 sul) e Datum Sirgas 2000. A escala numérica utilizada foi 1: 250.000.

4.4. Distribuição de probabilidade gama

4.4.1. Série histórica analisada e o preenchimento das falhas pluviométricas

Os pluviômetros utilizados no mapeamento geoestatístico (Tabela 3 e Figura 6) compreendem uma área de estudo mais abrangente que o perímetro municipal de Joinville, devido ao objetivo de não extrapolar a interpolação. Isto possibilita ampliar a área da pesquisa no estudo da distribuição de probabilidade, representando uma área de, aproximadamente, 90 km no sentido E-W e N-S, na qual estão inseridos 42 pluviômetros em região de planalto, serra e planície, distribuídos entre dez municípios do NE do Estado de Santa Catarina e sete municípios do SE do Estado do Paraná.

¹ Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

O período de dados mensais analisado foi de 1979 a 2008 nos 42 pluviômetros, resultando em um total de 15.120 dados de precipitação. Em seguida, foram preenchidas as falhas nos registros da série histórica utilizando os métodos mais apropriados, segundo os resultados do subitem 4.2. da Metodologia.

4.4.2. Distribuição de probabilidade gama e teste de aderência

Foi realizada a análise da distribuição de probabilidade mensal para cada uma das compartimentações topográficas (planície, frente da serra, escarpa da serra e planalto) separadamente e para a média geral. A distribuição teórica de probabilidade utilizada para o ajuste dos totais de chuva mensal foi a distribuição gama.

Uma rotina computacional no *software Maple®* foi elaborada para desenvolver a análise da distribuição de probabilidade da amostra de dados, com base na metodologia estatística de Assis *et al.* (1996). A função densidade de probabilidade utilizada tem a forma da Equação 7.

$$f(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)\beta^\gamma} X^{\gamma-1} e^{-\frac{X}{\beta}} \quad (7)$$

Os parâmetros γ e β foram estimados a partir do método da máxima verossimilhança, dados pelas equações 8 e 9, respectivamente.

$$\gamma = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad (8)$$

$$\beta = \bar{X}/\gamma \quad (9)$$

O teste utilizado para analisar se a distribuição de probabilidade gama se ajustou bem ao conjunto de dados sob análise foi o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S), ao nível de significância de 5%. Este teste confronta duas distribuições de probabilidade acumuladas, a teórica e a empírica. Os parâmetros da distribuição teórica foram estimados a partir do método iterativo de máxima verossimilhança, sendo determinados pelas Equações 10 e 11.

$$\beta = \bar{X} - \frac{\sum X_i e^{-X_i/\beta}}{\sum e^{-X_i/\beta}} \quad (10)$$

$$\alpha = -\beta \text{Log} \left[\frac{\sum e^{-X_i/\beta}}{N} \right] \quad (11)$$

Foram calculadas as precipitações mínimas mensais para os níveis de probabilidade de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 e 90%.

4.5. Análise dos dados de leptospirose

4.5.1. Contexto nacional

Primeiramente, foi realizada uma análise da incidência de leptospirose a nível nacional com o objetivo de comparar os dados do município de Joinville com o contexto brasileiro. Desta forma, foi selecionado o número de casos de leptospirose por Estado brasileiro no período de 2001 a 2012, disponível no site (<<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?idb2012/d0117.def>>), que é a fonte digital de dados do SINAN (Sistema de Informação Nacional de Agravos de Notificação) para leptospirose.

Posteriormente, foi realizado o cálculo de projeção aritmética da população para os anos em que não houve recenseamento (IBGE, 2015b). A partir disso foi gerada a incidência (casos/100.000 hab.) de leptospirose para os Estados e Regiões do Brasil. As Equações 12 e 13 foram utilizadas para calcular a projeção aritmética da população.

$$P_t = P_0 + K_a * (t - t_0) \quad (12)$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0} \quad (13)$$

- P_0, P_1, P_2 = populações nos anos t_0, t_1, t_2 ;
- P_t = população estimada no ano t (hab.);
- K_a = coeficiente de crescimento.

Foi elaborado um mapa no *software ArcGis®* com a incidência média de leptospirose para o período completo de análise no território nacional.

4.5.2. Contexto municipal de Joinville

Foram utilizados dados de leptospirose disponibilizados pelo Programa de Qualificação e Estruturação da Gestão do Trabalho e da Educação no SUS – PROGESUS de Joinville. Os dados compreendem o período de 1994 a 2014 e foram utilizados como categorias de análise o número de casos em relação ao bairro de moradia, sexo e faixa etária.

Realizou-se o cálculo da projeção aritmética da população para os períodos em que não houve recenseamento, conforme Equações 12 e 13, para possibilitar o cálculo de incidência.

Segundo Guimarães *et al.* (2014), a densidade populacional está entre os fatores sociodemográficos envolvidos com a gênese da leptospirose. Desta forma, efetuou-se a análise de correlação com a densidade populacional dos bairros. Além disso, devido à importância de um saneamento ambiental adequado para a saúde da população (CESA *et al.*, 2010), foi elaborado mapa, sobrepondo os casos de leptospirose sobre a região atendida pela rede coletora de esgoto na cidade.

A distribuição espacial dos dados foi avaliada por meio do mapeamento dos casos de leptospirose e pela estimação de densidade de *Kernel*, no *software ArcGis®*. A ferramenta densidade *Kernel* (núcleo) possibilita calcular a densidade de pontos sobre uma unidade de área.

4.5.2.1. Análise da relação entre a precipitação e o número de casos de leptospirose

Através do *software Statistica®* foi realizada análise da correlação entre os dados de precipitação e o número de casos de leptospirose no período disponível (1994 a 2014), objetivando analisar o grau de associação entre as variáveis, medido através do coeficiente de correlação (r).

Os dados de precipitação utilizados foram do pluviômetro da Estação Meteorológica da Univille (0663) e do pluviômetro Joinville - RVPSC (2648014), localizados na planície; do pluviômetro Estrada dos Morros (2648034), localizado nas proximidades da frente da serra e da média dos pluviômetros da planície e dos pluviômetros das proximidades da frente da serra.

Foi realizada correlação dos dados anuais e mensais para o período de 1994 a 2014. E selecionado três anos (1995, 1998 e 2008) com maior ocorrência de leptospirose, para efetuar a correlação dos dados mensais do ano, e dos dados diários, dos meses com maiores volumes de chuva. A associação dos dados de chuva e leptospirose foi analisada referente ao mês do início dos sintomas e mês anterior (para os dados de chuva), devido ao período de incubação variar entre 1 e 30 dias (GUIA BRASILEIRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, 2006).

Com o propósito de relacionar a distribuição dos casos de leptospirose com a distribuição de precipitação na cidade de Joinville, elaborou-se mapa contendo a sobreposição dos eventos de leptospirose, dos anos de 1995, 1998 e 2008, sobre a superfície interpolada pelo método de krigagem (semivariograma esférico) de precipitação total anual no *software ArcGis®*.

Através de dados de ocorrência de inundações, disponibilizados pela Defesa Civil de Joinville, referentes ao período de 2010 a 2015, foi realizada análise dos locais com maior concentração de inundações para comparar com os casos de leptospirose.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação dos métodos de preenchimento de falhas pluviométricas

A Figura 7 apresenta as curvas de dupla massa de cada variável dependente em relação à média dos pluviômetros da região, utilizados no preenchimento de falhas no período correspondente, sendo as variáveis dependentes as estações: Estrada dos Morros (junho de 1987 a junho de 1996); Garuva (junho de 1997 a junho de 2006); Campo Alegre (agosto de 1976 a agosto de 1984) e Fragosos (agosto de 1985 a agosto de 1993).

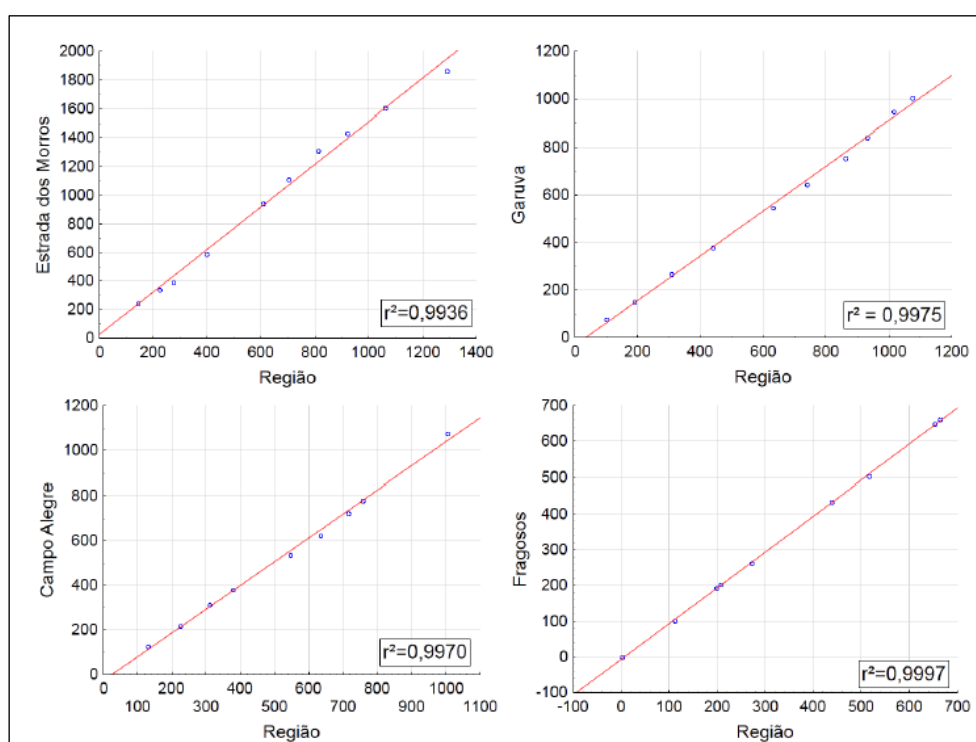


Figura 7- Gráficos de regressão das precipitações mensais acumuladas para as variáveis dependentes (pluviômetros de referência/eixo y) e variáveis independentes (pluviômetros da região/eixo x). Elaborado por: Yara de Mello, 2015.

Através da Figura 7, é possível observar os coeficientes de determinação (r^2) entre as variáveis analisadas e perceber que todos se classificaram como muito altos, portanto, considerados homogêneos (BURIOL *et al.*, 2006).

Para verificar qual o melhor método de preenchimento de falhas pluviométricas, foi realizado um total de 38 testes para cada um dos métodos utilizados, os quais são a soma entre as análises das diferentes variáveis dependentes (variáveis de resposta) com as independentes (variáveis explicativas), de acordo com o período determinado.

Na análise 1, foi utilizado o pluviômetro Estrada dos Morros como variável dependente para preencher as falhas de junho de 1987 a junho de 1996 do Grupo 1 e as demais estações descritas na Tabela 1 como as variáveis independentes.

Desta forma, na Tabela 4, pode-se observar o resultado do preenchimento de falhas de cada método em relação ao dado real, ou seja, o dado verdadeiro que foi utilizado como base de comparação para selecionar o melhor método. Em cinza escuro, estão destacados os resultados mais próximos do real segundo cada método, os quais apresentaram, também, os menores desvios relativos, tendo se destacado o método de R.L.M. com quatro valores mais próximos.

Tabela 4- Dados preenchidos mensais de precipitação de junho de 1987 a junho de 1996 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Estrada dos Morros X Garuva, R.L.S.2 = Estrada dos Morros X Pirabeiraba e R.L.S.3 = Estrada dos Morros X Primeiro Salto Cubatão.

Ano	Dado real	P.R.	R.L.S.1	R.L.S.2	R.L.S.3	R.L.M.	P.R.B.R.L
1987	241,6	183,4	89,6	122,7	140,8	192,3	147,2
1988	97,1	102,8	76,6	90,1	75,5	129,8	81,8
1989	52,5	63,7	72,3	41,3	71,8	71,9	49,2
1990	198,6	155,7	77,2	102,4	153,4	214,3	131,1
1991	353,5	262,0	95,4	177,3	202,4	304,8	215,7
1992	170	124,8	79,8	115,4	77,3	156,9	99,5
1993	196,8	139,6	86,1	93,5	106,1	131,9	109,2
1994	122,8	140,8	83,4	96,3	113,6	150,9	112,3
1995	168,2	178,8	93,3	103,6	140,8	154,0	140,4
1996	261,5	292,2	104,9	205,8	195,1	308,3	236,3

Na análise 2, foi utilizado o pluviômetro Garuva como variável dependente e os demais pluviômetros relacionados na Tabela 1 como variáveis independentes para preencher as falhas de junho de 1997 a junho de 2006 do Grupo 1. Na Tabela 5, pode-se observar o resultado do preenchimento de falhas desta análise, tendo destaque o método da R.L.M., com seis aproximações do dado verdadeiro.

Na análise 3, foi utilizado o pluviômetro Campo Alegre como variável dependente para preencher as falhas de agosto de 1976 a agosto de 1984 do Grupo 2 e os demais pluviômetros descritos na Tabela 2 como variáveis independentes. Novamente, o método de R.L.M. é o que mais vezes se aproximou do dado verdadeiro, cinco vezes, conforme Tabela 6.

Tabela 5- Dados preenchidos mensais de precipitação de junho de 1997 a junho de 2006 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Garuva X Estrada dos Morros, R.L.S.2 = Garuva X Pirabeiraba e R.L.S.3 = Garuva X Primeiro Salto Cubatão.

Ano	Dado real	P.R.	R.L.S.1	R.L.S.2	R.L.S.3	R.L.M.	P.R.B.R.L
1997	76,4	75,6	167,9	88,2	168,0	84,2	100,1
1998	72,1	65,6	150,3	79,6	138,4	77,9	86,7
1999	118	89,1	149,2	129,5	214,3	112,3	118,8
2000	111,5	99,2	213,2	162,1	176,4	101,1	130,6
2001	169,4	146,3	254,1	251,2	301,3	151,5	194,1
2002	97,4	81,4	173,8	113,6	166,9	91,0	107,6
2003	110,2	92,0	182,1	128,5	201,4	102,3	122,0
2004	88	52,5	105,5	58,4	130,3	78,0	70,0
2005	104,7	63,0	150,1	89,2	113,7	75,2	82,8
2006	54,5	44,3	112,3	48,9	89,0	63,8	58,3

Tabela 6- Dados preenchidos mensais de precipitação de agosto de 1976 a agosto de 1984 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Campo Alegre X Colônia Padre Paulo, R.L.S.2 = Campo Alegre X Fragosos e R.L.S.3 = Campo Alegre X Rio da Várzea dos Lima.

Ano	Dado real	P.R.	R.L.S.1	R.L.S.2	R.L.S.3	R.L.M.	P.R.B.R.L
1976	126,8	133,9	117,8	117,2	137,3	133,9	130,1
1977	91,2	96,0	83,9	78,6	111,5	89,7	93,4
1978	93,8	89,0	64,0	75,6	117,1	75,4	86,7
1979	69,6	69,4	63,8	64,5	75,3	68,7	67,4
1980	155,4	170,2	125,8	146,2	197,2	156,2	165,7
1981	87,8	90,8	88,0	80,4	90,9	93,4	88,2
1982	98,8	84,2	80,9	82,7	77,7	90,3	81,7
1983	57,4	44,6	63,8	35,8	38,2	51,7	43,2
1984	295,6	256,1	241,0	219,4	229,5	272,1	248,7

Na análise 4, foi utilizado o pluviômetro Fragosos como variável dependente e os demais pluviômetros descritos na Tabela 2 como as variáveis independentes para preencher as falhas de agosto de 1985 a agosto de 1996 do Grupo 2. Neste caso, houve uma igualdade nos resultados entre os métodos de P.R., R.L.S.3, R.L.M. e P.R.B.R.L., com duas aproximações, como é possível observar na Tabela 7.

Desta forma, o método estatístico que apresentou os melhores resultados foi a regressão linear múltipla, tendo o resultado mais próximo do real 17 vezes e um desvio relativo médio de 14,4%, seguido pela ponderação regional, em 8 vezes e um desvio médio relativo de 20%, e a ponderação regional com base em regressões lineares em 7 vezes, com um desvio médio relativo de 21,3%.

Estas análises confirmaram que o método utilizado mais sofisticado estatisticamente é, realmente, o que apresenta os melhores resultados. Porém, nem sempre existem dados disponíveis no

mesmo período, em mais do que uma estação, para realizar o preenchimento de falhas, sendo a única alternativa, neste caso, a utilização da regressão linear simples.

Tabela 7- Dados preenchidos mensais de precipitação de agosto de 1985 a agosto de 1993 segundo os diferentes métodos de preenchimento de falhas em relação ao dado real. R.L.S.1 = Fragosos X Campo Alegre, R.L.S.2 = Fragosos X Colônia Padre Paulo e R.L.S.3 = Fragosos X Rio da Várzea dos Lima.

Ano	Dado real	P.R.	R.L.S.1	R.L.S.2	R.L.S.3	R.L.M.	P.R.B.R.L
1985	0,5	1,7	5,0	1,9	7,3	1,0	1,8
1986	101,6	104,7	97,8	107,9	144,5	108,3	110,2
1987	89,7	80,8	97,2	73,6	103,3	80,7	85,3
1988	10	9,7	14,1	11,8	14,4	9,1	10,2
1989	60,4	60,6	62,0	77,5	65,1	61,4	63,5
1990	170,7	159,2	182,0	175,5	169,7	159,6	167,2
1991	70,7	74,4	93,2	78,3	80,1	73,4	78,2
1992	145,5	130,2	152,8	130,3	151,5	130,3	137,1
1993	13,6	10,2	13,0	10,4	18,7	9,8	10,8

No trabalho de Oliveira *et al.* (2010) foram utilizados alguns métodos de preenchimento de falhas semelhantes a este trabalho, no qual a R.L.M. também apresentou os melhores resultados no preenchimento de falhas pluviométricas anuais. Posteriormente, os melhores resultados foram obtidos, sequencialmente, com os métodos de vetor regional combinado com a regressão potencial múltipla, ponderação regional, vetor regional combinado com a regressão linear múltipla, regressão potencial múltipla, ponderação regional com base em regressões lineares, vetor regional combinado com a ponderação regional, por fim, vetor regional. Esta análise foi realizada a partir de seis estações pluviométricas, localizadas na região central do Estado de Goiás.

Fernandez (2007) realizou o preenchimento de falhas mensais para dados de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média, umidade relativa e precipitação, empregando os métodos de regressão múltipla, média simples, Steurer, média de três estações, proporção normal e análise harmônica. Em geral, o método que obteve os melhores resultados no preenchimento das variáveis climáticas descritas acima, foi a R.L.M., exceto para umidade relativa do ar. A análise foi realizada a partir de treze estações, localizadas no Estado do Rio Grande do Sul.

Realizou-se o preenchimento de falhas em 2 grupos de análise devido à maior irregularidade na distribuição pluviométrica nas regiões a barlavento da Serra do Mar. Este fato se confirmou, pois os resultados mostraram que a relação entre os dados preenchidos e os dados verdadeiros foi maior no Grupo 2, onde as estações estão localizadas no planalto, sendo a média destas diferenças de apenas 7,3 mm, enquanto no Grupo 1, a média das diferenças foi de 23,8 mm. Cabe ressaltar que todos os valores de significância estatística (p) dos resultados dos testes da regressão linear simples e múltipla apresentaram-se como significativos.

5.2. Análise geoestatística da precipitação

5.2.1. Análise exploratória e homogeneidade dos dados anuais e mensais

Foi selecionada, para o mapeamento pluviométrico da região de Joinville, uma amostra (Figura 6) não probabilística de dados quantitativos contínuos, referente a um estudo observacional e retrospectivo (TRIOLA, 2008).

Na Tabela 8, é possível observar a distribuição de frequência para os dados anuais, tendo sido utilizadas 8 classes, definidos os pontos médios e as frequências (f), frequências acumuladas (fa), frequências relativas (fr) e frequências relativas acumuladas (fra).

Tabela 8- Distribuição de frequência dos totais anuais de chuva da região de Joinville (SC).

Classe	P. Médio (X)	f	fa	fr	fra
1389,8 - 1616,8	1503	10	10	24	24
1616,8 - 1843,8	1730	5	15	12	36
1843,8 - 2070,8	1957	13	28	31	67
2070,8 - 2297,8	2184	5	33	12	79
2297,8 - 2524,8	2411	5	38	12	90
2524,8 - 2751,8	2638	2	40	5	95
2751,8 - 2978,8	2865	1	41	2	98
2978,8 - 3205,8	3092	1	42	2	100
Totais		42		100	100

Na Figura 8 é possível observar o histograma de frequência (A), o polígono de frequência acumulada ou ogiva (B) e o *boxplot* (C), utilizados como apoio na visualização dos dados. Relacionando a distribuição de frequência (Tabela 8) com os gráficos de distribuição (Figura 8) é possível notar que a maior frequência de dados se encontra no ponto médio de 1.957 mm de chuva, ou seja, variando entre 1.843,8 mm e 2.070,8 mm. A maior parte da amostra, 90%, apresenta média inferior a 2.524,8 mm, ou seja, apenas 4 elementos possuem média superior a este valor, e todas estão localizadas nas proximidades da frente da escarpa da Serra do Mar. A Figura 8-C aponta a configuração de um dado discrepante, ou *outlier*, correspondente ao valor de 3.204,4 mm, ou seja, a amostra é simétrica e proveniente de uma distribuição normal.

As medidas de tendência central para o grupo anual foram: média aritmética (1.945), média aritmética dos dados agrupados (1.984), mediana (1.875) e mediana dos dados agrupados (1.949). Para os dados agrupados, a média e mediana ficaram mais próximas, mas em ambos os casos, a média, por ser maior que a mediana, indicou leve assimetria positiva.

As medidas de dispersão calculadas foram amplitude (1.815 mm), variância (170255), desvio padrão (413) e coeficiente de variação (21%). A homogeneidade dos dados foi testada através do

método de Dupla Massa que apresentou para os coeficientes de determinação (r^2) ótimos resultados, conforme Figura 9, onde estão representados os gráficos de regressão relacionando os dados de chuvas da estação de referência para cada compartimentação topográfica (variável dependente) e os outros postos da região (variável independente).

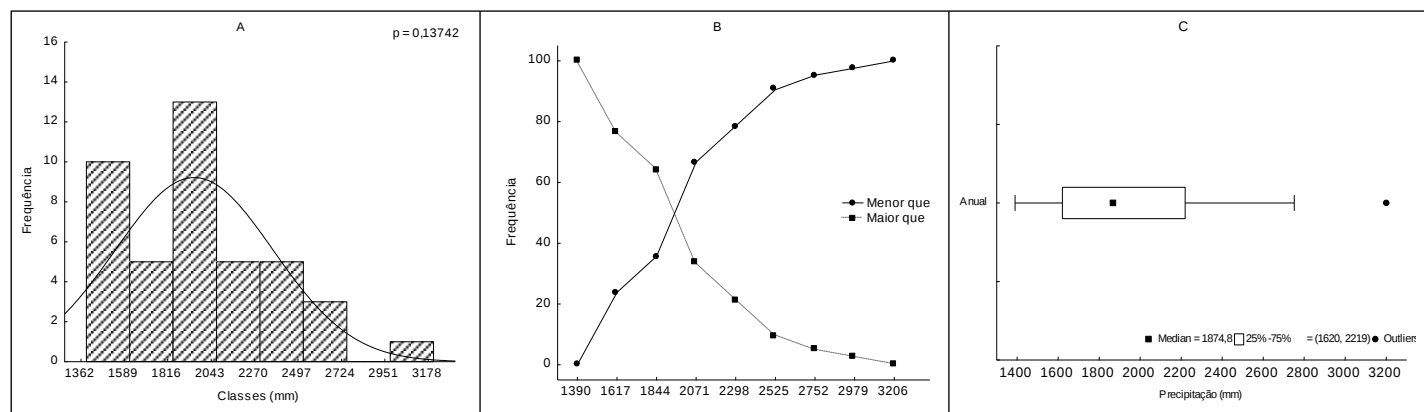


Figura 8- Gráficos de distribuição dos dados anuais: histograma de frequência (A); polígono de frequência acumulada ou ogiva indicando os eventos menores ou iguais a determinada frequência na forma ascendente e os eventos maiores ou iguais a determinada frequência na forma descendente (B) e *boxplot* (C) .

A Tabela 9 apresenta a distribuição de frequência para os dados mensais. Observa-se uma concentração de dados entre a segunda e a quarta classe, ou seja, entre 122,3 mm e 194,3 mm de chuva.

Através dos gráficos A, B e C da Figura 10 e da Tabela 9, nota-se o mesmo padrão dos dados anuais, com 90% da amostra localizada até a quinta classe e média mensal máxima de 218,3 mm. As estações com maiores índices pluviométricos foram as mesmas dos dados anuais, sendo elas, respectivamente, Estrada dos Morros, Garuva, Cubatão e Pedra Branca do Araraquara, ambas localizadas nas proximidades da serra. A análise de frequência é importante para se obter uma noção da distribuição dos valores da amostra e de sua localização no espaço.

As medidas de tendência central calculadas para o grupo mensal foram média aritmética (168), média aritmética dos dados agrupados (169), mediana (166), mediana dos dados agrupados (164). Através da Figura 10-C, é possível observar a concentração de dados abaixo dos 197 mm (75%) e a mediana localizada abaixo deste valor, não havendo configuração de *outlier* e o limite superior está consideravelmente mais distante da mediana que o limite inferior em relação às classes.

As medidas de dispersão encontradas foram amplitude (185), variância (1633), desvio padrão (40) e coeficiente de variação de 24%. A homogeneidade dos dados mensais foi testada com os dados de chuva acumulados e correlacionados em gráficos de regressão linear, a partir do agrupamento segundo a compartimentação topográfica da localização dos pluviômetros (Figura 11). Foram encontrados valores estatísticos significativos, semelhantes aos dados anuais.

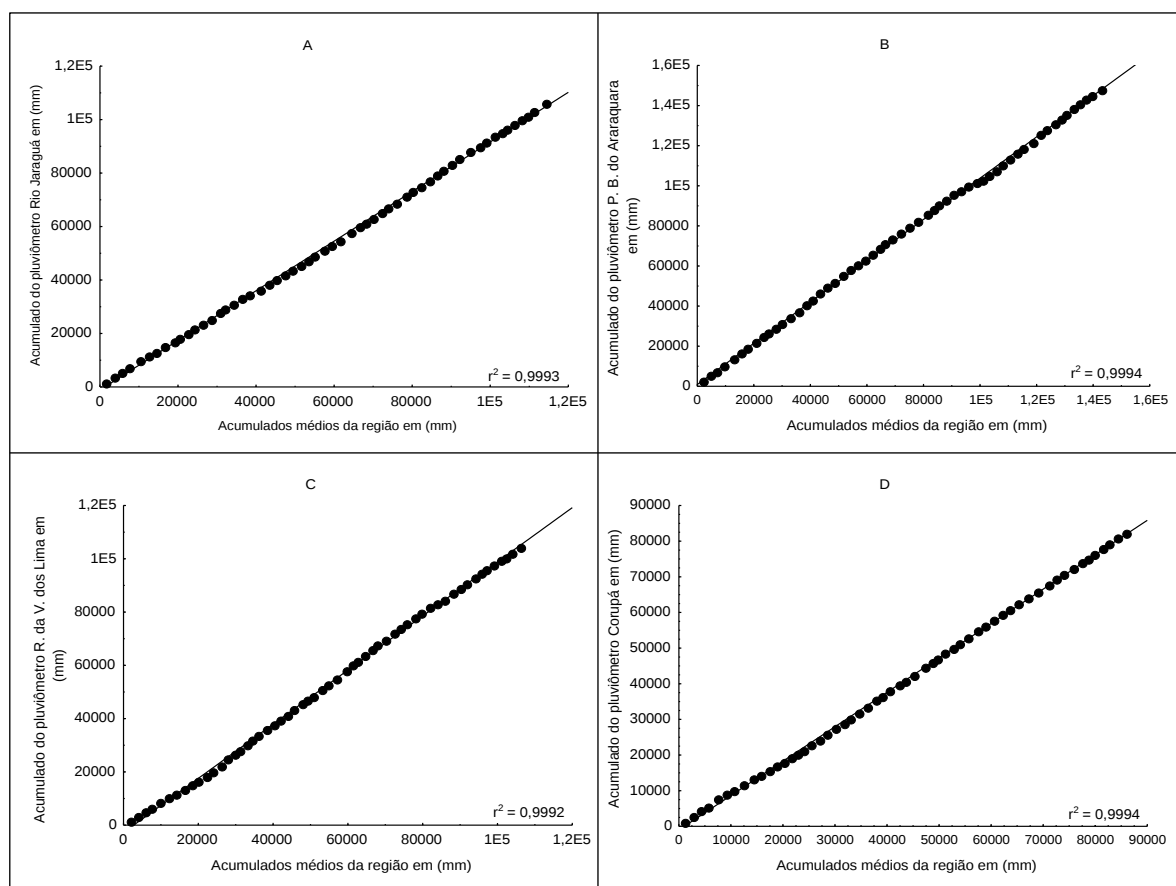


Figura 9- Regressões lineares dos dados anuais acumulados de precipitação por localidade geográfica dos pluviômetros da planície costeira (A); proximidades da frente da escarpa da Serra do Mar (B); escarpa da Serra do Mar (C) e planalto (D).

Tabela 9- Distribuição de frequência das médias mensais de chuva da região de Joinville (SC).

Classe	P. Médio (X)	f	fa	fr	f_{ra}
98,3 - 122,3	110	4	4	10	10
122,3 - 146,3	134	11	15	26	36
146,3 - 170,3	158	8	23	19	55
170,3 - 194,3	182	8	31	19	74
194,3 - 218,3	206	7	38	17	90
218,3 - 242,3	230	2	40	5	95
242,3 - 266,3	254	1	41	2	98
266,3 - 290,3	278	1	42	2	100
Totais		42		100	100

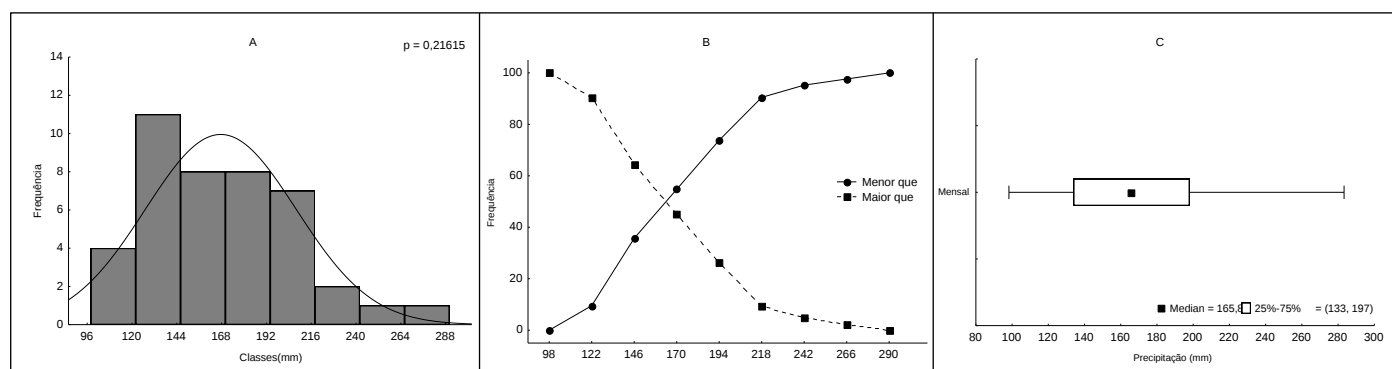


Figura 10- Gráficos de distribuição dos dados mensais: histograma de frequência (A); ogiva, indicando os eventos menores ou iguais a determinada frequência na forma ascendente e os eventos maiores ou iguais a determinada frequência na forma descendente (B) e *boxplot* (C) .

5.2.2. Análise dos semivariogramas

Foram testados os semivariogramas para diferentes modelos teóricos, o melhor resultado das superfícies anuais e mensais interpoladas por krigagem se deu com o modelo linear esférico. Os erros foram comparados através da técnica de validação cruzada, sendo que resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Caram (2007), Carvalho *et al.* (2012), Wanderley *et al.* (2009) e Wanderley *et al.* (2012).

A covariância calculada nas quatro direções horizontais não mostrou diferenças significativas, desta forma, o semivariograma foi considerado isotrópico. O tamanho do passo utilizado foi de 7.100 metros, e o número de passos foi de 6.

No semivariograma anual selecionado, foi utilizada a transformação *log* para uma melhor aderência da distribuição normal aos dados, sendo que a covariância negativa apareceu aos 20 km, o alcance (a) foi de 42,6 km, o que delimita o grau de homogeneização da amostra; o patamar ($C_0 + C$) foi de (0,0329), ou seja, a variância se estabilizou neste valor e, por fim, o efeito pepita (C_0) foi de 0,0006, demonstrando haver irregularidade a curtos espaçamentos. Ainda assim, o valor representou apenas 1,8% do patamar, valor expressivamente inferior a 30%, limite considerado elevado segundo Andriotti (2003). O IDE, idêntico à porcentagem da relação entre efeito pepita e patamar, foi de 1,82% representando forte dependência espacial.

Para os dados mensais, a covariância negativa apareceu aos 25 km; o alcance foi de 42,6 km, o ($C_0 + C$) foi de 965,5487 e o (C_0) teve o valor de (228,1849), representando 23,6% do patamar e forte dependência espacial.

O modelo teórico gaussiano de semivariograma apresentou os melhores resultados na interpolação anual e mensal por cokrigagem, sendo que as covariâncias e o alcance anual e mensal foram idênticos aos encontrados utilizando a krigagem. O efeito pepita para os dados anuais de precipitação representou 14,2 % do patamar e para altitude 31,2%, havendo forte e moderada

dependência espacial, respectivamente. O efeito pepita para os dados mensais de precipitação representou 58,9% do patamar e para altitude 31%, havendo moderada dependência espacial em ambos os casos.

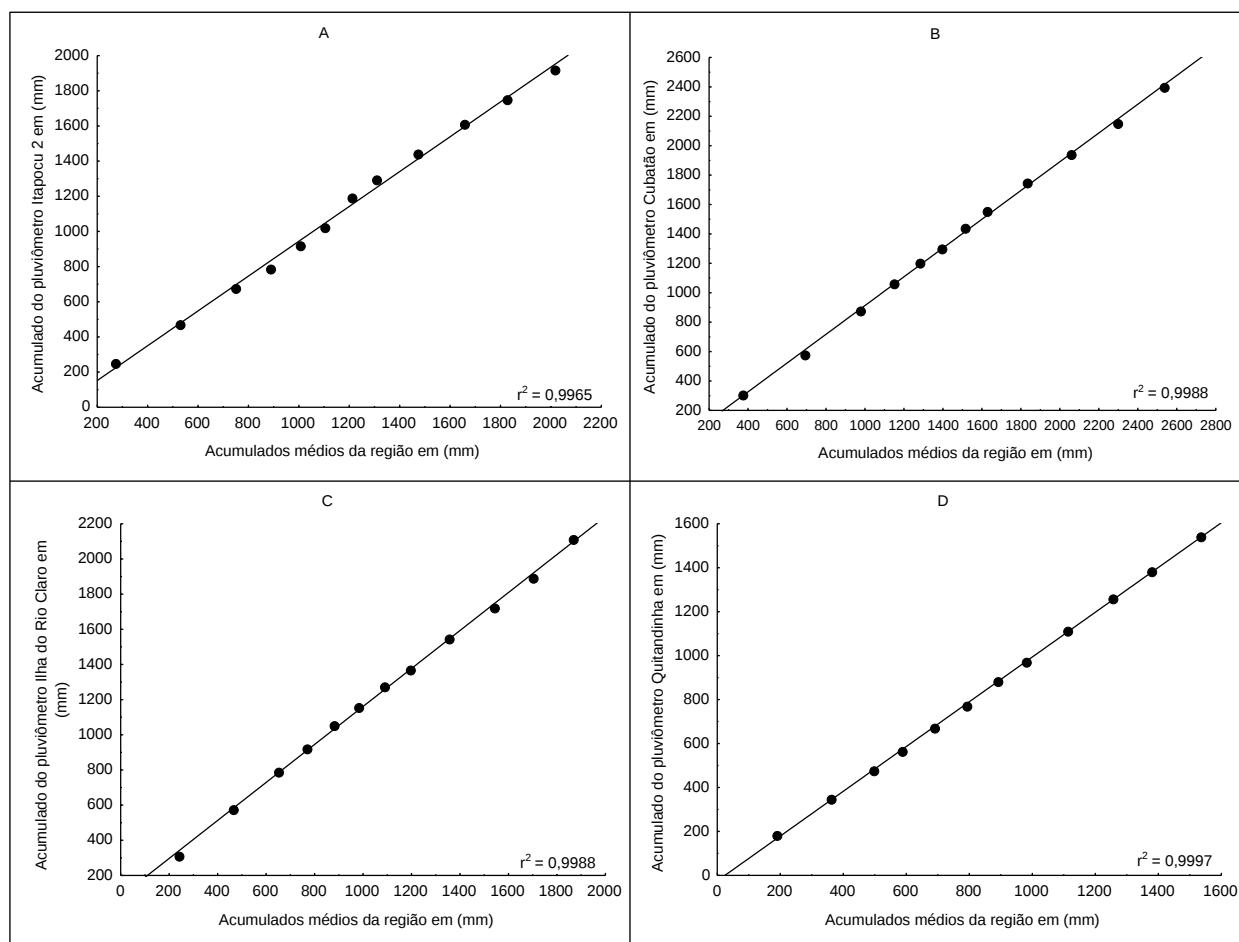


Figura 11- Regressões lineares dos dados mensais acumulados de precipitação por localidade geográfica dos pluviômetros da planície costeira (A); proximidades da frente da escarpa da Serra do Mar (B); escarpa da Serra do Mar (C) e planalto (D).

5.2.3. Superfície interpolada pelos métodos de krigagem e cokrigagem

A superfície interpolada foi maior do que a área do município de Joinville devido à localização dos pluviômetros. Desta forma, os parâmetros estatísticos da variável analisada no mapeamento são diferentes da análise exploratória da amostra. Através da análise exploratória dos dados, disponível na extensão *geostatistical analyst*, optou-se por excluir da amostra o pluviômetro “Estrada dos Morros”, com média anual de 3.204,4 mm, pois está localizado a uma distância aproximada de 1 km do posto “Estação Água Azul”, que possui média anual de 2.366,6 mm. O

pluviômetro excluído configurou-se como *outlier* nas ferramentas histograma e normal *qqplot*, além do gráfico de *boxplot* (Figura 8-C).

O modelo teórico esférico de semivariograma foi selecionado através da técnica de validação cruzada que utiliza para comparar os modelos às estatísticas de erro médio (ME), que deve ser próximo a (0), raiz quadrada do erro médio padronizado (RMSSE), que deve ser próximo a (1), erro padrão médio (ASE) e raiz quadrada do erro médio (RMSE) que devem ter os valores próximos e menores possível. A superfície anual interpolada apresentou valores de erro médio (-0,01) e raiz quadrada do erro médio padronizado (1,09). O erro padrão médio foi de 214,68 mm e a raiz quadrada do erro médio de 215,36 mm, ou seja, a previsão foi subestimada em (0,68 mm).

O mapa de precipitação anual para o município de Joinville (Figura 12 –A) elaborado pelo método de krigagem ordinária apresentou o valor mínimo de 1.604,3 mm, máximo de 2.594,2 mm, média de 2.130,1 mm e desvio padrão de 238,7 mm.

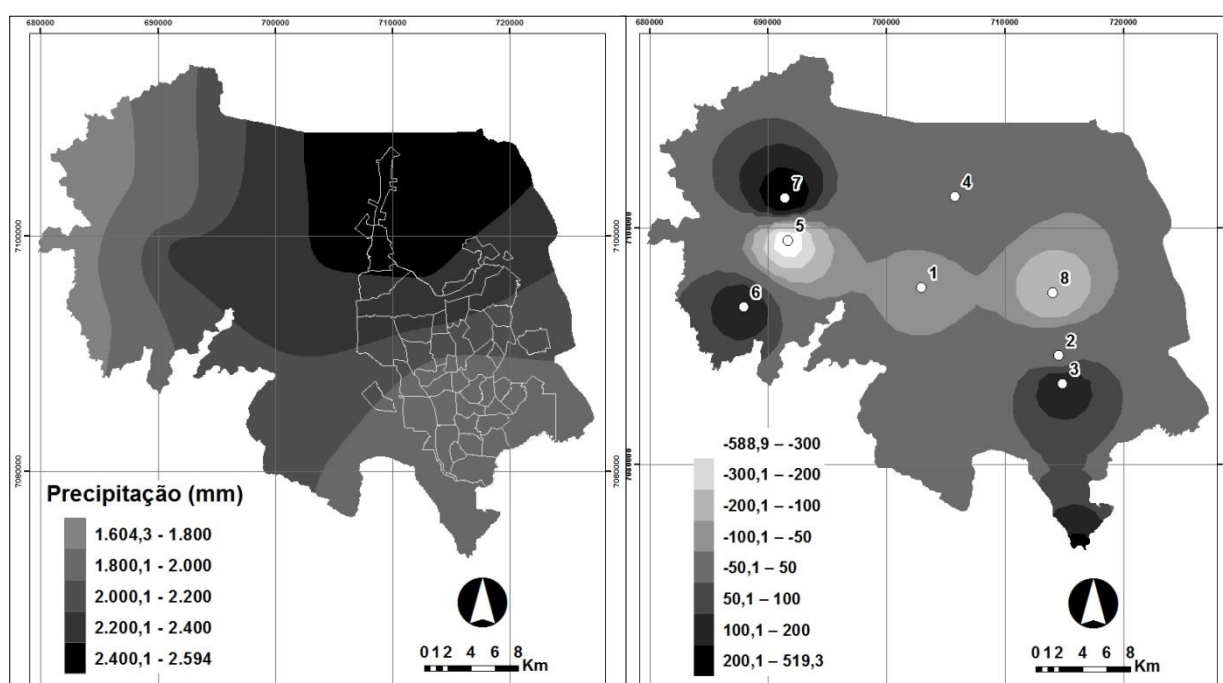


Figura 12- Superfície interpolada pelo método de krigagem ordinária de precipitação anual para o município de Joinville, à esquerda. Superfície representando os erros de estimação de precipitação anual pelo método inverso do quadrado da distância para Joinville, à direita.

A superfície de erros (Figura 12-B) para os dados anuais mostrou que a previsão em relação ao valor medido variou entre (-588,9 mm) e 519,3 mm, sendo que a faixa predominante de erros está compreendida entre (-50 mm) e 50 mm. Os valores negativos indicam que a previsão foi inferior ao valor medido e vice-versa. Estes valores se justificam porque o método interpolador tem a tendência de suavizar a previsão de acordo com os elementos próximos. Neste caso, o mapa de erros destaca os pluviômetros que não são tão homogêneos em relação à vizinhança.

O mapa de precipitação mensal para Joinville (Figura 13-A) apresentou o valor mínimo de 143,2 mm, máximo de 222,5 mm, média de 183,6 mm e desvio padrão de 18,7 mm. A superfície interpolada apresentou valores de erro médio (0,01) e raiz quadrada do erro médio padronizado (0,93). O erro padrão médio foi de 25,25 mm e a raiz quadrada do erro médio 22,49 mm, ou seja, a previsão foi superestimada em 2,76 mm.

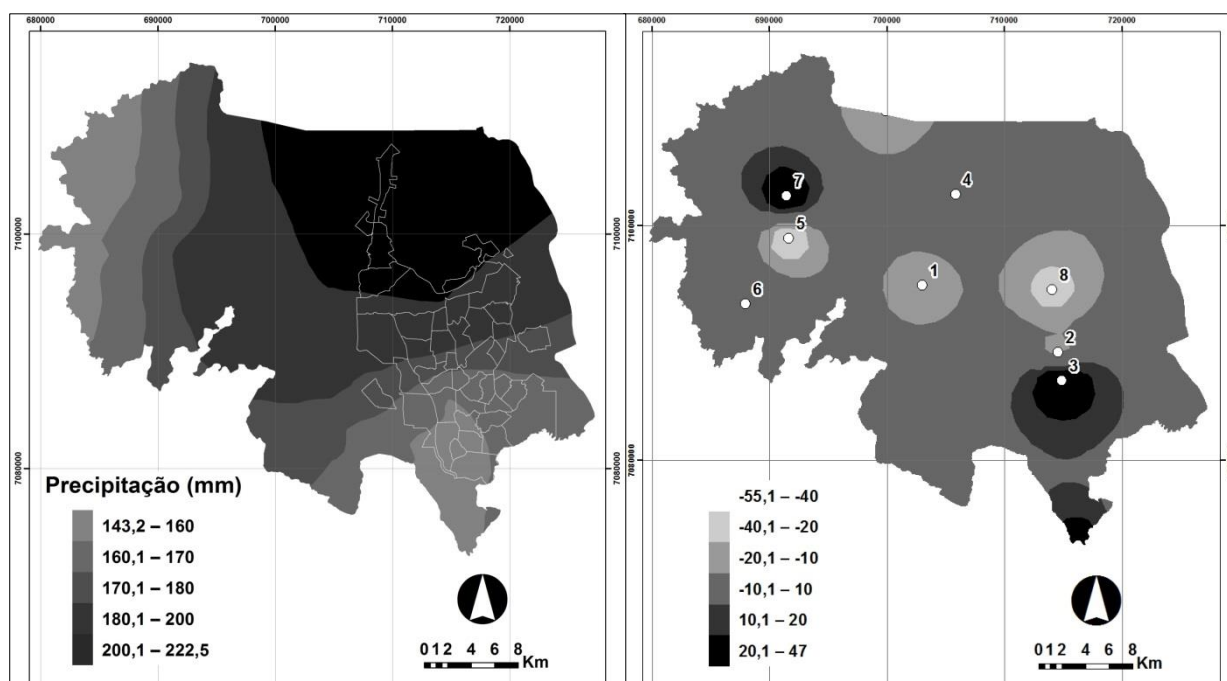


Figura 13- Superfície interpolada pelo método de krigagem ordinária de precipitação mensal para o município de Joinville, à esquerda. Superfície representando os erros de estimação de precipitação anual pelo método inverso do quadrado da distância para Joinville, à direita.

A superfície de erros (Figura 13-B) para os dados mensais indicou que os valores previstos em relação aos medidos variaram entre (-55,1 mm) a 47 mm, sendo a faixa predominante entre (-10 mm) e 10 mm. Os pluviômetros nomeados como 3 e 7 pelo *ArcMap*® apresentaram elevados erros nas superfícies de erros anuais e mensais, porém, o pluviômetro 6 apresentou apenas média anual discrepante em relação à vizinhança.

O mapeamento por cokrigagem exige que a correlação entre a variável primária e secundária seja alta (YAMAMOTO *et al.*, 2013). Para os dados de precipitação anual e mensal em relação à altitude, a correlação foi classificada como positiva moderada, apresentando coeficiente de correlação de (0,41) e (0,44), respectivamente. O gráfico de dispersão demonstrou que os dados de chuva nas maiores altitudes são menores e a variação das médias anuais e mensais abaixo de 300 metros foi alta.

Os valores de precipitação anual e mensal mínimo, máximo, média e desvio padrão ficaram próximos aos encontrados na interpolação por krigagem. Para os dados anuais a variação dos valores foi de 0,2% a 7,8%, sendo a média de 2.131,8 mm. Os erros ficaram próximos aos encontrados na interpolação por krigagem. O ME foi de (0,008) inferior, a previsão média foi subestimada em 25,86

mm, se destacando como um ponto positivo a favor da krigagem, que registrou apenas 0,68 mm de subestimação.

A diferença dos valores mínimo, máximo, média e desvio padrão, entre os dados mensais variaram entre 1,1% e 5,3%, sendo a média de 181,6 mm. A RMSE foi de 22,11 mm e o ASE de 23,47 mm, significando uma previsão média superestimada em apenas (1,36 mm). Este resultado foi mais significativo do que os encontrados por krigagem. Na Figura 14, é possível observar a distribuição média das chuvas anuais e mensais resultante da interpolação por cokrigagem.

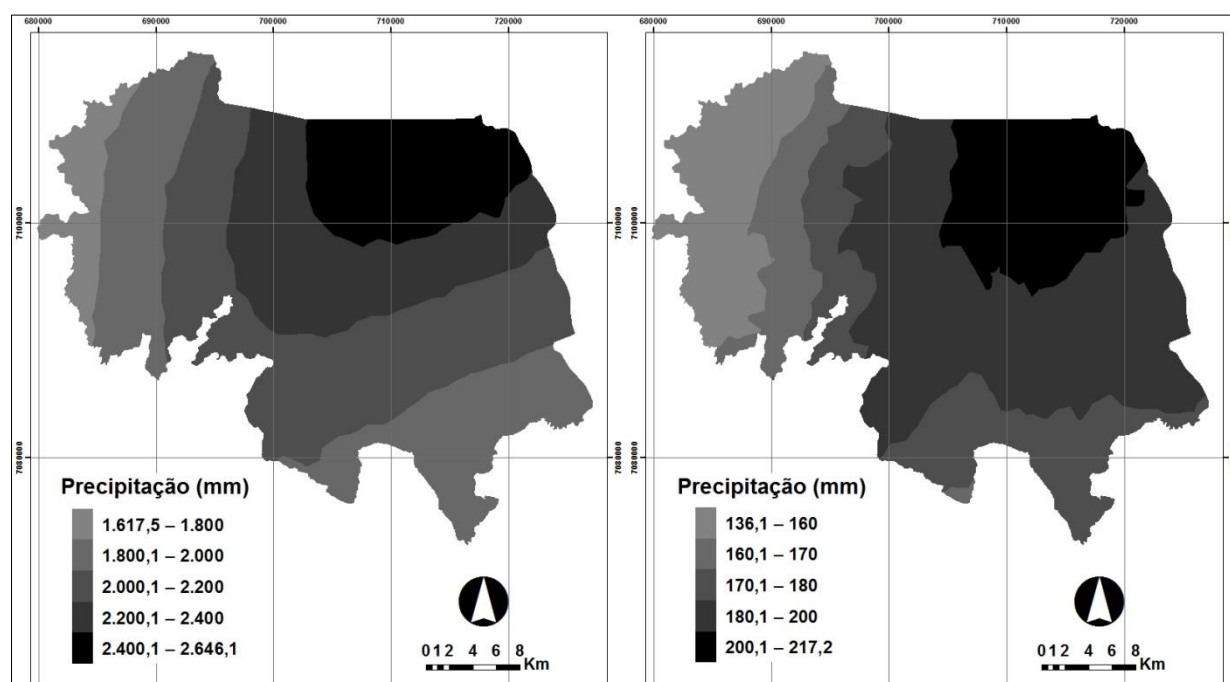


Figura 14- Superfície interpolada pelo método de cokrigagem ordinária de precipitação anual para o município de Joinville, à esquerda. Superfície interpolada pelo método de cokrigagem ordinária de precipitação mensal para o município de Joinville, à direita.

A análise da distribuição de chuvas no município de Joinville foi similar à encontrada em Mello *et al.* (2013). Os maiores valores anuais e mensais estão concentrados mais ao norte do município de Joinville, próximo ao município de Garuva, a região da serra do Quiriri, do Distrito de Pirabeiraba e de áreas próximas a Serra da Tromba e Piraí. Já os menores índices pluviométricos distribuem-se no planalto e zona sul de Joinville. As superfícies interpoladas por cokrigagem tiveram valores de precipitação altos distribuídos mais amplamente no perímetro municipal. As isoietas se estenderam no sentido sul.

5.3. Precipitação mensal provável para a região de estudo

Do total de 15.120 dados de chuva dos 42 pluviômetros referentes ao período mensal de 1979 a 2008, (47,14%) foram preenchidos, sendo (72,36%) por regressão múltipla, (25,60%) por regressão linear simples e (2,03%) por ponderação regional.

A relação entre a média preenchida das estações com a média bruta apresentou um coeficiente de correlação médio de (0,93), variando da correlação moderada (2,9% dos dados) até a correlação muito alta (80% dos dados).

Na Figura 15, é possível observar os coeficientes de correlação dos 42 pluviômetros, sendo as estações que apresentam correlação igual a 1 as que possuem a série completa. Através da Figura 16 é possível observar a similaridade entre as médias preenchidas e brutas por compartimentação topográfica. No Anexo I está disponível a planilha com os dados mensais de precipitação (preenchidos e brutos), e no Anexo II estão relacionados os gráficos comparativos por estação.

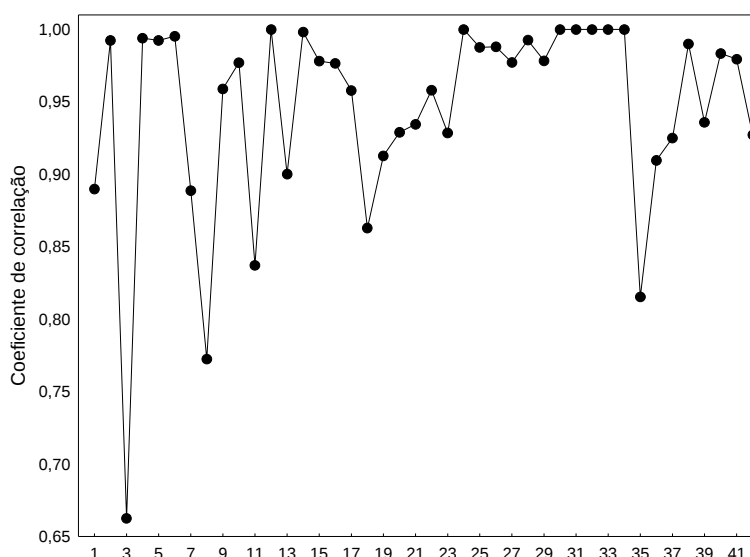


Figura 15- Coeficientes de correlação entre a média preenchida e bruta dos 42 pluviômetros.

Diferentemente da análise realizada no mapeamento mensal geoestatístico, no qual foram utilizadas as médias mensais das estações referentes aos 10 anos de análise (1980 a 1989), neste procedimento, foram utilizados todos os dados referentes ao período analisado (1979 a 2008).

A precipitação média mensal foi calculada para cada compartimentação topográfica e para a média geral. Na região de planalto, a chuva média máxima é de 189,26 mm em janeiro, enquanto na planície e serra, os valores de precipitação estão mais próximos, com uma média máxima em janeiro de 272,26 mm e 259,73 mm, respectivamente. A frente da serra apresenta os maiores registros de chuva, com um valor máximo médio em janeiro de 370,03 mm (Figura 16).

Através da Figura 17 é possível observar que as chuvas seguem um padrão ao longo do ano em todas as compartimentações topográficas, com índices maiores nos meses de verão, principalmente,

em janeiro, e menores nos meses de inverno, assim como nos meses de transição entre outono-inverno e inverno-primavera.

Nos meses de janeiro, fevereiro e março, ocorreram as maiores diferenças de precipitação entre as compartimentações topográficas, principalmente, entre a frente da serra (IV) e o planalto (II). Em janeiro, há uma diferença significativa de 180 mm de chuva, por isso, é relevante a preocupação com as diferenças na quantidade de chuva precipitada nas diferentes porções do relevo para o planejamento socioeconômico e ambiental adequado da região (Figuras 16 e 17).

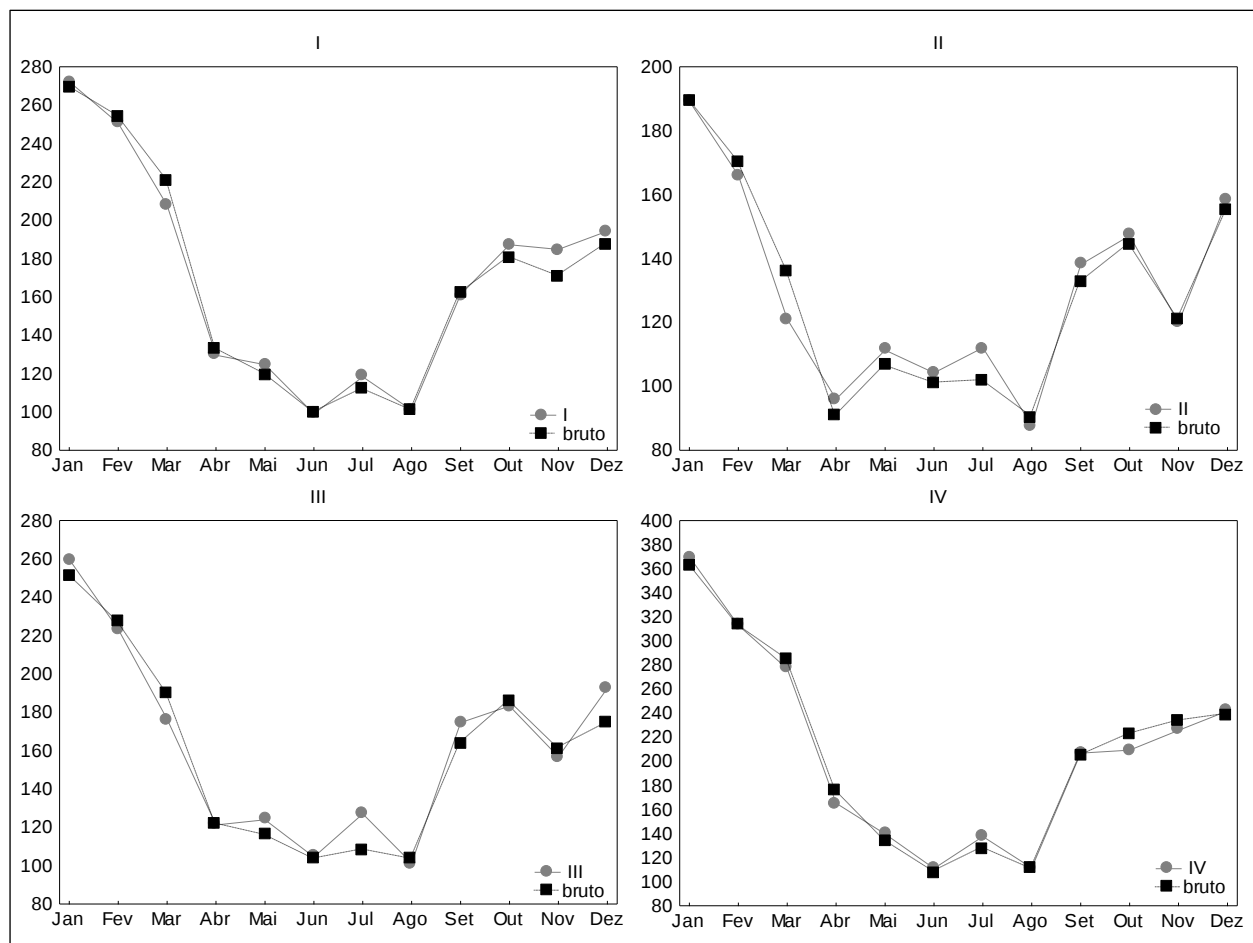


Figura 16- Média mensal nas diferentes compartimentações topográficas em relação aos dados brutos: I – planície; II – planalto; III – serra; e IV – frente da serra.

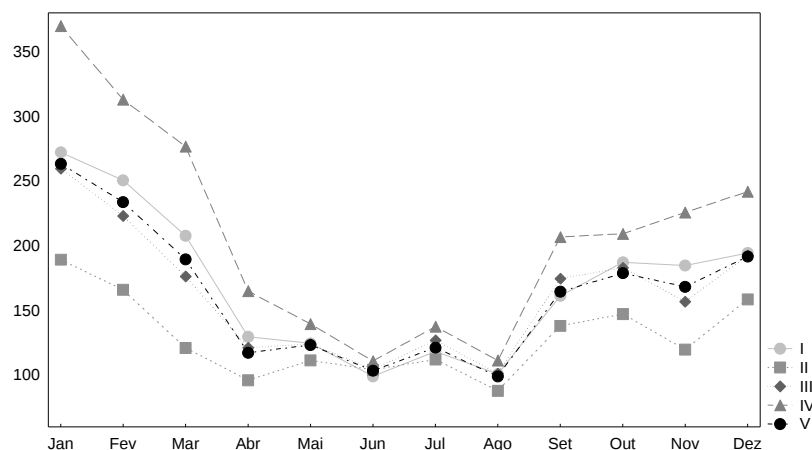


Figura 17- Média mensal de 1979 a 2008 nas diferentes compartimentações topográficas: I – planície; II – planalto; III – serra; IV – frente da serra; e V – média.

A Figura 18 apresenta os valores mínimos e máximos mensais de precipitação referente ao período de 1979 a 2008. O menor valor (0 mm), ocorreu do mês de abril a agosto, o valor máximo (1.282,3 mm) ocorreu em janeiro de 1990 no pluviômetro localizado em Garuva, na frente da serra. Este valor pode ser considerado um *outlier*, pois a média dos valores das estações da mesma categoria, no mesmo mês, é de 495,3 mm, e a média desta estação para janeiro é de 465,1 mm.

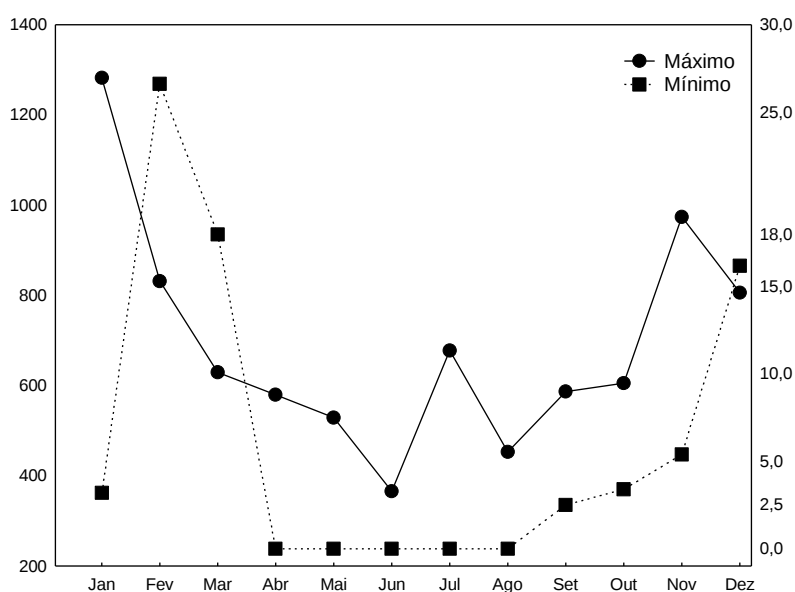


Figura 18- Valores mínimos e máximos de precipitação em mm no período de 1979 a 2008 de todos os pluviômetros.

A Tabela 10 apresenta as estimativas dos parâmetros γ e β da distribuição gama. Houve uma variação nos valores de γ entre 1,20 e 5,90, sendo a média de 3,28. Os menores valores de γ foram encontrados nos meses mais secos, Murta *et al.* (2005), encontraram o inverso deste caso, ou seja, os maiores valores no período mais seco. Os valores do parâmetro β não apresentaram uma relação direta

com a variação dos meses mais chuvosos ou secos, com o valor mínimo encontrado de 27,14, o máximo de 84,98 e a média de 54,36.

Tabela 10- Valores de γ e β para: I – planície; II – planalto; III – serra; IV – frente da serra; e V – média.

	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	γ					β				
Jan	4,99	3,22	4,69	5,53	3,56	54,5	58,6	55,3	66,8	73,8
Fev	4,35	4,79	4,65	4,46	3,76	58,5	34,6	47,9	70,0	62,0
Mar	5,02	4,30	5,07	5,36	3,55	41,5	28,0	34,7	51,6	53,3
Abr	3,11	2,28	3,96	3,11	2,89	41,6	42,0	30,6	53,1	40,5
Mai	1,46	1,38	1,80	1,97	1,54	84,9	80,3	68,5	70,8	79,8
Jun	2,45	2,47	2,35	1,93	2,32	40,4	42,1	44,4	57,4	44,4
Jul	1,83	1,87	1,92	1,82	1,84	64,6	59,8	65,8	75,4	65,7
Ago	1,34	1,20	1,74	1,76	1,39	74,9	73,1	57,9	63,2	71,0
Set	3,46	2,42	3,21	3,28	2,87	46,4	57,0	54,3	63,0	57,1
Out	4,99	5,42	5,90	4,76	4,83	37,5	27,1	31,0	43,9	36,9
Nov	2,63	2,88	3,26	2,84	2,51	70,0	41,5	48,0	79,2	66,8
Dez	4,75	4,24	4,76	4,61	4,22	40,8	37,3	40,4	52,4	45,3

A análise da precipitação mínima provável $P(X > x)$ mostrou maiores diferenças de precipitação nos menores níveis de probabilidade. Por exemplo, janeiro possui uma probabilidade de 10% de chover 561,4 mm na frente da serra e 313,7 no planalto, portanto, uma diferença de 247,7 mm. Em dezembro, a probabilidade de chuva ao nível de 90% para frente da serra é de 392,4 mm, e no planalto, é de 256,5 mm, ou seja, uma diferença de 135,9 mm (Figura 19). Este padrão acontece em todos os meses, com maiores semelhanças nos meses de maio, junho e julho. Isto ocorre, provavelmente, porque nos menores índices de probabilidade encontram-se os valores extremos de precipitação, que são mais raros de acontecer e possuem uma distribuição mais irregular.

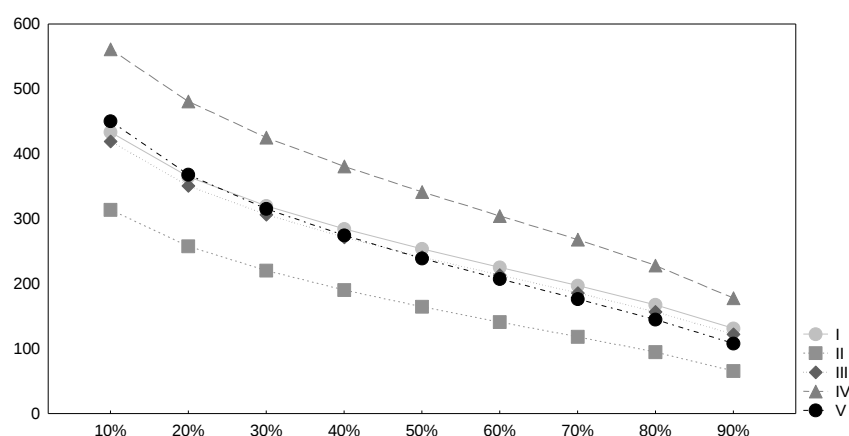


Figura 19- Chuva mensal provável $P(X > x)$ em mm de janeiro para: I – planície; II – planalto; III – serra; IV – frente da serra; e V – média.

A análise da chuva mensal provável, realizada através da função gama, utilizou a mesma série histórica usada para o cálculo das médias de precipitação. Desta forma, é possível perceber que a

chuva provável segue o mesmo padrão de distribuição das médias. Os maiores valores foram registrados na frente da serra e os menores no planalto, sendo que nos meses de inverno, os valores são semelhantes (Tabelas 11, 12, 13, 14 e 15).

Tabela 11- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para a planície.

Mês	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Jan	433,5	364,9	319,9	284,5	253,7	225,2	197,2	167,5	131,4
Fev	417,5	347,3	301,8	265,8	235,2	206,9	179,0	148,0	115,0
Mar	327,9	277,0	243,9	216,9	193,0	171,9	150,3	127,6	99,6
Abr	223,9	181,5	154,1	133,0	114,8	98,4	82,5	66,2	46,0
Mai	254,5	190,0	149,8	120,2	96,2	75,5	57,1	39,7	22,3
Jun	176,5	140,9	117,3	99,2	84,0	70,1	57,2	43,9	29,0
Jul	232,9	177,9	143,7	118,1	97,1	78,7	61,9	45,6	28,3
Ago	211,7	155,7	121,5	96,4	76,3	59,2	44,1	30,0	16,3
Set	272,5	223,4	191,2	166,2	144,7	125,1	106,1	86,4	63,1
Out	297,1	250,4	219,6	195,2	174,2	154,6	135,2	114,9	90,0
Nov	336,9	267,5	223,7	190,2	161,9	136,8	112,9	88,9	61,9
Dez	313,3	262,5	229,4	203,3	180,8	160,0	139,6	118,2	92,3

Tabela 12- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para o planalto.

Mês	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Jan	313,7	257,8	220,2	190,6	164,9	141,3	118,6	94,7	65,9
Fev	258,3	218,9	191,9	170,4	151,6	134,0	116,6	98,0	74,7
Mar	197,3	164,5	142,8	125,9	111,2	97,8	84,6	70,7	54,1
Abr	167,1	133,6	111,0	93,2	78,3	64,9	52,0	39,0	24,0
Mai	233,2	172,0	134,7	107,3	85,3	66,5	49,8	34,3	19,0
Jun	185,0	147,7	123,2	104,3	88,3	73,9	60,2	46,4	30,6
Jul	218,9	167,8	135,9	109,9	92,3	75,1	59,2	43,8	27,4
Ago	176,0	129,8	100,4	78,5	61,0	46,1	33,0	21,1	9,7
Set	238,7	191,7	160,2	135,4	114,3	95,3	77,1	58,5	37,0
Out	225,5	192,4	170,0	151,9	136,2	121,4	106,7	90,8	71,0
Nov	201,6	164,4	139,3	119,5	102,5	86,9	72,0	56,4	37,9
Dez	256,5	214,2	186,2	163,9	144,8	127,0	109,7	91,3	69,1

Tabela 13- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para a serra.

Mês	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Jan	419,4	351,1	306,5	271,5	241,2	213,3	185,9	157,1	122,3
Fev	357,7	300,1	262,2	232,2	206,2	182,1	158,5	133,5	103,2
Mar	279,5	235,8	207,0	184,2	164,4	146,1	128,1	108,9	85,6
Abr	199,8	165,6	143,1	125,5	110,2	96,3	82,7	68,4	51,3
Mai	244,6	186,5	150,5	123,5	101,4	82,1	64,4	47,3	29,3
Jun	193,1	152,1	126,0	106,1	89,5	74,6	60,7	46,8	31,3
Jul	249,0	191,0	155,0	128,0	105,9	86,4	68,5	51,1	32,6
Ago	201,7	153,2	123,2	100,8	82,4	66,4	51,9	37,8	23,1
Set	303,6	246,1	209,2	180,7	156,4	134,4	113,3	91,6	66,5
Out	282,4	241,0	213,5	191,6	172,5	154,7	137,1	118,2	94,9
Nov	273,1	221,3	188,3	162,8	141,1	121,4	102,6	83,2	60,8
Dez	310,2	260,0	227,2	201,5	179,2	158,6	138,4	117,1	91,5

Tabela 14- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para frente da serra.

Mês	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Jan	561,4	480,8	425,4	380,9	341,6	304,8	268,1	228,4	178,1
Fev	506,0	423,1	368,5	325,5	288,3	254,0	220,4	184,9	142,0
Mar	428,2	364,3	321,3	287,0	257,1	229,1	201,3	171,6	134,6
Abr	289,6	234,0	198,3	170,9	147,5	126,5	106,3	85,6	61,7
Mai	268,5	207,3	168,9	139,8	115,9	94,8	75,3	56,2	35,6
Jun	210,0	162,7	132,5	109,6	90,6	73,8	58,3	43,0	26,5
Jul	272,0	207,4	167,5	137,6	113,1	91,7	72,1	53,1	33,1
Ago	217,5	166,2	134,0	109,7	89,8	72,4	56,4	41,0	24,7
Set	344,9	283,3	242,1	209,6	181,7	156,1	131,3	105,4	74,4
Out	336,5	282,1	246,7	218,7	194,5	172,1	150,2	127,0	99,1
Nov	404,9	323,9	272,5	233,1	199,9	170,0	141,6	112,7	79,9
Dez	392,4	327,9	285,8	252,9	224,5	198,3	172,6	145,6	113,2

Tabela 15- Chuva mensal provável $P(X>x)$ em mm para a média das compartimentações topográficas (planície, planalto, serra e frente da serra).

Mês	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
Jan	450,4	368,1	315,3	274,3	239,3	207,5	176,7	145,0	107,9
Fev	394,8	319,1	278,9	243,6	213,3	185,8	159,0	131,2	98,5
Mar	323,4	264,5	226,5	197,0	171,8	148,9	126,8	103,8	76,9
Abr	207,3	166,7	140,5	120,4	103,4	88,0	73,3	58,3	41,2
Mai	251,0	188,0	149,1	120,3	96,9	76,8	58,6	41,5	24,0
Jun	191,7	150,8	124,8	105,0	88,4	73,7	59,8	46,0	30,7
Jul	240,1	183,1	147,9	121,7	100,1	81,3	64,0	47,3	29,7
Ago	206,8	152,7	119,7	95,4	75,9	59,2	44,4	30,6	17,0
Set	292,9	234,9	197,9	169,5	145,5	123,8	103,2	82,2	58,2
Out	287,5	241,1	210,9	187,1	166,6	147,6	129,0	109,3	85,6
Nov	310,6	245,3	204,2	172,9	146,7	123,3	101,3	79,2	54,5
Dez	316,7	262,7	227,7	200,4	176,8	155,3	134,3	112,3	86,0

Diversos autores discorrem sobre a ocorrência do valor médio de precipitação estar entre os níveis de 40% e 50% de probabilidade, sendo inferiores ao valor recomendado na elaboração de projetos agrícolas, que é de 75% (MURTA *et al.*, 2005; RIBEIRO *et al.*, 2007; CARDOSO *et al.*, 2009; SOCCOL *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2011). Neste trabalho, o valor médio de precipitação para todas as compartimentações topográficas está ao nível de probabilidade de 41,65%, confirmando estas afirmações.

O teste estatístico de aderência de Kolmogorov-Smirnov, analisado ao nível de significância de 5%, mostrou que a distribuição de probabilidade gama se ajustou aos dados em 91,7% dos casos. Longo *et al.* (2006) e Sampaio *et al.* (2006), estudaram a distribuição de probabilidade gama no Estado do Paraná e também obtiveram valores de K-S não ajustados à distribuição gama.

Os eventos em que não houve ajuste aconteceram no mês de novembro na planície, maio no planalto, e maio, julho e agosto na média (Figuras 20, 21 e 22). Foi utilizada uma análise mensal de referência (menor diferença entre o valor Dmax observado e valor crítico tabelado) para cada figura, com o objetivo de comparar visualmente os resultados com uma análise ajustada a distribuição gama. É possível observar uma tendência de suavização da distribuição ajustada em relação à empírica.

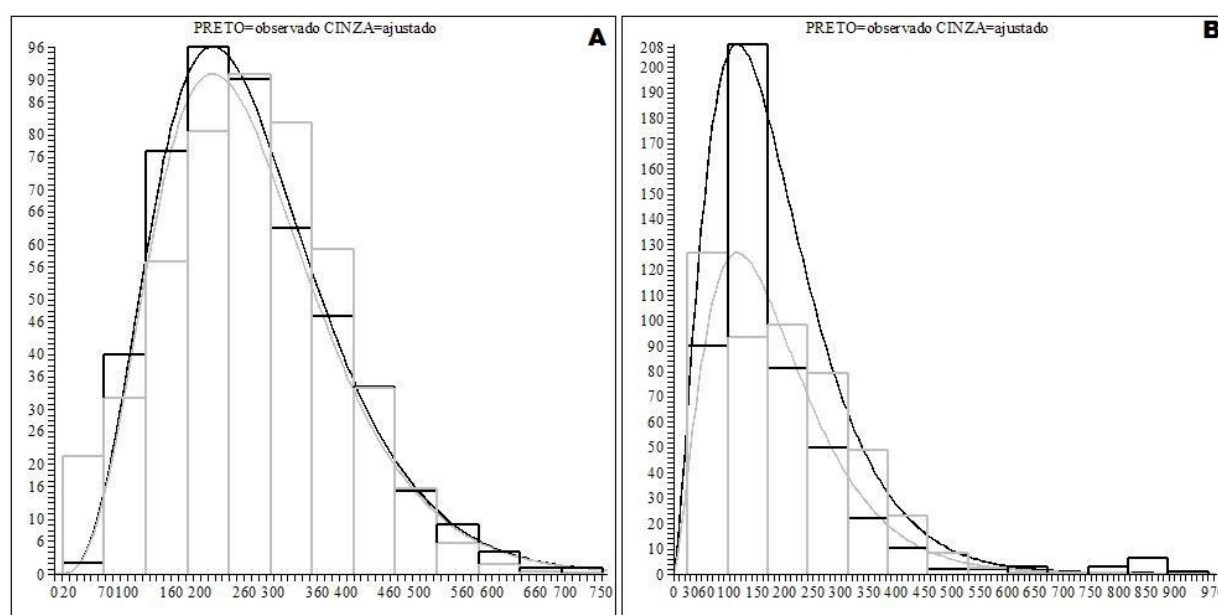


Figura 20- Histogramas de frequência dos valores observados na planície em janeiro (A)/referência e novembro (B), ajustados a distribuição gama.

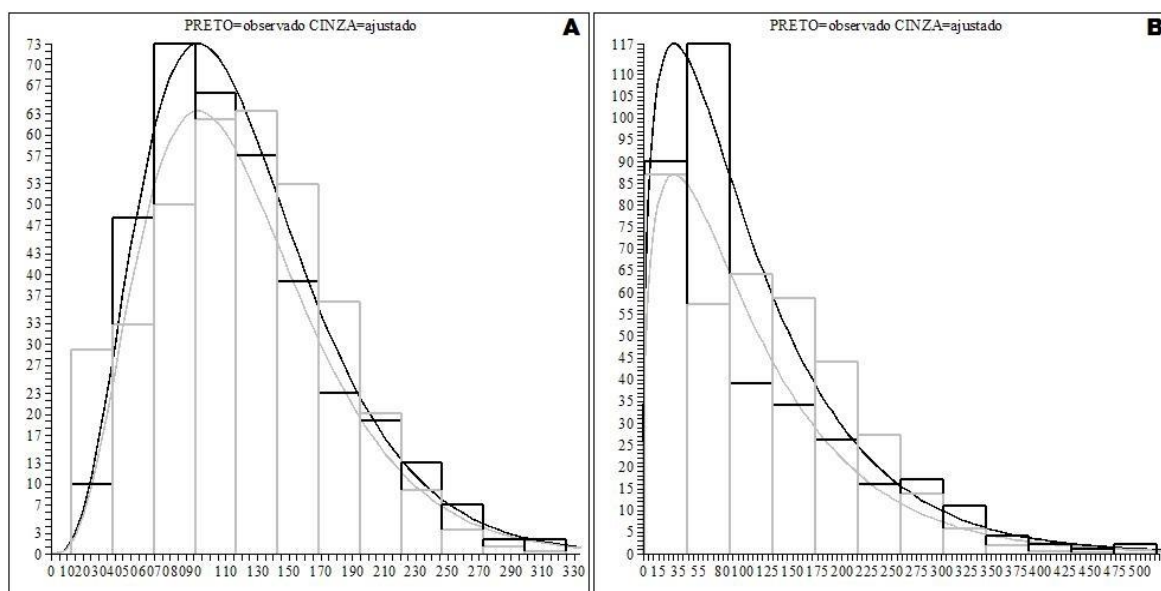


Figura 21- Histogramas de frequência dos valores observados no planalto em março (A)/referência e maio (B), ajustados a distribuição gama.

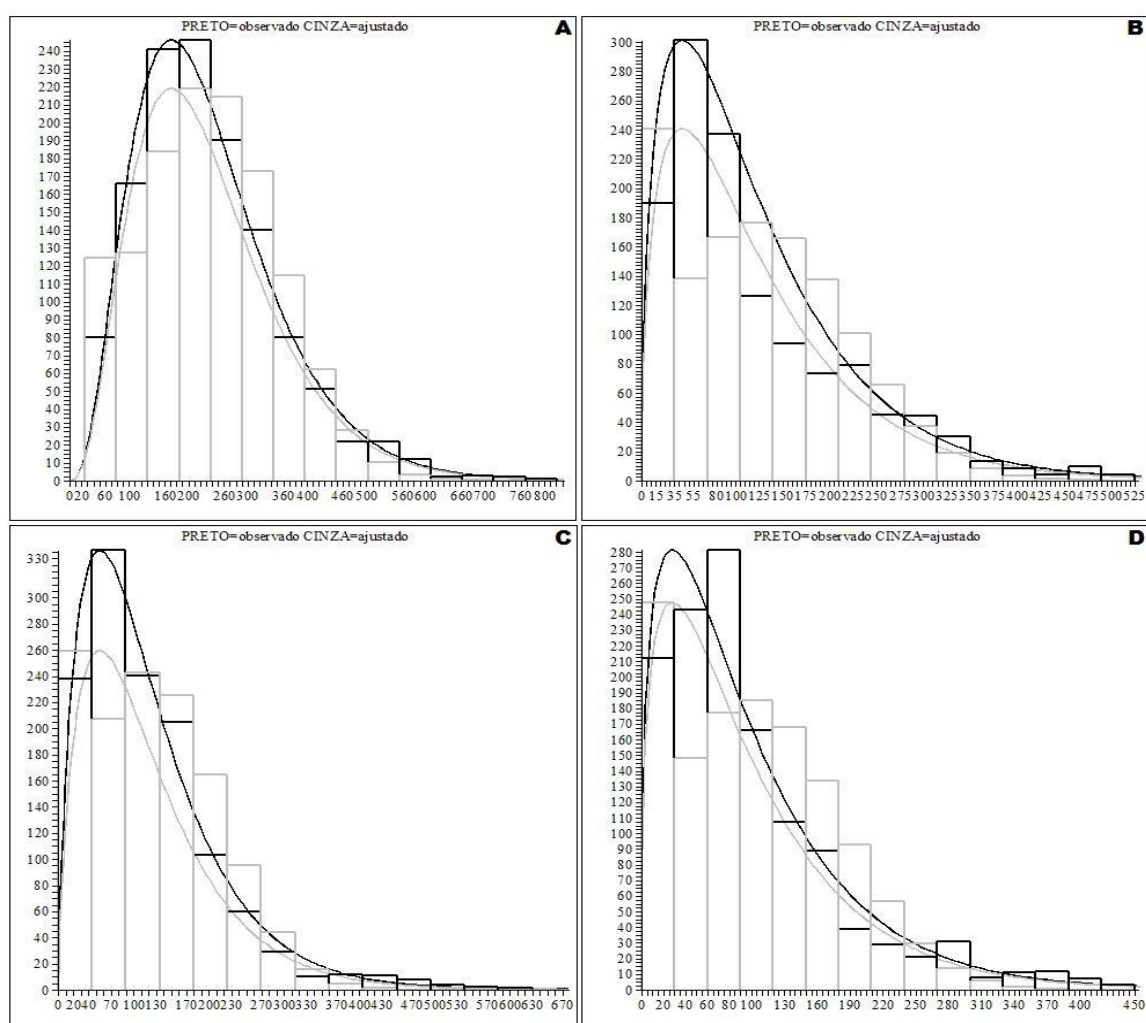


Figura 22- Histograma de frequência dos valores médios observados em fevereiro (A)/referência, maio (B), julho (C) e agosto (D), ajustados a distribuição gama.

Nas Figuras 20-B, 21-B e 22-B-C, o desvio máximo entre os valores empíricos (E) e teóricos (T) ocorreu na segunda classe, representado, respectivamente, por $(E=0,086/T=0,062)$, $(E=0,109/T=0,072)$, $(E=0,077/T=0,038)$ e $(E=0,043/T=0,038)$, enquanto que na Figura 9-D o desvio máximo ocorreu na terceira classe, representado por $(E=0,049/T=0,038)$.

Com o objetivo de buscar uma possível solução para os dados não ajustados à distribuição gama, foi realizada uma análise da distribuição de frequência no *software Statistica*®. Os gráficos mostraram um bom ajuste dos dados à distribuição gama quando o número de classes foi alterado. O valor do teste de K-S teve ajuste em todos os casos.

Este exercício foi repetido no *software Maple* e todos os valores Dmax foram inferiores ao valor crítico tabelado. Os novos valores encontrados para novembro na planície, maio no planalto, e maio, julho e agosto na média foram respectivamente (0,03), (0,059), (0,026), (0,01) e (0,036).

5.4. Distribuição de casos de leptospirose

5.4.1. Incidência de leptospirose no Brasil

No período entre 2001 e 2012 foram confirmados 43.285 casos de leptospirose no país, com uma média anual de 3.607 casos, variando entre 2.770 (2002) e 4.947 (2011).

Foi calculada a incidência referente a cada 100.000 habitantes de leptospirose para o período entre 2001 e 2012 para o Brasil, Regiões e Estados. O ano em que houve maior incidência de leptospirose no país foi em 2011, com uma taxa de 2,55/100.000 hab., a média é de 1,96. A Região que apresentou a maior taxa de incidência foi o Sul (4,46), seguido pelo Norte (2,27), Sudeste (1,73), Nordeste (1,34) e Centro-Oeste (0,39).

Na Região Norte, o Estado do Acre registrou a maior incidência média de leptospirose para o período, (13,02), seguida pelo Amapá, que também registrou uma taxa significativa (10,55). Já na Região Nordeste o Estado de Pernambuco apresentou a maior incidência (2,80), enquanto que, no Sudeste, foi o Estado do Espírito Santo (5,81), no Sul foi o Estado de Santa Catarina (8,43), e no Centro-Oeste o Distrito Federal (1,01). As menores taxas foram registradas em Tocantins (0,21), Goiás (0,23) e Mato Grosso do Sul (0,25) (Figura 23). Destaca-se também que, no ano de 2006, ocorreu a maior incidência de leptospirose registrada no país, com uma taxa de 70,74 no Estado do Acre.

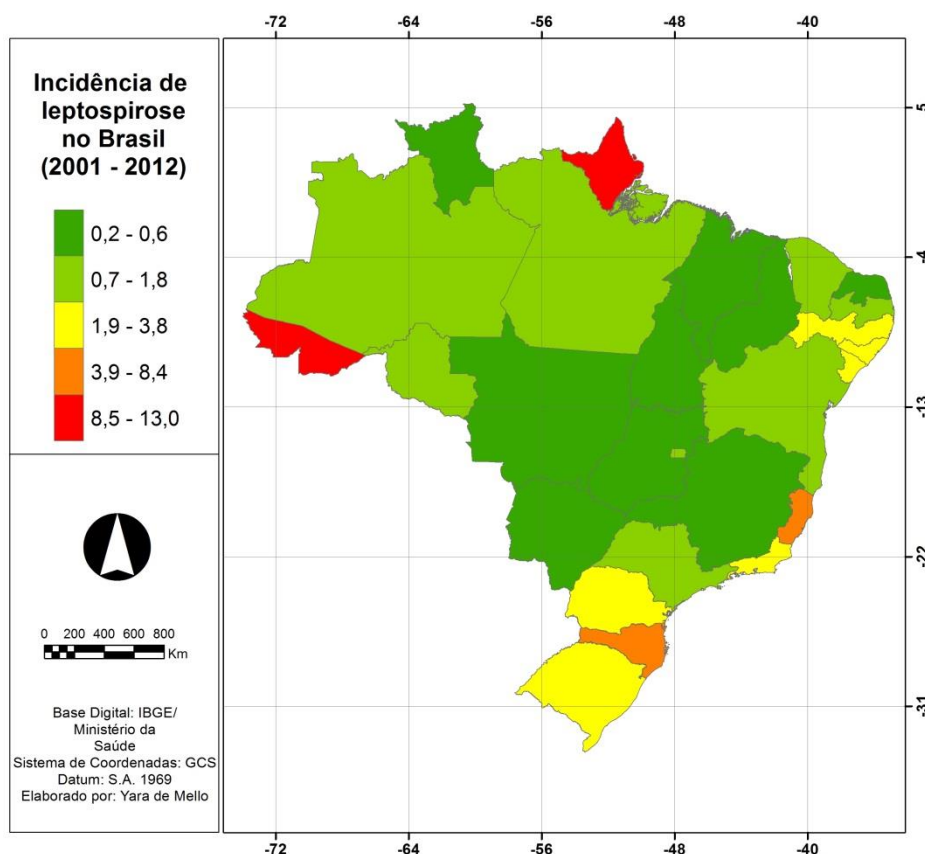


Figura 23- Mapa de incidência de leptospirose a cada 100.000 habitantes no Brasil para o período entre 2001 e 2012.

5.4.2. Distribuição de casos de leptospirose em Joinville (SC)

O total de pacientes diagnosticados com os sintomas iniciais de leptospirose, residentes no município de Joinville entre o período de janeiro de 1994 e dezembro de 2014, foi de 919 pessoas, com uma média de 43,7 casos por ano. Destes casos, houve óbito pela doença em 9,14% dos pacientes. A taxa de incidência de leptospirose é de 9,5 casos por 100.000 habitantes. A maior taxa ocorrida foi de 17,2/100.000 hab. em 1995.

Joinville apresenta incidência maior que a média brasileira (1,96) e maior do que todas as regiões do Brasil. A média municipal é, inclusive, maior que a de Santa Catarina (8,43), sendo inferior apenas aos Estados do Acre (13,02) e Amapá (10,55). O número de casos de leptospirose de Joinville referente ao período entre 2001 a 2012 equivale a 9,6% dos casos ocorridos em Santa Catarina. O ano em que a relação foi maior foi em 2004 (19,1%). Observou-se que, quanto maior a dimensão do espaço estudado (nesta pesquisa), maior a suavização da taxa de incidência, ou seja, menor o seu valor.

Barcellos *et al.* (2003) encontraram uma taxa de incidência de 12,5 casos a cada 100.000 habitantes para o Estado do Rio Grande do Sul, para o ano de 2001. Lima *et al.* (2012), estudando a distribuição espaço-temporal da leptospirose em Belém do Pará, encontraram, para o período de 2006

a 2011, uma incidência variando entre 3,52 a 6,02 casos a cada 100.000 habitantes. Guimarães *et al.* (2014) encontraram uma taxa de incidência, para o Estado do Rio de Janeiro, de 3,05 para o triênio 2007-2009 e de 2,75 para o triênio 2010-2012.

O número de casos diagnosticados em Joinville é significativamente maior nos homens (84,4%) do que nas mulheres (15,6%). Este resultado segue um padrão encontrado em diversas localidades do país, como em Belo Horizonte (MG), Rio Grande do Sul, Ribeirão Preto (SP), São Paulo (SP), Belém (PA) e Pernambuco (FIGUEIREDO *et al.*, 2001; BARCELLOS *et al.*, 2003; ALEIXO *et al.*, 2010; SOARES *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2012; VASCONCELOS *et al.*, 2012). Quanto a média nacional (1999-2003), 81% dos casos são encontrados no sexo masculino (GUIA BRASILEIRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, 2006).

Em relação à idade da população o maior número de casos ocorreu na faixa entre os 20 e 39 anos, representando 44,3% dos episódios. Já a partir dos 40 anos, este número inicia um declínio (Figura 24). A maior frequência nacional (1999-2003) foi na faixa entre 20 e 49 anos (GUIA BRASILEIRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA, 2006). Pesquisadores de outras localidades do país, como Belo Horizonte (MG), São Paulo (SP), Belém (PA) e Pernambuco, encontraram resultados semelhantes, com a faixa predominante variando entre 10 e 45 anos (FIGUEIREDO *et al.*, 2001; SOARES *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2012; VASCONCELOS *et al.*, 2012).

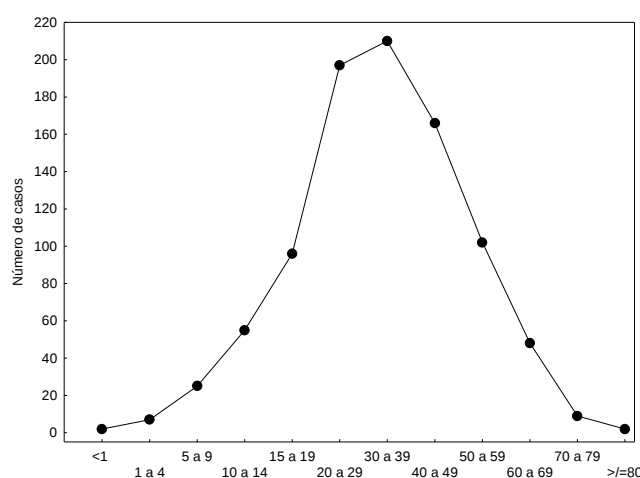


Figura 24- Número de casos de leptospirose durante o período de 1994 a 2014 em relação à idade dos pacientes.

Na Figura 25 é possível observar a distribuição de ocorrência de leptospirose humana na região urbana do município de Joinville, de 1994 a 2014, e a população por bairros para o ano de 2013, segundo dados da Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville (IPPUJ).

A Figura 26 ilustra a localização dos bairros para auxiliar nesta análise. O bairro com a maior ocorrência de leptospirose é o Aventureiro, com 65 casos durante o período de análise, representando uma média anual de 3,25 casos. Este bairro possui a maior população de Joinville, 37.058 habitantes.

Já a zona rural do município registrou 69 casos de leptospirose, distribuídos, principalmente, próximo ao bairro Vila Nova, a zona rural do Distrito de Pirabeiraba e à região da Estrada Timbé.

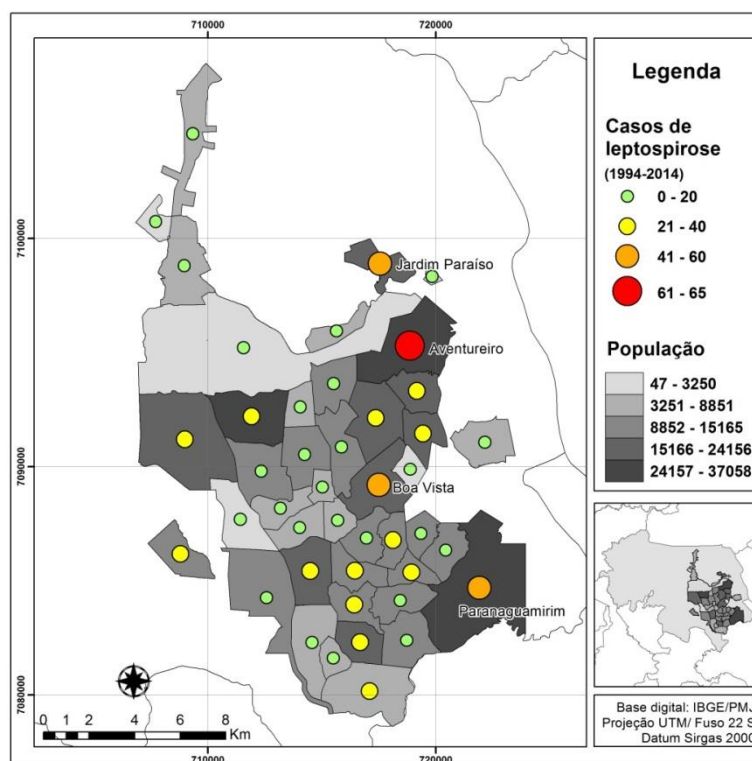


Figura 25- Mapa de casos de leptospirose na cidade de Joinville (SC) de 1994 a 2014 e população por bairros.

Os bairros Paranaguamirim, Boa Vista e Jardim Paraíso, respectivamente, são, em seguida, os que possuem maiores ocorrências de leptospirose no período de análise, representando, uma média de (2,65), (2,55) e (2,1) casos por ano, respectivamente. Estes bairros estão localizados nos quadrantes leste/nordeste/sudeste de Joinville. A ocupação desta região está muito ligada à predominância do emprego industrial no município, que proporciona uma distribuição de renda limitada e consequente instalação indiscriminada em locais menos valorizados, visto que parte da região é conhecida como a cidade operária (SANTANA, 1998).

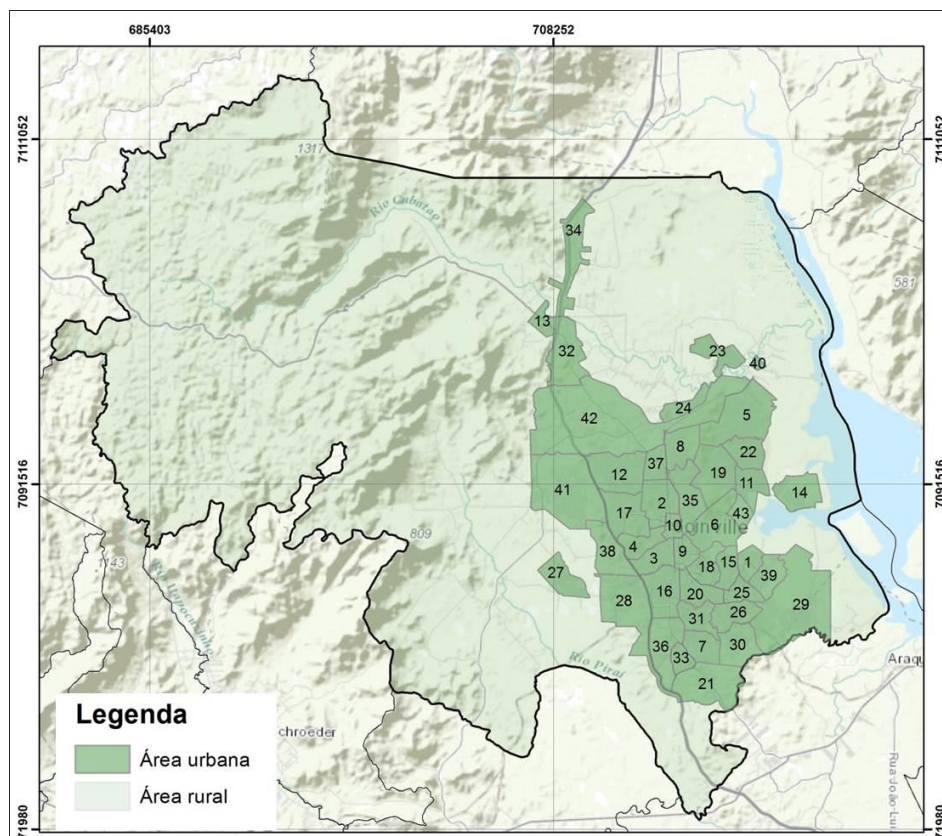


Figura 26- Localização dos bairros do município de Joinville, destacando a área rural e urbana, compreendendo os bairros: 1-Adhemar Garcia, 2-América, 3-Anita Garibaldi, 4-Atiradores, 5-Aventureiro, 6-Boa Vista, 7-Boehmerwaldt, 8-Bom Retiro, 9-Bucarein, 10-Centro, 11-Comasa, 12-Costa e Silva, 13-Dona Francisca, 14-Espinheiros, 15-Fátima, 16-Floresta, 17-Glória, 18-Guanabara, 19-Iririú, 20-Itaum, 21-Itinga, 22-Jardim Iririú, 23-Jardim Paraíso, 24-Jardim Sofia, 25-Jarivatuba, 26-João Costa, 27-Morro do Meio, 28-Nova Brasília, 29-Paranaguamirim, 30-Parque Guarani, 31-Petrópolis, 32-Pirabeiraba/Centro, 33-Profipo, 34-Rio Bonito, 35-Saguaçu, 36-Santa Catarina, 37-Santo Antônio, 38-São Marcos, 39-Ulisses Guimarães, 40-Vila Cubatão, 41-Vila Nova, 42-Zona Industrial Norte e 43-Zona Industrial Tupy.

O mapa de densidade de *kernel* (Figura 27) para a cidade de Joinville foi confeccionado utilizando os bairros como unidade de área. Esta ferramenta é uma alternativa na visualização espacial dos dados (LIMA *et al.*, 2012), sendo um complemento na análise da Figura 25. É possível notar que as áreas com maior ocorrência de leptospirose se concentram no quadrante leste da cidade, formando um aglomerado em bairros da zona leste e sul, como o Aventureiro, o Boa Vista e o Itaum. Na mesma figura (27), é possível observar a densidade populacional por bairros para o município de Joinville, nota-se a similaridade entre a distribuição da densidade de casos de leptospirose com a populacional.

Apesar desta observação, a correlação entre a densidade demográfica de cada bairro e o número de casos de leptospirose resultou em um valor $r = 0,4412$, classificado como moderado. O bairro com a maior população relativa do município de Joinville é o Jardim Iririú, tendo 7.342,3 hab/km², e possui uma média anual de 1,7 casos de leptospirose. A região com a menor densidade é a

zona rural, aonde há 20,4 hab/km² e uma média anual de 3,45 casos de leptospirose. O bairro Aventureiro, o qual possui o maior número de casos de leptospirose, têm uma densidade demográfica de 3.967,3 hab/km². Se compararmos os dados destas três localidades de Joinville, percebe-se que a densidade demográfica, por si só, não é um fator determinante na distribuição dos casos de leptospirose humana.

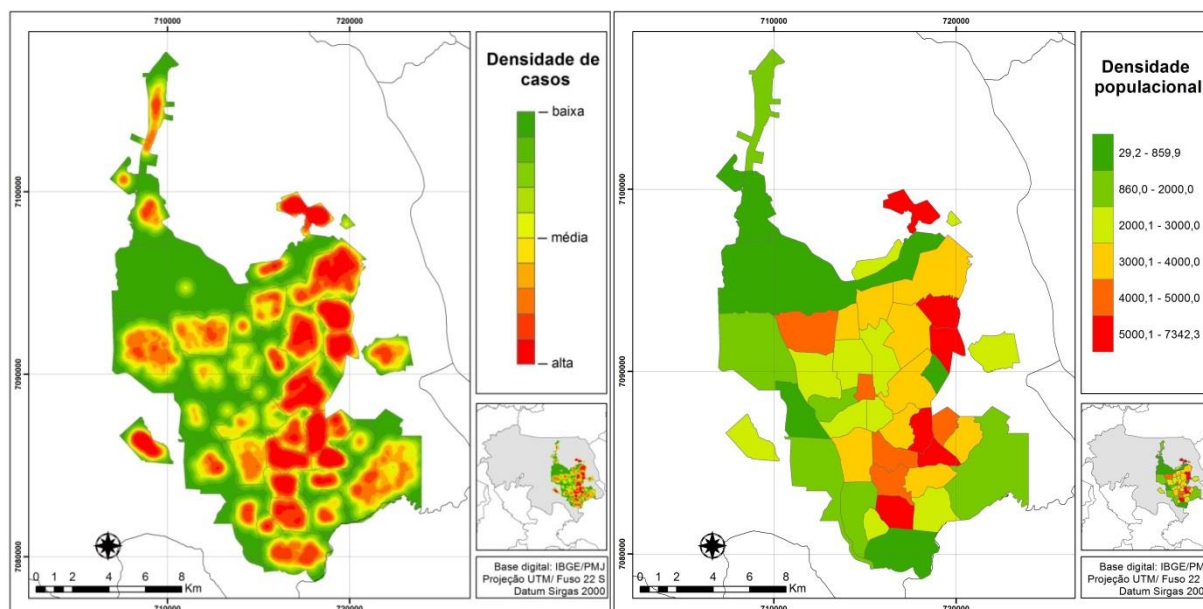


Figura 27- Mapa de densidade *kernel* dos casos de leptospirose na cidade de Joinville (SC) de 1994 a 2014, à esquerda. Mapa de densidade populacional dos bairros de Joinville, à direita.

Em relação às bacias hidrográficas, a maior concentração de casos está na porção sul da BH do rio Cachoeira e na BH Independente da Vertente Leste. A Figura 28 mostra a divisão hidrográfica do município de Joinville, para auxiliar na discussão dos resultados, e os casos de leptospirose sobrepostos ao mapa.

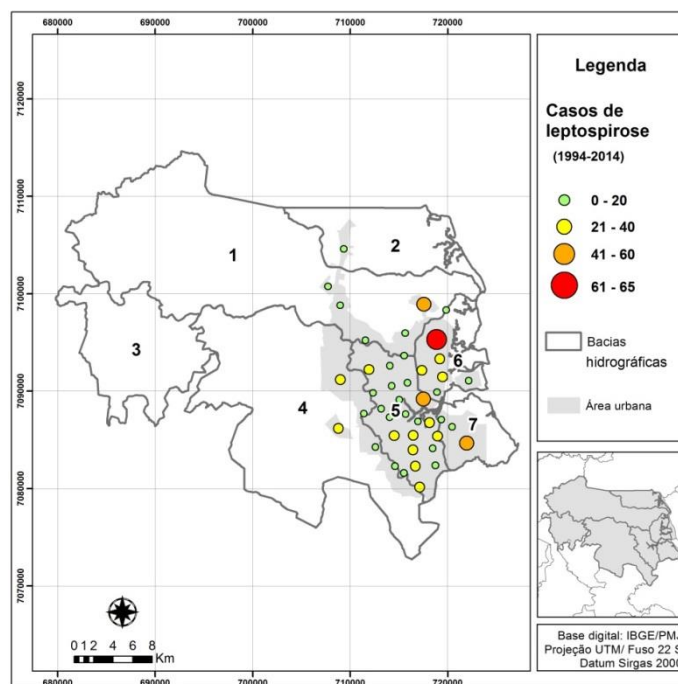


Figura 28- Divisão hidrográfica do município de Joinville (SC) e os casos de leptospirose para o período de 1994 a 2014, na cidade de Joinville. Bacias hidrográficas dos rios: 1 – Cubatão; 2 – Palmital; 3 – Itapocuzinho; 4 – Piraí; 5 – Cachoeira; 6 – Independentes da Vertente Leste; 7 – Independentes da Vertente Sul.

O presente estudo não considerou outros fatores sociodemográficos na análise dos determinantes sociais da doença, devido ao foco da pesquisa estar na relação com a precipitação. Mas vale citar que, segundo Guimarães *et al.* (2014), baseado em estudos de Oliveira *et al.* (2009), os outros fatores sociais determinantes são: renda, escolaridade, ocupação, moradia, dentre outros. Além destes, existem os fatores ambientais, como a hidrografia, tipo de solo, temperatura, umidade, desastres naturais: inundações e enchentes.

Para a análise da relação entre as ocorrências de leptospirose e a rede coletora de esgoto, foi elaborado mapa com a sobreposição dos casos de leptospirose sobre a rede existente. Foram utilizados os dados de leptospirose do período estudado (1994 a 2014), e a rede coletora utilizada, foi à implantada antes da etapa de expansão, realizada a partir de 2011.

Segundo dados da AMAE (2015), os bairros Centro, Bucarein e parte do Anita Garibaldi, tiveram o início da implantação da rede no ano de 1989. Já parte dos bairros América, Atiradores, Floresta, Guanabara e Itaum, tiveram a instalação da rede concluída em 1997. Ambos localizados na bacia do rio Cachoeira.

A partir da Figura 29 é possível observar que a maior ocorrência de casos de leptospirose está fora dos bairros atendidos pela rede coletora. Os bairros totalmente acolhidos pela rede de esgoto, Centro e Bucarein, possuem apenas 1 e 2 casos, respectivamente. Os bairros América e Atiradores possuem menos de 3 casos confirmados cada um. Já os bairros Floresta e Itaum, parcialmente atendidos pela rede de esgoto, possuem, respectivamente, 14 e 21 casos confirmados entre 1994 e

2014. Porém, é possível notar que não são apenas os bairros que possuem rede coletora de esgoto que têm baixa incidência de leptospirose.

Com a implantação da nova rede coletora de esgoto, que está sendo realizada pela Companhia Águas de Joinville, em bairros como o Jardim Paraíso, Santo Antônio, Bom Retiro e Vila Nova, poderá ser realizada uma análise mais eficaz sobre a eficiência da rede, em relação às ocorrências de leptospirose.

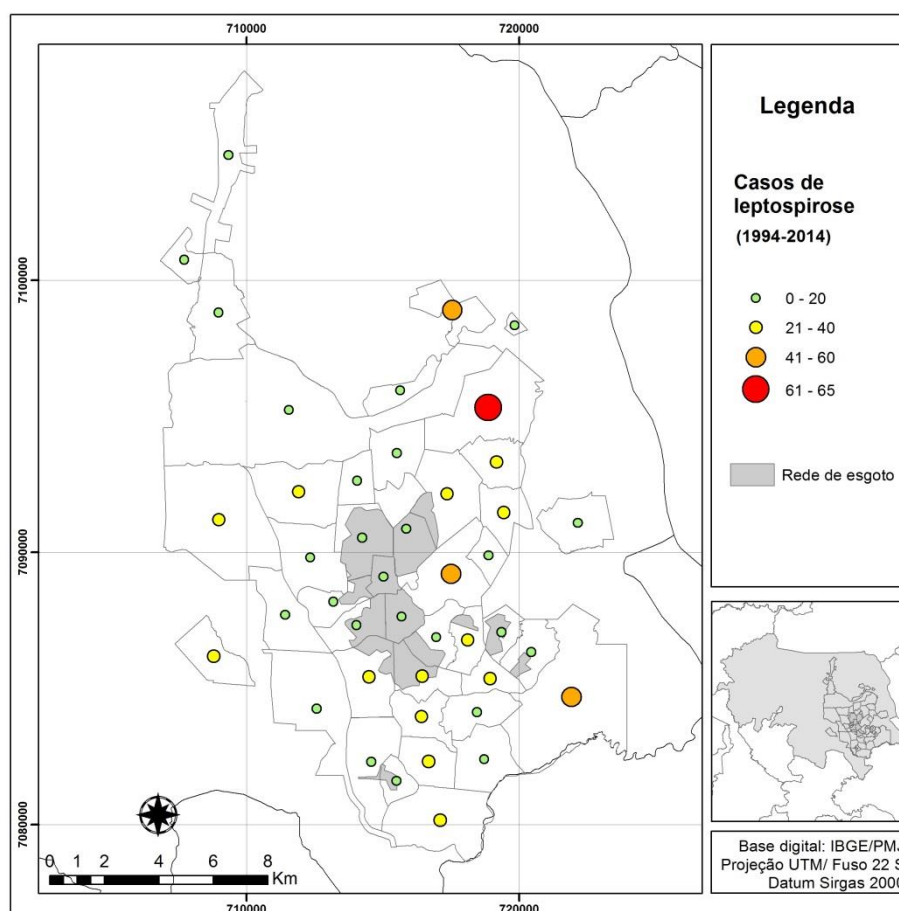


Figura 29- Mapa dos casos de leptospirose na cidade de Joinville (SC) de 1994 a 2014 sobrepostos sobre a rede coletora de esgoto instalada até 1997.

5.4.2.1. Relação entre os dados pluviométricos e os casos de leptospirose

Em relação à análise anual da relação entre os casos de leptospirose e a precipitação, não foi possível realizar a correlação entre todas as estações para o período de 1994 a 2014, devido à disponibilidade de dados pluviométricos. Na Tabela 16, está descrito o período utilizado para cada estação, assim como os resultados do teste de correlação (valor r) para os dados anuais. De acordo com os resultados, é possível observar que houve correlação moderada entre os casos de leptospirose e a estação da Univille, e baixa com as demais estações.

Tabela 16- Resultados dos testes de correlação (valor r) entre estações pluviométricas localizadas em Joinville (SC) e os casos de leptospirose humana para o período anual analisado.

	Univille	Joinville (RVPSC)	Estrada dos Morros
Coeficiente de correlação	0,4558	0,3377	0,3132
Período da análise	1996 a 2014	1994 a 2014	1994 a 2013

Aleixo *et al.*(2010) também encontraram baixa correlação com os totais pluviais em seu estudo sobre a relação entre eventos pluviométricos extremos e saúde, realizado na cidade de Ribeirão Preto (SP). Mesmo que a incidência se inicie, normalmente, durante o período chuvoso, a chuva de forma linear não foi estatisticamente satisfatória para justificar a ocorrência da doença para estes autores.

Foi realizada análise referente aos dados mensais, ou seja, comparou-se o total de casos da doença acumulados por mês, para o período disponível (1994 a 2014), relacionando-os com os dados de chuva. Através da Figura 30 é possível observar que os casos da doença são mais frequentes nos meses mais chuvosos, ou seja, no verão e início da primavera.

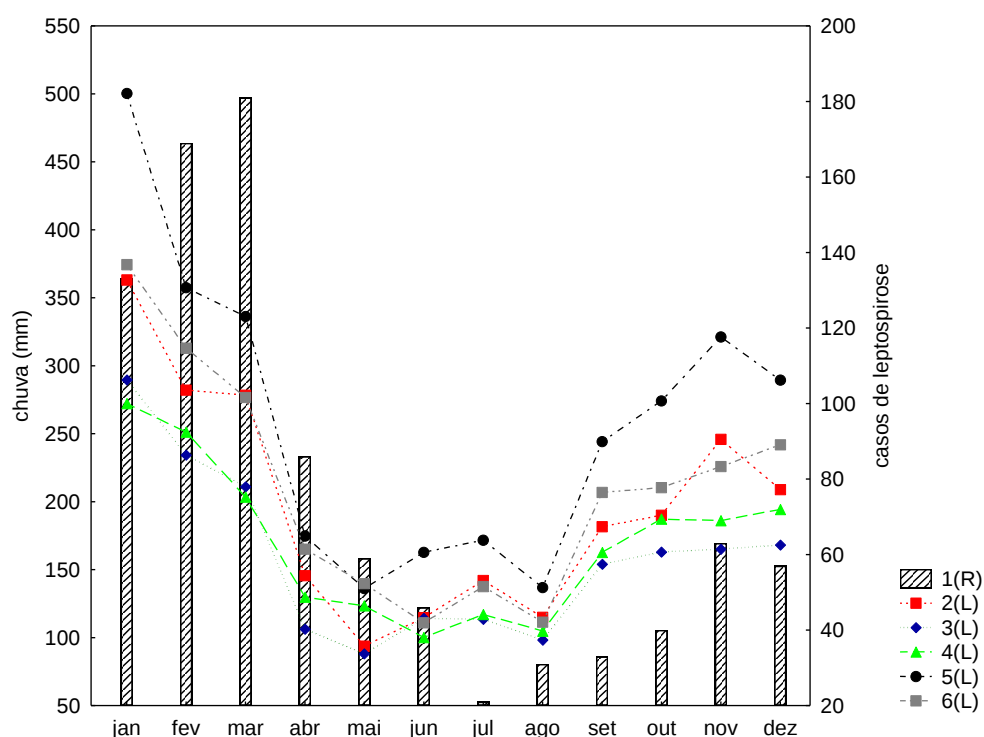


Figura 30- Distribuição dos casos mensais de leptospirose para o período entre 1994 e 2014 e dos dados pluviométricos de estações da região. 1 – casos de leptospirose; 2 – Estação Univille; 3 – Estação Joinville (RVPSC); 4 – Média das estações na planície; 5 – Estação Estrada dos Morros; 6 – Média das estações na frente da serra.

Outros autores encontraram a mesma característica em suas pesquisas, para diferentes regiões do país. Paula (2005) identificou que, em geral, a maior ocorrência de leptospirose se dá no verão e início da primavera para o território nacional, no entanto, existem regiões com regimes pluviométricos

distintos, sendo o caso, por exemplo, do litoral atlântico nordestino, que possui a estação chuvosa no outono. Já para o município de Curitiba, o mesmo autor encontrou a maior incidência da doença nos meses de verão, analisando o período de 1997 a 2001. Assim como Aleixo *et al.*(2010), estudando o período de 1998 a 2008, em Ribeirão Preto (SP) e Guimarães *et al.* (2014), estudando o período de 2007 a 2012, no município do Rio de Janeiro.

Na Tabela 17 estão descritos os valores da análise de correlação mensal entre as estações pluviométricas com os casos de leptospirose no município de Joinville. A média mensal de precipitação utilizada para cada estação e para o conjunto das estações, localizadas na planície e na frente da serra, também estão descritos na tabela. Todos os valores do coeficiente de correlação estão classificados como moderado. Ou seja, houve uma melhor associação entre os dados mensais do que os dados anuais.

Tabela 17- Resultados dos testes de correlação (valor r) entre estações pluviométricas e os casos de leptospirose humana para os dados mensais.

	Univille	Joinville RVPSC	Média Planície	Estrada dos Morros	Média frente da serra
Coeficiente de correlação	0,5434	0,537	0,5083	0,445	0,5664
Período dos dados pluviométricos	1996 a 2014	1994 a 2014	1994 a 2014	1979 a 2008	1979 a 2008

O ano com maior registro de leptospirose foi em 2008, com 84 casos, seguido por 1995 e 1998, ambos com 66 casos (Figura 31). Segundo Mello *et al.* (2013), os anos que mais choveram em Joinville, a partir da média de 42 estações pluviométricas para o período de 1953 a 2008, foram, respectivamente, 1983 (2.782,1 mm), 1957 (2.649,7 mm), 1998 (2.611,2 mm) e 2008 (2.570,9 mm).

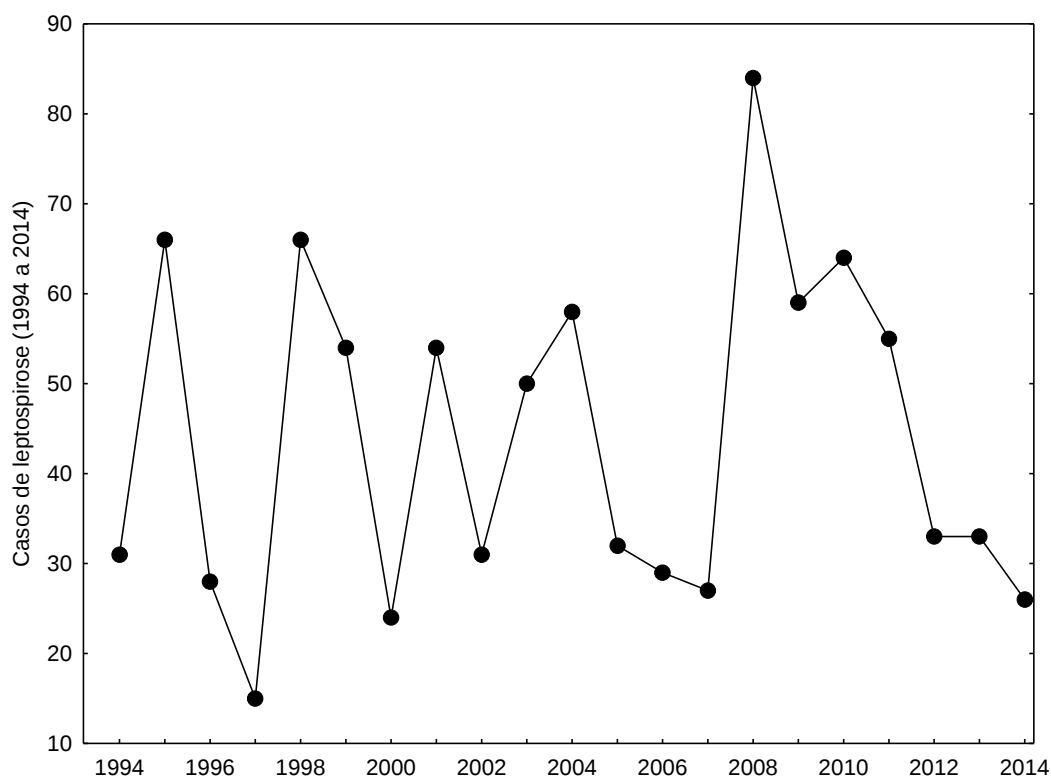


Figura 31 – Distribuição dos casos de leptospirose registrados em Joinville (SC), para o período de 1994 a 2014.

No ano de 1995 a maior ocorrência de leptospirose foi no mês de fevereiro, com 38 casos, seguido por março com 10 casos. Segundo Silveira *et al.* (2009) no dia 9 de fevereiro de 1995 houve uma grande inundação que arrasou grandes áreas do município, principalmente na bacia do rio Cubatão. Foram registrados 48 casos de leptospirose, posteriormente a esta data, sendo que duas pessoas foram a óbito.

No ano de 1998 as maiores ocorrências de leptospirose foram nos meses de março, com 17 casos, fevereiro com 13 casos, e janeiro com 11 casos. Segundo Silveira *et al.* (2009), neste período, foram registradas enchentes nos dias 2 de janeiro, principalmente na zona rural do município, no dia 7 de janeiro, na região central, 16 de fevereiro também na região central, e no dia 24 de fevereiro, principalmente, em bairros como o Itaum, Jardim Paraíso e Jardim Sofia.

No ano de 2008, as maiores ocorrências da doença foram nos meses de novembro, com 20 casos, e no mês de dezembro, com 19 casos. Vale lembrar que no dia 22 de novembro houve um evento extremo de precipitação, onde foram registrados 172 mm de chuva na estação Joinville (RVPSC), e 247,3 mm na estação da Univille, sendo este o registro diário recorde da estação, que opera desde agosto de 1995. Posteriormente a esta data, considerando um limite de 30 dias, referente ao período máximo de incubação da doença, foram registrados 32 casos de leptospirose em Joinville.

Para estes três anos específicos (1995, 1998 e 2008) foram realizadas as análises de correlação com a precipitação do mês das ocorrências de leptospirose, e das chuvas do mês anterior. Guimarães *et*

al. (2014) utilizaram a chuva do mês anterior a ocorrência, segundo os autores, esta escolha é coerente, devido ao tempo de latência da doença.

Na Tabela 18, estão relacionados os resultados obtidos com os testes de correlação linear, para os anos de 1995, 1998 e 2008. Dentre eles, estão os valores de coeficiente de correlação estatisticamente mais relevantes encontrados nas análises de associação com os casos de leptospirose, efetuados neste trabalho.

Tabela 18- Resultados dos testes de correlação (valor r) entre estações pluviométricas e os casos de leptospirose humana para os anos de 1995, 1998 e 2008. Correspondentes à chuva do mês da ocorrência de leptospirose e da chuva do mês anterior.

		Univille	Joinville RVPSC	Estrada dos Morros	Média planície	Média frente da serra
1995	Mês de ocorrência	-	0,6002	0,2151	0,5289	0,2949
	Mês anterior	-	0,5004	0,7675	0,5182	0,7986
1998	Mês de ocorrência	0,3086	0,2689	0,3821	0,4197	0,4132
	Mês anterior	0,3226	0,3141	0,5664	0,4495	0,4585
2008	Mês de ocorrência	0,4005	0,5047	0,3361	0,4733	0,255
	Mês anterior	0,6636	0,7487	0,7711	0,7274	0,6918

Os melhores resultados foram encontrados quando se utilizou a média de precipitação do mês anterior a ocorrência da doença. Sendo a média dos coeficientes de correlação das análises, nas diferentes estações e nos diferentes anos, de 0,59; Já para os dados de chuva referente ao mês da ocorrência dos casos, a média dos coeficientes de correlação foi de 0,39. No ano de 1995 o coeficiente de correlação com a estação Estrada dos Morros e a média das estações próximas a serra foi alto. Destacando-se que, neste ano, as chuvas e inundações foram maiores na bacia do Rio Cubatão, que abrange parte da Serra do Mar, e houve 5 casos de leptospirose na zona rural desta região.

No ano de 2008, para os dados de precipitação do mês anterior à ocorrência da doença, os coeficientes de correlação ficaram classificados entre moderado e alto. Destacando-se que, neste ano, houve um episódio bem específico de inundações no dia 22 de novembro. Em média, contabilizando os testes de correlação anuais, mensais e dos anos chuvosos, os coeficientes de correlação das estações variaram entre 0,45 e 0,52, sendo o maior valor relacionado à média das estações na planície, e o menor na estação da Univille.

Na análise de correlação dos dados diários para os meses com maior ocorrência de leptospirose, dos três anos de eventos extremos de precipitação (1995, 1998 e 2008), não houve relevância estatística, sendo que os valores do coeficiente de correlação foram semelhantes a 0. É importante notar, que a falta de correlação linear entre os dados de chuva e de leptospirose nas análises se deve, provavelmente, ao fato de que o período de incubação varia entre 1 e 30 dias. E não porque

não existe relação entre a ocorrência de altos índices pluviométricos, muitas vezes ligados a inundações, com a incidência de leptospirose.

As Figuras 32, 33 e 34, mostram a distribuição dos casos de leptospirose para os anos de 1995, 1998 e 2008, respectivamente, sobre o mapa de precipitação para o período correspondente. As superfícies foram interpoladas pelo método de krigagem, através do semivariograma de modelo gaussiano. As estatísticas dos erros obtidos a partir da técnica de validação cruzada estão descritas na Tabela 19.

Tabela 19- Estatísticas dos erros para as superfícies de precipitação interpoladas para os anos de 1995, 1998 e 2008.

	ME	RMSSE	ASE	RMSE
1995	0,01	0,95	438,7	411,3
1998	0	0,9	292,9	259,3
2008	0	0,83	538,3	432,4

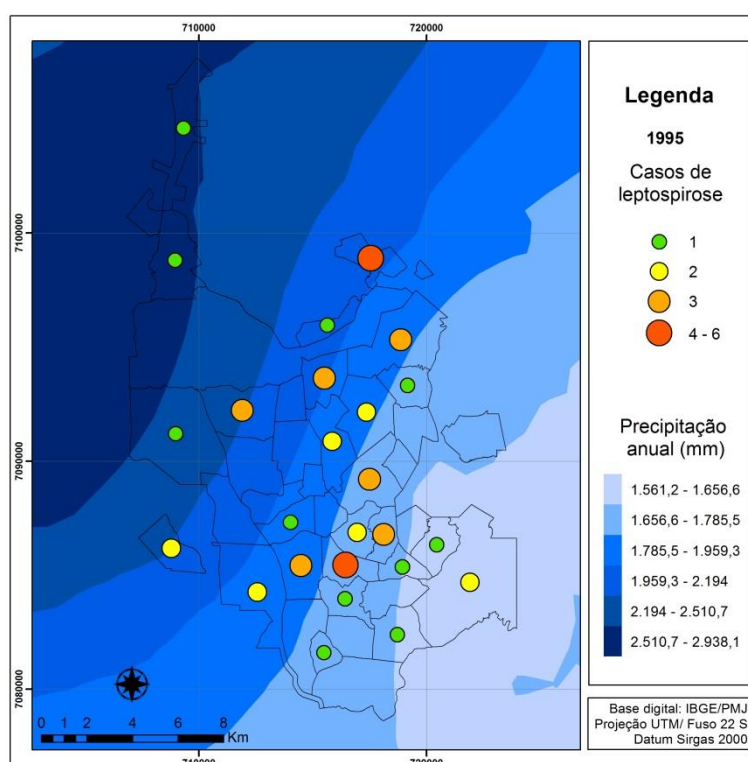


Figura 32 – Distribuição dos casos de leptospirose sobre a superfície interpolada de precipitação para a cidade de Joinville (SC), no ano de 1995.

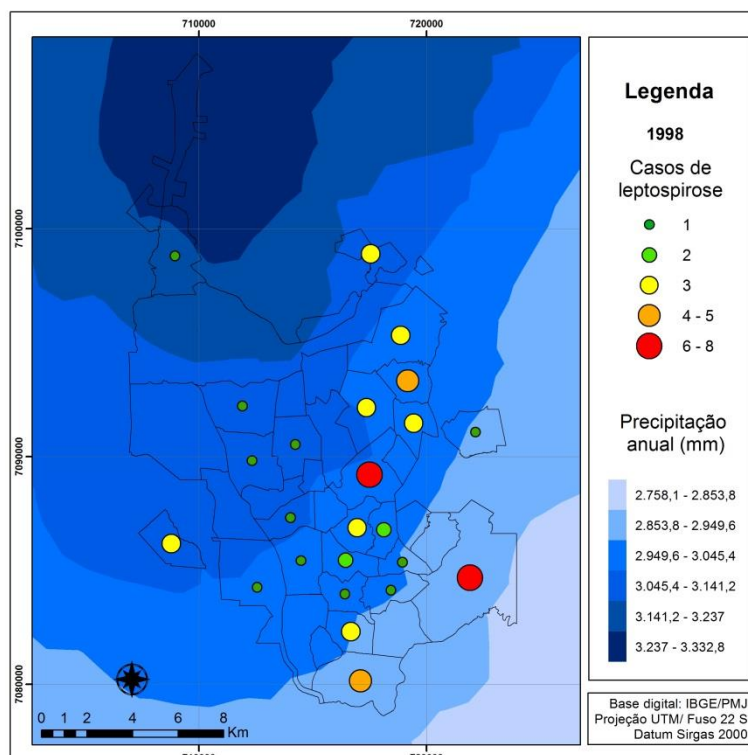


Figura 33 – Distribuição dos casos de leptospirose sobre a superfície interpolada de precipitação para a cidade de Joinville (SC), no ano de 1998.

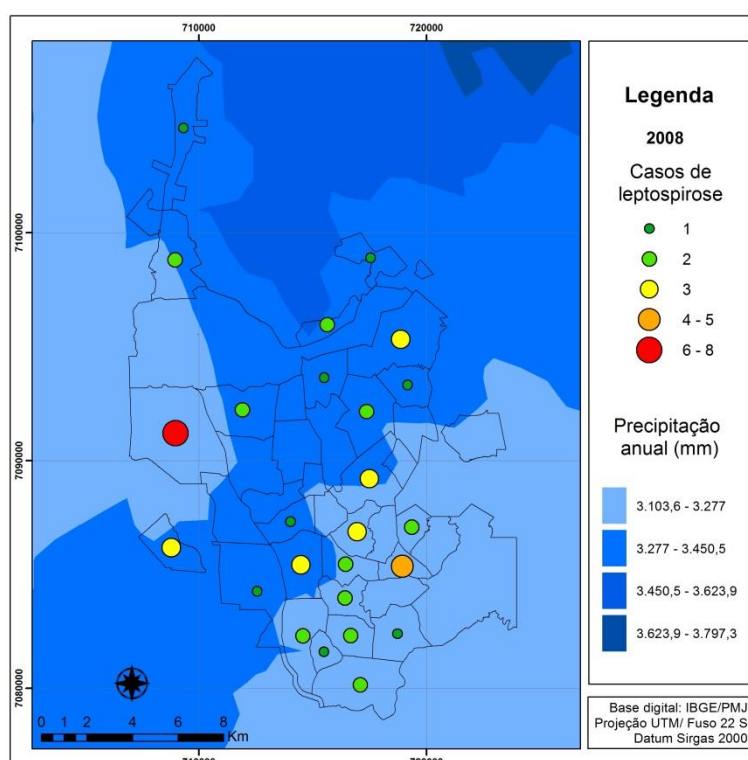


Figura 34 – Distribuição dos casos de leptospirose sobre a superfície interpolada de precipitação para a cidade de Joinville (SC), no ano de 2008.

A partir das Figuras 32, 33 e 34 é possível observar que os bairros com a maior ocorrência de leptospirose não são, necessariamente, os que possuem os maiores volumes de chuva. Um viés nesta análise é a localização das estações pluviométricas, que irá influenciar na interpolação. Provavelmente, se houvesse uma estação instalada em cada bairro o resultado seria diferente. Outra questão relevante nesta análise, é que existem outros fatores sociais e ambientais que influenciam na distribuição dos casos de leptospirose, tais como, o saneamento básico e a rede de drenagem.

Sabe-se que no ano de 1995 as inundações foram maiores na região da bacia do rio Cubatão, por meio da Figura 32, é possível observar que houve grandes ocorrências de casos de leptospirose nos bairros localizados mais ao norte da cidade, próximos ou inseridos na bacia do Cubatão, tais como, Jardim Paraíso, Bom Retiro e Costa e Silva. No ano de 1998, as maiores ocorrências de leptospirose se deram nos bairros Paranaguamirim e Boa Vista, e em 2008, no bairro Vila Nova.

Interessante notar como a distribuição espacial das chuvas foi diferente entre os três anos analisados. Em geral, a parte sudeste da cidade recebe menores volumes de chuva, e a região noroeste maior volumes, possivelmente devido à proximidade da Serra do Mar. Porém, no ano de 2008, os maiores volumes de chuva se concentraram no sentido sudoeste/nordeste, atravessando a cidade de Joinville.

Foram analisados os dados da Defesa Civil, para o período de janeiro de 2010 a maio de 2015, referente às ocorrências de alagamentos e inundações. Houve 34 ocorrências na zona sul; 32 na zona norte; 31 na zona oeste; 28 no centro; e 13 na zona leste da cidade. Percebe-se, através destas informações, que os alagamentos são frequentes e bem distribuídos pelas regiões da cidade de Joinville, e a zona leste é a que possui a menor ocorrência de eventos destas categorias.

Silveira (2008) utilizou dados de ocorrências de inundações de 1851 a 2007, e identificou que a maior frequência destes eventos ocorre na bacia do rio Cubatão (38%), seguido pelas bacias dos rios Cachoeira (27%), Piraí (20%), Independente da Vertente Leste (6%) e Palmital (1%). Ou seja, os dados se complementam, a tendência na distribuição espacial das inundações permanece com um padrão similar, desde a época da colonização de Joinville.

Já a ocorrência de leptospirose não segue este padrão, a bacia hidrográfica com a maior incidência de leptospirose é a bacia do rio Cachoeira (46,5%), seguida pela bacia Independente da Vertente Leste (22,8%), Cubatão (10,5%), Independente da Vertente Sul (9,6%), Piraí (8,9%) e Palmital com 1,6%. As bacias com maiores ocorrências da doença coincidem com as regiões mais populosas do município.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho buscou preencher uma lacuna na bibliografia científica de Joinville (SC) sobre a distribuição de precipitação, e também, sobre sua relação com a incidência de leptospirose. O município possui altos índices pluviométricos, o que já é conhecido há muito tempo, porém, havia uma necessidade de explorar as séries históricas disponíveis, para assim, gerar informações confiáveis e que contribuam para o desenvolvimento científico regional.

Os métodos de preenchimento de falhas utilizados no estudo, que apresentaram os melhores resultados foram, respectivamente, à regressão linear múltipla, a ponderação regional, a ponderação regional com base em regressões lineares e a regressão simples. Evidenciou-se também a importância do conhecimento sobre a dinâmica climática local por parte do/a pesquisador/a, quando for realizar o preenchimento de falhas, e que se utilize mais de um método, pois apesar de a R.L.M. obter os melhores resultados nas análises, isto não se observou em 100% dos casos.

Uma alternativa para aproximar os valores das falhas preenchidas aos valores reais é selecionar apenas os anos com totais mensais ou anuais similares ao do período de estudo, na elaboração das médias ou das regressões lineares, e não a média de toda a série.

Não se recomenda a utilização do preenchimento de falhas quando for trabalhar com distribuição de dados extremos, dados diários, ou quando for preciso realizar uma análise de um evento específico. Pois o preenchimento da falha gera um dado que não condiz com o registrado na ocorrência desejada, gerando inconsistência na análise.

As médias de precipitação anual (2.130,1 mm) e mensal (183,6 mm) para Joinville foram selecionadas a partir do método de krigagem no mapeamento geoestatístico, e os maiores volumes médios de chuva, em ambos os casos, espacializaram-se próximos à serra do Quiriri, mais ao norte do município, na região de Pirabeiraba e também nas áreas próximas às serras da Tromba e Pirai.

A análise da precipitação mensal média das estações, da região estudada, indicou uma distribuição similar entre as compartimentações topográficas da região ao longo do ano, com maiores picos nos meses de verão, podendo chegar a um valor médio de 370,03 mm em janeiro (valor referente ao período de 1979 a 2008), na frente da serra, e menores registros nos meses de inverno. Esta distribuição anual se difere nos totais de chuva, os maiores valores foram registrados na frente da serra e os menores na região de planalto.

A análise da precipitação mínima provável mostrou maiores diferenças de precipitação aos menores níveis de probabilidade. O padrão anual de distribuição de chuvas é similar ao encontrado no cálculo das médias. O ajuste da distribuição gama aos dados produziu bons resultados, segundo o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov.

Os dados de probabilidade de precipitação gerados podem ser utilizados como ferramenta para a melhor gestão dos recursos hídricos regionais. Estes dados, comumente, são utilizados para fins

agrícolas, porém, também podem ser um instrumento em etapas de planejamentos relacionadas à construção civil, ao saneamento básico, a captação de água da chuva e as doenças de veiculação hídrica, entre outras possibilidades.

A distribuição dos casos de leptospirose ao longo do período analisado (1994 a 2014) está relacionada à ocorrência de maiores volumes de chuvas e as inundações. Existem registros anuais marcantes de precipitação e/ou inundação, como nos anos de 1995, 1998 e 2008, que coincidem com maiores ocorrências da doença na população. Importante notar que a distribuição sazonal dos casos é maior nos meses de verão e primavera, quando ocorrem os maiores volumes de chuva na região.

As chuvas, por si só, não são o principal motivo da distribuição da ocorrência de leptospirose humana nos bairros de Joinville. Parece haver uma ligação com questões sociais como, renda, densidade populacional e saneamento básico. Algumas evidências a esse respeito são: as maiores ocorrências da doença estão em bairros populosos como o Aventureiro, Paranaguamirim e Jardim Paraíso, os quais, na maior parte do período analisado não possuíam rede coletora de esgoto; os bairros atendidos pela rede coletora (implantada antes do plano de expansão de 2011) possuem baixa incidência da doença; a maior concentração dos casos está nas zonas leste/sudeste/nordeste da cidade, em bairros que são historicamente considerados de menor renda.

Apesar de o município de Joinville possuir um alto IDH e boas colocações em índices de melhores cidades para se viver no país, o município ainda apresenta problemas de saúde pública de municípios com IDH bastante baixos. Alguns passos para melhorias vêm sendo dados, como a ampliação da rede coletora de esgoto.

Ainda existe muito campo na área de climatologia para ser explorado em Joinville. Com este trabalho obteve-se, basicamente, um estudo detalhado sobre a precipitação mensal e anual da região. Além de relacioná-la com a área da saúde através do estudo da incidência de leptospirose.

Estudar os eventos críticos de precipitação, assim como a relação das chuvas com os sistemas atmosféricos atuantes, são exemplos de pesquisas a serem exploradas. A caracterização de outros parâmetros meteorológicos na região, também são possibilidades de estudo que devem ser trabalhadas, com o intuito de enriquecer o conhecimento climático sobre a região nordeste de Santa Catarina, contribuindo também, para a construção de políticas públicas na área da saúde ambiental e mudanças climáticas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEIXO, N. C. R.; NETO, J. L. S. Eventos pluviométricos extremos e saúde: perspectivas de interação pelos casos de leptospirose em ambiente urbano. **Hygeia** 6(11):118-132, dez. 2010.

ALVARES, C. A. **Mapeamento e modelagem edafoclimática da produtividade de plantações de *Eucalyptus* no sul do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2011.

AMAE. Sistema de esgotamento sanitário. Disponível em:< [HTTP://WWW.AMAE.SC.GOV.BR/SERVICOS/ABASTECIMENTO-DE-AGUA-E-ESGOTAMENTO-SANITARIO/SISTEMA-DE-ESGOTAMENTO-SANITARIO/](http://www.amae.sc.gov.br/servicos/abastecimento-de-agua-e-esgotamento-sanitario/sistema-de-esgotamento-sanitario/)>. Acesso em: 15 nov. 2015.

ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo: Editora Unisinos/ Universidade do Vale do rio dos Sinos, 2003.

ARAÚJO, W. F.; JÚNIOR, A. S. de A.; MEDEIROS, R. D. de.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.5,n.3,p.563-567, 2001.

ASSIS, F. N. de; ARRUDA, H. V.de; PEREIRA, A. R. **Aplicações de estatística a climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Ed. Universitária/UFPel, 1996.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 5^a ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 332p.

BARCELLOS, C.; LAMMERHIRT, C. B.; ALMEIDA, M. A. B. de; SANTOS, E. dos. Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 19(5):1283-1292, set-out, 2003.

BARGAOUI, Z. K.; CHEBBI, A. Comparison of two kriging interpolation methods applied to spatiotemporal rainfall. **Journal of Hydrology** 365 (2009) 56-73.

BAÚ, A. L.; GOMES, B. M.; QUEIROZ, M. M. F. de.; OPAZO, M. A. U.; SAMPAIO, S. C. Comportamento espacial da precipitação pluvial mensal provável da mesorregião oeste do Estado do Paraná. **Irriga**, Botucatu, v.11, n.2, p. 150-168, abril-junho, 2006.

BRASIL. Lei da informação. Lei nº12.527, de 18 de novembro de 2011. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12527.htm>. Acesso em 06 de ago. de 2015.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; SWAROWSKY, A.; D’AVILA, R. F. Homogeneidade e estatísticas descritivas dos totais mensais e anuais de chuva de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.11, p. 89-97, 2006.

CARAM, R. de O. **Reconstrução de séries e análise geoestatística da precipitação no Estado de Minas Gerais**. Dissertação (*Magister Scientiae*) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

CARDOSO, C. O.; SOCCOL, O. J.; SAMPAIO, C. A. P. Chuva mensal provável com a distribuição gama para Lages, SC. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 16., 2009, Belo Horizonte, MG. Disponível em:< http://www.sbagro.org.br/anais_congresso_2009>. Acesso em: 02 de jul. de 2015.

CARVALHO, J. R. P. de; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.377-384, 2005.

CARVALHO, J. R. P. de; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S. Interpoladores geoestatísticos na análise da distribuição espacial da precipitação anual e de sua relação com altitude. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.9, p.1235-1242, set. 2012.

CARVALHO, J. R. P. de; QUEIROZ, E. F. de. Uso de cokrigagem colocalizada na determinação da distribuição espacial de precipitação. Campinas: **Embrapa Informática Agropecuária**. 2002, 4p. Comunicado Técnico.

CARVALHO, J. R. P. de; VIEIRA, S. R. Validação de modelos geoestatísticos usando teste de Filliben: aplicação em agroclimatologia. Campinas: **Embrapa Informática Agropecuária**. 2004, 4p. Comunicado Técnico.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; DIAS, M. A. F. da S.; SILVA, M. G. A. J. da (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CESA, M. de V.; DUARTE, G. M. A qualidade do ambiente e as doenças de veiculação hídrica. **Geosul**, Florianópolis, v.25, n.49, p.63-78, jan./jun. 2010.

CHECHI, L.; SANCHES, F. DE O. O Uso do índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.06, n.06 (2013), 1586-1597.

CHIBANA, E. Y.; FLUMIGNAN, D.; MOTA, R. G.; VIEIRA, A. de S.; FARIA, R. T. de. Estimativa de falhas em dados meteorológicos. V Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBI-AGRO. Londrina, 2005.

COLLISCHONN, W; TASSI, R. **Introduzindo hidrologia**. IPH UFRGS, 2008. 149p.

DIODATO, N. The influence of topography co-variables on the spatial variability of precipitation over small regions of complex terrain. **International Journal of Climatology**. 25: 351-363 (2005).

FERNANDEZ, M. N. **Preenchimento de falhas em séries temporais**. Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica. Dissertação de Mestrado, 2007.

FIGUEIREDO, C. M. de; MOURÃO, A. C.; OLIVEIRA, M. A. A. de.; ALVES, W. R.; OOTEMAN, M. C.; CHAMONE, C. B.; KOURY, M. C. Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 34(4):331-338, jul-ago, 2001.

GUIA BRASILEIRO DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA. 6.ed. Ver. amp. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde, 2005.

GUIMARÃES, R. M.; CRUZ, O. G.; PARREIRA, V. G.; MAZOTO, M. L.; VIEIRA, J. D.; ASMUS, C. I. R. F. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. **Ciência e Saúde Coletiva**. 19(9):3683-3692, 2014.

HEVESI, J. A.; FLINT, A. L.; ISTOK, J. D. Precipitation estimation in mountainous terrain using multivariate geostatistics. Part II: isohyetal maps. **Journal of applied meteorology**, v.31, p. 677-688, 1992.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de saneamento**, Rio de Janeiro: 2011.

_____.Cidades@. Disponível em:< <http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 de jun. de 2015a.

_____.Estados@. Disponível em :< <http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 11 de agos. de 2015b.

_____.Estimativas de população. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2014>>. Acesso em: 22 de jun. de 2015c.

IPPUJ – Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville. **Joinville cidade em dados 2014**. Joinville, 2014 150p.

JUNIOR, J. A. J.; GOMES, N. M.; MELLO, C. R. de.; SILVA, A. M. da. Precipitação provável para a região de Madre de Deus, Alto Rio Grande: modelos de probabilidades e valores característicos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.31, n.3, p.842-850, maio/jun., 2007.

LÉLLIS, F. S.; BARROSO, G. F. Modelagem geoestatística de precipitação pluviométrica na bacia do rio Jacaraípe, Serra (ES). Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE, p.5201.

LIMA, R. J. da S.; ABREU, E. M. N. de; RAMOS, F. L. de P.; SANTOS, R. D. dos; SANTOS, D. D. dos; SANTOS, F. A. A. dos; MATOS, L. M.; SARAIVA, J. M. B.; COSTA, A. R. F. da. Análise da distribuição espaço-temporal da leptospirose humana em Belém, Estado do Pará, Brasil. **Rev. Pan-Amaz Saúde**, 3(2):33-40, 2012.

LONGO, A. J.; SAMPAIO, S. C.; QUEIROZ, M. M. F. de.; SUSZEK, M. Uso das distribuições gama e log-normal na estimativa de precipitação provável quinzenal. **Varia Scientia**, v.06, n.11, p.101-118, ago., 2006.

MAGALHÃES, G. B.; ZANELLA, M. E.; SALES, M. C. L. A ocorrência de chuvas e a incidência de leptospirose em Fortaleza-CE. **Higeya, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. 5(9):77-87, dez. 2009.

MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; GALVANIN, E. A. dos S.; MAGNANI, E. B. Z.; OLIVEIRA, K. C. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do rio Paraguai. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26,n.4,639-647, 2011.

MELLO, C. R.; LIMA, J. M.; SILVA, A. M.; MELLO, J. M.; OLIVEIRA, M. S. Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:925-933, 2003.

MELLO, J. M. de. **Geoestatística aplicada ao inventário florestal**. Tese (Doutor em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/ Universidade de São Paulo, 2004.

MELLO, J. M. de.; BATISTA, J. L. F.; JÚNIOR, P. J. R.; OLIVEIRA, M. S. de. Ajuste e seleção de modelos espaciais de semivariograma visando a estimativa volumétrica de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n.69, p. 25-37, dez. 2005.

MELLO, Y. R.; OLIVEIRA, T. M. N. de; VAZ, C.; NASS, D. N. Distribuição de precipitação anual na bacia hidrográfica do rio Cubatão Norte. **Revista GEONORTE**, Edição Especial 2, v 1, n 5, Novembro de 2012. Manaus, 2012.

MELLO, Y. R. de; KOEHNTOPP, P. I; OLIVEIRA T. M.; VAZ, C.. **Distribuição de precipitação pluviométrica na região de Joinville**. Joinville, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade da Região de Joinville – Univille.

MENDONÇA, F. Clima, tropicalidade e saúde: uma perspectiva a partir da intensificação do aquecimento global. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.1, n.1, p. 100-112, 2005.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Indicadores de morbidade 2012**. Disponível em:< <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?idb2012/d0117.def>>. Acesso em: 07 de ago. de 2015.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do Estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam sobre o ano. **Geosul**, Florianópolis, v.16, n.31, p.69-78, jan./jun., 2001.

MOSCATI, M. C. L.; Santo C. M.; Giarolla, E.; Pereira, C. S. **Estudo climatológico sobre a Costa Sul-Sudeste do Brasil: Organização e tratamento dos dados meteorológicos**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, Rio de Janeiro, 2000.p. 745-751.

MOULIN, G. D. **Técnicas de entropia e de geoestatística no dimensionamento de redes pluviométricas**. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2005.

MURTA, R. M.; TEODORO, S. M.; BONOMO, P.; CHAVES, M. A. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. **Cienc. Agrotec.**, Lavras, v.29, n.5, p.988-994, set./out., 2005.

NDEYANELAO, E. G. E. **Leptospirose humana na província de Huíla: rastreio serológico e molecular de doentes assistidos no Hospital Central Dr. António Agostinho Neto, Lubango (Angola)**. Lisboa, 2014. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciências Biomédicas) – Universidade Nova de Lisboa.

OLIVEIRA, D.S.C; GUIMARÃES, M.J.B; MEDEIROS, Z. Modelo produtivo para a leptospirose. **Revista de Patologia Tropical**, 2009; 38(1):17-26.

OLIVEIRA, F. A. de. Estudo do aporte sedimentar em suspensão na baía da babitonga sob a ótica da geomorfologia. Universidade de São Paulo – USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Tese de Doutorado, 2006.

OLIVEIRA, L. F. C. de.; FIOREZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M.; SILVA, M. A. S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1186-1192, 2010.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R; VALCI, F.V. Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.

PAULA, E. V. de. Leptospirose humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 2301-2308.

RIBEIRO, B. T.; AVANZI, J. C.; MELLO, C. R. de; LIMA, J. M. de; SILVA, M. L. N. Comparação de distribuições de probabilidade e estimativa da precipitação provável para região de Barbacena, MG. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.31,n.5,p.1297-1302, set./out.,2007.

ROSA, A. M.; IGNOTTI, E.; BOTELHO, C.; CASTRO, H. A. de; HACON, S. de S. **Respiratory disease and climatic seasonality in children under 15 years old in a town in the Brazilian Amazon**. *Jornal de Pediatria* - Vol. 84, Nº 6, 2008.

SAMPAIO, S. C.; LONGO, A. J.; QUEIROZ, M. M. F. de.; GOMES, B. M.; BOAS, M. A. V.; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição da precipitação mensal provável no Estado do Paraná. **Maringá**, v.28, n.2,p.267-272,2006.

SANTANA, N. A. de. **A produção do espaço urbano e os loteamentos na cidade de Joinville (SC) - 1949/1996**. Florianópolis: UFSC/Depto.Geociências, 1998. (Dissertação de Mestrado).

SILVA FILHO, A. C.; MORAIS, R. D. de.; SILVA, J. B. da. Doenças de veiculação hídrica: dados epidemiológicos, condições de abastecimento e armazenamento da água em Massaranduba/PB. **Revista Eletrônica do curso de Geografia**. n.20, jan./jun. 2013.

SILVEIRA, Wivian Nereida. **História das inundações de Joinville: 1851 – 2008**. Wivian Nereida Silveira, Masato Kobivama, Roberto Fabris Goerl, Brigitte Brandenburg – Curitiba: Ed. Organic Trading, 2009.

SOARES, T. S. M.; LATORRE, M. do R. D. de O.; LAPORTA, G. Z.; BUZZAR, M. R. Análise espacial e sazonal da leptospirose no município de São Paulo, SP, 1998 a 2006. **Rev. Saúde Pública**, 44(2):283-91, 2010.

SOCCOL, O. J.; CARDOSO, C. O.; MIQUELLUTI, D. J. Análise da precipitação mensal provável para o município de Lages, SC. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v.14, n.6, p.569-574, 2010.

THOM, H. C. S. A note on the gamma distribution. **Monthly Weather Review**, v.86, n.4, p.117-122, 1958.

TRIOLA, M. F. **Introdução a estatística**/ Mario F. Triola; tradução Vera Regina Lima de Farias e Flores, revisão técnica Ana Maria Lima de Farias. – 10.ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2008.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed.; 2. reimpr. – Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS: ABRH, 2001.

VASCONCELOS, C. H.; FONSECA, F. R.; LISE, M. L. Z.; ARSKY, M. de L. N. S. Fatores ambientais e socioeconômicos relacionados a distribuição de casos de leptospirose no Estado de Pernambuco, Brasil, 2001-2009. **Cad. Saúde Colet.**, 20(1):49-56, Rio de Janeiro, 2012.

VIEIRA, S. **Introdução a bioestatística**/ Sonia Vieira. – 3. ed. revista e ampliada. – Rio de Janeiro: Campus, 1980.

VIOLA, M. R.; MELLO, C. R. de; PINTO, D. B. F.; MELLO, J. M. de; ÁVILA, L. F. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.9, p. 970-978, 2010.

WANDERLEY, H. S.; AMORIM, R. F. C.; CARVALHO, F. O. de. Variabilidade espacial e preenchimento de falhas de dados pluviométricos para o Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.3, 347-354, 2012.

WANDERLEY, H. S.; CARVALHO, F. O. de; AMORIM, R. F. C.; CAVALCANTI, J. R. de A.; SANTOS, R. R. C. Análise geoestatística da precipitação para o Estado de Alagoas. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande/MS, 2009.

YAMAMOTO, J. K. **Geoestatística: conceitos e aplicações**/ Jorge Kazuo Yamamoto, Paulo M. Barbosa Landim. – São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

ANEXOS

Anexo I – Tabelas com os dados mensais preenchidos e brutos de precipitação, respectivamente, das 42 estações pluviométricas utilizadas na pesquisa.

	Média mensal (1979 a 2008) das estações: dados preenchidos												Média estação
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
1	325,5	275,9	236,0	158,5	136,0	128,4	155,8	114,7	208,2	206,4	196,4	233,8	198,0
2	475,8	396,2	346,4	215,1	174,4	145,6	166,9	131,8	255,3	285,5	306,3	301,7	266,8
3	280,6	212,5	126,6	127,0	108,6	124,5	104,2	167,2	194,4	194,8	214,3	214,3	172,4
4	232,9	210,2	173,0	99,0	107,0	88,2	82,5	89,3	136,4	161,8	158,7	161,3	141,7
5	357,8	321,3	262,5	148,0	133,0	114,6	132,2	110,6	195,7	213,2	210,0	232,6	202,6
6	323,1	271,6	219,6	147,7	146,2	119,7	143,2	115,2	220,7	225,6	206,3	225,8	197,1
7	223,4	224,2	171,0	126,1	126,0	100,3	129,5	105,9	174,8	184,3	149,3	174,7	157,5
8	220,6	195,9	138,5	122,8	120,0	107,2	129,5	108,8	163,8	171,6	134,6	178,5	149,3
9	334,1	292,4	243,5	155,2	135,6	110,6	123,9	104,9	185,7	186,8	186,4	237,2	191,4
10	327,0	295,3	246,8	144,1	119,4	99,8	129,8	115,3	189,8	200,4	230,5	217,4	193,0
11	178,2	157,6	122,9	89,9	105,5	107,5	110,4	89,5	141,3	139,3	117,5	164,7	127,0
12	190,7	172,6	118,9	98,8	120,6	109,0	116,7	87,5	137,7	146,4	117,9	163,0	131,6
13	215,9	181,9	137,4	103,8	125,1	110,1	129,4	98,5	151,3	160,7	135,4	163,9	142,8
14	465,1	348,3	311,2	175,9	142,5	108,6	131,5	101,8	214,8	215,1	262,2	260,8	228,1
15	247,2	252,3	180,6	119,0	128,2	99,3	123,0	99,6	161,0	181,4	169,6	197,7	163,2
16	252,8	235,7	176,9	113,9	114,8	87,4	114,4	93,1	156,5	191,8	182,0	184,3	158,6
17	267,6	245,6	211,9	128,4	128,8	101,6	125,7	100,7	165,4	204,0	190,5	197,0	172,3
18	253,9	243,1	185,9	117,3	119,7	92,7	112,2	96,1	164,4	192,7	176,2	185,6	161,7
19	244,8	235,0	180,4	120,9	121,8	96,0	116,8	108,2	158,0	191,2	182,0	174,8	160,8
20	189,5	162,6	112,1	97,8	119,2	108,0	120,0	94,2	128,7	142,0	118,7	154,1	128,9
21	222,6	181,6	129,3	106,3	114,1	103,1	123,5	88,6	149,5	166,1	135,7	167,5	140,7
22	176,9	160,6	127,1	94,4	95,8	109,2	97,5	78,2	122,3	135,7	118,3	148,0	122,0
23	180,7	155,0	116,2	94,3	105,8	106,3	102,8	92,7	134,8	142,3	116,5	157,4	125,4
24	195,7	171,4	126,4	101,1	111,8	103,4	122,8	88,4	147,0	158,0	123,8	166,9	134,7
25	370,0	307,0	287,3	153,7	139,4	100,8	135,4	121,6	218,8	215,9	232,9	229,1	209,3
26	339,3	313,6	255,6	152,8	124,1	98,2	117,3	97,7	160,5	186,0	208,0	217,5	189,2
27	338,2	298,5	289,2	168,7	136,5	96,2	140,3	118,0	210,5	198,6	230,5	237,8	205,2
28	304,4	293,2	267,4	156,9	133,9	96,1	118,3	95,3	153,7	178,3	202,5	211,3	184,3
29	312,1	273,2	224,4	129,3	113,4	87,0	109,4	87,7	154,9	163,5	165,8	192,8	167,8
30	189,6	172,0	118,3	86,3	112,0	103,3	111,0	86,7	138,9	153,1	114,4	158,5	128,7
31	311,0	268,9	207,8	141,9	130,0	110,9	115,8	90,1	187,4	179,6	166,8	221,7	177,7
32	162,6	148,6	109,8	90,5	106,3	81,2	93,2	78,5	132,0	134,5	106,5	130,3	114,5
33	182,1	167,2	121,2	96,9	112,0	103,8	109,7	85,1	139,6	149,6	117,0	158,6	128,6
34	186,7	160,7	116,3	92,5	108,6	106,1	108,2	86,8	134,9	138,7	117,1	171,1	127,3
35	242,6	221,2	186,8	132,6	118,8	98,7	116,1	98,8	145,8	164,5	170,0	175,4	155,9
36	247,1	230,6	190,0	129,7	135,0	107,2	123,2	105,0	172,4	197,4	180,5	185,6	167,0
37	274,2	268,3	227,8	151,5	135,5	107,3	124,1	113,9	157,8	199,9	184,0	204,9	179,1
38	240,5	219,2	183,0	114,5	111,9	87,5	111,4	84,4	141,2	163,1	155,5	181,8	149,5
39	243,5	222,6	199,6	119,7	135,2	102,4	122,6	102,6	153,6	176,2	162,3	167,9	159,0
40	254,0	211,5	179,4	109,0	121,5	103,9	140,7	104,4	171,0	184,7	151,1	191,4	160,2
41	255,3	205,2	169,0	108,6	118,3	102,4	124,5	101,7	168,3	186,9	155,6	190,3	157,2
42	228,2	185,8	149,9	93,0	105,7	87,6	106,6	83,5	136,4	150,2	133,9	165,8	135,5
Média	263,4	232,5	187,7	124,6	122,8	103,9	120,8	100,5	165,1	179,0	168,9	191,8	

	Média mensal das estações: dados brutos												
	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Média estação
1	274,6	310,1	278,6	181,4	146,7	93,2	114,8	96,9	184,7	236,3	228,9	215,3	196,8
2	484,9	385,8	334,5	209,2	166,2	144,9	149,5	123,1	281,1	290,7	302,2	274,7	262,2
3	246,2	257,7	224,1	149,4	121,7	100,2	104,0	95,1	146,0	183,6	171,2	204,2	167,0
4	207,4	188,7	156,5	93,8	86,7	83,0	81,1	82,5	117,2	140,5	142,3	138,2	126,5
5	388,5	328,7	281,0	133,7	122,8	115,8	130,3	105,2	211,5	204,2	204,5	217,1	203,6
6	323,9	273,0	214,4	144,4	141,4	127,4	148,1	115,5	228,2	230,7	212,6	213,7	197,8
7	236,6	242,9	228,7	126,2	122,4	102,0	87,5	93,6	136,3	203,8	163,0	152,3	157,9
8	200,9	220,6	196,6	132,1	112,0	99,5	81,6	101,6	137,9	179,7	166,5	158,6	149,0
9	308,6	311,7	231,8	180,5	131,5	98,1	110,0	119,1	189,8	225,7	214,5	222,0	195,3
10	389,1	293,6	278,0	139,9	91,4	103,7	134,3	118,7	188,5	203,5	254,9	198,3	199,5
11	186,9	166,7	166,2	83,2	88,3	88,7	77,4	82,2	123,4	144,2	103,0	130,7	120,1
12	194,4	169,0	119,1	92,8	114,2	104,7	118,7	97,0	135,3	137,0	125,5	164,0	131,0
13	223,5	210,6	180,4	85,5	104,3	103,5	89,8	103,8	145,8	168,6	129,1	157,3	141,9
14	464,8	343,1	311,4	177,4	121,5	107,3	133,6	104,1	215,2	216,6	259,6	261,9	226,4
15	246,3	230,0	197,7	114,3	113,1	105,1	115,3	99,5	155,0	167,1	152,2	188,8	157,0
16	244,9	238,2	187,9	111,7	113,9	92,3	100,9	93,8	151,9	178,0	158,7	155,2	152,3
17	288,7	245,3	204,4	110,7	111,2	114,9	110,1	80,7	178,4	204,6	142,6	180,5	164,3
18	252,8	289,1	247,7	131,0	130,0	96,5	86,4	101,4	135,7	144,7	144,8	145,4	158,8
19	219,8	243,4	224,1	152,1	119,4	86,9	87,0	84,2	161,2	185,1	162,1	163,3	157,4
20	186,8	161,0	121,8	80,5	134,2	105,9	110,7	94,5	113,0	139,0	138,6	156,9	128,6
21	206,7	185,0	161,2	96,6	100,4	104,3	96,0	86,2	132,0	159,6	134,1	164,2	135,5
22	167,5	165,4	144,1	96,1	103,4	109,4	92,2	84,0	120,7	119,8	116,8	146,7	122,2
23	183,0	164,2	135,6	86,9	84,8	104,7	85,5	104,5	121,5	134,5	117,4	152,3	122,9
24	200,0	173,2	137,4	100,2	109,2	101,1	125,2	92,2	145,0	157,3	129,7	173,0	137,0
25	367,0	319,8	321,8	175,5	146,5	115,3	137,8	123,7	218,9	228,9	233,0	266,0	221,2
26	332,3	310,4	264,3	135,4	134,7	107,5	109,7	106,4	155,5	181,2	197,3	245,3	190,0
27	305,1	270,0	298,7	185,8	140,8	100,3	142,8	113,3	189,3	197,3	206,8	252,5	200,2
28	309,6	300,7	285,5	167,4	152,8	101,9	121,0	96,5	147,2	181,7	221,7	238,7	193,7
29	338,1	252,4	211,1	117,3	84,6	97,2	105,3	90,7	155,7	161,8	185,4	186,3	165,5
30	195,3	168,9	121,8	83,8	99,7	103,8	109,2	90,8	133,3	145,4	120,2	153,3	127,1
31	310,7	262,0	216,3	133,8	127,8	107,1	117,9	91,2	179,6	173,3	169,3	223,7	176,1
32	173,2	147,7	118,7	85,4	98,7	82,1	99,5	80,6	132,8	135,7	117,0	140,7	117,7
33	184,5	164,3	127,4	90,3	102,5	100,1	112,5	89,4	140,5	147,5	122,9	159,9	128,5
34	183,8	160,7	124,4	79,7	92,0	99,4	96,8	85,2	126,0	131,0	108,6	154,6	120,2
35	245,3	200,8	145,9	130,7	74,0	83,1	73,8	154,8	169,1	166,3	151,7	207,5	150,3
36	211,5	267,9	207,6	146,4	158,2	93,8	108,3	99,2	181,3	188,8	156,8	182,2	166,8
37	249,0	246,0	225,3	169,6	146,5	102,5	134,3	110,1	191,3	236,6	180,8	172,6	180,4
38	258,8	215,0	190,8	121,1	96,0	88,4	112,2	87,9	151,5	167,0	156,3	190,4	152,9
39	248,7	221,2	209,0	109,3	130,7	105,1	170,4	98,3	152,4	167,3	141,3	162,8	159,7
40	250,4	215,5	180,2	110,5	104,8	100,2	116,4	108,7	162,0	184,1	146,8	178,0	154,8
41	277,2	210,2	165,5	115,7	111,3	101,2	118,6	115,7	181,2	183,7	153,7	174,3	159,0
42	160,0	157,6	135,0	80,8	88,0	82,1	88,8	97,6	110,8	138,5	117,7	121,2	114,8
Média	260,2	235,4	202,7	125,0	116,2	101,5	110,6	100,0	160,3	177,9	165,8	184,4	

Anexo II – Médias mensais preenchidas em relação às brutas por estação pluviométrica. Gráficos em cor laranja = planalto; verde = escarpa da serra; azul claro = planície; e azul escuro = proximidades da frente da escarpa da serra.

