



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O ritmo climático e incidência da dengue na cidade de Porto Alegre/RS – uma análise de dezembro de 2014 a abril de 2016

Bianca Marques Maio

Pelotas/RS, 2017

Bianca Marques Maio

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O ritmo climático e incidência da dengue na cidade de Porto Alegre/RS – uma análise de dezembro de 2014 a abril de 2016

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia – Mestrado como requisito parcial para à obtenção do título de Mestre em Geografia

Orientadora: Dr^a. Erika Collischonn

Pelotas/RS, 2017

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M217r Maio, Bianca Marques

O ritmo climático e incidência da dengue na cidade de Porto Alegre/RS : uma análise de dezembro de 2014 a abril de 2016 / Bianca Marques Maio ; Erika Collischonn, orientadora. — Pelotas, 2017.

109 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Porto alegre. 2. Dengue. 3. Variabilidade climática. 4. Tipos de tempo. 5. Sistemas atmosféricos. I. Collischonn, Erika, orient. II. Título.

CDD : 910

Bianca Marques Maio

O ritmo climático e incidência da dengue na cidade de Porto Alegre/RS – uma análise de dezembro de 2014 a abril de 2016

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 24/05/2017

Banca Examinadora:

.....
Profª. Drª. Erika Collischonn (Orientadora)
Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina

.....
Prof. Dr. Cassio Arthur Wollmann (UFSC)
Doutor em Geografia pela Universidade de São Paulo

.....
Prof. Dr. Pedro Murara (UFFS)
Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Santa Catarina

Agradecimentos

Primeiramente queria agradecer a Instituição Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-graduação em Geografia pela oportunidade de ter cursado o mestrado em um programa público e gratuito de grande qualidade. A professora Dra. Erika Collischonn, minha orientadora, exemplo de professora/pesquisadora, peça fundamental não só nessa pesquisa, mas também em minha formação como geógrafa e pesquisadora, sem sua ajuda, paciência e conhecimento nada disso seria possível.

Agradeço a professora Maria da Graça Barros Sartori (in memoriam), que infelizmente não conheci, mas já amei, pelas explicações claras sobre os sistemas atmosféricos e tipos de tempo mais comuns no Rio Grande do Sul. Também ao seu esposo, senhor Pedro Luiz Pretz Sartori, e ao professor Cássio Arthur Wollmann, que tornaram possível a continuidade de seus ensinamentos através da publicação póstuma do livro “Vento Norte”.

À minha família pelo apoio, em especial ao meu pai, Cesar Francisco, que acabou falecendo no meio dessa jornada acadêmica, e que, embora não tendo oportunidade de acabar seus estudos, sempre me apoiou para que eu conseguisse chegar até aqui. Minha mãe, Diocélia, meus irmãos, Kátia e Jean, meu dindo, Sérgio Thomaz, minhas sobrinhas Andressa e Mayra, meu compadre Eric Duarte, minha cunhada Cristiane, o pai do meu filho Gilson Araújo e meu filho Karl Marques, fonte de todas as minhas inspirações.

Aos meus grandes amigos e companheiros de toda jornada geográfica Ândrea Lopes, Ricardo Brandolt e minha amiga de longa data Larissa Pinheiro.

A 4ª turma do programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Pelotas, todos os colegas que compartilharam comigo desses dois anos.

Resumo

MAIO, Bianca Marques. **O ritmo climático e incidência da dengue na cidade de Porto Alegre/RS – uma análise de dezembro de 2014 a abril de 2016.** 2017, 109f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

Estudos recentes têm apontado que o *Aedes aegypti* está se adaptando a condições climáticas adversas, porém, nas latitudes mais meridionais do Brasil, por enquanto, os casos de dengue autóctone têm um comportamento mais sazonal. Aumentam na condição de tempo mais favorável ao desenvolvimento do vetor (prevalência de temperatura mínima e máxima entre 22°C e 30°C com chuvas regulares, mas intermitentes), normalmente entre dezembro a abril, e diminuem quando fica mais frio e desfavorável ao desenvolvimento do vetor. Além disso, os números totais variam muito de ano para ano e a frequência das ocorrências é variável mesmo ao longo do período mais favorável. Esta variabilidade tem relação com a reintrodução do vírus ou de novos sorotipos do mesmo, com o grau de vigilância sanitária tanto por parte do poder público como da população. Supõe-se que também possa haver uma relação com a variabilidade climática anual e com a maior ou menor participação de um ou outro sistema atmosférico e com os tipos de tempo que deles resultam. Assim, esse trabalho trata da averiguação de variabilidade climática anual e mensal para o período do ano mais propício a proliferação de doenças virais transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, em Porto Alegre/RS, nos anos 2014/2015 e 2015/2016, bem como, do resultado da análise dos tipos de tempo que se sucederam nestes meses. Para os recortes temporais definidos, dados meteorológicos mensais foram comparados às normais climatológicas e relacionados às anomalias do El Niño-Oscilação Sul. Além disso, dados diários dos elementos climáticos, bem como de cartas sinóticas foram utilizados para definir a atuação dos sistemas atmosféricos e tipos de tempo. Esse trabalho também apresenta o processo de classificação do potencial climático de proliferação do mosquito *Aedes aegypti* para Porto Alegre/RS, utilizando o método SACDENGUE e os seus resultados por semana epidemiológica. Estes dados são confrontados com os casos confirmados de dengue registrados pela Vigilância Sanitária de Porto. Como resultado, constatou-se diferenças claras entre o verão 2014/2015 e o verão 2015/2016 nas médias e totais mensais, nas anomalias globais e, ainda, na participação dos sistemas atmosféricos e tipos de tempo, o que pode ter corroborado para a diferencial ocorrência de dengue de um ano para o outro.

Palavras-chave: Porto Alegre, Dengue, *Aedes aegypti*, variabilidade climática, tipos de tempo, sistemas atmosféricos

Abstract

MAIO, Bianca Marques. **The climatic rhythm and the dengue incidence in Porto Alegre / RS city - an analysis from December 2014 to April 2016.** 2017, 109p. Dissertation (Master in Geography) - Postgraduate Program in Geography, Institute of Human Sciences, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2017.

Recent studies have pointed out that *Aedes aegypti* is adapting to adverse climatic conditions, but in the most southern latitudes of Brazil, for now, autochthonous dengue cases have a more seasonal behavior. They increase in the time conditions most favorable to vector development (prevalence of minimum and maximum temperature between 22 ° C and 30 ° C with regular but intermittent rainfall), usually between December and April, and decrease when it becomes colder and unfavorable to development of the vector. In addition, the total numbers vary greatly from year to year and the frequency of occurrences is variable even over the most favorable period. This variability is related to the reintroduction of the virus or its new serotypes, and to the degree of sanitary surveillance by both the public power and the population. It is also assumed that there may also be a relationship with the annual climatic variability and with the greater or lesser participation of one or other atmospheric system and with the types of weather that result from them. Thus, this work deals with the investigation of annual and monthly climatic variability for the period of the most conducive year to the proliferation of viral diseases transmitted by the *Aedes aegypti* mosquito, in Porto Alegre / RS, in the years 2014/2015 and 2015/2016, and also about the analysis result of the kinds of weather that have happened in these months. For the defined temporal limits, monthly meteorological data were compared to standard climatological and related to El Niño-Southern Oscillation anomalies. In addition, daily data of climatic elements as well as synoptic charts were used to define the performance of atmospheric systems and kinds of weather. This work also presents the classification process of the climatic potential of the *Aedes aegypti* mosquito proliferation to Porto Alegre / RS, using the SACDENGUE method and its results per epidemiological week. These data are confronted with the confirmed cases of dengue recorded by the Sanitary Surveillance of Porto. As a result, there were clear differences between summer 2014/2015 and summer 2015/2016 in averages and monthly totals, in global anomalies, and also in the participation of atmospheric systems and kinds of weather, which may have corroborated to the differential occurrence of dengue from one year to the next.

Key words: Porto Alegre, Dengue, *Aedes aegypti*, climatic variability, kinds of weather, atmospheric systems

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do município de Porto Alegre/RS	18
Figura 2- Normais Climatológicas de temperatura e precipitação para Porto Alegre (1960- 1990).....	19
Figura 3- Regiões de Gestão do Planejamento de Porto Alegre segundo o PDDUA, 2010	22
Figura 4- Distribuição do mosquito vetor da dengue em 2013	29
Figura 5- Mosquito <i>Aedes aegypti</i> , vetor da doença dengue	30
Figura 6- Perfil esquemático da ilha de calor urbana.	43
Figura 7- Parâmetros climatológicos utilizados na equação do SACDENGUE ...	46
Figura 8- Processamento de dados para aplicação do SACDENGUE	47
Figura 19- Área das estações meteorológicas	49
Figura 10- Situação da área de estudo quanto aos centros de origem das massas de ar atuantes	56
Figura 11- Rede de observação	59
Figura 12- Localização média da ilha térmica às 9h, 15h e 21h.....	60
Figura 13- Mapa Clima Urbano com a localização das estações	62
Figura 14- Distribuição dos casos confirmados de dengue por SE nos anos de 2015 e 2016 até a semana 26.....	64
Figura 15- Índice da anomalia da TSM na região Niño 3.4 de 2014 a 2017	65
Figura 16- Recorte temporal 2014/2015- Variação temporal dos valores de temperaturas (máxima, média e mínimas) e de precipitação mensal em relação às normais climatológicas (1961- 1990).....	67
Figura 17- Recorte temporal 2015/2016- Variação dos valores temperaturas (máxima, média e mínima) e de precipitação mensal em relação às normais climatológicas (1961- 1990)	68
Figura 18- Distribuição das massas de ar no período de dezembro de 2014 a abril de 2015 em Porto Alegre/RS.....	69
Figura 19- Distribuição das massas de ar no período de dezembro de 2015 a abril de 2016 em Porto Alegre/RS.....	72
Figura 20- Casos de dengue por mês para os dois períodos analisados em Porto Alegre/RS	74
Figura 21- Casos de dengue com a atuação das massas de ar no período 2014/2015	75

Figura 22- Casos de dengue com a atuação das massas de ar no período 2015/2016	76
Figura 23- Comparativo entre os casos confirmados de dengue de dezembro de 2014 a abril de 2015, predominância das classes de temperatura e a classificação final dos riscos das semanas epidemiológicas.....	78
Figura 24- Comparativo entre os casos confirmados de dengue de dezembro de 2015 a abril de 2016, predominância das classes de temperatura e a classificação final do risco das semanas epidemiológicas.	79
Figura 25- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de dezembro de 2015 e distribuição da precipitação	80
Figura 26- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de janeiro de 2016 e distribuição da precipitação.....	81
Figura 27- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de fevereiro de 2016 e distribuição da precipitação	82
Figura 28- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de março de 2016 e distribuição da precipitação	83
Figura 29- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de abril de 2016 e distribuição da precipitação.....	84
Figura 30- Estação do INMET.....	84
Figura 31- Estação do Projeto.....	85
Figura 32- Comparativo classe alto risco.....	85
Figura 33- Comparativo classe médio risco.....	86
Figura 34- Classe baixo risco.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 2- Casos de dengue confirmados de 2007 a 2016 19

Tabela 3- Distribuição das classificações finais do risco potencial para os períodos analisados. 77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Manifestação fisio-psicológicas do homem pela ação dos elementos climáticos..... 25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CPTEC- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
ENOS – El Niño-Oscilação Sul
FPA- Frente Polar Atlântica
GMT- Tempo médio de Greenwich
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC - Ilha de Calor
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
IOS- Índice de Oscilação Sul
LABOCLIMA- Laboratório de Climatologia
MPA- Massa Polar Atlântica
MPV- Massa Polar Velha
MTA- Massa Tropical Atlântica
MTC- Massa Tropical Continental
MTP- Massa Tropical Pacífica
NOOA- National Oceanic e Atmospheric Administration
OMM- Organização Mundial de Meteorologia
OMS- Organização Mundial da Saúde
OPAS- Organização Pan-americana de Saúde
PDDUA- Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RMPA – Região Metropolitana de Porto Alegre
SACDENGUE- Serviço de Alerta Climático de Dengue
SAU – Sistema Ambiental Urbano
SCU – Sistema Clima urbano
SE- Semana Epidemiológica
SIM – Sistema de Informação sobre Mortalidade
SINAN – Sistema de Informação de Agravos de Notificação
TGS –Teoria Geral dos Sistemas
TSM- Temperatura da Superfície do Mar
UCL- Urban Canopy Layer
UBL- Urban Boundary Layer
UFPEL- Universidade Federal de Pelotas

UFPR- Universidade Federal do Paraná

UFRGS- Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ZCIT- Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A-	Análise Rítmica mês dezembro de 2014, Porto Alegre/RS.....	100
APÊNDICE B-	Análise Rítmica mês janeiro de 2015, Porto Alegre/RS	101
APÊNDICE C-	Análise Rítmica mês fevereiro de 2015, Porto Alegre/RS.....	102
APÊNDICE D-	Análise Rítmica mês março de 2015, Porto Alegre/RS.....	103
APÊNDICE E-	Análise Rítmica mês abril 2015, Porto Alegre/RS	104
APÊNDICE F-	Análise Rítmica mês dezembro de 2015, Porto Alegre/RS	105
APÊNDICE G-	Análise Rítmica mês janeiro de 2016, Porto Alegre/RS.....	106
APÊNDICE H-	Análise Rítmica mês fevereiro de 2016, Porto Alegre/RS.....	107
APÊNDICE I-	Análise Rítmica mês março de 2016, Porto Alegre/RS	108
APÊNDICE J-	Análise Rítmica mês abril de 2016, Porto Alegre/RS.....	109

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos e justificativa	16
1.2 Caracterização da área de estudo	17
2 CLIMA X DENGUE X CIDADE –APRIMORANDO RELAÇÕES	14
2.1 Elementos climáticos como variáveis ambientais da saúde.....	14
2.2 A especificidade da dengue e sua relação com o clima.....	27
2.2.1. Apontamento sobre a origem e a adaptação do mosquito da dengue.....	28
2.2.2 Relação clima x dengue x urbanização	32
3.1 Análise climática	24
3.1.2 O clima urbano.....	41
3.2 Procedimentos metodológicos.....	45
4 DINÂMICA DO CLIMA DE PORTO ALEGRE- RS - ESCALA REGIONAL E LOCAL.....	36
4.1 Porto Alegre e sistemas atmosféricos atuantes	36
4.2 O campo térmico intraurbano de Porto Alegre segundo estudos anteriores.....	58
5 CLIMA E DENGUE EM PORTO ALEGRE – 2014/2015 E 2015/2016	55
5.1 A variação temporal dos casos confirmados de dengue	55
5.2 Variabilidade interanual e mensal do clima em Porto Alegre nos períodos considerados e sua relação com a dengue	64
5.3 A sucessão dos tipos de tempo e os casos de dengue	68
5.3.1 Participação mensal das massas de ar e casos de dengue	69
5.3.2 Participação dos tipos de tempo e casos de dengue por semanas epidemiológicas	74
5.4 Resultados do Sacedengue para os períodos analisados	77
5.5 Efeito do clima urbano para o período 2015/2016.....	79
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

1 INTRODUÇÃO

As condições climáticas em suas várias dimensões e intensidades participam da conjuntura de uma sociedade em relação a sua atividade econômica, moradia, estrutura urbana, lazer e saúde, atuando, principalmente, de forma favorável, mas também, em algumas circunstâncias, de modo prejudicial. O que define a forma maléfica ou benéfica do clima na sociedade é a relação de interação transformadora de ambos, que se concretiza no tipo de intensidade de atuação dos elementos atmosféricos, assim como no grau e forma de resistência da sociedade aos impactos geradores (AYOADE, 2004).

Um dos principais impactos do clima na sociedade é a condição de saúde, visto que, várias doenças transmissíveis têm no clima um de seus condicionantes de proliferação por intermédio da ação de diferentes vetores (ROUQUAYROL, 1993). Condições térmicas, de dispersão (ventos e poluição) de umidade do ar e de acúmulo de água, exercem destacada influência sobre a manifestação de muitas doenças, epidemias e endemias no mundo na atualidade, por criarem condições favoráveis ao desenvolvimento dos transmissores de doenças contagiosas (MENDONÇA, 2000; CONFALONIERI et al, 2009).

Na história recente, as regiões tropicais do mundo estão sendo mais afetadas por doenças infecciosas em comparação com o mundo temperado. As doenças infecciosas têm prosperado no mundo tropical em razão de fatores ambientais e biológicos que sustentam níveis elevados de biodiversidade de bactérias, vírus, fungos patogênicos e de seus vetores ou anfitriões, além dos fatores sociais que corroem esforços para controlar estas doenças (MENDONÇA, 2000).

A compreensão da disseminação destas doenças (infecciosas) passa por entender o relacionamento entre seres humanos, micro-organismo e vetores que

veiculam o micro-organismo patogênico entre seres humanos, que é objeto investigado pela epidemiologia. Da mesma forma é fundamental o aprofundamento do conhecimento climático tanto global quanto regional e local para o entendimento da proliferação destas doenças. Como exemplo se tem o mosquito transmissor da febre amarela (o mesmo vetor da dengue), que foi efetivamente eliminado no Brasil na década de 1960, depois de uma década de intensas campanhas de extermínio. Posteriormente, parece ter ocorrido uma despreocupação quanto ao controle do mosquito, o que fez reemergir a dengue no país nas décadas seguintes até aumentar em progressão desafiadora neste novo milênio, particularmente devido a presença de quatro sorotipos da doença (DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4)¹ e a proliferação da dengue em todos os estados da nação (MENDONÇA, SOUZA e DUTRA, 2009, p.259).

Nesta nova fase de disseminação da dengue no Brasil, o crescimento e adensamento urbano têm contribuído para o aumento dos casos de dengue, visto que o mosquito fêmeo precisa de sangue humano durante a gestação e, no ato da picada, pode contrair o vírus de alguém contaminado ou passá-lo para uma pessoa que ainda não foi infectada. O modo de vida urbano, propiciado pelo desenvolvimento de meios de transporte diversos, também ampliou a circulação de pessoas contaminadas entre cidades, estados ou países facilitando a transmissão do vírus.

Estudos recentes têm apontado que o *Aedes aegypti* está se adaptando a condições climáticas adversas, porém, nas latitudes mais meridionais do Brasil, por enquanto, os casos de dengue autóctone têm um comportamento mais sazonal. Aumentam na condição de tempo mais favorável ao desenvolvimento do vetor (prevalência de temperatura mínima e máxima entre 22°C e 30°C com chuvas regulares, mas intermitentes), normalmente entre dezembro a abril, e diminuem quando fica mais frio e desfavorável ao desenvolvimento do vetor.

Além disso, os números totais variam muito de ano para ano e a frequência das ocorrências é variável mesmo ao longo do período mais favorável. Esta variabilidade tem relação com a reintrodução do vírus ou de novos sorotipos do

¹ Os vírus da dengue pertencem ao gênero *Flavivirus*, família *Flaviviridae*. Eles têm quatro sorotipos, DENV1, DENV2, DENV3 e DENV4, todos esses sorotipos causam tanto dengue clássico como a febre hemorrágica da dengue e formariam o que se denomina o complexo da dengue (TAUIL, 2011; OMS, 1998).

mesmo, com o grau de vigilância sanitária tanto por parte do poder público como da população. Supõe-se que também possa haver uma relação com a variabilidade climática anual e com a maior ou menor participação de um ou outro sistema atmosférico e com os tipos de tempo que deles resultam.

Segundo o Ministério da Saúde (2010), as intervenções sobre o problema são de difícil implantação, por seu caráter de atuação global, que transcende o setor saúde. Algumas ações, entretanto, são de responsabilidade imediata dos gestores de saúde locais e potencialmente capazes de produzir mudanças efetivas no quadro atual, com destaque para a redução da letalidade dos casos de dengue com complicação e de febre hemorrágica da dengue.

Para compreender melhor a relação entre o clima e o mosquito *Aedes aegypti* está sendo desenvolvido em nível nacional o projeto de pesquisa “Clima Urbano e Dengue nas Cidades Brasileiras: riscos e cenários em face das mudanças climáticas globais”, coordenado pelo professor Dr. Francisco de Assis Mendonça, tendo como instituição proponente a Universidade Federal do Paraná.

O projeto tem por objetivo identificar e analisar a correlação entre o clima urbano e a incidência da dengue em dez capitais brasileiras, bem como prospectar cenários futuros desta correlação tendo em vista as repercussões locais das mudanças climáticas globais. Uma das capitais incluída na pesquisa é a cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, que é onde se centrou o estudo que deu origem a esta dissertação.

Nesta pesquisa, o foco foi voltado para a análise da variabilidade climática, prováveis teleconexões associadas ao El Niño-Oscilação Sul (ENOS), bem como, a análise dos tipos de tempo que se sucederam em Porto Alegre/RS, nos meses mais propícios (de dezembro a abril) à proliferação de doenças virais transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* nos anos 2014/2015 e 2015/2016. Aplica-se, ainda e para o mesmo período, a metodologia do SACDENGUE/UFPR, que avalia a potencialidade do clima na proliferação da dengue em clima subtropical.

Em relação ao clima local foi realizado a identificação de um possível clima urbano a partir da análise comparativa de duas estações meteorológicas, uma em área mais urbanizada e outra com características de área verde urbana, ou seja, não foi realizada uma espacialização do campo térmico e higrométrico. Assim os resultados encontrados aqui serão integrados ao projeto em curso como contribuição para o alcance do seu objetivo.

1.1 Objetivos e justificativa

O objetivo geral desse trabalho é a análise da relação entre o ritmo climático e incidência da dengue na cidade de Porto Alegre/RS. O estudo se efetiva para os períodos do ano mais propícios à dengue (dezembro a abril), nos anos 2014/2015 e 2015/ 2016.

Para alcançar este objetivo o trabalho deverá alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Assinalar, como base em estudos prévios, as especificidades do clima de Porto Alegre-RS e de seu clima urbano, particularmente com relação ao campo térmico (ICs).
- Analisar, a partir de dados meteorológicos diários, para o recorte temporal definido, a variabilidade dos tipos de tempo meteorológico, principalmente, quanto a atuação dos sistemas atmosféricos.
- Verificar o potencial climático para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti* e ocorrências confirmadas de dengue em Porto Alegre/RS para o recorte temporal definido.
- Estimar, a partir de dados horários da estação meteorológica automática de Porto Alegre e de estação meteorológica automática especial, a potencialidade do clima urbano na proliferação do mosquito da dengue para o recorte temporal definido.
- Definir sistemas atmosféricos e tipos de tempo mais propícios à formação de epidemias de dengue em Porto Alegre-RS.

Assume-se que a variação da ocorrência de doenças como a dengue depende das respostas humanas às variáveis do tempo meteorológico. Porém há que se ressaltar que estas respostas também estão diretamente associadas às questões de vulnerabilidade individual e coletiva. Em paralelo as mudanças climáticas locais devidas à urbanização, com certeza, em Porto Alegre, aceleram-se a conectividade de pessoas, o fluxo de mercadorias e informações, bem como outras mudanças ambientais. Aliado a isto, vem se tornando mais precário o sistema de controle governamental, no que diz respeito tanto aos investimentos em saúde e quanto às desigualdades sociais.

Existem poucos estudos e políticas voltadas a previsão de impacto da sucessão dos tipos de tempo e sistemas atmosféricos em nível local e regional sobre a ocorrência dos casos de dengue. Isso motivou esta pesquisa e o projeto maior no qual se insere, que também envolve a relação entre o clima urbano e as epidemias de dengue, no intuito de identificar a influência da urbanização na manutenção das condições propícias a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, e com isso poder levantar sugestões para a elaboração de políticas de controle da dengue na cidade de Porto Alegre/RS. Os riscos associados ao clima ou as mudanças climáticas não podem ser avaliados em separado desse contexto.

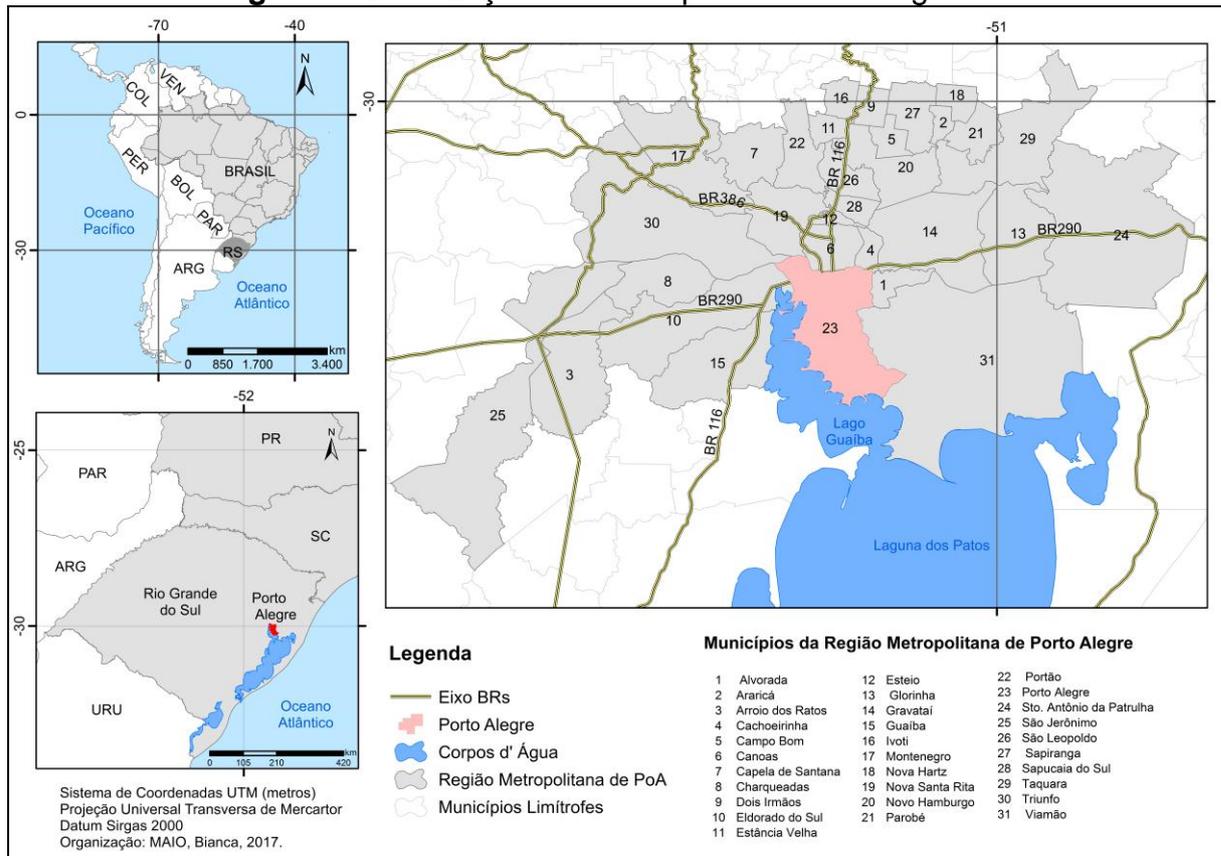
Do ponto de vista geográfico esta proposta é instigante por Porto Alegre não se encontrar na zona tropical, onde a dengue é endêmica. Assim, o potencial para a ocorrência de dengue é sazonal e especialmente relacionado à condição urbana.

Por fim, tem-se ciência que esta será uma avaliação parcial. A avaliação completa dos efeitos sobre a saúde relacionados com os impactos do clima é extremamente complexa e deveria requerer uma avaliação integrada através de abordagem interdisciplinar entre profissionais de saúde, climatologistas, cientistas sociais, biólogos, físicos, químicos, epidemiologistas, dentre outros, para analisar as relações entre os sistemas sociais, econômicos, biológicos, ecológicos e físicos e suas relações com as alterações climáticas.

1.2 Caracterização da área de estudo

O município de Porto Alegre/RS apresenta, segundo estimativas do IBGE (2015), 1.409.351 de habitantes, sendo a capital mais meridional do país, localiza-se a 30° 01'42"S e 51°13'42"W (Figura 01).

Figura 1- Localização do município de Porto Alegre/RS



Organização: Bianca Maio

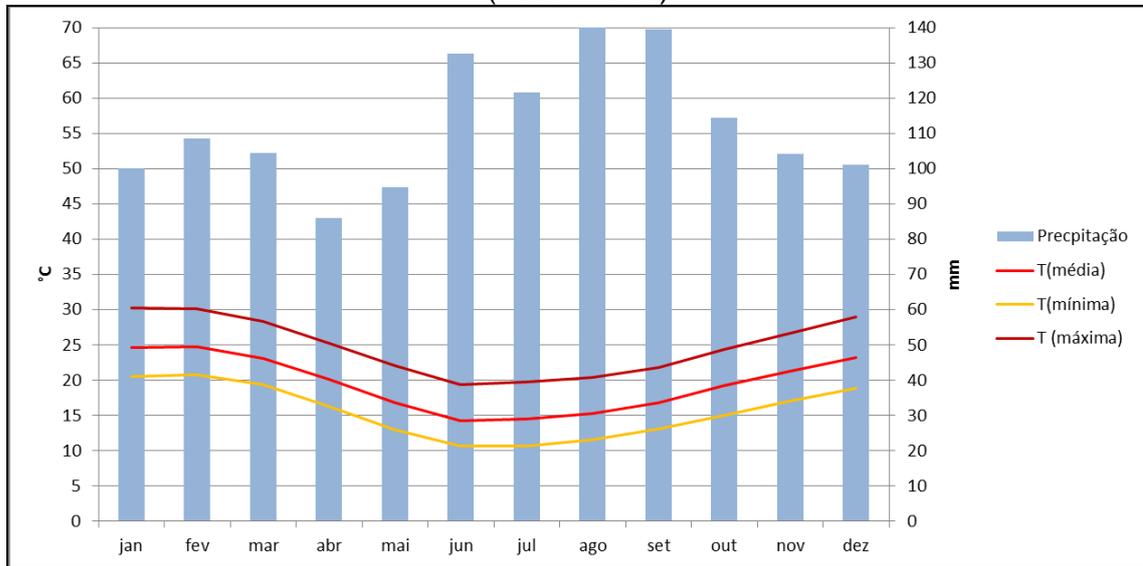
O município, que não têm área rural definida, conforma com outros 33 municípios, a Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA), que é a área mais densamente povoada do Rio Grande do Sul, concentrando mais de 4 milhões de habitantes 37,7% da população total do Estado, segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul da Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional.

Em relação à posição latitudinal da cidade e sua localização na costa oriental do continente (embora não sendo uma cidade litorânea) impõe a Porto Alegre, face à circulação atmosférica, uma condição climática subtropical úmida.

Considerando as Normais Climatológicas INMET (1961-1990), Porto Alegre apresenta temperatura média anual de 19,5°C, sendo a amplitude da média de 10,4°C, estando a média das máximas em 24,8°C e a das mínimas em 15,6°C, porém podem ocorrer máximas térmicas absolutas de 40°C no verão e mínimas de 0°C, nos meses de inverno. As chuvas se distribuem ao longo do ano tendo, no entanto, os máximos pluviométricos nos meses de agosto e setembro e a mínima

em abril. Com uma umidade relativa média de 76%, a precipitação média anual atinge 1.347,4 mm (Figura 2).

Figura 2- Normais Climatológicas de temperatura e precipitação para Porto Alegre (1960- 1990)



Fonte: INMET, 1992.

Por esta condição climática diferenciada do resto do país, com uma sazonalidade marcada mais pela variação da temperatura do que pelo período chuvoso ou seco, a incidência de dengue em Porto Alegre, principalmente de casos autóctones, ainda é baixa se comparada ao país como um todo e, também, a algumas capitais, porque as ocorrências se restringem, basicamente, ao período mais quente do ano, de dezembro a abril. A figura 3 mostra a distribuição de todos os casos (importados e autóctones) para Porto Alegre, para o Rio Grande do Sul e para o Brasil, nos últimos 10 anos. Ainda que em proporções bem diferentes, nota-se um crescimento do número de casos em todas as escalas.

Tabela 1- Casos de dengue confirmados de 2007 a 2016

Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Porto Alegre	20	28	11	44	47	25	219	23	75	363
RS	423	138	67	3.646	363	170	445	153	1698	3195
Brasil	496923	632680	406269	1011548	764032	589591	1452489	589107	1688688	1500535

Fonte: SINAN e SMS/POA.

Porto Alegre situa-se no encontro de três regiões morfo-estruturais, cada uma com suas especificidades litológicas. Estão presentes porções do Escudo Sul-

Riograndense, da Depressão Periférica Gaúcha e de planície Lagunar Costeira. (AB`SABER,1965).

Esta diferenciação litológica e a conseqüente erosão diferencial, juntamente com os processos tectônicos de soerguimento que deram origem ao Maciço de Porto Alegre, formaram diferentes níveis altimétricos cujos valores oscilam de 4 a 300 m, sobre o nível médio do mar, com altitudes médias em torno de 80 a 100 m (DANNI,1970).

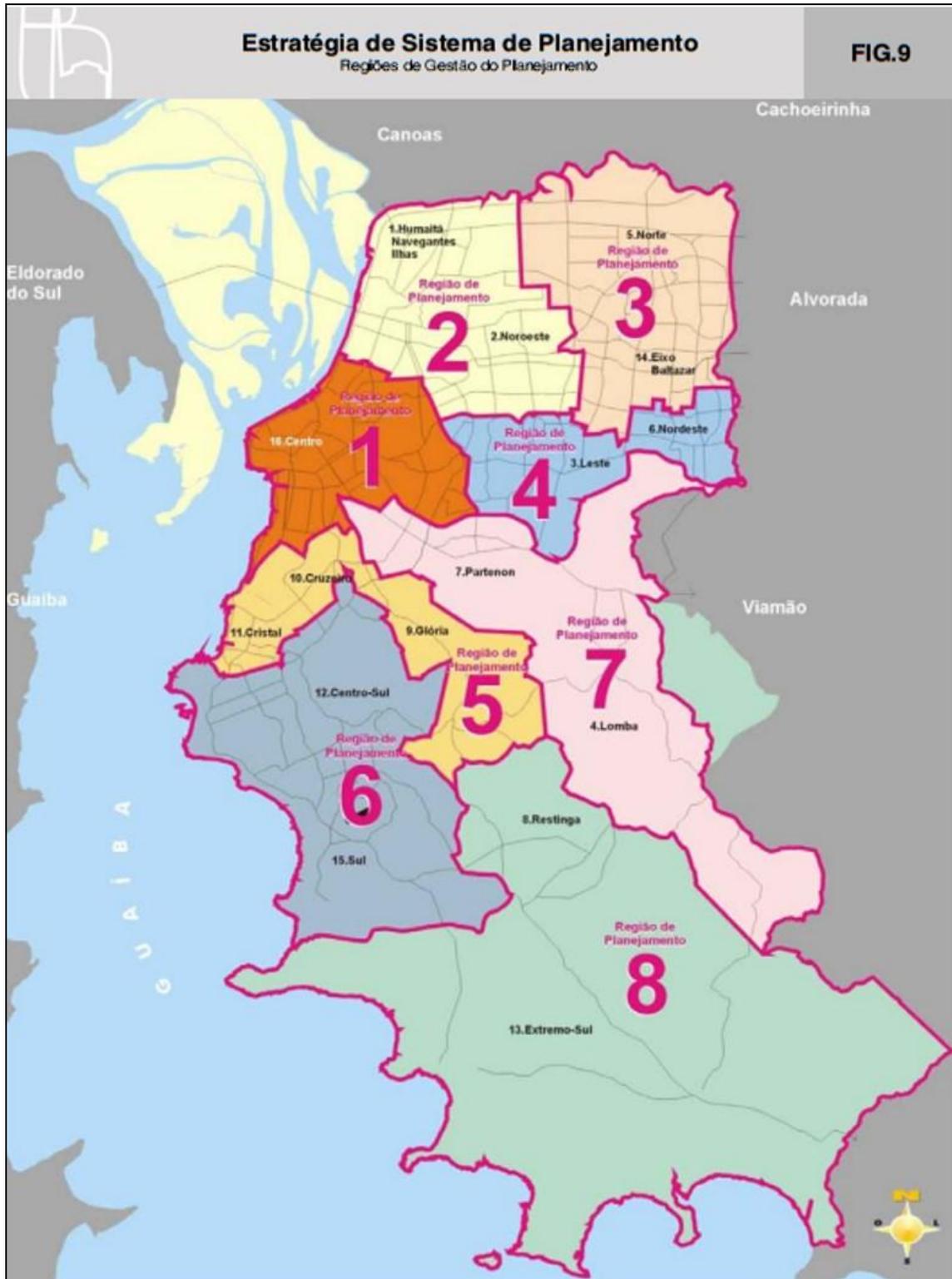
Compartimentando o sítio urbano desta cidade Verdum (2010) destaca: as terras altas na área central, de cristas e colinas (relevos residuais do Escudo); as terras baixas ao norte, compostas de planícies e terraços fluviais do Rio Gravataí e do delta do Jacuí (arquipélago de oito ilhas grandes e oito menores, com sedimentação deltaica resultante das descargas dos rios Jacuí, Taquari, Gravataí, Sinos e Caí no Guaíba) e as terras baixas com morros isolados ao sul, com a presença de traços fluviais e cordões lacustres do Guaíba, que circundam os morros residuais. Ab`Sáber destacou que a cidade nasceu, cresceu e se desenvolveu a partir dos locais mais elevados da margem esquerda do Rio Guaíba, sobre um embasamento cristalino), atingindo as planícies aluviais e os baixos terraços.

Em 1965, Ab`Sáber assinalou que Porto Alegre já apresentava uma expansão espacial e um aspecto tentacular e metropolitano. Esta projeção feita por ele neste período se concretiza, atualmente, pela dinâmica urbana e pelos dados demográficos já apresentados. Atualmente, a pressão decorrente do rápido crescimento populacional da Região Metropolitana de Porto Alegre cria dificuldades à expansão urbana, pois são poucos os locais para onde a cidade pode se expandir.

Segundo o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (PDDUA), a cidade é dividida em oito macrozonas (Figura 3), conforme mapa da figura : (1) a Cidade Radiocêntrica que é a região urbana mais consolidada do município, apresenta um traçado viário estruturador bem definido a partir de um sistema radial de vias principais, com a maioria de seus lotes ocupados, exhibe a mais alta densidade e as melhores condições de infraestrutura da cidade e compreende o centro histórico e a região que se estende até a Terceira Avenida Perimetral, (2) o Corredor do Desenvolvimento, situado ao norte da cidade, faz divisa com os municípios de Canoas e Cachoeirinha, compreende as áreas localizadas entre o Rio Gravataí, o Guaíba e as avenidas Sertório e Assis Brasil, por possuir uma localização estratégica é caracterizado como polo de importância regional além de

possuir grande vazios urbanos para empreendimentos econômicos sustentáveis, (3) Cidade Xadrez com sua malha viária principal com padrão ortogonal, representa a expansão do município no sentido leste, apesar de ter apresentado um processo de densificação mais intenso a partir da década de 80 ainda encontra-se com muitos lotes vazios, (4) Cidade da Transição é uma interface onde a ocupação urbana da Cidade Radiocêntrica muda para uma urbanização rarefeita nos topos dos morros e é caracterizada por possuir predominância residencial, (5) Cidade Jardim localiza-se na margem sudoeste do Guaíba e desenvolveu integrada à paisagem natural onde predomina o uso residencial com intensa arborização, (6) Eixo Lomba do Pinheiro-Restinga é situado no limite leste do município junto ao Parque Saint-Hilaire e é onde há o maior número de vilas populares da cidade, (7) Restinga localiza-se no centro-sul e foi implantada na década de 60 por meio de um projeto público para abrigar população de baixa renda, (8) Cidade Rural Urbana estende-se por uma grande área no sul do município e possui uma ocupação rarefeita, nela se mesclam em diferentes graus as atividades rural e urbana, por último, (Atlas Ambiental de Porto Alegre, 2010). Além dessas áreas, as Ilhas do Delta do Jacuí representam um espaço de grande importância ecológica não só para Porto Alegre, mas também para todo o estado.

Figura 3- Regiões de Gestão do Planejamento de Porto Alegre segundo o PDDUA, 2010



Fonte: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental (2010)

2 CLIMA X DENGUE X CIDADE –APRIMORANDO RELAÇÕES

Este capítulo inicia com uma abordagem mais genérica a respeito da relação clima – saúde. Em seguida, apresenta-se a especificidade da dengue e de sua relação com o clima. Na sequência, expõe-se o que a literatura científica já aponta com relação ao efeito da urbanização na disseminação desta doença, considerando-se mais especificamente o clima urbano.

2.1 Elementos climáticos como variáveis ambientais da saúde

Determinadas doenças, endemias² e epidemias³, manifestam-se ou desenvolvem-se devido às variações (naturais ou antrópicas) dos elementos climáticos. Os elementos da atmosfera e os diferentes tipos de tempo e anomalias (ondas de calor, períodos de estiagem variações súbitas das temperaturas), são entendidos como um fator ambiental que influencia no organismo humano, não com um caráter determinista, mas como um elemento que pode contribuir de maneira positiva ou negativa para saúde humana (MURARA, 2010).

Um pioneiro sempre citado no que se refere ao estudo da relação dos elementos da atmosfera e a saúde humana é Hipócrates (séc. V), com sua obra *“Ares, águas e lugares”*. Seu trabalho, no campo da saúde, fundou a medicina ambientalista. Apesar do caráter determinista de sua cognição, suas pesquisas deram grandes contribuições para o entendimento do clima como sendo um condicionante nas doenças de cada lugar, pois ele conseguiu, na sua época, desmitificar algumas crenças religiosas em relação à saúde humana introduzindo explicações científicas.

² Doença infecciosa que ocorre habitualmente e com incidência significativa em dada região ou zona climática (HOUAISS e VILLAR, 2009).

³ Doença de caráter transitório, que ataca simultaneamente grande número de indivíduos em uma determinada localidade (HOUAISS E VILLAR, 2009).

Apesar de já terem se passado 2.500 anos desde sua contribuição científica, o principal contributo de seu método foi à cuidadosa observação que se deve fazer no ambiente físico (em que se produziu a enfermidade), o lugar, a estação do ano e o estado da atmosfera. (SOUZA e NETO 2008. p. 2).

As teóricas de Hipócrates estavam presentes nas descrições e estudos dos viajantes naturalistas, nessas descrições eram caracterizadas, as relações entre saúde e meio físico. Tais relações, que trazia no seu princípio a influência do ambiente na propagação das enfermidades, através de teses miasmáticas e do determinismo ambiental definiram a base da Geografia Médica, que posteriormente transformou-se em Geografia da saúde.

Dessa forma, as endemias e epidemias eram vistas como naturais assim como os aspectos físicos do ambiente. Os cientistas voltados ao entendimento das doenças do período colonial até o início do século XIX consideravam em seus estudos, a partir das concepções naturalistas, a importância de se identificar e explicar a distribuição espacial das enfermidades, da mesma forma que fatores físicos da Terra, em particular o clima, eram considerados em análise (MAGALHÃES, 2011).

Devido aos acontecimentos históricos ocorridos nos séculos seguintes (XX e XI) que resultaram em uma nova reorganização socioespacial e econômica da população mundial, a relação da saúde humana com os elementos ambientais também é concebida com nova abordagem. Um dos grandes cientistas que contribuiu para essa abordagem foi Max Sorre no início do século XX, que com a elaboração da formulação do conceito de complexo patogênico contribuiu para ampliar e solidificar as relações entre saúde e ambiente, ao defini-lo a partir da dinâmica de interação entre três planos: o plano físico, o plano biológico e o plano social (SORRE, 1955).

Com base em princípios climatológicos, as zonas climáticas eram propícias ao desenvolvimento de determinadas doenças (Quadro 1), porém o homem, com condições de transformar o ambiente, poderia alterar a ocorrência de agravos à saúde; logo, uma determinada doença não teria uma mesma dinâmica em áreas com climas similares, ainda que seus vetores estivessem presentes nelas.

Quadro 1- Manifestação fisio-psicológicas do homem pela ação dos elementos climáticos.

Elementos climáticos	Condições limitantes	Manifestações fisiológicas
Altitude (Pressão Atmosférica)	Limite máximo: 8.000m.	- Mal-das-montanhas (dor de cabeça, fadiga, alteração sensorial, depressão intelectual, indiferença, sono, descoordenação de movimentos, perda de memória). - Redução faculdades físicas e mentais. - Tristeza, apatia.
Radiação (Associada à Luminosidade)	60° e 70° Latitude.	- Alta radiação/luminosidade: esgotamento nervoso, perturbações mentais, irritação, síndrome físico-psíquica "golpe de sol" (sunstroke), euforia. - Baixa radiação/luminosidade: deficiências orgânicas, raquitismo, depressão, debilidade mental.
Higrotermia	Limite Variável. Ótimo fisiológico para raça branca: 15° - 16° C/60%UR	- Diminuição da capacidade respiratória (para europeus nos trópicos). - Hiperpnéia térmica (entre negros). - Cansaço e esgotamento (brancos).
Vento e Eletricidade Atmosférica		- Morbidez, cansaço e abatimento. - Debilidade do tonus nervoso, depressão, hipersensibilidade, irritabilidade. - Desidratação, dessecação do aparelho tegumentar. - Excitação nervosa, alucinações, delírio. - Palpitações, dispnéia, dores de cabeça, nevralgia.

Fonte: Sorre, (1984), adaptado por Mendonça (2000).

Percebe-se que a perspectiva de Sorre vai além da abordagem determinista que era praxe nos estudos anteriores, ele conseguiu relacionar de uma forma sistêmica⁴ a saúde humana com os elementos ambientais e sociais distribuídos no espaço.

Essa perspectiva foi um grande avanço, principalmente, nas análises de correlação da saúde humana com os elementos climáticos, pois, além da temperatura do ar, da umidade, do vento, a da chuva, passou a considerar também fatores socioeconômicos tais como: o rápido crescimento demográfico associado à intensa e desordenada urbanização, a inadequada infraestrutura urbana, o aumento da produção de resíduos não-orgânicos, os modos de vida na cidade, a debilidade dos serviços e campanhas de saúde pública, bem como o despreparo dos agentes de saúde e da população para o controle de doença, epidemias e endemias, (Mendonça, 2011). Monteiro, em suas palavras, acrescenta que:

⁴ Optou-se pela abordagem sistêmica proposta por Bertalanffy (1973), tendo como princípio básico a conectividade.

Com o aumento e agravamento dos problemas gerados, principalmente, no meio urbano, bem como a ineficácia de seu planejamento, as cidades obtêm sua gestão com supremacia de intervenções técnicas e parciais, propiciando a ela um futuro palco de problemas de toda ordem, (MONTEIRO et al, 2003).

Sendo assim, na perspectiva dos problemas gerados e intensificados nos centros urbanos, uma das principais causas das enfermidades da sociedade urbana está na questão da qualidade socioambiental (Souza, 2008). Nesse sentido, Ayoade (2004) aponta algumas enfermidades associada ao ambiente urbano, como as doenças respiratórias. Estas se agravam quando há neblina associada a poluentes, similamente, o ar atmosférico carregado de pó tende a tornar as vias respiratórias mais suscetíveis às infecções.

Há também algumas doenças alérgicas que obedecem a um padrão sazonal em sua incidência, enquanto outras são próprias de certas zonas climáticas. Em relação às doenças que pertencem a um padrão sazonal relativo à zona temperada, tem-se o exemplo da pneumonia e a bronquite, essas doenças são mais frequentes no inverno do que no verão (AYOADE 2004, p. 291), porque no inverno as vias respiratórias são mais suscetíveis à infecção. Ayoade (2004) estabelece a seguinte correspondência: as infecções que causam pneumonia e bronquite são mais frequentes durante a estação fria porque as pessoas permanecem mais agrupadas em ambientes internos, enquanto na estação quente, as pessoas realizam mais atividades externas dispersando-se mais.

Em relação às doenças que são próprias de certas zonas climáticas, tem-se o exemplo da malária, febre amarela, dengue e entre outros, são doenças típicas da zona tropical. Nesta zona, os protozoários causadores dessas doenças são transmitidos por espécie de mosquito que prolifera em climas tropicais (AYOADE 2004, p.291). Em relação a dengue e a influência, em específico dos elementos da atmosfera, Mendonça (2003, p. 210) expõe que:

[...] a distribuição dos mosquitos, a frequência de suas picadas e o período de incubação do vírus são afetados pela temperatura, pluviosidade e velocidade do vento; por exemplo, com uma temperatura de 27°C, o período de incubação é de dez dias, [...]. Além disso, a intermitência das chuvas no

final da estação de verão e os ventos calmos acentuam a proliferação e atuação do vetor.

Apesar das constatações da influência climática no desencadeamento de epidemias relativas à doenças transmissíveis, Magalhães (2011) afirma que resta ainda em aberto a comprovação dos limiares ótimos de difusão, ou seja, condições ideais de transmissão de muitas doenças por vetores como os mosquitos. Além disso, os ambientes artificialmente criados podem definir condições ótimas mesmo que do ponto de vista do processo natural elas não ocorram.

Cabe ressaltar, não subestimando o papel do clima na incidência das doenças tropicais, que o principal fator de disseminação das mesmas reside na ineficácia de políticas públicas de saúde no que concerne ao controle dos vetores. Para Mendonça (2003, p. 210) isso se dá por diversos motivos, que vão da excessiva burocracia à negligência da atenção aos cuidados com a saúde pública, até a carência de recursos financeiros, situação que se agrava devido à intensificação da miséria de determinadas regiões do globo.

Assim se ratifica o que afirma Conceição (2003, p.15-20) quando escreve que trabalhar a relação clima-doença atualmente exige que se compreenda como a dinâmica atmosfera atua numa determinada fração do espaço geográfico considerando a densidade técnica do mesmo. As características locais do clima não são inerentes às vontades humanas, mas seu efeito na saúde está ligado aos equipamentos e às ações integradas entre poder público (políticas), o privado e a sociedade civil.

2.2 A especificidade da dengue e sua relação com o clima

A dengue é uma doença de etiologia viral transmitida aos homens por mosquitos vetores, por isso é classificada como uma arbovirose, que significa virose transmitida por artrópodes. Segundo Gubler (citado por Catão, 2012, p. 31), dentre todas as arboviroses conhecidas, a dengue é considerada a única completamente adaptada aos seres humanos e que mantêm a circulação dos vírus em áreas urbanas, especialmente as grandes cidades de países tropicais e subtropicais.

Esta seção inicia com apontamentos sobre a origem e a adaptação do mosquito da dengue, na sequência apresenta-se a relação da doença com o clima.

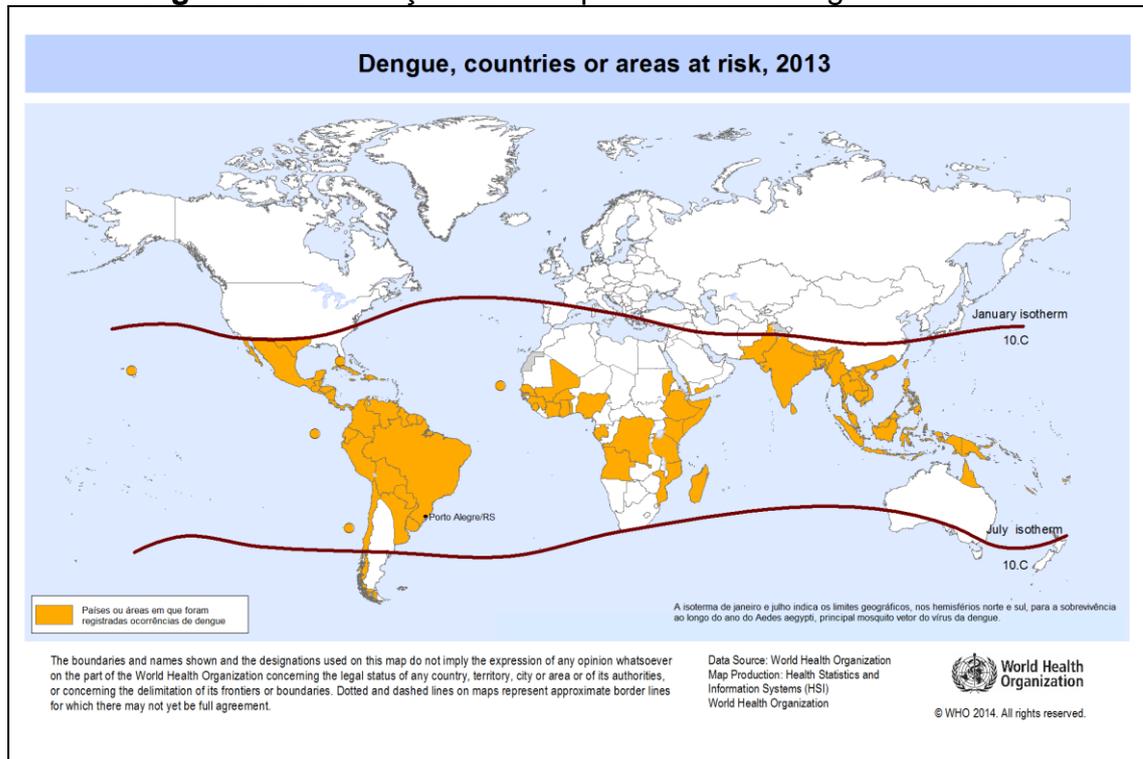
2.2.1. Apontamento sobre a origem e a adaptação do mosquito da dengue.

O *Aedes aegypti* tem sua provável (ainda não está definitivamente comprovada, na literatura científica) origem no continente africano, onde é encontrado se alimentando e se reproduzindo nas florestas, mesmo na ausência de seres humanos (CATÃO, 2012). Barreto e Teixeira (2008) também reafirmam a origem africana da espécie, mais precisamente ao sul do deserto do Saara. Seria nessa região que a espécie teria se tornado antropofílica (preferência pelo sangue humano), domiciliada e adaptada ao meio produzido pelo homem. No processo de adaptação ao meio antrópico, esse vetor utilizou-se de reservatório de água produzidos pelo homem como local de criadouro para seus ovos, além de habitar área no entorno de residências e posteriormente no interior das mesmas (GUBLER, 1997; BARRETO; TEIXEIRA, 2008, citado por CATÃO, 2012, p.36).

Essa adaptação ao meio humano (domiciliação, utilização de reservatórios antrópicos) permitiu ao *Aedes aegypti* se tornar presente desde as pequenas vilas até os grandes centros urbanos, além de apresentar sua disseminação propiciada, tanto pelas condições climáticas favoráveis à sua proliferação como pelos meios de transportes. Após a adaptação aos agrupamentos humanos, sua expansão se deu, sobretudo, por meio do intenso comércio marítimo, principalmente o de escravos no Atlântico Sul e no Mar do Caribe. As cidades portuárias e densas eram muito suscetíveis a epidemias de febre amarela e dengue (CATÃO, 2012, p. 36).

Em sua expansão pelo mundo, esse vetor se espalha por toda faixa tropical e subtropical, mais frequentemente entre as latitudes 35°N e 35°S (Figura 4), podendo, no verão, alcançar a latitude 40°N e 40°S, mas não sobrevivendo ao inverno (BRASIL, 2001). Além da latitude que corresponde às isotermas de 10°C no mês mais frio do inverno, há alguns outros fatores que também são limitantes à vida desse artrópode como é o caso da altitude. O *Aedes aegypti* é encontrado com mais frequência até a cota altimétrica de 1.000 metros, mas alguns estudos relacionam a sua ocorrência até os 2.200 metros (OMS, 1999).

Figura 4- Distribuição do mosquito vetor da dengue em 2013



Fonte: World Health Organization.2014.

A doença dengue é classificada como uma doença febril aguda, que tem uma grande variação de formas clínicas: dengue clássica, com evolução muitas vezes benigna, mas que gera grande desconforto e é muitas vezes incapacitante para o trabalho, dengue com complicação; e a febre hemorrágica (CATÃO, 2012, p.31-32).

Além destas formas clínicas registradas, é frequente que essa doença se apresente somente como uma leve febre indiferenciada, configurando-se um quadro com poucos sintomas ou até mesmo sem apresentar nenhum sintoma aparente. Esses fatos acarretam, frequentemente, a não detecção pelos próprios infectados ou a não identificação pelos profissionais da saúde, gerando um grande número de subnotificações. Em áreas onde a dengue é endêmica, as infecções ocorrem frequentemente com poucos sintomas (GUBLER, 1997, citato por CATÃO, 2012, p.34). Os casos mais graves têm taxas de letalidade mais altas, e muitas vezes podem levar a óbito se não forem tomadas providências imediatas (BRASIL, 1998).

Como já foi mencionado, o vírus da dengue necessita de um mosquito como vetor para infectar uma pessoa ou um primata e esse vetor é chamado *Aedes aegypti* (Figura 5), o principal mosquito vetor da dengue em escala global, por ser

responsável pelo ciclo urbano endêmico/epidêmico. Esse mosquito também transmite o agente etiológico da febre amarela urbana.

Figura 5- Mosquito *Aedes aegypti*, vetor da doença dengue



Fonte João. P. Burini (2013)

O vírus da dengue, por ser microscópico é muito difícil de detectar ou localizar numa área, já os mosquitos são mais fáceis de serem detectados por serem visíveis e, porque tanto em sua fase de ovo, quanto de larva, estarem mais restritos geograficamente num criadouro. Para se analisar a dinâmica da dengue no espaço geográfico, normalmente, parte-se da compreensão das características biológicas, ecológicas, climáticas e sociais envolvidas no ciclo de vida dos mosquitos e nos seus habitats preferenciais, averiguando quais são os fatores propícios e os limitantes para sua existência (CATÃO, 2012).

No ciclo de vida do mosquito, o período de incubação extrínseco do vírus, depende da quantidade de vezes que se alimenta e a duração de seu ciclo reprodutivo são aspectos influenciados por fatores climáticos, como temperatura, precipitação e umidade, podendo ocasionar sazonalidade na transmissão, com picos

endêmicos e estações mais quentes e úmidas, assim, as condições de temperatura e umidade influenciam diretamente na eclosão do ovo e a emergência da forma alada em um período de tempo de dez dias. Em ambientes com temperatura maior o ciclo de vida pode ser mais rápido (7 dias), por outro lado em ambiente mais frio tende a se prolongar um pouco mais (FIOCRUZ,s.d).

Na sua fase adulta o mosquito pode viver por até 30 dias (tempo de vida médio). Durante este tempo, tanto os machos quanto as fêmeas precisam se alimentar, mas neste aspecto há uma grande diferença entre os sexos. Os machos se alimentam exclusivamente de soluções açucaradas de origem vegetal; as fêmeas, por sua vez, se alimentam também destes açúcares, mas também se alimentam de sangue. No momento da picada a fêmea inocula sua saliva.

Esta saliva possui algumas substâncias com propriedades anestésicas, que fazem com que a pessoa não sinta a picada e não mate o mosquito; além disso, possui também soluções anticoagulantes, que fazem com que o sangue possa ser inoculado pelo vetor e chegue ao seu aparelho bucal e depois digestivo. Este sangue é essencial à reprodução destes mosquitos. A fêmea se alimenta de sangue a cada três dias, quando ela completa seu ciclo gonotrófico⁵. Cada ciclo desses pode resultar em uma média de 100 a 150 ovos. Como um mosquito fêmea pode viver até 30 dias ela pode produzir cerca de 1000 ovos num mês (FIOCRUZ, s. d).

Em relação aos fatores sociais, Catão (2012, p.52) considera que um dos principais fatores que influencia na distribuição e na densidade do *Aedes aegypti* são os depósitos de água no domicílio, no peridomicílio ou em áreas de uso coletivo (cemitérios, borracharias, floriculturas) que servem como local de ovoposição (criadouros) para os mosquitos da dengue. Segundo o autor:

Entende-se que os depósitos antrópicos não são apenas os produzidos pelo homem, mas também aqueles “naturais” selecionados pelo homem por atribuição cultural por se localizar dentro ou ao redor dos domicílios, como plantas de jardim e rochas. Lotes urbanos sem ocupação efetiva, com reservatórios “naturais” também entram nessa lógica, pois estão vazios e sem cuidados, por uma lógica humana e não natural (CATÃO, 2012, p.53).

⁵ O ciclo gonotrófico do mosquito é o nome atribuído ao período, de uma sugada de sangue e ovopostura até que ele retorne para se alimentar novamente.

Constata-se, assim que o processo de urbanização característico da maior parte das cidades brasileiras contribui de maneira significativa na expansão do mosquito da dengue, pois os ambientes urbanos se encaixam como habitats ideais para os vetores desta doença. Retomando a ideia de *Sorre*, o homem atua como um condicionante para transformar o ambiente, alterando a ocorrência de agravos à saúde. Ressalta-se ainda que as dificuldades para as soluções dos problemas causados pelo mosquito da dengue nos centros urbanos, também se fazem porque as ações de vigilância ocorrem numa sociedade heterogênea quanto às condições econômicas, sociais, culturais e espaciais e nem sempre recebem recursos para sua continuidade no tempo (BARRETO e TEIXEIRA citados por MENDONÇA, 2013, p. 5).

2.2.2 Relação clima x dengue x urbanização

Como já foi apontado anteriormente, o clima possui associação direta em várias enfermidades. Além de temperaturas típicas do clima tropical, a associação entre clima e dengue na maioria das cidades brasileiras se relaciona à disponibilidade hídrica. O vetor da doença depende da quantidade e da forma de disposição da água no sistema urbano. A água que se acumula de forma inadequada e que permanece no sistema urbano torna-se foco de proliferação de insetos e fonte potencial de enfermidades de vinculação hídrica, (MENDONÇA, 2013).

A concentração de chuvas aliadas a um ambiente com temperaturas ideais cria uma situação ótima para a reprodução e dispersão do *Aedes aegypti*. Embora possa manter uma população considerável durante as estações menos chuvosas junto ao hábito de estocagem de água e a criadouros semipermanentes e independente de chuvas (caixas d'água, latões etc) é durante a estação chuvosa, na maior parte do Brasil, que sua população realmente alcança níveis elevados e de importância para fins de transmissão epidêmicos (CONSOLI, 1994, citado por MENDONÇA. 2013. p.4).

No que diz respeito às chuvas, o fenômeno merece destaque porque as relações concomitantes entre as anomalias positivas de precipitação e as cidades

criam um resultado negativo inerente à população, que pode ser chamado de impactos urbanos. Tais impactos são, principalmente, provocados pela inadequação do uso e da ocupação dos solos nas cidades, as quais produzem, por meio do processo desordenado e acelerado da urbanização (OMS, 2012; MENDONÇA, 2011).

Recentemente vários estudos e relatórios evidenciam a relação das epidemias de dengue nas cidades brasileiras com o aumento das temperaturas e concentração de chuva. Magalhães (2011) em sua dissertação de mestrado analisa diversos artigos publicados no Brasil entre o período de 1992 a 2010, e para a seleção desses artigos foram escolhidos somente os trabalhos que continham análise de variáveis meteorológicas e a relação com a ocorrência da dengue no Brasil, e incluídos os estudos que utilizaram como principal vetor transmissor o *Aedes aegypti*.

Os resultados encontrados por Magalhães (2011, p. 121) mostraram que os fatores meteorológicos como temperatura, umidade relativa do ar e chuva, mencionados nos diversos estudos, influenciaram a dinâmica do vetor, bem como nos picos das epidemias da dengue no Brasil, independente do compartimento climático. O autor acrescenta que a ocorrência do agravo está associada à elevação dos índices de chuvas e às variações de temperatura, principalmente no primeiro semestre de cada ano. Trata-se do período de chuvas e temperaturas mais elevadas na maior parte do Brasil, o que contribuiu para o aumento do número de criadouros e, conseqüentemente, dos casos da dengue.

Com base na sua pesquisa, Magalhães (2011, p. 129) aponta também que mesmo a dengue sendo uma doença tipicamente sazonal, no Brasil tropical são registrados casos da dengue tanto no período chuvoso quanto no período seco, haja vista que a redução da densidade vetorial de adultos nos meses mais frios e secos não é suficiente para cessar a transmissão da doença. Há, contudo, inúmeras dificuldades no estabelecimento de um padrão sazonal “chave”, da incidência da doença e das variáveis meteorológicas, em virtude do padrão do vetor ocorrer predominantemente durante todo ano em diferentes intensidades.

Assim, destaca-se novamente que a temperatura e a chuva influenciam na transmissão da dengue, de forma que a abundância do vetor predominante (*Aedes aegypti*) é parcialmente regulada pela chuva, criando focos de reprodução e

estimulando o desenvolvimento dos ovos, e a temperatura influencia na habilidade do mosquito para sobreviver e determina seu desenvolvimento e taxas reprodutivas, (JOHANSSON citado por MENDONÇA, 2013, p. 4).

Outro trabalho que se destaca aqui é o de Mendonça (2011), no qual ele relata que a situação epidemiológica da dengue pode agravar-se devido à variabilidade climática⁶ observada nos últimos anos, com a possibilidade real da expansão das áreas geográficas de transmissão do vírus.

Em relação à variabilidade climática a própria Organização Pan-americana de Saúde (OPAS) em 2007 destacou em seus relatórios a possibilidade dos mosquitos transmissores de doenças típicas de países tropicais, como malária e dengue, avançarem para países de clima temperado, como a Argentina e Estados Unidos. Em nível internacional o Brasil é considerado um país tropical, no entanto, o sul do Brasil já se encontra ao sul do Trópico com características mesotérmicas e mesmo que essa região não apresente (anualmente) as características ideais ao desenvolvimento ininterrupto do agente vetor da dengue, em Porto Alegre/RS existem casos, a partir do ano de 1998.

Não se pode esquecer, por fim, que a gestão dos serviços de saúde assume papel fundamental, ao permitir o acesso da população afetada com rapidez e qualidade, além de adotar com eficiência sistemas de prevenção (ALEIXO, citado por MENDONÇA, 2013, p.4).

⁶ Além da variabilidade do tipo cíclico associada aos movimentos astronômicos, aproximadamente periódicos, o clima apresenta uma variabilidade interna, não periódica, muito complexa que faz com que o clima de um dado ano seja diferente de anos anteriores ou anos seguintes (NERY e CARFAN, 2013, p.361)

3- REFERENCIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Análise climática

A concepção de clima adotada neste trabalho é aquela que procura desvendá-lo numa referência baseado tanto em médias quanto na sucessão dos tipos de tempo ocorridos.

Isso significa desvendar os processos dinâmicos e as estruturas temporais e espaciais do clima que definem diferenças de um ano para o outro e também de um local para o outro considerando as mudanças na superfície, ou seja, investigar o ritmo climático e o mecanismo sequencial dos diferentes tipos de tempo, além da averiguação do clima urbano, em específico o campo térmico.

3.1.1 O ritmo climático.

Monteiro (1969) denomina o ritmo como sendo a essência geográfica do clima, pois procura tratar dos processos interativos entre a atmosfera com o restante do espaço geográfico (ARMANI e GALVANI, 2011). Assim, nesta perspectiva faz-se, inicialmente uma análise temporal da série histórica de dados para escolha de “anos-padrão” que representam os diferentes graus de proximidade do ritmo habitual, ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação atmosférica decorrente dos diferentes graus de distorções gerados pelas variações e desvios do ritmo climático, considerados extremos climáticos, que promovem desastres e impactos no território.

A variabilidade é inerente ao clima, uma vez que resulta de irregularidades nos padrões de sistemas sinóticos e de circulação da atmosfera que ocorrem em escalas de tempo diversas: desde alguns dias (com tempestades e passagens de frentes), algumas semanas (com períodos mais quentes no meio do inverno e períodos mais secos no verão), alguns meses (com invernos mais frios e/ou verões mais quentes), até alguns anos (com invernos ou verões anormais por anos seguidos).

Conforme escrevem Cavalcanti e Ambrizzi (2009, p. 318) o termo teleconexão, ou conexão à distância, tem sido utilizado em meteorologia e climatologia, para designar os efeitos que ocorrem na circulação atmosférica de uma região associada a anomalias em regiões remotas. Refere-se a padrões recorrentes e persistentes de uma determinada variável, por exemplo, pressão e circulação de grande escala. Esses padrões, por vezes persistem por várias semanas ou meses, mas podem também se tornar dominantes por vários anos consecutivos e, dessa forma, contribuir, significativamente, para a variabilidade interanual e interdecenal da circulação atmosférica.

Segundo Grimm (2009, p.353),

[...] a principal fonte de variabilidade climática interanual global é o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS), uma oscilação acoplada do oceano-atmosfera, que produz alterações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), na pressão, no vento e na convecção tropical, principalmente no oceano Pacífico, mas com reflexos em muitos lugares do planeta, incluindo o Brasil. As fases opostas desta oscilação são chamadas El Niño e La Niña.

Por ser fonte de variabilidade interanual, o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) foi considerado neste trabalho. O fenômeno (ENOS) é caracterizado por anomalias, positivas (El Niño) ou negativas (La Niña), de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico equatorial, e sua caracterização é feita pela Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA) através de índices, tais como o Índice de Oscilação Sul (IOS), calculado através da diferença de pressão entre o Taiti no Pacífico Central e Darwin na Austrália, bem como por outros índices nomeados Niño, complementado por um número (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4). Estes últimos consideram as anomalias de temperatura da superfície do mar – diferença entre a temperatura observada real e um valor médio de referência, normalmente a média histórica de 30 anos em diferentes regiões do Pacífico equatorial.

O índice Niño 3.4, que foi averiguado nesta dissertação, corresponde a anomalia entre os 5°N e os 5°S e entre os 170° e os 120°W. A anomalia é positiva quando a temperatura real fica acima do valor médio. A anomalia é negativa quando a temperatura real fica abaixo da média. O El Niño é caracterizado por uma anomalia positiva de pelo menos 0,5°C, por três trimestres consecutivos e

ininterruptos. A La Niña é caracterizada por uma anomalia negativa de pelo menos 0,5°C no mesmo período.

Além do ritmo e das anomalias, outro conceito fundamental para este trabalho é o de sucessão, que contém as ideias de encadeamento, de duração, de presença-ausência de tipos de tempo, ou seja, a essência do ritmo. Então, antes de fundamentar o conceito de sucessão, é preciso entender o conceito de tipos de tempo.

A noção de tipos de tempo foi introduzida nos estudos de climatologia com a preocupação de:

- Aproximar os estudos climáticos da realidade cotidiana.
- Propiciar uma descrição mais concreta dos climas, evitando inconvenientes das estatísticas separativas.
- Fornecer elementos de explicação do clima, ou uma descrição explicativa.

Para dar maior embasamento a esta proposição teórica que pretendia aproximar os estudos do clima ao seu caráter percebido foram, primeiramente, diferenciados os termos tipos de tempo e sistemas atmosféricos atuantes. Sob esta perspectiva num espaço dado, durante um período de tempo determinado pode estar presente:

Um tipo de tempo que é o conjunto de valores obtidos neste espaço e por este período de tempo para as variáveis que descrevem os estados da atmosfera (pluviosidade, temperatura, umidade, nebulosidade, etc). Este conjunto de valores constitui o tipo de tempo que pode ser também descrito qualitativamente pelos preceitos “tempo quente e úmido”, “tempo fresco e chuvoso”, etc.

Um sistema atmosférico atuante que é o conjunto de caracteres do campo de circulação e pressão sobre este espaço ou em torno dele, ao longo de um período dado. “É descrito qualitativamente por formulações como “circulação ciclônica”, “circulação perturbada de sudeste”, “circulação anticiclônica” etc.

A definição de tipos de circulação e de tempo coloca problemas de escala muito delicados, são eles:

- Escala de duração. Tempo e sistema atmosférico são estados que se estabelecem a partir de observações instantâneas. Pode-se então perguntar por que fração de tempo (cronológico) estas observações são válidas? Qual a escala temporal que se pode adotar?

- Escala espacial. Por definição, o sistema atmosférico se estabelece a partir do estudo do campo barométrico, e implica recorrer a uma extensão regional. Qual é então a dimensão horizontal e vertical do ar a levar em consideração? O tempo, por sua vez, é observado em um ponto (estação meteorológica). É, portanto, difícil saber para que porção do espaço as observações são válidas, dito de outra forma, qual a extensão do tipo de tempo.

Procura-se responder esta questão propondo um certo número de definições. Para os tipos de tempo, Durand-Dastes (2004, p.31) propõe a consideração das seguintes escalas temporais:

- Estado atmosférico ou fenômeno atmosférico para todos os estados de duração inferior a 24 horas.
- Tipo de tempo, ciclo de 24 horas definido por algumas variáveis: total pluviométrico, temperatura e umidade a certos momentos do dia, amplitudes, etc
- Seqüências de tipos de tempo, série ou agrupamento de dias que apresentam uma certa homogeneidade.

Para os períodos mais longos, ou não homogêneos (associando, portanto, várias seqüências) parte-se do quadro dos tipos de tempo para entrar naquele das variabilidades e tendências mensais ou sazonais.

Para as escalas espaciais há que se definir regiões relativamente homogêneas em relação ao tempo atmosférico, ainda que, no que se refere aos sistemas atmosféricos, as escalas são variadas em função da complexidade fatores interferentes, mas também em função do ponto de vista em que se está. Com efeito, é preciso considerar ao mesmo tempo a dimensão do campo de ação levado em consideração e a posição da estação dentro deste campo. Assim, por exemplo, uma situação pode ser depressionária, mas uma localidade pode estar à frente ou atrás da depressão. Passando da descrição da circulação em si para a estação muda-se frequentemente de ordem de grandeza.

É cômodo distinguir dois aspectos do problema e apresentar em seguida uma escala de sistemas atmosféricos sem levar em conta as posições no interior do campo de ação. Neste caso é mais fácil apresentar uma escala espaço temporal, os sistemas atmosféricos de maior extensão são os de maior duração. A este respeito, é também cômodo proceder em seguida uma classificação de tipos de configuração isobárica, em função de sua duração. Pode-se distinguir:

- As figuras isobáricas semi-permanentes anuais como os anticiclones subtropicais dos oceanos (nenhuma figura isobárica é absolutamente permanente)

- As figuras isobáricas semi-permanentes sazonais como os anticiclones continentais de inverno nas latitudes médias no Hemisfério Norte.

- As figuras isobáricas móveis de trajetórias preferenciais como as depressões de latitudes médias e as ondas de leste.

- As figuras isobáricas excepcionais.

Utilizando estas definições pode-se propor a escala espaço temporal que segue:

- 1ª Ordem de grandeza – grandes sistemas de circulação, que se estendem de centenas de milhares a vários milhões de quilômetros quadrados, e que se aplicam a figuras isobáricas semipermanentes anuais ou sazonais.

- 2ª Ordem de grandeza – é a do tempo sinótico. Do ponto de vista espacial, ele afeta de algumas dezenas a centenas de milhares de quilômetros quadrados. Ele se apresenta por figuras isobáricas móveis com trajetórias preferenciais e é nesta escala que aparecem as deformações e movimentos das figuras isobáricas anais e sazonais.

- 3ª Ordem de grandeza – aqui se encontram os fenômenos que se estendem de poucas dezenas a uma centena de quilômetros quadrados, no máximo. É o caso das frentes de latitudes médias, dos talvegues secundários.

- 4ª Ordem de grandeza – a unidade de medida aqui está entre a dezena e o milhar de quilômetros quadrados, e a duração se mede em horas. Os fenômenos típicos são as células convectivas, os complexos convectivos de mesoescala.

Assim, para Cantat (2004, p.25) a definição mais estrita de “tipo de tempo” é necessária, para não gerar confusão com sistema atmosférico, que se aplica, normalmente, a escalas temporais e espaciais maiores. Concretamente, um sistema atmosférico pode afetar todo o sul do Brasil e perdurar às vezes até semanas, o que não impede a sucessão no tempo e a justaposição no espaço de tipos de tempo diferentes, relacionados a fatores geográficos como a topografia e o uso do solo.

Monteiro (1971), apoiado nas ideias de Sorre (1951), propôs a análise rítmica como um processo interativo entre a circulação atmosférica e os elementos do clima. Monteiro (1971, p.9; 12-13) estabelece três regras básicas, a saber:

Admitimos, pois, como válida a conclusão de que o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades cronológicas pelo menos diárias [...]

Só a análise rítmica detalhada ao nível de “tempo”, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos [...]

Na análise rítmica, as expressões quantitativas dos elementos climáticos estão indissolúvelmente ligadas à gênese ou qualidade dos mesmos [...].

Portanto, a sucessão dos tipos de tempo se manifesta segundo os mecanismos da circulação atmosférica regional. Relacionadas à circulação atmosférica estão às massas de ar, cuja importância se justifica pelas características que elas apresentam nas “qualidades” dos tipos de tempo. As massas de ar se particularizam por apresentarem características próprias de temperatura, pressão e umidade relativa.

A dinâmica de cada massa de ar é consequência da “energia” que a particulariza. O desencadeamento ou o deslocamento de um sistema atmosférico provoca modificação nos atributos do tempo como a chuva, o vento, a visibilidade, a tipologia das nuvens, os nevoeiros, etc (BORSATO, 2016).

Nesta parte é fundamental compreender os tipos de tempo que se sucedem na área de estudo. Sartori (2016), em estudos realizados em Santa Maria, conseguiu identificar quinze tipos de tempo, reunidos em três grandes famílias, associadas aos dois grandes grupos de sistemas atmosféricos que influenciam a fachada atlântica da América do Sul. São eles:

1. Sistemas extratropicais, com seus mecanismos frontais, instabilizadores do tempo (FPA), e seus domínios anticlonais polares de ações estabilizadoras (MPA).
2. Sistemas intertropicais, com seus domínios tropicais marítimos (MTA) estabilizadores do tempo e suas correntes tropicais continentais (MTC) com fluxos de oeste e noroeste, responsáveis por fortes aquecimentos pré-frontais instabilizadores do tempo, antes de passagens frontais (Sartori, 2016, p.51).

Por não existir uma terminologia climatológica consagrada nacionalmente, Sartori (2016, p. 52-70) definiu uma nomenclatura própria para cada tipo de tempo, segundo três grandes famílias:

1 Tempos anticiclônicos polares: Tempo anticiclônico polar típico, Tempo anticiclônico polar marítimo, Tempo anticiclônico polar pós-frontal, tempo anticiclônico polar continental, tempo anticiclônico polar em tropicalização, tempo anticiclônico aquecido.

2. Tempos associados a sistemas intertropicais: anticiclônico tropical marítimo, anticiclônico tropical continentalizado, tempo depressionário continental.

3. Tempos associados a correntes perturbadas: Tempo frontal de sudoeste de ação moderada, tempo frontal de sudoeste de fraca atuação, Tempo frontal estacionário, Tempo frontal de nordeste, Tempo frontal ciclônico de ação direta, Tempo frontal ciclônico de ação indireta.

Procurar entender o encadeamento desses tipos de tempo (propostos por Sartori, 2016) que favorecem a dengue é o que se pretendeu neste trabalho, porém, a averiguação do campo térmico intra-urbano também foi analisado afim de identificar potencialidades nas diferenças térmicas encontradas no qual causa a permanência do ambiente térmico ideal para a proliferação do mosquito.

3.1.2 O clima urbano.

Desde os primórdios, o ser humano procurou proteger-se do ambiente adverso, estruturando sua moradia com materiais disponíveis nos arredores desse meio. As construções possuíam a finalidade de extinguir, ou pelo menos atenuar, as intempéries climáticas, como o frio, o calor, a secura e a umidade, no decorrer de sua evolução, o homem passou a buscar materiais vindos de outros ambientes, ainda que distante. A necessidade de “progresso”, no campo da economia e da tecnologia fez com que a questão ambiental local fosse desconsiderada no processo de urbanização, criando um padrão globalizado nas formações das cidades (MENDONÇA, 2013).

Para Corbella (citado por MENDONÇA, 2013, p. 6), no meio ambiente urbano, o adensamento dos edifícios propicia a conservação de calor, pela grande massa térmica; a poluição do ar e do ruído urbano degradam o ambiente; as reflexões de energia solar para o ambiente próximo ao solo; a produção de calor antropogênico; o aumento dos *canyons* criam incômodos aos pedestres. Assim, modifica-se os

parâmetros de umidade, precipitação e direção do vento; e as diferentes temperaturas e sensações, segundo os microclimas criado pela cidade.

Assim, nos lugares onde estão construídas as cidades, as condições do ar atmosférico transformam-se. Dada a relevância dos processos de industrialização e metropolização na alteração do clima local, nos anos 1950 crescem estudos sobre clima urbano no mundo, tornando evidente, principalmente, a contaminação da atmosfera nas cidades.

Os trabalhos multiplicaram-se na Europa e posteriormente, na América do Norte, MENDONÇA (2013, p. 7) cita o estudo clássico de Tony Chandler, “The climate of London”, do ano de 1965, como sendo um dos trabalhos mais importante na época, e tornou-se referência para os estudos de clima urbano, pois, ainda tendo o campo como parâmetro de comparação, deu maior enfoque à atmosfera da cidade, objetivando o planejamento urbano. Nos anos setenta, Landsberg (1981) sistematizou as alterações dos elementos climáticos em zonas urbanas, realizando reflexões e sugerindo também um planejamento, ainda em seu trabalho, tomou como base a zona rural e verificou que as taxas de poluentes, nebulosidade, precipitação e temperatura em áreas urbanas sofrem significativos acréscimos, influenciando e impactando a base da sociedade, como nas condições de saúde humana (as doenças respiratórias e nos sistemas circulatórios, por exemplo), a inversão térmica, as inundações ou os alagamentos e as ilhas de calor, além de problemas econômicos etc.

MENDONÇA (2013) ao analisar o trabalho de Landsberg (1981) descreve também que, as taxas de radiação, umidade relativa e velocidade do vento diminuem na zona urbana agravando os casos de doenças citados, pois além de ter acesso reduzido à luz solar pela presença de nebulosidade, o ar fica contaminado por partículas em suspensão, devido aos poucos ventos e as calmarias, problematizando com a baixa umidade relativa. Assim, ele conclui que esse fato poderá complicar, ainda mais, se houver formação de uma ilha de calor, dificultando a dispersão de poluentes.

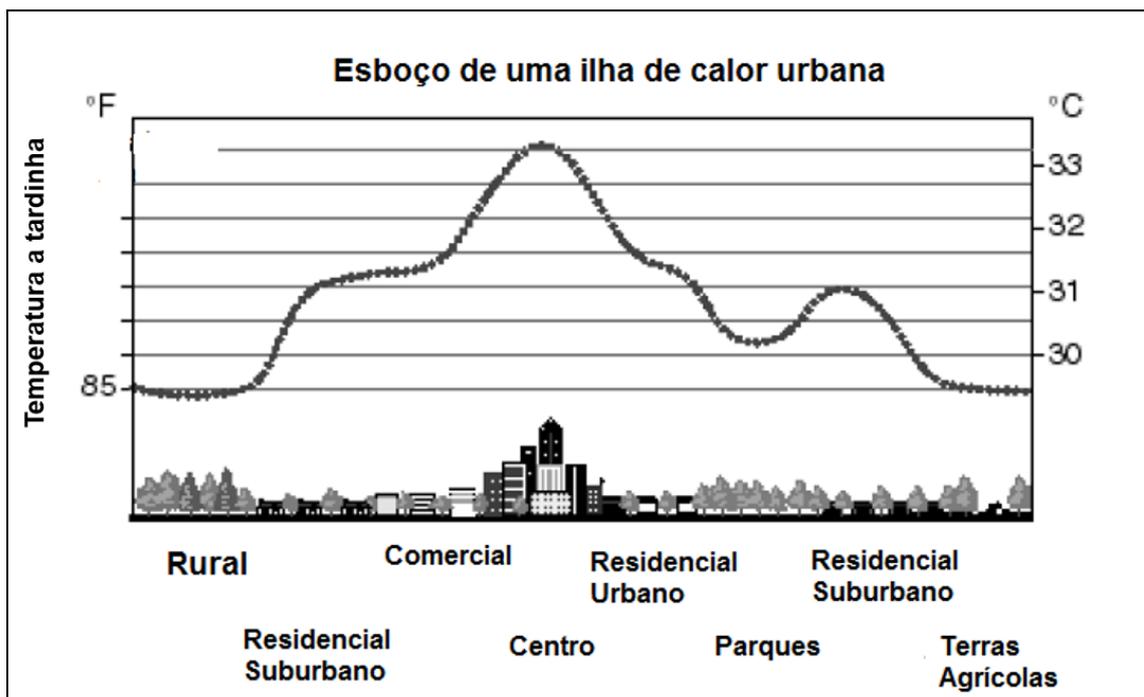
Ainda referenciando trabalhos sobre essa temática, não se pode excluir a bibliografia produzida pelo canadense Tim R. Oke, que conduziu um novo caminho sobre os aspectos do clima nas cidades. Segundo o autor, a meteorologia urbana é o estudo dos processos químicos, físicos e biológicos, os quais operam para

transformar o estado da atmosfera nas cidades, enquanto a climatologia urbana é o estudo dos estados atmosféricos mais frequentes.

A atmosfera na cidade é dividida, a partir de Oke (1987), em *UCL- Urban Canopy Layer* (atmosfera urbana inferior, correspondente ao volume de ar entre os edifícios, sendo altamente afetada pelas condições envolventes), *UBL- Urban Boundary Layer* (atmosfera urbana superior integrada a influência térmica de toda a cidade) e *Roughness Sublayer* (camada inferior da *UBL*, setor que influencia o fluxo pela rugosidade dos elementos). A *RBL- Rural Boundary Layer* (atmosfera rural superior) serve como parâmetro de comparação da qualidade do ar entre o ambiente urbano e rural.

Assim, Oke (1987), consegue construir uma caracterização da paisagem em função da sua característica térmica (Figura 6), onde áreas rurais e de culturas agrícolas possuem as menores temperaturas, enquanto estas se elevam quando adentram a cidade, aumentando, progressivamente, nas áreas residenciais suburbanas, urbanas e comerciais. O centro engloba as maiores temperaturas, podendo formar ilhas de calor e diferenciando-se termicamente, de seu ambiente circundante, já os parques são localidades de menores condições térmicas.

Figura 6- Perfil esquemático da ilha de calor urbana.



Fonte: OKE, 1987

Partindo do clima regional, o espaço urbano divide-se em espaços construídos (abrange as discontinuidades de obras e os tipos de materiais, esses com diferentes calores específicos, interferindo na inércia térmica e reflexão da radiação, albedo) e atividades humanas (aquecimento provocado por sistemas de transportes e indústrias), os quais aumentam as temperaturas, criando as ilhas de calor (calor antropogênico) (OKE, 1987).

Em relação ao Brasil, quando comparado ao pioneirismo dos conhecimentos internacionais, observa-se uma sensível defasagem, mas que a partir da década de 1960 iniciou um rápido crescimento no campo da climatologia. A maior desses avanços foi a partir do paradigma, proposto por Monteiro (nos anos setenta), para os estudos climatológicos, cuja interpretação foi, especialmente, baseada no paradigma de *Maximilien Sorre* e na crítica de *Pierre Pédélaborde*, as noções de ritmo e sucessão. Além desse fato, MENDONÇA (2013, p. 8) aponta a contribuição de MONTEIRO com sua tese de livre docência intitulada “Teoria e Clima Urbano” publicada em 1976, que definiu as bases para a climatologia urbana desenvolvida para países tipicamente de ritmo tropical e que tiveram uma urbanização acelerada e desordenada. Desta forma a Climatologia Geográfica Brasileira, principalmente, a área de clima urbano, criou, ao longo dos anos, sua própria maneira de analisar o espaço modificado pelo homem, adaptando teorias e métodos desenvolvidos por países estrangeiros.

“O clima das cidades, sob essa perspectiva meteorológica, seria algo que se alcança através da observação do *‘air over city’*. Para o geógrafo, contudo, na sua visão da cidade como o lugar mais conspicuo da morada do homem, o objetivo será aquele de atingir o *‘air within the city’*. Não deve pairar a menor dúvida sobre o fato de que o geógrafo tem que considerar as medidas padrão tidas como do *‘ar livre’* proveniente dos pontos meteorológicos contidos na cidade. Elas fornecerão os parâmetros de comparação básica com aquelas obtidas por meio da observação e mensuração pelos artefatos que pretendem alcançar o *‘ar comprometido’* dentro da realidade do ambiente urbano” (MONTEIRO e tal, 2003, p. 12).

Este ar comprometido pelo urbano pode tornar-se fundamental no processo de proliferação da dengue, principalmente devido às características conservadoras de calor que as cidades proporcionam, mantendo as temperaturas dentro das faixas ideais de proliferação do mosquito propiciando seu desenvolvimento de forma

acelerada. Além disso, os reservatórios hídricos nem sempre voluntários no ambiente urbano, favorecem as epidemias de dengue.

Assim método utilizado para comparar temperaturas em diferentes ambientes intra-urbanos foi o proposto por MONTEIRO (1990). Este método estabelece duas condições: (1) as medidas do experimento precisam ter como referência a observação meteorológica padrão da cidade; (2) é desejável inserir o evento focalizado nas condições sinóticas em termos regionais.

3.2 Procedimentos metodológicos

Parte da pesquisa caracterizou-se pelo aprofundamento da fundamentação teórica acerca do objeto do estudo que já consta no capítulo 2, bem como pela consolidação de uma base teórica metodológica que possibilitasse a análise detalhada da relação entre as características dos tipos de tempo e a incidência da dengue na cidade analisada. Assim, foi realizado também, como parte dos objetivos, uma análise dos trabalhos que já foram realizados em relação ao campo térmico intra-urbano de Porto Alegre e à dinâmica climática regional que consta no capítulo 4.

Nesta seção são apresentados os procedimentos que possibilitaram a análise detalhada da relação entre potencial climático para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, as características dos tipos de tempo e a incidência da dengue na cidade analisada

3.2.1 Potencial climático para a proliferação do mosquito *Aedes aegypti*

Aqui apresenta-se o processo que se fez para obter a classificação do potencial climático de proliferação do mosquito *Aedes aegypti* para Porto Alegre/RS, por semana epidemiológica⁷, no período mais propício à ocorrência da dengue (dezembro a abril), nos anos 2014/2015 e 2015/2016.

⁷ As secretarias de saúde trabalham com a notificação por "semana epidemiológica", que é um recorte temporal padronizado, que permite a comparabilidade dos dados. Elas iniciam-se no domingo e terminam no sábado. A primeira semana epidemiológica de cada ano é aquela que contém o maior número de dias do novo ano. Por isto, elas não coincidem, necessariamente, com o calendário.

Para isso a potencialidade do clima foi obtida conforme a proposição metodológica do SACDENGUE/UFPR. Esta metodologia permite compreender a distribuição temporal de condições propícias ao vetor, ou não, para o recorte temporal definido na pesquisa.

Conforme o boletim normativo do LABOCLIMA (Boletim nº0), a reprodução e a evolução do mosquito encontram condições ambientais impróprias sob temperaturas acima de 40°C e abaixo de 10°C. Porém, nos estudos relativos à biologia e condições térmicas do *Aedes aegypti*, provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba, Beserra (apud MENDONÇA, 2011, p. 3) evidenciou que para algumas regiões daquele estado “a amplitude de temperatura favorável ao ciclo de vida das populações de *A. aegypti* em condições de laboratório encontra-se entre 22°C e 30°C, e que os extremos de temperatura de 18°C e 34°C apresentaram efeitos negativos sobre o desenvolvimento e a fecundidade do inseto”.

Para caracterizar cada situação de risco ao desenvolvimento do vetor nas cidades considerou-se as condições ambientais/meteorológicas conforme a figura 7.

Figura 7- Parâmetros climatológicos utilizados na equação do SACDENGUE

Risco	Faixa de Temperatura	Precipitação	Período
Risco Alto	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas e máximas entre 22°C e 30°C	Superior a 10mm diários	72 a 120 horas (anterior ou posterior a chuva)
Risco Médio	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas entre 20°C e 22°C e máximas entre 30°C e 32°C.	Superior a 20mm diários	120 a 168 horas (anterior ou posterior a chuva)
Risco Baixo	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas entre 18°C e 20°C e máximas entre 32°C e 34°C.	Superior a 30mm diários	Superior a 168 horas (anterior ou posterior a chuva)
Sem Risco	Prevalência (em horas) de temperaturas mínimas inferiores a 18°C e máximas superiores a 34°C.	Precipitação contínua ou ausência	-

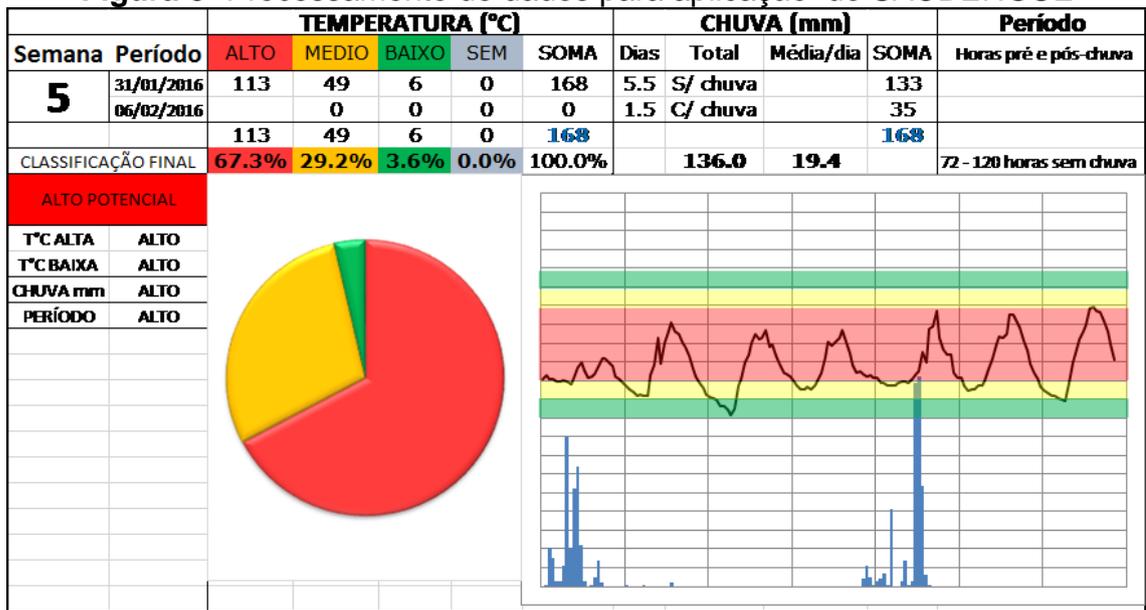
Fonte: ROSEGHINI, 2013, p. 56.

Com estas bases foram consideradas condições climáticas de alto risco (predominância das faixas de temperatura entre 22 e 30°C, precipitação entre 10 e 20mm), médio risco (predominância entre 20 a 22°C e 30 e 32°C, precipitação entre 20 e 30 mm), baixo risco (entre 18 e 20°C e 32 a 34°C, precipitação superior a 30mm) e consideradas fora da zona favorável a reprodução do agente transmissor

as temperaturas abaixo de 18°C e acima de 34°C e de precipitação contínua ou inexistente. O período de ocorrência do quadro de temperaturas aliadas a precipitações também foi incluído nas análises, sendo de 3 a 5 dias antes ou depois da precipitação como alto risco, de 5 a 7 dias como médio risco e acima de 7 dias como baixo risco.

Para classificar este potencial climático para proliferação do agente vetor da dengue, foram obtidos os dados horários da estação automática do INMET de Porto Alegre e organizados em planilha Excel. Estes dados meteorológicos foram ajustados ao horário de Brasília (fuso -3) e segmentados de acordo com a semana epidemiológica (7 dias) resultando, depois da aplicação de fórmulas de contagem, em gráficos de participação de cada classe de temperatura definida pelo Sacdengue como mostrado na figura 8.

Figura 8- Processamento de dados para aplicação do SACDENGUE



Fonte: Fonte: INMET -Estação automática de Porto Alegre/RS (Organizado por Ricardo Brandolt)

A Principal variável para a determinação do grau de risco neste processo é a temperatura. Na figura 8 vemos que as planilhas organizadas no *Excel* se interrelacionam, dispoindo de células para: identificação da SE; período da SE; cabeçalho com as variáveis em questão (temperatura, chuva e período); contagem das medidas térmicas dentro das faixas determinadas; representação percentual das medidas térmicas (em relação ao universo semanal); somatório das medidas (168

medidas a cada SE⁸); proporção em dias com e sem chuva; contagem das ocorrências pluviométricas horárias durante a semana (168); precipitação acumulada na semana; média diária de precipitação; identificação da período pré e pós chuva da SE; classificar o risco quanto à “T°C ALTA”, “T°C BAIXA”, “CHUVA (mm)” e “PERÍODO” que resultam na “CLASSIFICAÇÃO FINAL” do risco de dengue da SE.

A temperatura foi o principal fator para definir o risco potencial das semanas epidemiológicas, considerando que o ovo pode durar até 500 dias em estado hibernativo até que encontre uma condição propícia para sua eclosão. Dessa forma, se a predominância das temperaturas se encontram entre 40% e 50%, mas com risco alto no que se refere a média diária de precipitação (entre 10mm e 20 mm) e o período de 72 a 120 sem chuva, pressupões-se, pela análise conjunta das variáveis meteorológicas, que a semana apresenta alto risco potencial para a proliferação do mosquito.

Os dados confirmados de dengue foram obtidos junto aos boletins epidemiológicos da Vigilância Sanitária da Secretaria de Saúde de Porto Alegre já disponibilizados pelo espaço temporal ‘semana epidemiológica’. O ritmo climático local contribui somente para a ocorrência dos casos autóctones, mesmo assim, os casos importados também foram incorporados a análise, considerando que, normalmente, os primeiros casos de dengue em Porto Alegre são os importados; assim, a manifestação dos casos de dengue autóctone ocorre, normalmente, de 10 a 20 dias depois de o vetor ter inoculado sangue com o vírus de alguma pessoa que trouxe a doença de fora. Isto ocorre porque o período de incubação extrínseco, que ocorre no vetor, dura em média dez dias e o intrínseco, que ocorre no ser humano, dura em média de 3 a 7 dias (podendo variar de 1 a 12 dias). Além disso, os casos importados ao longo do período, sempre reintroduzem a possibilidade da transmissão.

3.2.2 Diferenças térmicas

⁸ Uma semana tem 7 dias e a cada dia são contabilizadas 24 medidas: $7 \times 24 = 168$)

Para estimar, a potencialidade do clima urbano na configuração de um ambiente propício ao desenvolvimento do mosquito da dengue foi realizado comparativos de temperatura do ar em dois pontos urbanos distintos (estação especial e estação automática do INMET).

Para isso foi instalada uma estação meteorológica digital, da marca *Vantage Vue Wireless - K6250*, viabilizada pelo projeto de pesquisa “Clima Urbano e Dengue nas Cidades Brasileiras: riscos e cenários em face das mudanças climáticas globais” e um computador instalado no Laboratório de Estudos Aplicados em Geografia Física do Instituto de Ciências Humanas da UFPel. Para a calibração da estação automática a mesma permaneceu durante uma semana junto à estação principal do 8º Distrito de Meteorologia, mas não foram necessários ajustes.

A estação meteorológica automática foi instalada no final do mês de outubro de 2015 e para este trabalho, foram comparadas somente as temperaturas horárias dos meses de dezembro de 2015 a abril de 2016.

A estação deveria ser instalada no ambiente mais urbanizado da cidade, desde que se encontrasse um local gramado, pouco obstruído, seguro e a uma distância menor que 100 m do console que teria que ficar ligado à energia. Para escolher o local de instalação da estação automática foi realizada uma procura prévia de locais através do Google Earth e com o auxílio do mapa de síntese, “Mapa do Clima Urbano de Porto Alegre” elaborado por HASENACK (1998), publicado no Atlas Ambiental de Porto Alegre, de áreas potencialmente mais aquecidas.

Por fim, o local em que foi instalada foi num pátio interno ao Campus Médico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde a urbanização não é tão densa e verticalizada, mas as demais, condicionantes estão atendidas (Figura 9), principalmente, a segurança.

Figura 9- Área das estações meteorológicas



Fonte: Erika Collischonn

Os dados horários registrados no mesmo período pela estação automática do INMET serviram para a realização da comparação da temperatura do ar, pois os lugares onde ficam ambas as estações apresentam características diferentes: a estação do INMET localiza-se em área mais elevada (45m) e mais aberta, com menor fluxo de calor antropogênico e afastada de grandes edificações; já a estação do projeto localiza-se em área menos elevada (14m) com bastante verde, porém numa área mais densamente urbanizada e mais obstruída, principalmente a sul e sudeste.

Como a estação do projeto foi instalada somente em outubro de 2015, tem-se os dados da mesma somente para o segundo recorte temporal, ou seja, de dezembro de 2015 a abril de 2016. Os dados foram coletados mensalmente.

Como ambas as estações registravam os dados a cada hora, os procedimentos de comparação foram realizados em planilha no *Excel*, divididos em três ações distintas. A primeira foi a de tratamento dos dados obtidos nas estações e a construção de gráficos no Microsoft Excel. A segunda ação foi o enquadramento dos experimentos nas condições sinóticas atuantes em nível regional. A última foi a leitura dos dados e apresentação dos resultados sobrepondo com as notificações dos casos dengue. Com esses dados foi realizado uma leitura junto ao método SACDENGUE (exposto na seção anterior) para verificar se as diferenças térmicas encontradas se encontram em classificações diferentes, segundo o SACDENGUE, e qual sistema atmosférico estava atuando no dia.

3.3.3 Variabilidade dos tipos de tempo meteorológico e tipos de tempo mais propícios à formação de epidemias de dengue em Porto Alegre-RS.

Primeiramente, analisou-se os dados meteorológicos mensais para os recortes temporais em comparação às normais climatológicas e nas possíveis conexões com o El Niño-Oscilação Sul. Foram utilizados com referência de variabilidade dados do Niño 3.4 disponibilizados pelo NOAA, as normais climatológicas para Porto Alegre (1961-1990) e os dados mensais de temperatura (máxima, média e mínima) e de precipitação para a estação meteorológica convencional de Porto Alegre, disponível no banco de dados para apoiar as

atividades de ensino e pesquisa e outras aplicações do INMET (Dados da Rede do INMET).

Posteriormente, foi analisada, em mais detalhe, a sucessão de atuação das massas de ar ou sistemas perturbados nestes mesmos dois períodos, no intuito de caracterizar a participação dos sistemas atmosféricos e sua relação com os dados confirmados de dengue. Para isso foi usada a referência de Sartori (2016), para identificar os quinze tipos de tempo, que se observa no Rio Grande do Sul, reunidos em três grandes famílias, associadas aos dois grandes grupos de sistemas atmosféricos que influenciam a fachada atlântica da América do Sul.

São eles: 1. Sistemas extratropicais, com seus mecanismos frontais, instabilizadores do tempo (FPA), e seus domínios anticiclônicos polares de ações estabilizadoras (MPA); 2. Sistemas intertropicais, com seus domínios tropicais marítimos (MTA) estabilizadores do tempo e suas correntes tropicais continentais (MTC) com fluxos de oeste e noroeste, responsáveis por fortes aquecimentos pré-frontais instabilizadores do tempo, antes de passagens frontais (Sartori, 2016, p.51).

Como já foi explicado, os tipos de tempo são respostas dadas pelos elementos meteorológicos, ao domínio ou avanço desses sistemas atmosféricos. Cada tipo de tempo tem uma característica que o define, própria da massa de ar ou sistema perturbado atuante. Por não existir uma terminologia climatológica consagrada nacionalmente, Sartori (2016, p. 52-70) definiu uma nomenclatura própria para cada tipo de tempo, segundo três grandes famílias:

- 1 Tempos anticiclônicos polares: Tempo anticiclônico polar típico, Tempo anticiclônico polar marítimo, Tempo anticiclônico polar pós-frontal, tempo anticiclônico polar continental, tempo anticiclônico polar em tropicalização, tempo anticiclônico aquecido.
2. Tempos associados a sistemas intertropicais: anticiclônico tropical marítimo, anticiclônico tropical continentalizado, tempo depressionário continental.
3. Tempos associados a correntes perturbadas: Tempo frontal de sudoeste de ação moderada, tempo frontal de sudoeste de fraca atuação, Tempo frontal estacionário, Tempo frontal de nordeste, Tempo frontal ciclônico de ação direta, Tempo frontal ciclônico de ação indireta.

Constatou-se pela obra de Sartori (2016), que há uma variedade de modalidades de atuação tanto da massa polar atlântica, quanto das massas tropical atlântica e tropical continental e, ainda, dos sistemas frontais. Neste trabalho, exceto

a massa polar atlântica, todas as demais foram consideradas na sua tipologia mais genérica.

A massa polar atlântica foi diferenciada em dois subtipos, porque, no verão, a massa polar atlântica atua na região por apenas um ou dois dias e posteriormente começa a entrar rapidamente em processo de tropicalização, devido à maior insolação e à maior radiação solar absorvida pela superfície continental que caracterizam o verão. Por isso, usamos duas tipologias, massa polar atlântica e massa polar velha, visto que, nessa época do ano, é mais frequente a segunda, que se caracteriza por registrar temperaturas superiores à 25°C e mínimas superiores à 15°C, podendo haver máximas absolutas superiores à 30°C, com grande amplitude térmica diária, céu limpo e diminuição da umidade relativa especialmente à tarde (SARTORI, 2016).

Para identificar estes sistemas atmosféricos atuantes diariamente foram utilizados como referência as cartas sinóticas das 12HMG obtidas no site da Marinha do Brasil (<https://www.mar.mil.br>). Complementarmente, foram utilizados os dados meteorológicos horários ou diários da estação automática do INMET da estação convencional de Porto Alegre. Assim, ainda que possam ter ocorrido dois tipos de tempo num dia, foi contabilizado o predominante no dia. Para facilitar a identificação, os dados foram organizados em gráficos próprios para a análise, que vinculam os elementos do tempo à dinâmica dos sistemas atmosféricos, os chamados gráficos de análise rítmica.

A análise rítmica é uma técnica proposta por Monteiro (1971) que visa individualizar os tipos de tempo atmosféricos e assim acompanhar seus ritmos juntamente com o acompanhamento das medidas observadas por uma estação meteorológica. Borsato e Souza Filho (2008a) descrevem o objetivo da análise rítmica como a caracterização do tempo atmosféricos através da dinâmica da circulação regional. Para os autores, a técnica permite a análise espacial e temporal uma vez que permite avaliar a influência da latitude sobre a dinâmica atmosférica, em um determinado recorte espacial.

Assim, a análise rítmica pode ser aplicada para estudos que possuam o objetivo de compreender a dinâmica da circulação atmosférica de superfície no que concerne ao seus impactos e/ou interações com os aspectos socioambientais pesquisados. Assim, depois de organizados os dados horários ou diários em

planilhas, os gráficos de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, precipitação, e as informações de direção do vento e sistemas atmosféricos atuantes em camadas justapostas, para todo o período proposto na análise. No caso, foi utilizado um visualizador gráfico pré-definido.

Posteriormente, foi calculado o percentual de participação de cada tipo de massa de ar atuante por mês. Na sequência também foi realizado cálculo de porcentagem de participação de cada massa de ar ou sistema perturbado por semana epidemiológica para identificar qual o tipo de tempo que predominou na semana que se supõe que seja a que deu condição específica para o registro de dengue.

Para isso foram realizados os seguintes cálculos aproximados; se um caso de dengue notificado no dia x se confirma, sabendo que a doença se manifesta entre 2 e 7 dias depois da picada do mosquito (em média de 3 a 5 dias, segundo o Ministério da Saúde) e o tempo de incubação do vírus no mosquito é de 4 a 10 dias (em média 5 e 6 dias), então, em média, para o dado notificado que se confirma é preciso retroceder duas semanas para verificar quais foram os sistemas atmosféricos atuantes e descobrir qual o tipo de tempo que se sucedeu para dar condição ao desenvolvimento da doença.

4 DINÂMICA DO CLIMA DE PORTO ALEGRE- RS - ESCALA REGIONAL E LOCAL

O conhecimento da dinâmica climática regional e local é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, principalmente porque se faz necessária uma articulação entre as diferentes escalas abordadas no intuito de identificar o ritmo climático e, conseqüentemente, as condições climáticas propícias ao desenvolvimento e proliferação do vetor da dengue, assim, esse capítulo começa caracterizando a dinâmica atmosférica da América do Sul, que influencia diretamente ou indiretamente nos elementos climáticos da área de estudo, posteriormente, uma descrição do campo intraurbano da cidade com base em estudos já realizados.

4.1 Porto Alegre e sistemas atmosféricos atuantes

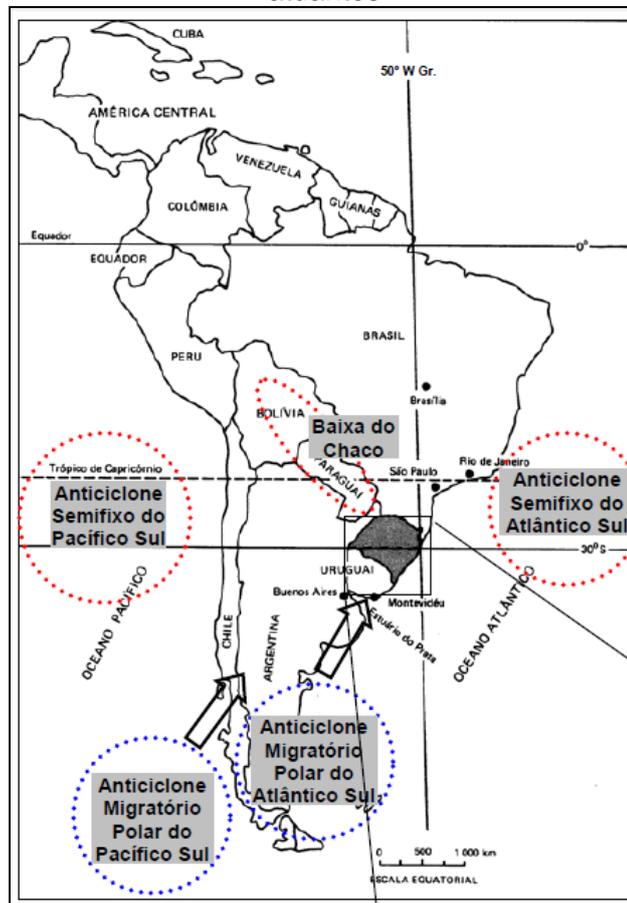
A América do Sul, por sua posição latitudinal, está sob as principais faixas de pressões do globo: a zona de convergência Intertropical (ZCIT), onde ocorre o encontro dos alísios de Nordeste e Sudeste; as altas subtropicais ao redor dos 30° e até das baixas polares ao redor de 60°. Desse modo, influenciam a circulação da América Latina, a alta subtropical do atlântico Norte (Anticiclone dos Açores), a ZCIT, as células de alta subtropical do sul (Anticiclone do Pacífico e do Atlântico) e o Anticiclone Migratório Polar. Os principais centros de ação para a circulação sul-americana são os anticiclones permanentes e semifixos oceânicos, cuja localização latitudinal e intensidade variam, muito pouco (ROSEGHINI, 2013).

Em janeiro, o núcleo central desses anticiclones possui em média, cerca de 1020 hPa, já em julho a pressão atmosférica é em média de 1024 hPa. A Alta do Pacífico, em janeiro, situa-se na posição média de 32° e em julho 26° de latitude. Ambas são fontes das principais massas de ar tropicais e marítimas, sendo o do Atlântico o que atua de modo especial no Brasil, pois com sentido de divergência do ar anti-horário, tende sempre a avançar sobre o continente sem oposição do relevo

do Planalto Brasileiro. Ao contrário do Pacífico, tende a se afastar do continente, tendo uma propagação barrada para o interior pela Cordilheira dos Andes (MONTEIRO, 1973).

A posição latitudinal da cidade e sua localização na costa oriental do continente (embora não sendo uma cidade litorânea) impõe a Porto Alegre, face à circulação atmosférica, uma condição climática subtropical úmida. A figura 10 apresenta a posição dos centros de ação dos quais se originam as massas de ar responsáveis pelas condições climáticas da América do Sul e que conseqüentemente atuam sobre a área de estudo direta ou indiretamente. São eles: os Anticiclones Migratórios Polares (origem das Massas de Ar Polar Atlântica e Pacífica – MPA e MPP, respectivamente); Anticiclone Semi-fixo do Atlântico Sul (origem da Massa de Ar Tropical Atlântica; MTA); Baixa do Chaco (origem da Massa de Ar Tropical Continental; MTC);. Anticiclone Semi-fixo do Atlântico Sul (origem da Massa de Ar Tropical Pacífica; MTP) e baixa do Mares de Weddel e de Ross (escala global).

Figura 10- Situação da área de estudo quanto aos centros de origem das massas de ar atuantes



Fonte: CONCEIÇÃO, 2003, p.22.

Devido a posição do anticiclone semifixo na zona subtropical sobre o Atlântico Sul, em Porto Alegre, o vento sudeste predomina de setembro a abril. Porém, também são comuns na área de estudo os sistemas extratropicais que se deslocam num conjunto, no qual uma baixa pressão antecede uma massa fria de ar em alta pressão. Esta garante estabilidade e bom tempo, enquanto aquela ocasiona instabilidade e tempo chuvoso. Nos meses de outono e inverno, quando da entrada das massas de ar polar, os ventos do quadrante oeste/sudoeste agravam a sensação térmica de frio.

Também gerada no anticiclone Migratório Polar, a Massa Polar Atlântica e sua respectiva frente (Frente Polar Atlântica – FPA) não encontram, no relevo representado pelas baixas altimetrias da planície Platina e do relevo desgastado do Planalto Brasileiro, dificuldades para suas incursões em direção à posição tropical no continente sul-americano. Este último, por alinhar-se preferencialmente no

sentido meridional, e somado aos contrastes térmicos terra-mar, age como dinamizador da Frente Polar Atlântica, contribuindo para a orientação geral WNE-SSE do eixo da FPA. De forma não periódica ocorrem no outono-inverno de Porto Alegre “ondas de frio” caracterizadas por quedas bruscas de temperatura (10°C em 24h), por mínimas de entre 0 e 3°C , com duração de 3 a 9 dias. Elas são geradas pela penetração rápida desses anticiclones migratórios polares (MONTEIRO, 1973).

Assim, a Massa Polar Atlântica e sua frente entram na América do Sul, tanto por uma rota oceânica, preferencialmente no verão, quando por uma continental, mais frequente no inverno, ocasionando neste último período, em grande parte do Brasil e principalmente na região sul, diminuição da temperatura, (ROSEGHINI, 2013). A Massa Polar Atlântica, ao seguir sua rota oceânica, tende à instabilidade de base gerada pelas correntes quentes da costa brasileira, que vêm incrementar sua temperatura e umidade. Quando a MPA se desloca pela rota continental, dependendo de sua intensidade e tempo de permanência de deslocamento, em um processo de tropicalização, sofre aumento da temperatura e redução da umidade (MONTEIRO, 1973).

Já o Anticiclone Subtropical do Atlântico, semifixo e permanente, posicionado em termos médios na altura das ilhas de Santa Helena, atua através de sua Massa de ar correspondente a Massa Tropical Atlântica, caracterizada por ser quente, úmida e instável na base. Esta massa de ar penetra para o interior, ultrapassando as baixas altitudes das serras orientais do Planalto Brasileiro, as quais se estendem ao longo da maior parte da costa brasileira. Já o Anticiclone Subtropical dos Açores, simétrico àquele no hemisfério Norte, tem, por meio da Massa Equatorial Oceânica, uma atuação espacial sazonalmente reduzida no continente, ocorrendo preferencialmente no verão em sua porção setentrional (MONTEIRO, 1973).

Em Porto Alegre a Massa Tropical Atlântica é mais frequente na primavera e verão quando os sistemas circulatórios atmosféricos estão mais deslocados para o sul devido à posição aparente do Sol no hemisfério Sul. Isso resulta nas altas temperaturas na primavera-verão e pelas temperaturas anormalmente altas no outono inverno (ROCHA 1977). As temperaturas e o teor de umidade elevados favorecem a ocorrência de “ondas de calor” ou “normaçõs”, caracterizados por períodos de 3 a 4 dias com temperaturas máximas superiores a 33°C . O elevado teor higrométrico gera a ascensão das mínimas (superiores a 22°C), produzindo

noites bem quentes (HASENACK, 2000). A precipitação características dessas condições é do tipo convectiva, intensa e de curta duração.

Sistemas de circulação atmosférica de origem continental são mais restritos no setor meridional do continente, tendo em vista a disposição do relevo e a forma estreita como o mesmo se apresenta nesta porção. Tem-se aí, a Baixa Pressão do Chaco, que dá origem à Massa Tropical Continental, quente e seca, com atuação no verão (MONTEIRO, 1973).

Sartori (2016) resume a atuação de todos os sistemas atuante no estado do Rio Grande do Sul, que são:

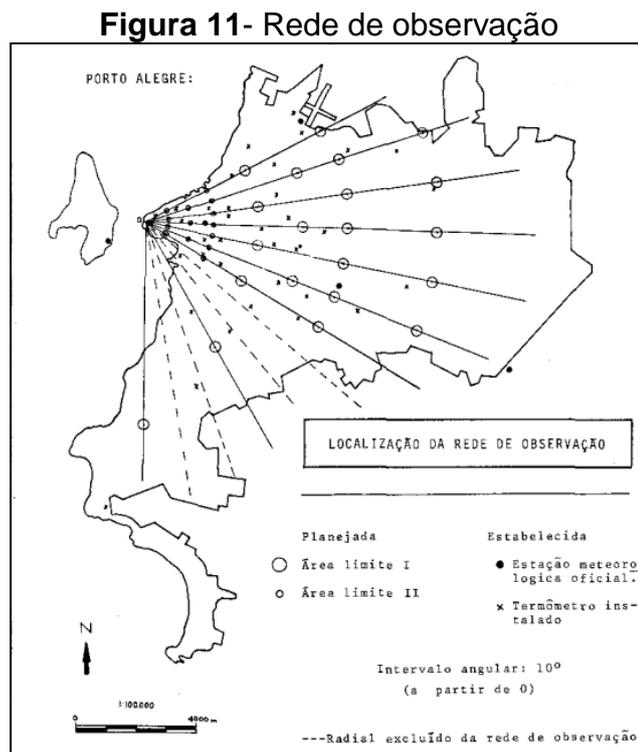
[...] controle dos tipos de tempo pelos sistemas de origem polar se faz sentir em cerca de 90% dos dias do ano: 39% dos dias sob controle da Massa Polar Atlântica, 31% sob os efeitos da Massa Polar Velha e 20% dos dias submetidos à Frente Polar Atlântica; a FPA atua, em média, em 1/5 dos dias do ano, acontecendo, em média, de quatro a seis passagens frontais por mês sobre o estado. Os 10% restantes são divididos entre os sistemas intertropicais (origem tropical): a Massa Tropical Atlântica e a Massa Tropical Continental participam em cerca de 6% e de 4% dos dias, respectivamente; as Instabilidades Tropicais e as Calhas Induzidas, que se formam no corpo das massas tropicais e polares (MPV), participam em 6% dos dias do ano e ocorrem com maior frequência no verão e na primavera (SARTORI, 2016.p 50).

Com base nessas proposições será classificado os tipos de tempo identificados no recorte temporal definido para este trabalho.

4.2 O campo térmico intraurbano de Porto Alegre segundo estudos anteriores

Como já foi mencionado, na identificação das especificidades do clima urbano de Porto Alegre/RS, particularmente, com relação ao campo térmico (Ics), foi realizada uma revisão bibliográfica referente aos principais trabalhos já realizados em Porto Alegre e que tenha o foco nas diferenças térmicas geradas no meio urbano. Assim, os trabalhos selecionados foram os de Danni (1980), Hasenack (1986 e 1990). Para cada trabalho pesquisado foram analisadas as principais diferenças de temperatura encontradas no meio urbano da cidade.

O trabalho de Danni (1980) caracterizou os aspectos da temperatura do ar na cidade que dão origem à ilha térmica, fazendo uma análise quantitativa da variável temperatura num determinado período de tempo. Para isso, a mesma, empregou a metodologia utilizada por Chandler no estudo da ilha térmica de Londres (1959). Na fase operacional do estudo foi organizada uma rede de observação à superfície através das estações meteorológicas oficiais da cidade, e das residências, os horários estabelecidos para a leitura dos aparelhos seguiram as normas determinadas pela OMM, às 9, 15 e 21 horas do tempo local, a distribuição dos termômetros na cidade seguiu o critério da equidistância proporcional, tendo como ponto de partida o centro urbano (Figura 11). O período de observação compreende quinze dias dos meses de maio e junho de 1979, nem sempre consecutivos.

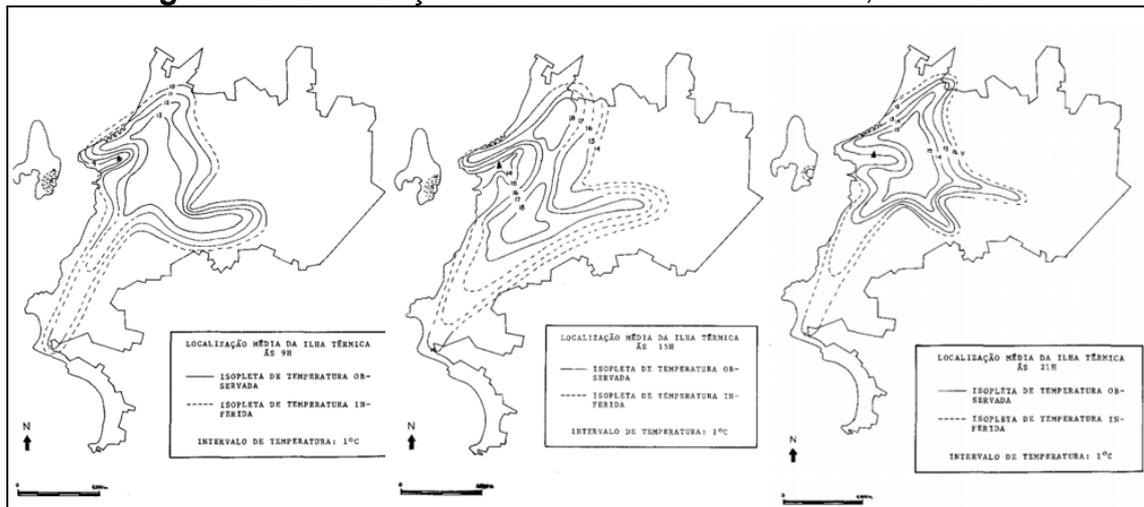


Fonte: DANNI (1980)

Localizou-se na carta de Porto Alegre (escala 1:70.000) os pontos de observação e nestes, em cada um dos dias e nos horários fixados, indicou-se os valores observados da temperatura, obtendo-se quarenta e cinco cartas com a distribuição espacial da temperatura. Em cada uma das cartas ligou-se os pontos de mesma temperatura (observada ou inferida), resultando isotermas que possibilitaram o estudo da formação da “ilha de calor” (Figura 12). Para tanto, fez-se a média

aritmética das observações dos três horários para cada posto, levando-se em conta somente aqueles postos onde as mesmas foram efetivas, sem interrupções. Desta forma, das três ilhas térmicas mais frequentemente evidenciadas nos quinze dias de estudo, apresentam-se somente uma única ilha denominada de “A”.

Figura 12- Localização média da ilha térmica às 9h, 15h e 21h



Fonte: DANNI (1980)

Os resultados do trabalho mostraram uma diferença correspondente a 4°C da maior temperatura registrada no centro, nos três horários, em relação a menor temperatura registrada próxima ao Parque Farroupilha, também nos três horários. O trabalho ressalta que as diferenças de temperaturas mais significativas se deram em dias anticiclônicos, por exemplo, sob ação de uma massa polar. Observou também que em áreas próximas ao Parque Farroupilha, nos três horários considerados, ocorre sempre as menores temperaturas, possivelmente decorrentes da influência da área verde sobre a temperatura ambiente.

Já no final da década de oitenta Hasenack, verificou qual o controle ambiental mais importante das temperaturas no meio urbano, correlacionou-se a temperatura observada em seis estações meteorológicas com três índices representativos do ambiente em torno de cada abrigo meteorológico. Os dados de temperatura corresponderam às médias das temperaturas mínimas e às médias das temperaturas máximas do período abril 1985-março 1986. Também foram extraídos deste conjunto de dados, amostras sazonais de dois dias consecutivos com tempo anticiclônico. O ambiente em torno dos abrigos meteorológicos foi caracterizado por

três variáveis: ângulo de obstrução do horizonte, cobertura vegetal e superfície com edificações.

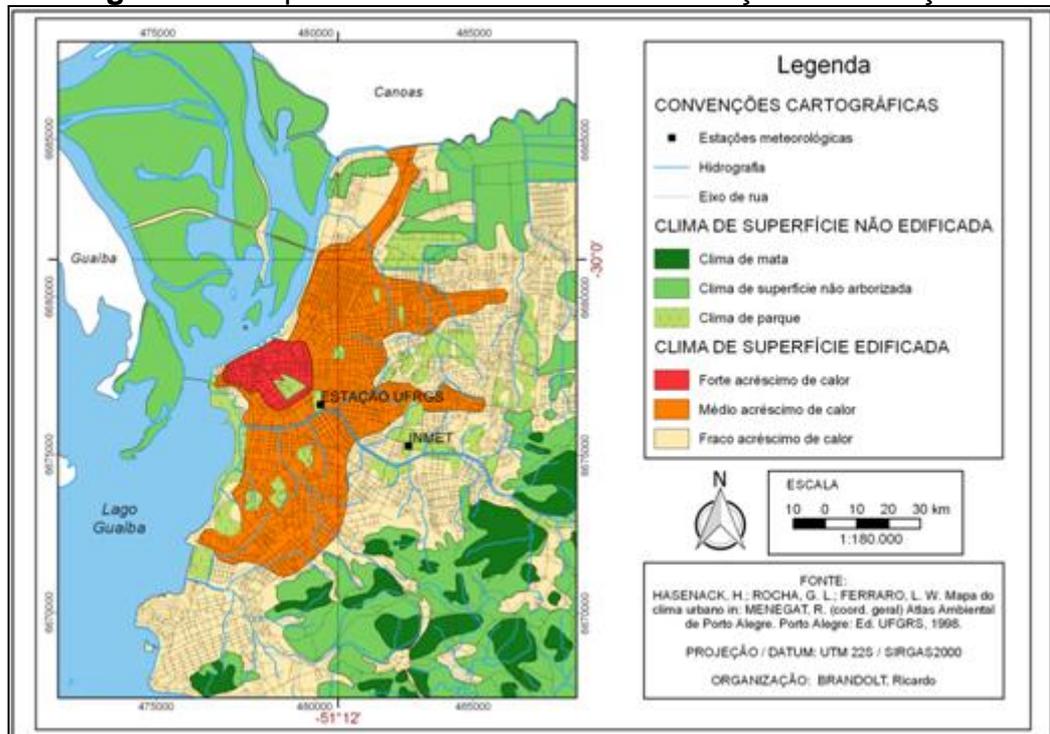
Em síntese, os resultados de Hasenack (1986) mostraram diferenças significativas de 3,25°C correspondentes às temperaturas mínimas, no período de outono, já no período de inverno as relevâncias mais significativas dos dados se dão tanto nas temperaturas máximas quanto nas temperaturas mínimas, pois ambas apresentam mais de 3,9°C de diferença entre a área mais aquecida da menos aquecida. Para os períodos de primavera e verão, as maiores diferenças de temperaturas se deram, em ambos os períodos, maiores que 3,5°C referentes às temperaturas máximas.

O autor revelou também que a obstrução do horizonte por edificações parece ter sido a variável ambiental que maior influência teve sobre as temperaturas mínimas nos locais de instalação das estações meteorológicas. A obstrução do horizonte associada à altura angular do Sol, também parece ter sido responsável pelo resfriamento mais lento e mais tardio nos locais onde o horizonte era mais reduzido.

Além disso, na década de noventa, Hasenack elabora o mapa de síntese, o “Mapa do Clima Urbano de Porto Alegre”, na escala 1:59.000, do Atlas Ambiental de Porto Alegre. O mapa clima urbano foi resultado de observações realizadas desde 1982 em diferentes áreas do município com base nas diferenças térmicas encontradas, permitiu também reconhecer climas de superfície não edificados e edificados nas quais ocorrem acréscimos de calor.

A análise e integração de dados com a geomorfologia, vegetação hidrografia e densidade de urbanização possibilitaram a diferenciação de superfícies com partículas e funções climáticas específicas. Nesta dissertação foi elaborada uma readaptação do mapa síntese de Hasenack (1998) (Figura 13), afim de ilustrar o resultado encontrado por ele e também mostrar os locais onde foram feitas as coletas dos dados de temperatura do ar intraurbano já que tal mapa foi o norteador para encontrar o local de instalação da estação do projeto. Além da estação do projeto, aqui denominada estação UFRGS, foi localizado o ponto onde está instalada a estação automática do INMET, ambas se encontram na mesma classe, porém, o perímetro que as envolvem possuem características distinta, potencializando as diferenças térmicas encontradas nesta pesquisa.

Figura 13- Mapa Clima Urbano com a localização das estações



Organização: Ricardo Brandolt

A ideia inicial era encontrar um local adequado para instalar a estação na área identificada na classe clima da superfície edificada com forte acréscimo de calor. Isso, porém não se realizou, porque não foi possível dispor de um local com segurança nesta zona; então, a estação foi instalada junto ao Campus Médico da UFRGS, área que nos últimos anos recebeu um acréscimo de vários prédios, com destaque para os novos anexos do Hospital de Clínicas. Assim, pelo mapa de Hasenack (1998) a estação do projeto não está localizada na área em que a ilha de calor urbana apresenta maior intensidade, no entanto, o local caracteriza a condição urbana onde a dengue acontece em Porto Alegre.

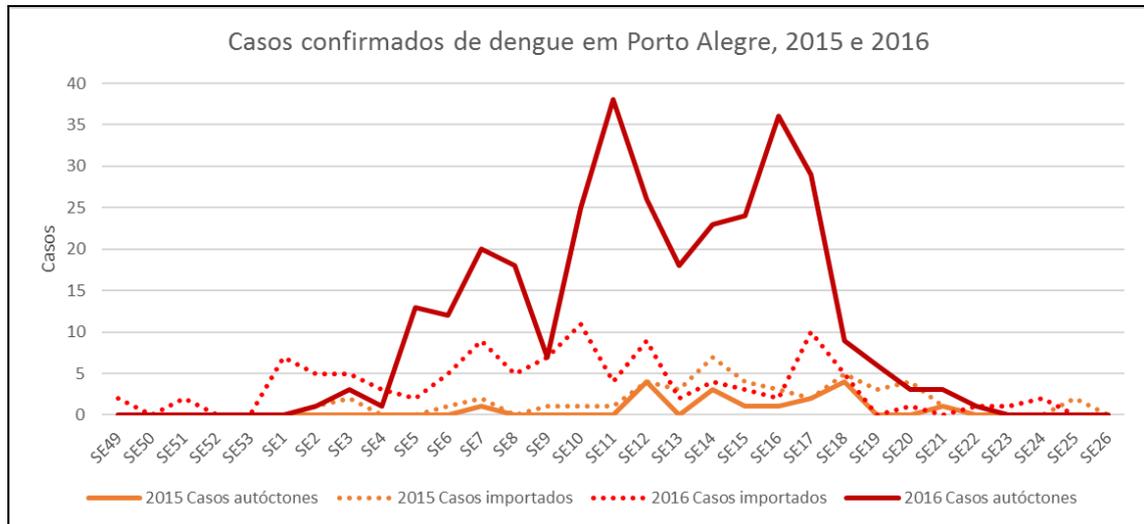
5 CLIMA E DENGUE EM PORTO ALEGRE – 2014/2015 E 2015/2016

Como já informado no decorrer do trabalho, a análise com base em dados primários e secundários neste estudo se ateve aos meses mais propícios à proliferação de doenças virais transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti*, ou seja, de dezembro a abril, para os anos 2014/2015 e 2015/2016. Para este período, os resultados que aqui se apresentam dizem respeito a variação temporal dos casos de dengue em Porto Alegre. a análise da variabilidade climática neste período e suas prováveis teleconexões associadas ao El Niño-Oscilação Sul (ENOS), bem como, a análise dos tipos de tempo que se sucederam em Porto Alegre/RS, nos meses e semanas epidemiológicas considerados. Aplica-se, também para o mesmo período, a metodologia do SACDENGUE/UFPR, que avalia a potencialidade do clima na proliferação da dengue em clima subtropical. Com base nos dados de primários levantados em campo em 2015/2016, apresenta-se um comparativo dos dados térmicos da estação do projeto e da estação padrão do INMET. Por fim, avalia-se a possibilidade dos dados térmicos da estação do projeto, ampliarem o tempo propicio a dengue em Porto Alegre.

5.1 A variação temporal dos casos confirmados de dengue

Foram considerados os casos confirmados das cinco últimas semanas epidemiológicas do ano anterior (dezembro) e as vinte e seis semanas do ano seguinte (até final de junho). A figura 14 apresenta a distribuição dos casos autóctones e importados por semana epidemiológica e por período.

Figura 14- Distribuição dos casos confirmados de dengue por SE nos anos de 2015 e 2016 até a semana 26



Fonte: Vigilância Sanitária da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2016 (Organizado por Ricardo Brandolt).

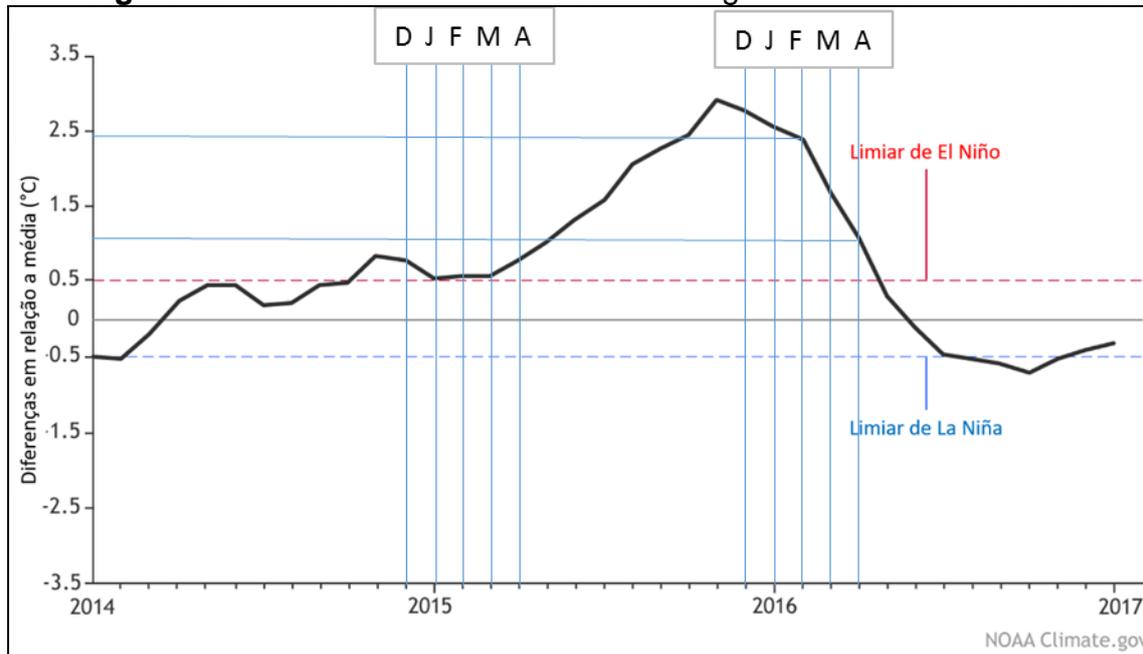
Os casos de dengue importada praticamente dobraram de um ano para o outro, atingindo em 2014/2015 um máximo de 7 casos na semana 14 (05 a 11/04) enquanto 2015/2016 apresentaram 11 e 10 casos nas semanas 10 e 17 (06 a 12/03 e 24 a 30/04), respectivamente.

De igual modo ocorreu para os casos autóctones. Enquanto que no primeiro período de 2015, até a semana epidemiológica 20 de ambos os anos, os casos de dengue autóctone apresentam um máximo de 4 casos nas semanas 12 e 18 (22 a 28/03 e 03 a 09/05); já no ano de 2016 para o mesmo período se apresentam de 38 e 36 casos nas semanas 11 e 16 (13 a 19/03 e 17 a 23/04), respectivamente.

5.2 Variabilidade interanual e mensal do clima em Porto Alegre nos períodos considerados e sua relação com a dengue

O gráfico da figura 15 apresenta a variação das anomalias, na região Niño 3.4, entre os anos de 2014 e 2017.

Figura 15- Índice da anomalia da TSM na região Niño 3.4 de 2014 a 2017



Fonte: NOAA Climate. National Centers for Environmental Information (modificado pelos autores).

Segundo os dados gráficos da figura e a maioria dos modelos do NOAA (National Oceanic & Atmospheric Administration), a maior parte do ano de 2014 foi de ENSO neutro (índice Niño-3.4 entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ e $0,5^{\circ}\text{C}$). Durante janeiro de 2014, após o levantamento de vários modelos climáticos, a Organização Meteorológica Mundial advertiu que havia uma possibilidade de um fraco El Niño acontecendo durante 2014.

Ao longo daquele ano, porém, a atmosfera não conseguiu responder de modo a reforçar o desenvolvimento de um El Niño e alguns dos indicadores oceânicos de El Niño voltaram aos valores de limiar, devido a um arrefecimento das temperaturas do mar no Pacífico tropical. Nos meses finais de 2014 (outubro, novembro e dezembro), ocorreu um ensaio de El Niño, voltando ao valor de limiar nos primeiros meses de 2015. Assim, o fim de 2014 e início de 2015 foi de condições de El Niño fraco antes tendendo a condições El Niño Oscilação Sul neutro.

Em fevereiro de 2015, novos prognósticos indicaram que as condições de El Niño voltariam a se fortalecer. Em novembro e dezembro de 2015, o Índice oceânico Niño 3,4 da NOAA atingiu um pico de $2,4^{\circ}\text{C}$ de anomalia, valor que ultrapassou os índices máximos encontrados no forte El Niño de 1997/1998. A anomalia manteve-

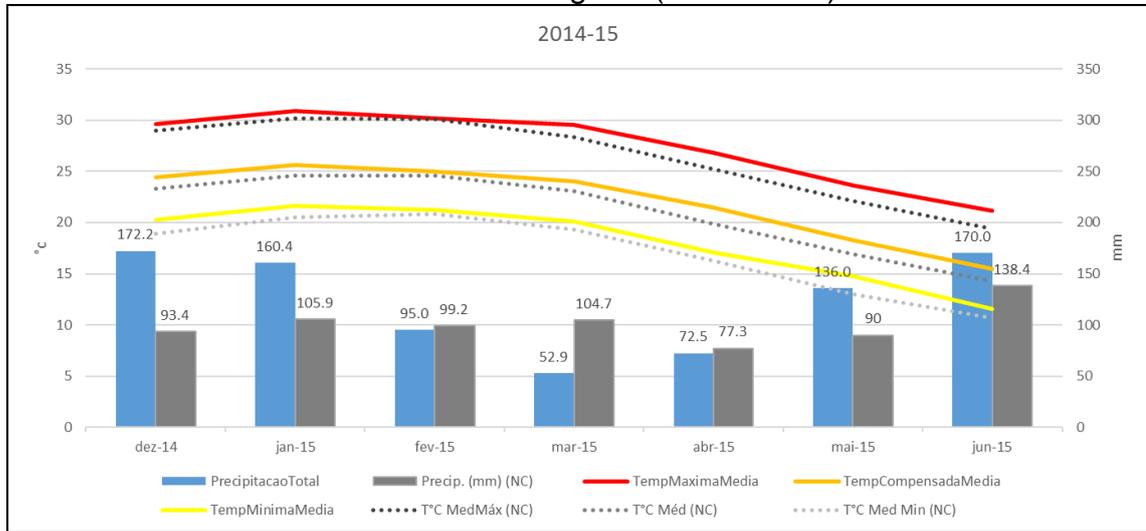
se em valores próximos a este até fevereiro de 2015 quando começou a baixar significativamente, porém manteve-se acima do limiar até abril.

Os valores acima do limiar começaram a se registrar, efetivamente, em maio de 2015, e o El Niño 2015/2016 teve seu auge, no fim da primavera de 2015 e começo do verão 2016. A média da anomalia da temperatura da água do mar, na região Niño 3.4, no trimestre novembro/dezembro/janeiro chegou a 2,3°C. Este valor foi igual ao máximo observado no evento El Niño 1997/1998. A partir de janeiro de 2016, ao longo do verão e do outono de 2016, as águas do Pacífico Equatorial foram ficando menos quentes e o El Niño 2015/2016 foi perdendo força. O evento começou a enfraquecer, com valores de anomalia da temperatura do mar decrescentes em todo o Pacífico Equatorial. Institutos como o NOAA e o IRI declararam que o evento El Niño tinha terminado no final de maio / início de junho de 2016 (NOAA, 2016; IRI 2017). De fato, no mês de maio o desaquecimento das águas se acentuou e a anomalia da temperatura da água no mar no Pacífico Equatorial central começou a ficar negativa.

Portanto, os meses de verão e outono dos anos de 2014/2015 e 2015/2016 foram diferenciados quanto a variabilidade dada pelo El Niño/Oscilação Sul, enquanto o primeiro período foi de El Niño Neutro, o segundo foi de El Niño forte.

A resposta a essa variabilidade global do clima, no sul do Brasil se manifesta principalmente no padrão de distribuição da precipitação. Em anos de El Niño forte chove bem mais que a média de setembro até o final do verão. Em Porto Alegre, no período 2014/2015, os valores de temperatura (máxima, média e mínima) foram ligeiramente superiores ao da Normal Climatológica (1961-1990) nos meses de dezembro, janeiro, março, abril, maio e junho, enquanto o mês de fevereiro praticamente se igualou a normal. Já, quanto a precipitação os valores ficaram acima dos valores referência nos meses de dezembro, janeiro e junho, enquanto fevereiro, março, abril e maio registraram precipitação inferior à normal (Figura 16)

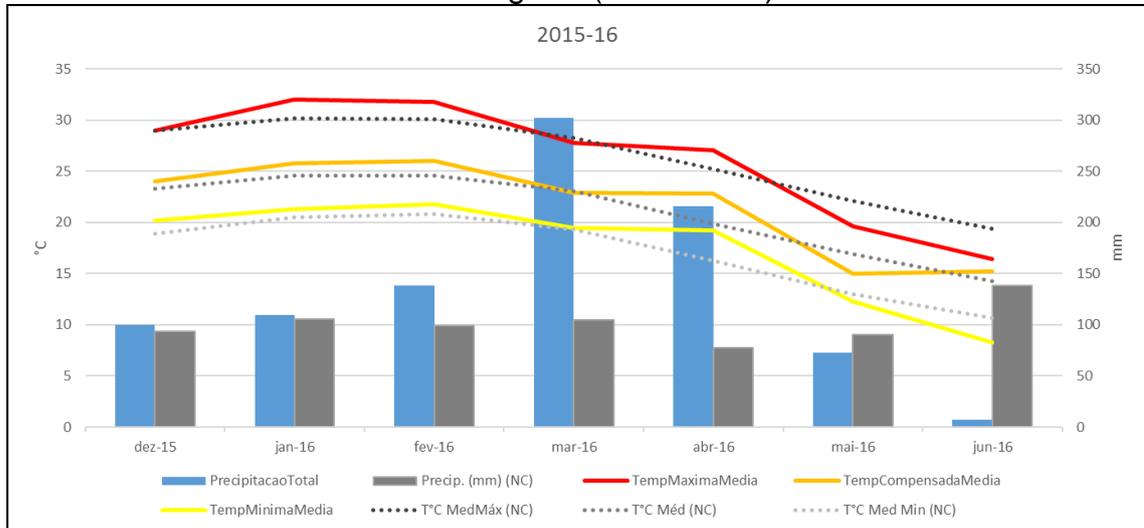
Figura 16- Recorte temporal 2014/2015- Variação temporal dos valores de temperaturas (máxima, média e mínimas) e de precipitação mensal em relação às normais climatológicas (1961- 1990)



Fonte: INMET (organizado por Ricardo Brandolt).

No período de dezembro de 2015 a junho de 2016 de Porto Alegre (Figura 17), nos valores de temperatura (máxima, média e mínima) evidenciou-se-se uma inicial semelhança quanto às médias históricas apesar dos valores se encontrarem acima da referência no verão, exceto no mês de março. O mês de abril foi atípico com altas temperaturas, já o mês seguinte maio, foi bem mais frio do que o padrão. Há uma clara ruptura no padrão da temperatura de abril para maio. Quanto a precipitação este período (2015/2016) foi bem mais chuvoso que o anterior (2014/2015). Os totais mensais foram superiores à normal climatológica de dezembro à abril, sendo que foram mais do que o dobro da normal em março e abril, que normalmente são os meses de menos chuva em Porto Alegre. A partir de abril os valores de precipitação ficaram abaixo da referência (maio e junho).

Figura 17- Recorte temporal 2015/2016- Variação dos valores temperaturas (máxima, média e mínima) e de precipitação mensal em relação às normais climatológicas (1961- 1990)



Fonte: INMET (organizado por Ricardo Brandolt).

Nota-se portanto que não houve uma significativa oscilação da TSM de um ano para o outro e, nos dois períodos deste anos sequenciais, a precipitação foi superior ao total da normal climatológica, que é de 480,5mm. No primeiro período; o El Niño se ensaiou, mas não aconteceu, já no segundo período, ocorreu, segundo os registros da NOAA, um forte El Niño que, em Porto Alegre se manifestou com uma precipitação maior (857.5mm) que a do ano anterior (553mm), sendo que os maiores volumes ocorreram no final do período quando as temperaturas também se mantiveram acima da normal.

Da mesma forma registros de casos de dengue para os períodos 2014/2015 e 2015/2016 em Porto Alegre revelam um aumento significativo do primeiro para o segundo período analisado; enquanto no período 2014/2015 foram registrados 47 casos importados e 17 casos autóctones, no período 2015/2016 foram registrados 107 casos importados e 316 casos autóctones.

5.3 A sucessão dos tipos de tempo e os casos de dengue

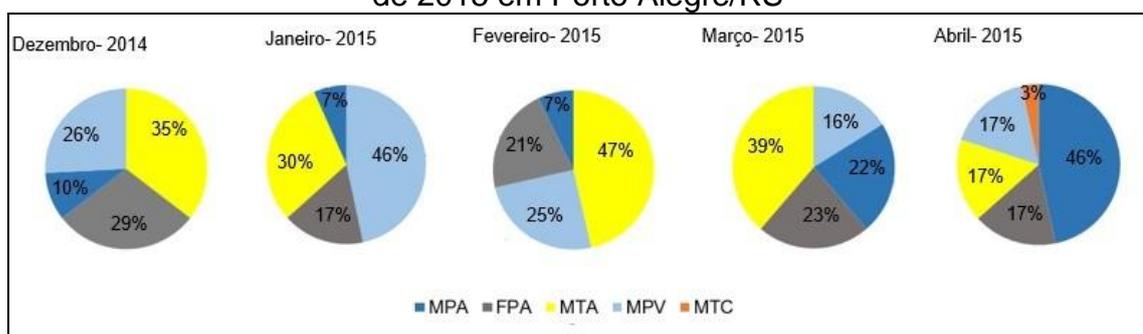
A sucessão de atuação das massas de ar ou sistemas perturbados para os meses de dezembro a abril, para os anos 2014/2015 e 2015/2016, foi realizada com

base na identificação das cartas sinóticas dia a dia. Estes dados foram organizados de forma conjunta com dados meteorológicos diários nos gráficos de análise rítmica que permitem então a identificação dos tipos de tempo atuantes. Os gráficos para todos os meses analisados, encontram-se no apêndice deste trabalho. Nesta seção apresentamos uma síntese destes dados por mês e por semana epidemiológica, no intuito de caracterizar a participação dos sistemas atmosféricos e sua relação com os dados confirmados de dengue.

5.3.1 Participação mensal das massas de ar e casos de dengue

A participação mensal das massas de ar no período propício à dengue em Porto Alegre 2014/2015, resultante do método de identificação diário descrito e apresentado no apêndice, está apresentado na figura 18. Com resultado desta distribuição de massas de ar e baseado na classificação de Sartori (2016) foi possível fazer uma descrição dos tipos de tempos que se sucederam para esse mesmo recorte temporal.

Figura 18- Distribuição das massas de ar no período de dezembro de 2014 a abril de 2015 em Porto Alegre/RS



Organização: Bianca Maio.

Dezembro é de maneira geral, fortemente marcado pela transição da primavera para o verão na porção meridional do território brasileiro, que fica cada vez mais aquecido. Assim, a massa polar atlântica, que dominava nos meses anteriores, chega ao território já perdendo rapidamente suas características de origem e, conseqüentemente, diminui sua frequência. Como resultado se tem o ar atmosférico cada vez mais tropicalizado, a chamada “massa polar velha” que começa a dividir a atuação com a massa polar atlântica até sobrepujá-la.

Assim, para o mês de dezembro de 2014, pela identificação realizada, os sistemas extratropicais apresentaram a seguinte participação: 26% de atuação da massa polar velha (com dois dias de tempo ciclonal aquecido e seis dias de tempo anticiclônico polar em tropicalização), 10% de atuação da massa polar atlântica (tempo anticiclonal polar típico 3 dias de atuação) e 29% de atuação de sistemas frontais (foram representados pelas frentes polares, quando convergiram em relação as características diferentes das massas de ar, uma de menor temperatura, vinculada ao avanço da massa polar atlântica, e outra de maior temperatura vinculadas a massa polar velha e a massa tropical atlântica, apenas em um episódio de atuação o sistema frontal ficou estacionário com duração de 3 dias consecutivos, no qual se observou um declínio significativo das temperaturas máximas e mínimas).

Neste mesmo mês, os sistemas extratropicais apresentaram 35% de atuação com a presença da massa tropical atlântica, que liderou sua participação no mês marcada por permanência de atuação durante três ou mais dias consecutivos, principalmente na segunda e última semana do mês. O tipo de tempo decorrente dessa condição de continuidade da massa tropical atlântica foi o tempo anticiclônico tropical continentalizado; o outro tipo de tempo encontrado foi o tempo anticiclônico tropical marítimo, com sete dias de atuação e cujas características corresponderam a temperaturas elevadas (entre 19°C e 35°C), com duração de no máximo dois dias consecutivos, em virtude de anteceder a chegada do sistema frontal (na maioria das vezes). Não foi identificado a atuação da massa tropical continental.

Em Janeiro de 2015, devido à diminuição ainda maior de atuação da massa polar atlântica (6%), o sistema extratropical que mais atuou foi a massa polar velha, que liderou o mês com o valor correspondente a 52% de atuação. O tipo de tempo dela resultante foi o tempo anticiclônico polar em tropicalização (em 14 dias), devido a chegada frequente de anticlones de origem polar, porém com enfraquecimento muito rápido do ar polar sobre o continente chegando à Porto Alegre já totalmente tropicalizado e com aumento significativo das temperaturas máximas e mínimas. Nesse tipo de tempo também ocorreram algumas instabilidades atmosféricas pré frontais.

Os sistemas frontais totalizaram sua participação em 16%, a atuação do sistema frontal foi caracterizada pela diminuição da sua permanência que correspondeu no máximo dois dias de duração consecutivas. Os sistemas

intertropicais se relacionaram a atuação da massa tropical atlântica, correspondente a atuação em 26% dos dias no mês que correspondeu a seis dias de tempo anticiclônico tropical marítimo e dois dias de atuação e o tempo anticiclônico tropical continentalizado.

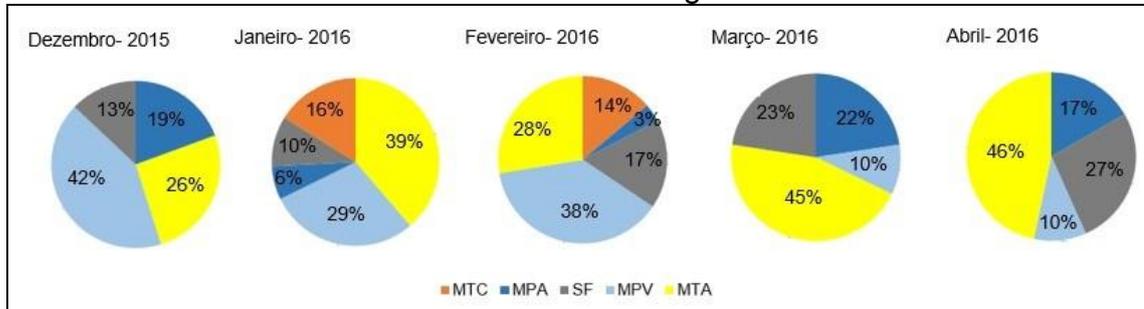
No mês de Fevereiro de 2015 os sistemas extratropicais perderam forças resultando na participação de: massa polar velha (25%), sob atuação da qual se identificou o tempo anticiclônico polar em tropicalização atuando por cinco dias consecutivos; massa polar atlântica (7%) que atuou apenas em dois dias consecutivos (tempo anticiclônico polar marítimo); e os sistemas frontais, que corresponderam a 21% de participação, cujo máximo de permanência foram dois dias consecutivos. O sistema intertropical com o domínio da massa tropical atlântica liderou na atuação do mês (47%). O tipo de tempo resultante foi o anticiclônico tropical marítimo que, diferentemente dos outros meses, dobrou seu período de atuação, deixando a maioria dos dias com predominância de céu limpo e temperaturas entre 19°C e 35°C.

Em março de 2015, o começo do mês começou bem quente e registrando suas maiores temperaturas com a presença do tempo anticiclônico tropical continentalizado sob atuação da massa tropical atlântica (39%), porém, mesmo com o predomínio dessa massa de ar no mês, os sistemas intertropicais começam a ganhar força novamente e principalmente a massa polar atlântica (22%) volta a atuar aumentando a permanência de suas características e diminuindo a participação da massa polar velha (16%) e os sistemas frontais totalizaram suas participações com 23%, já na última semana do mês começaram os registros das menores temperaturas e o fim do período mais quente da região.

No último mês da análise para o ano 2015, abril, os sistemas extratropicais lideraram a atuação com as massas: polar (46%), polar velha (17%) e os sistemas frontais (17%), isso significa um resfriamento. Os sistemas intertropicais participaram com a massa tropical atlântica (17%) e a massa tropical continental (3%), cuja atuação foi registrada em apenas um dia. Os tipos de tempo que se sucederam relacionados aos sistemas intertropicais foram, respectivamente, anticiclônico tropical marítimo, que partir do meio do mês ela não atuou mais, e anticlônico aquecido.

A figura 19 apresenta a distribuição das massas de ar e sistemas perturbados para estes mesmos meses.

Figura 19- Distribuição das massas de ar no período de dezembro de 2015 a abril de 2016 em Porto Alegre/RS



Organização: Bianca Maio.

Em relação a distribuição das massas de ar, dezembro de 2015 o mes começou frio e com a atuação dos sistemas extratropicais: massa polar atlântica (19%), tempo anticlônico polar marítimo atuou em 6 dias, massa polar velha (42%) tempo anticlônico aquecido atuou em 13 dias e até 6 dias consecutivos e os sistemas frontais (13%) 4 dias com duração de apenas um dia. Os sistema intetropical foi a massa tropical atlântica, que atuou 8 dias (26%) e os tempos foram; anticiclônico tropical continentalizado e anticiclônico tropical marítimo.

Janeiro de 2016 foi um mês quente com registro de temperatura máxima de 39°C e os resultados das distribuições das massas de ar foram: massa tropical atlântica (39%), 12 dias de atuação com máximo de cinco dias de atuação em sequencia os tipos de tempos que ocorreram foram; tempo anticlônico tropical continentalizado 4 dias e anticiclônico tropical marítimo 8 dias de atuação, massa tropical continental, em que se registraram as maiores temperaturas máximas com o tempo depressionário continental 5 dias de atuação sendo 2 dias consecutivos, os sistemas frontais totalizaram 10% em 3 dias não consecutivos de atuação, massa polar velha (29%) 9 dias de atuação e se dividiu em tempo anticiclônico polar em tropicalização 5 dias, 4 consecutivos e o tempo anticlônico aquecido 4 dias no máximo 2 dias consecutivos e por último a massa polar atlântica (6%) com dois de atuação atuando após a passagem do sistema frontal.

Em fevereiro de 2016 também foram registradas temperaturas altas, principalmente com a atuação da massa tropical continental que teve um total de 14% de atuação em 4 dias sendo dois consecutivos outro sistema intertropical que deixou o ar atmosférico aquecido foi a massa tropical atlântica (28%), num total de 8 dias

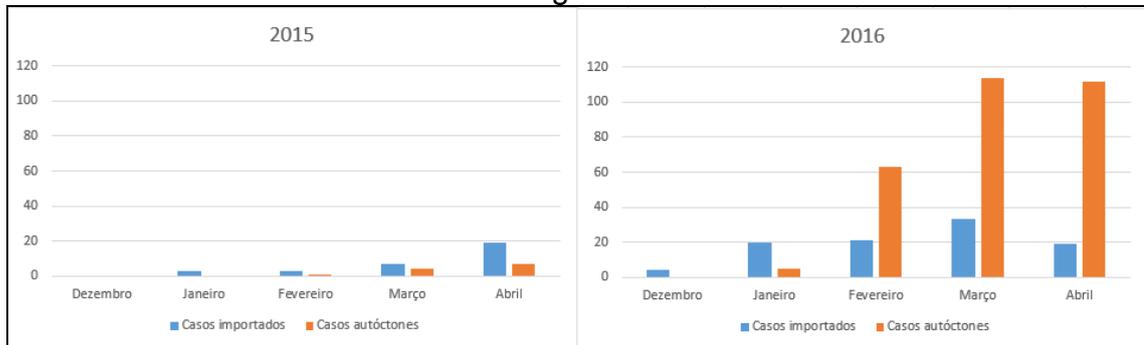
com no máximo 4 dias consecutivos e os tempos anticiclônico tropical marítimo e tempo anticiclônico tropical continentalizado, o sistemas frontais (17%) não derrubaram as temperaturas altas e tiveram fraca intensidade, a massa polar velha teve a maior atuação no mês com 38%, ela estava bem aquecida e o tempo que sucedeu foi o anticiclônico polar em tropicalização 11 dias sendo 4 dias consecutivos.

No mês de março de 2016 os sistemas extratropicais voltaram a atuar com mais força, massa polar atlântica (22%) atuou em 7 dias nas passagens dos sistemas frontais diminuindo as temperaturas máximas e mínimas, massa polar velha (10%) atuou em apenas três dias aquecendo as características da massa polar atlântica, sistemas frontais (23%) nesse mes a passagem das frentes diminuíram significativamente as temperaturas mínimas e máximas e teve atuação em 3 dias consecutivos. Os sistemas intertropicais teve a atuação massa tropical atlântica (45%) com o total de 14 dias de atuação, tempo anticiclônico marítimo.

Por último, em abril de 2016 a atuação da massa tropical atlântica foi de 46% atuando em 14 dias e em 7 dias consecutivos. A massa polar passou a atuar a partir dia 25/04/2016 diminuindo significativamente as temperaturas máximas e mínimas, deixando o RS com características de inverno mesmo estando no outono, o tempo que sucedeu foi o tempo anticiclônico polar continental que durou 4 dias consecutivos e afastou o calor da região, a massa polar velha restringiu sua participação a 10%, equivalente a 3 dias de atuação e os sistemas frontais totalizaram em 8 dias (27%), com no máximo 2 dias consecutivos.

Os casos de dengue, tanto os importados como os autóctones foram bem superiores no período 2015/2016 (Figura 20). Pelo gráfico destacam-se os meses de março e abril, com maior número de casos autóctones, meses em que a participação da massa tropical atlântica esteve presente, respectivamente, em 45% e 46% dos dias, condição esta bem diferente a do ano anterior, quando no mês de abril a participação da massa tropical atlântica foi de somente 17%.

Figura 20- Casos de dengue por mês para os dois períodos analisados em Porto Alegre/RS

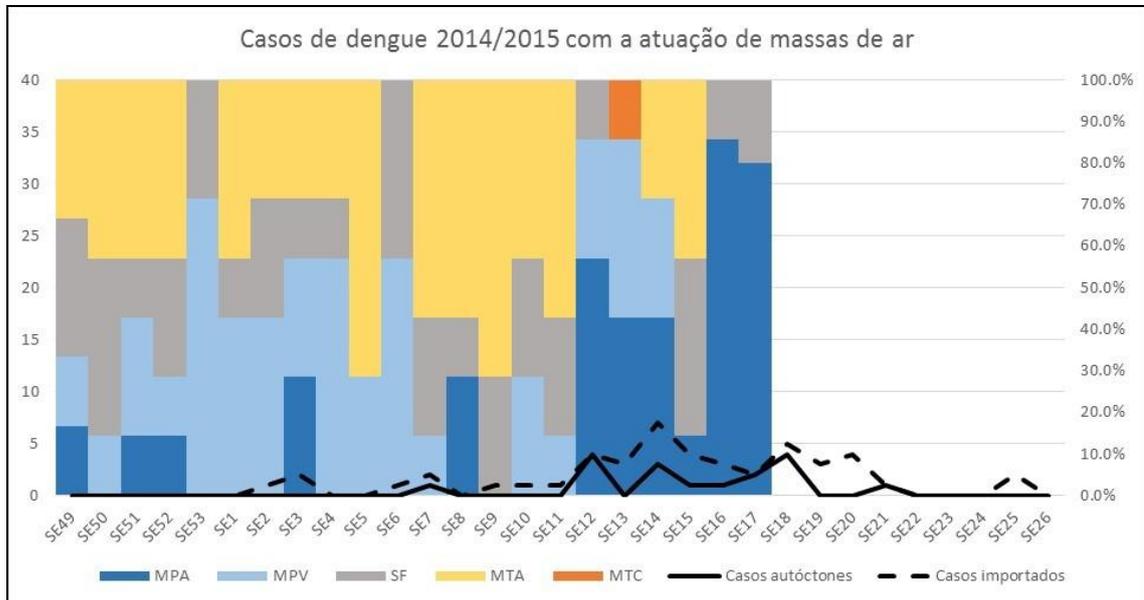


Organização: Ricardo Brandolt

5.3.2 Participação dos tipos de tempo e casos de dengue por semanas epidemiológicas

No primeiro período considerado, de dezembro de 2014 a abril de 2015, a participação das massas de ar e sistemas perturbados por semana epidemiológica, bem como os casos de dengue, tiveram sua distribuição conforme mostra a figura 21. Nota-se que a massa tropical atlântica, que predominou nas últimas semanas epidemiológicas de 2014, no mês de janeiro tem uma participação menor que a massa polar velha, voltando a predominar em fevereiro e março, até a semana epidemiológica 11. A partir desta semana, os sistemas extratropicais já passaram a predominar, inclusive com a participação da massa polar atlântica típica.

Figura 21- Casos de dengue com a atuação das massas de ar no período 2014/2015

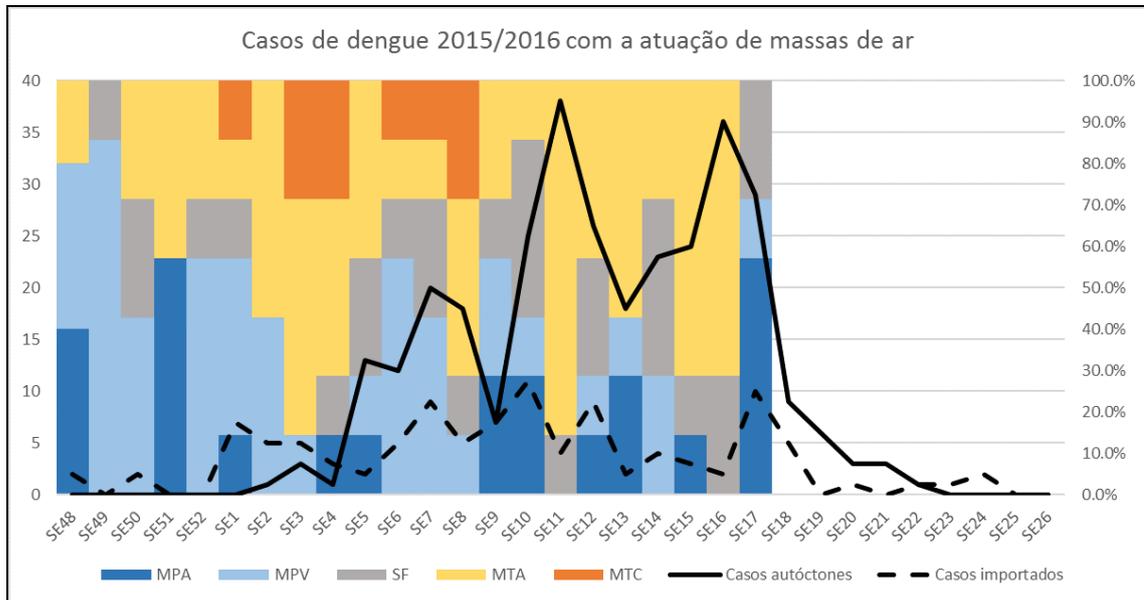


Organização: Bianca Maio e Ricardo Brandolt.

Os casos de dengue autóctones começaram a ser registrados a partir da SE 7, sendo que entre as SE 2 e SE3 começaram os casos importados dando a condição para o desenvolvimento do vírus da dengue na região, os picos com maiores registros dos casos de dengue aconteceram nas SE 12 SE 13 e SE 18 (Figura 20), fazendo a contagem do tempo regressa levando em conta o período de incubação do vírus no mosquito, na pessoa infectada até a notificação positiva do caso, se tem como fator climático potencializador do mosquito o sistema intertropical da Massa Tropical Atlântica e o tipo de tempo que se sucede é o Anticiclônico Tropical Marítimo, que originou tempo bom com temperaturas elevadas e ventos moderados, correspondente o período das semanas SE 7 a SE 11.

No segundo período considerado, de dezembro de 2015 a abril de 2016, a participação das massas de ar e sistemas perturbados por semana epidemiológica, bem como os casos de dengue, tiveram sua distribuição conforme mostra a figura 22.

Figura 22- Casos de dengue com a atuação das massas de ar no período 2015/2016



Organização: Bianca Maio e Ricardo Brandolt.

Para esse período se tem uma configuração da atmosfera diferente do período anterior, os sistemas intertropicais atuaram com mais intensidade e com um pouco mais acentuada a atuação da Massa Tropical Continental, que no outro período quase não atuou, esse tipo de massa de ar sucede o tipo de tempo depressionário continental que é responsável por elevar as temperaturas máximas quase sempre superiores a 35°C, pressão atmosférica baixa, umidade relativa baixa e forte insolação, podendo sofrer influência de Instabilidades Tropicais e Calhas Induzidas (SARTORI, 2016. p. 61).

Os casos de dengue importados iniciaram antes e foram em maior número que o período anterior (Figura 21) e os casos de dengue autóctones começaram já em janeiro, a partir da SE 2, e tiveram picos de notificações nas SE 5, 7, 11, 16, correspondendo um aumento muito significativo em relação ao período anterior (2014/2015), porém em relação a contagem regressa para saber as condições atmosféricas que deram a condição climática ideal para a proliferação do mosquito se tem a mesma predominância da massa de ar Tropical Continental, porém, os tipos de tempo que sucedeu foi alternado entre o Anticiclônico Tropical Marítimo e o Anticiclônico Continental, esse último sofreu os efeitos do aquecimento continental ao se interiorizar, tornando-se menos úmida. Isso acontece quando o setor oeste do Anticiclone Tropical Atlântico avança sobre o território brasileiro, originalmente

marítima, a comporta-se como continental, o que antecede o avanço da Massa Tropical Continental.

Outro fator que se leva em consideração é em relação a maior quantidade de chuva nesse período devido a influência das anomalias, as quais favorecem um cenário ideal para a proliferação e ação do vetor, que nessas condições pode evoluir de ovo ao estágio adulto em até 05 dias.

5.4 Resultados do Sacedengue para os períodos analisados

A aplicação do método Sacedengue aos dados meteorológicos evidenciou uma distribuição das classificações finais de risco de forma análoga à variação do clima da cidade de dezembro a abril para os dois períodos. De modo geral a Tabela 1 mostra que em 2014/2015, 17 semanas epidemiológicas tiveram classificação de alto potencial para a proliferação do mosquito, 04 com médio potencial, 01 com baixo potencial. Em 2015/2016, 21 semanas epidemiológicas obtiveram classificação final de alto potencial de risco, 01 com baixo potencial.

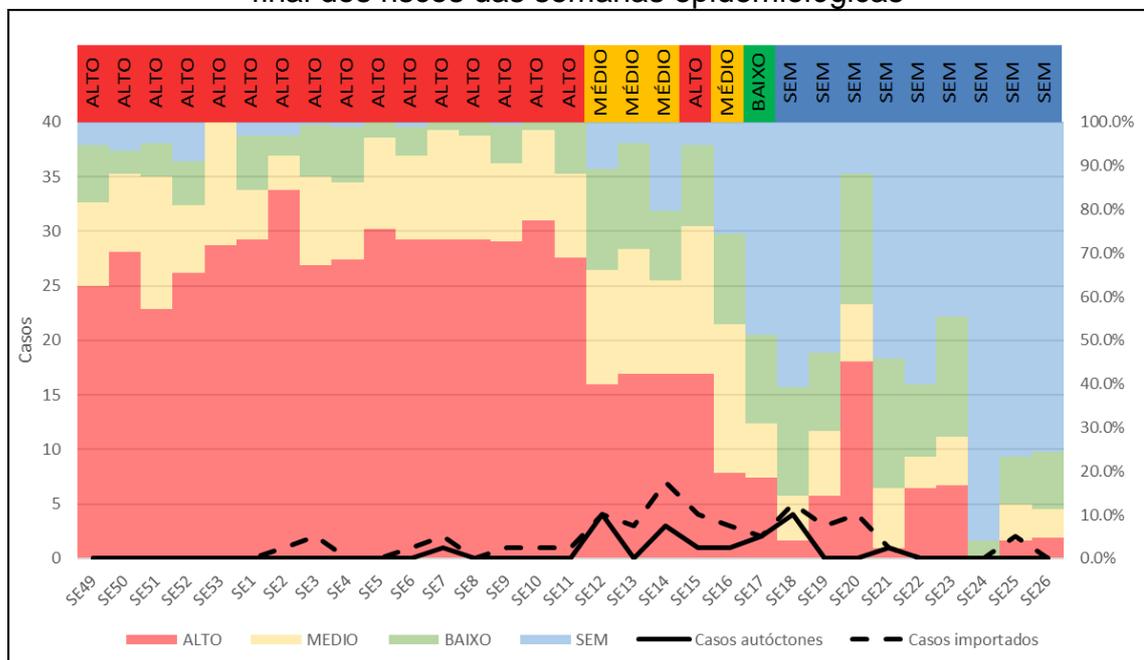
Tabela 2– Distribuição das classificações finais do risco potencial para os períodos analisados.

	2014/2015	2015/2016
ALTO POTENCIAL	17	21
MÉDIO POTENCIAL	4	0
BAIXO POTENCIAL	1	1
SEM POTENCIAL	0	0
Total	22	22

Os casos de dengue para os períodos 2014/2015 e 2015/2016 em Porto Alegre revelam um aumento significativo do primeiro para o segundo período analisado; enquanto no período 2014/2015 foram registrados 47 casos importados e 17 casos autóctones, no período 2015/2016 foram registrados 107 casos importados e 316 casos autóctones.

Em seguida com base nos dados diários organizados foi realizada a distribuição das classes de temperatura e do potencial de risco por semana epidemiológica. Para isso foram considerados os casos confirmados das cinco últimas semanas epidemiológicas do ano anterior (dezembro) e as vinte e seis semanas do ano seguinte (até final de junho), ainda que este trabalho a análise vai até a SE17 os gráficos dessa seção vão até um pouco mais para poder ter noção de como se distribui os casos de dengue até um período mais frio. Os casos confirmados de infecção ao longo das semanas em cada período foram confrontados com a representação percentual das medidas térmicas na semana (cores nas colunas de fundo da área do gráfico) e pela classificação final do risco potencial da Semana Epidemiológica indicada na parte superior do gráfico, sobre cada SE. As Figuras 23 e 24 a seguir representam esta análise integrada dos dados referentes aos dois recortes temporais escolhidos.

Figura 23- Comparativo entre os casos confirmados de dengue de dezembro de 2014 a abril de 2015, predominância das classes de temperatura e a classificação final dos riscos das semanas epidemiológicas



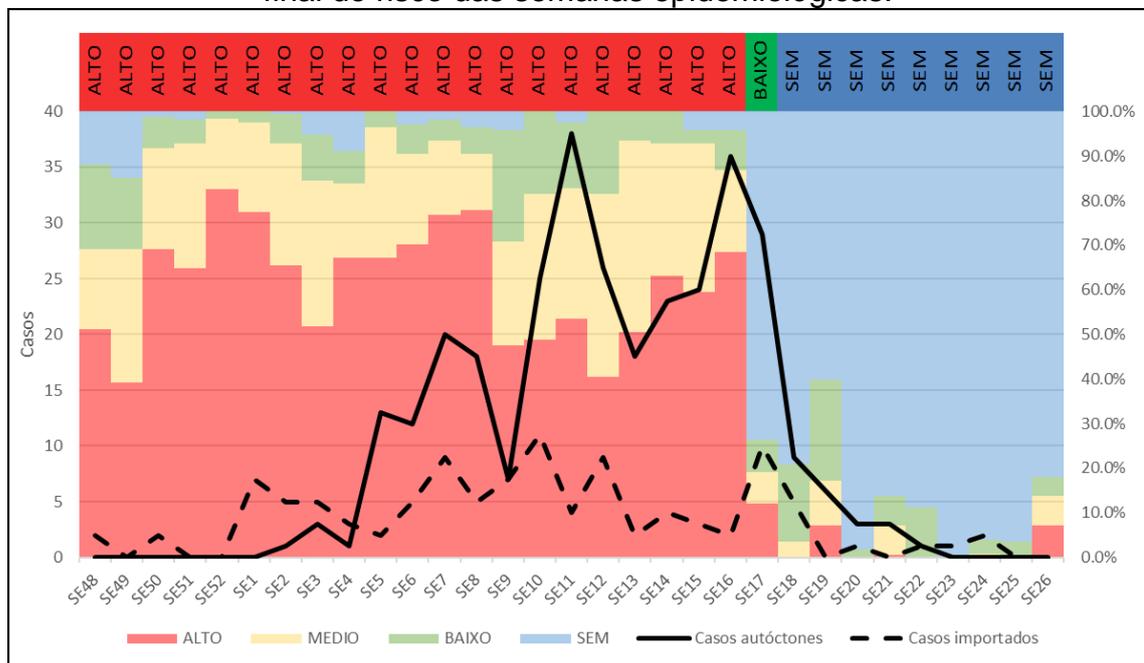
Organização: Ricardo Brandolt.

No recorte temporal (Figura 23), o risco climático manteve-se alto da SE48 de dezembro de 2014 até a semana SE11 de 2015. Já no período seguinte (Figura 24), o risco climático manteve-se alto da SE48 de dezembro de 2015 até a semana SE16

de 2016, ou, seja, por pelo menos um mês a mais. Também já tinha se constatado nas análises das médias mensais de temperatura, que o mês de abril de 2016 foi atipicamente quente.

A maioria dos casos de dengue deste período ocorreu, justamente nos meses de março e abril, tanto pelo vírus autóctone que se disseminou, quanto pela reintrodução do vírus por pessoas que passaram suas férias fora da cidade, considerando sempre o período necessário ao ciclo de desenvolvimento do mosquito (em média de 10 a 12 dias). Como pode ser avaliada na análise semanal de Porto Alegre para esse mesmo período, a queda das temperaturas ocorrida no final do mês de abril (SE 17) propiciou a diminuição drástica dos casos de dengue no município, uma semanas depois. Justamente, por esta razão manteve-se a distribuição gráfica dos dados até a semana 26.

Figura 24- Comparativo entre os casos confirmados de dengue de dezembro de 2015 a abril de 2016, predominância das classes de temperatura e a classificação final do risco das semanas epidemiológicas.



Organização: Ricardo Brandolt.

5.5 Efeito do clima urbano para o período 2015/2016

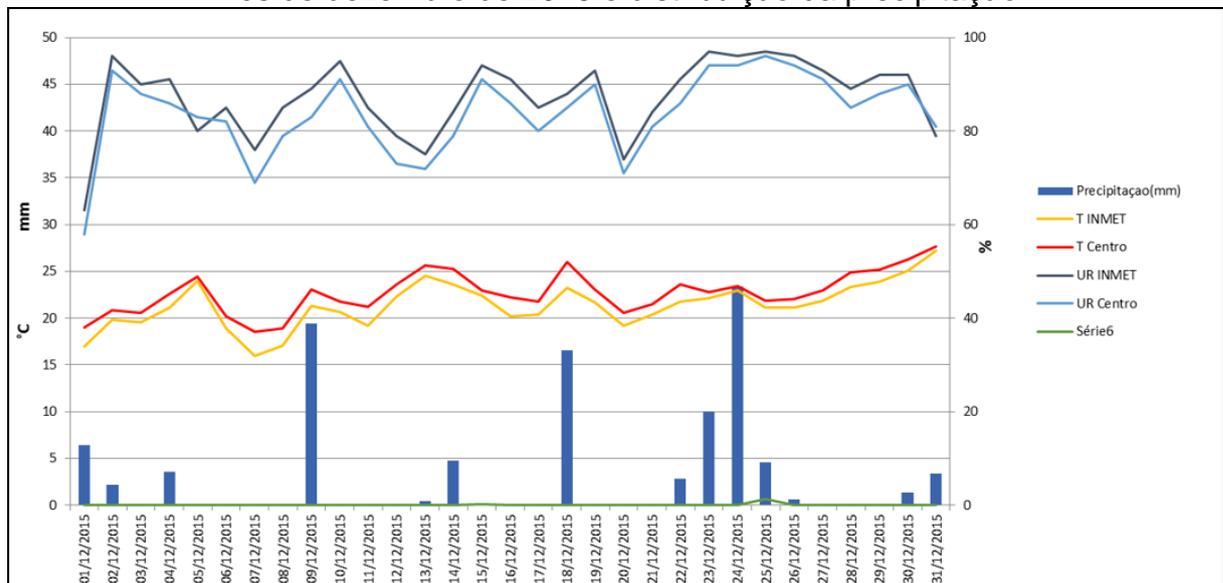
Esta análise se restringiu ao período 2015/2016 uma vez que a estação usada para fazer os comparativos térmicos intraurbanos (estação do projeto) foi

instalada somente em novembro de 2015, assim, o começo da análise é a partir do mês de dezembro de 2015.

O mês de dezembro de, em média, obteve os seguintes resultados; a estação automática do INMET apresentou temperaturas mais baixas que a estação do projeto, 1°C; já precipitação foi de 100,2 mm e houve doze dias com precipitação maior que 1mm (Figura 25).

Nesse mês a maior diferença de temperatura correu no dia 20, a estação do projeto ficou 3,9°C mais aquecida que a estação do INMET às 13:00. Na análise da carta sinótica de superfície das 1200 GMT do dia 20/12/2015, observa-se um anticiclone móvel associado com valor de 1022 hPa centrado em torno 35°S/50°W que sucedeu um sistema frontal que passou na região de Porto Alegre dois dias antes. Porém mesmo com uma configuração pós-frontal a predominância da massa de ar nesse dia foi a Massa Tropical Atlântica (MTA).

Figura 25- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de dezembro de 2015 e distribuição da precipitação



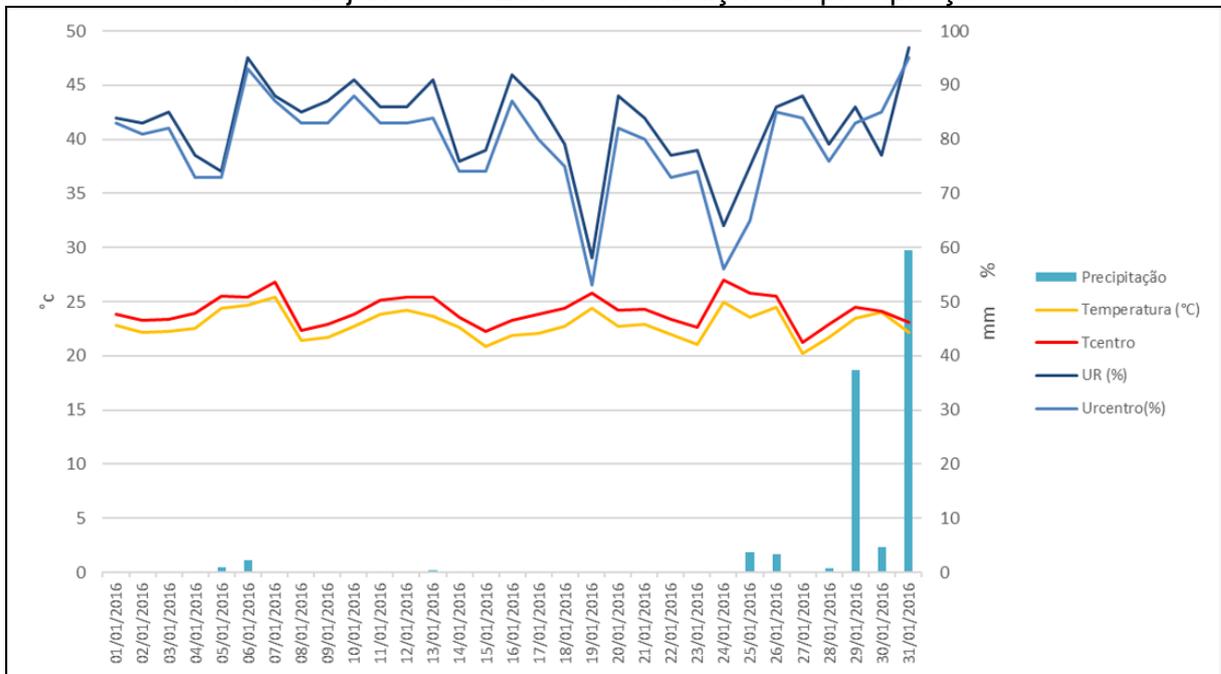
Fonte: INMET e dados do projeto (Organização Erika Collischonn e Ricardo Brandolt)

O mês de janeiro de 2016, como já foi mencionado, foi um mês mais quente em relação a todas as normais climatológicas de temperatura (máxima, mínima e média). Considerando esse elemento do tempo estaria propício à disseminação do vetor da dengue (18°C a 34°C), segundo o SACDENGUE. A precipitação, porém,

ocorreu de forma muito concentrada nos últimos dias do mês acumulando 113,2 mm em seis dias com precipitação maior que 1mm.

A maior diferença de temperatura do ar ocorreu no dia 21/01/2016 (Figura 26), quando foram registrados 4,6°C às 12:00 horas. Em relação a carta sinótica de superfície do dia 21 de janeiro, observa-se um sistema de baixa pressão a 25°S e 40°W que se relaciona a uma ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e um sistema de alta pressão com centro de 1022 hPa em torno de 40°S/50°W que definiu um sistema Polar em Tropicalização com o domínio da Massa Polar Velha.

Figura 26- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de janeiro de 2016 e distribuição da precipitação

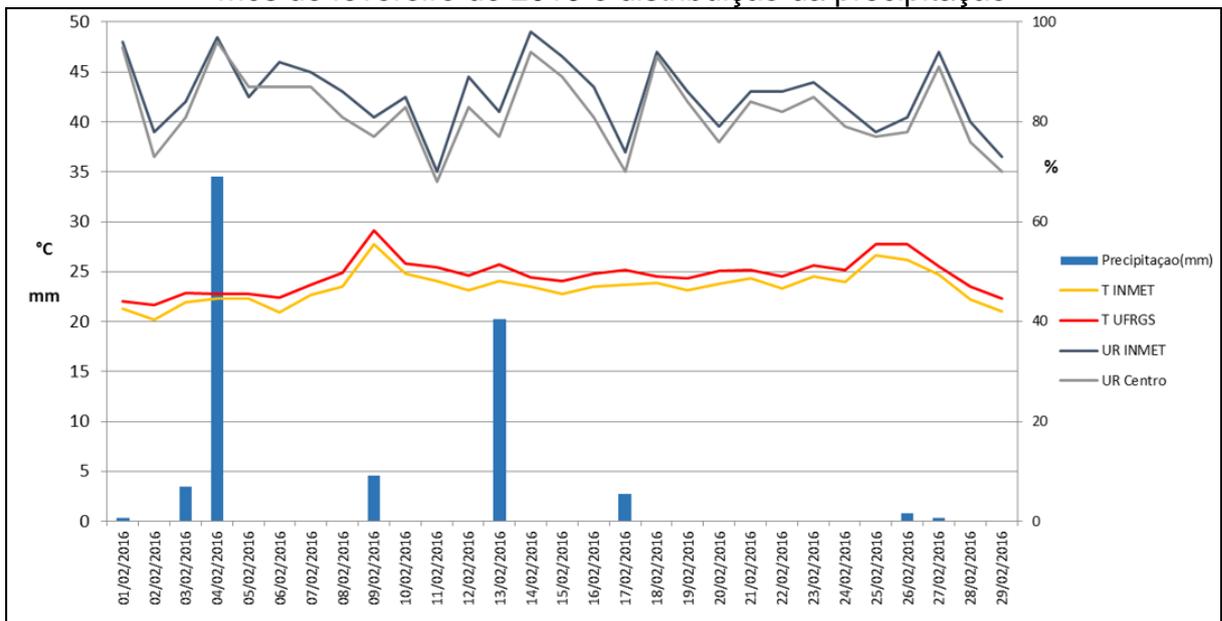


Fonte: INMET e dados do projeto (Organização Erika Collischonn e Ricardo Brandolt)

No mês de fevereiro de 2016 (Figura 27), em média a estação automática do INMET apresentou temperaturas 1,2°C, mais baixas que a do projeto e a precipitação ocorreu com períodos intercalados propícios ao vetor mais na primeira quinzena. Em relação as condições ambientais/meteorológicas descritas por ROSEGHINI (2013, p. 56) SACDENGUE, o mês de fevereiro se configurou nas condições climáticas de alto potencial quanto a temperatura, mas o final do mês foi menos propício a disseminação do vetor porque choveu menos.

A maior diferença térmica pontual foi registrada no dia 16/02/2016, 4,7°C às 13:00 horas. No dia 16 de fevereiro a carta sinótica mostra na região de Porto Alegre a atuação da massa Tropical Atlântica associada a um sistema de alta pressão com o valor de 1022hPa no entorno 35°S/35°W. Essa massa definiu o tipo de tempo Tropical Marítimo.

Figura 27- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de fevereiro de 2016 e distribuição da precipitação



Fonte: INMET e dados do projeto (Organização Erika Collischonn e Ricardo Brandolt)

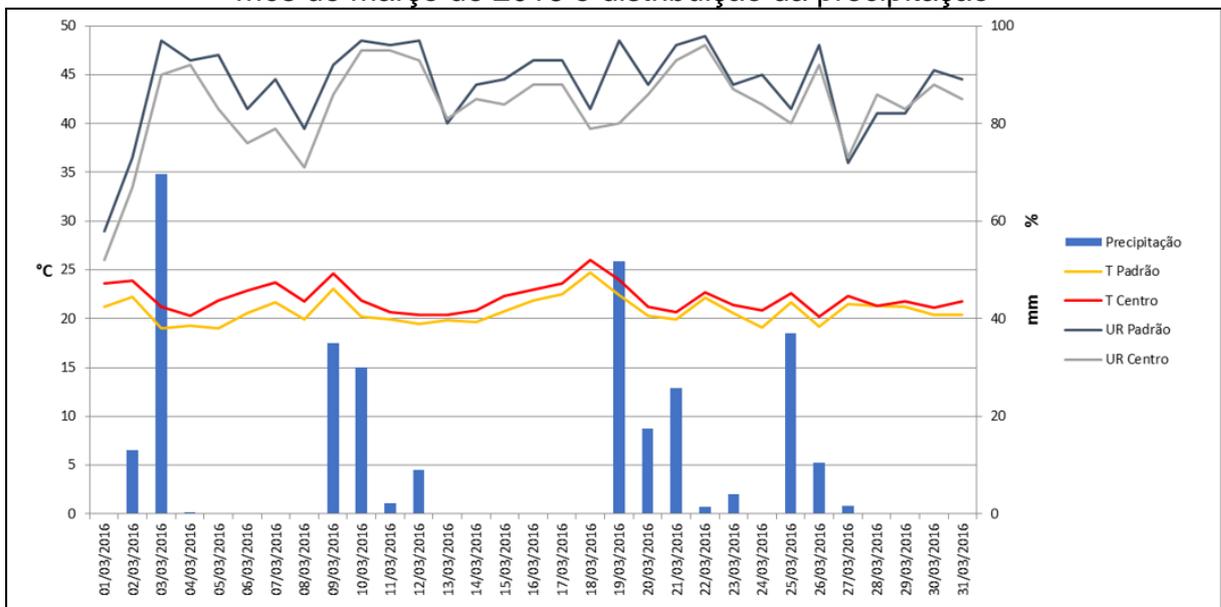
No mês de março, em média a estação automática do INMET apresentou apenas 1°C, mais baixas que a do projeto. Em relação as condições ambientais/meteorológicas descritas por ROSEGHINI (2013, p. 56), o mês de março se configurou nas condições climáticas de alto potencial quanto a temperatura, além da ocorrência de precipitação bem distribuída durante todo o mês (Figura 28).

No mês de março de 2016, obteve-se a maior diferença de temperatura no dia 07, com uma variação correspondente a 4,2°C às 19:00 horas, observa-se nesse dia que a região onde está instalada a estação do projeto teve maior dificuldade de se resfriar, em relação a região onde está localizada a estação do INMET.

Na análise da carta sinótica de superfície das 1200 GMT do dia 07/03/2016, observa-se um sistema frontal com características subtropicais, cujo ciclone (em oclusão) tem valor 988hPa centrado em torno de 52°S/20°W, sobre o Oceano

Atlântico Sul, a atuação desse sistema frontal sobre o Oceano Atlântico fez o recuo da massa Tropical Atlântica, não a deixando avançar sobre o continente da área correspondente ao estado do Rio Grande do Sul. Assim, na região de Porto Alegre a Massa Polar Velha predominou e definiu o tipo de tempo Anticiclonal Aquecido que é um tipo de tempo de tempo motivado pelo aquecimento do ar de origem polar sobre o continente nas latitudes subtropicais e tropicais que enfraquece o Anticiclone Polar Atlântico. Esse tipo de tempo para esse mês é muito comum na área de estudo.

Figura 28- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de março de 2016 e distribuição da precipitação



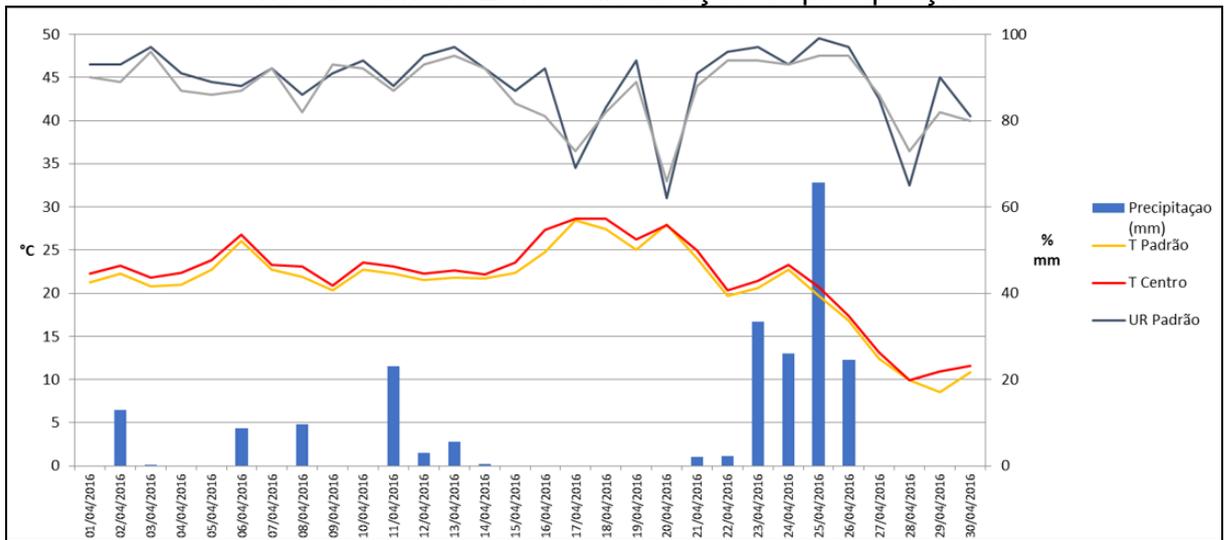
Fonte: INMET e dados do projeto (Organização Erika Collischonn e Ricardo Brandolt)

No mês de abril de 2016, em média a estação automática do INMET apresentou apenas 0,8°C, mais baixas que a do projeto, esse mês não foi classificado todo ele na classe de alto risco de ocorrência da dengue porque na última semana as temperaturas despencaram fazendo o risco se alterar diretamente para baixo (Figura 29).

A maior diferença de temperatura do ar ocorreu no dia 15/04/2016 (Figura 29), quando foi registrado 2,5°C às 00:00 horas. No ambiente sinótico, conforme a carta de superfície do dia 15 de abril observa-se a atuação da massa Tropical

Atlântica atuando em todo o estado do Rio Grande do Sul e o conseqüente aumento da temperatura do ar com o tipo de tempo Tropical Marítimo.

Figura 29- Diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre as estações no mês de abril de 2016 e distribuição da precipitação

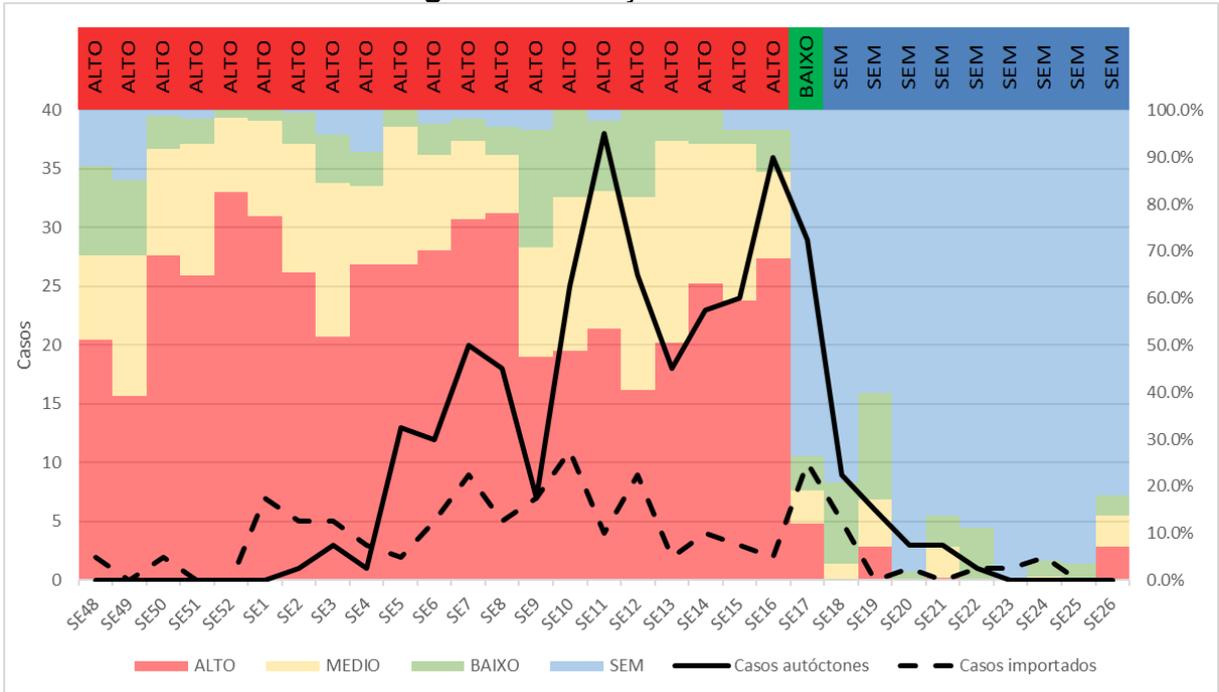


Fonte: INMET e dados do projeto (Organização Erika Collischonn e Ricardo Brandolt)

Aplicando o método SACDENGUE nas temperaturas horárias registradas pela estação do projeto e pela estação do INMET (Figuras 30 e 31), averiguaram-se os seguintes resultados:

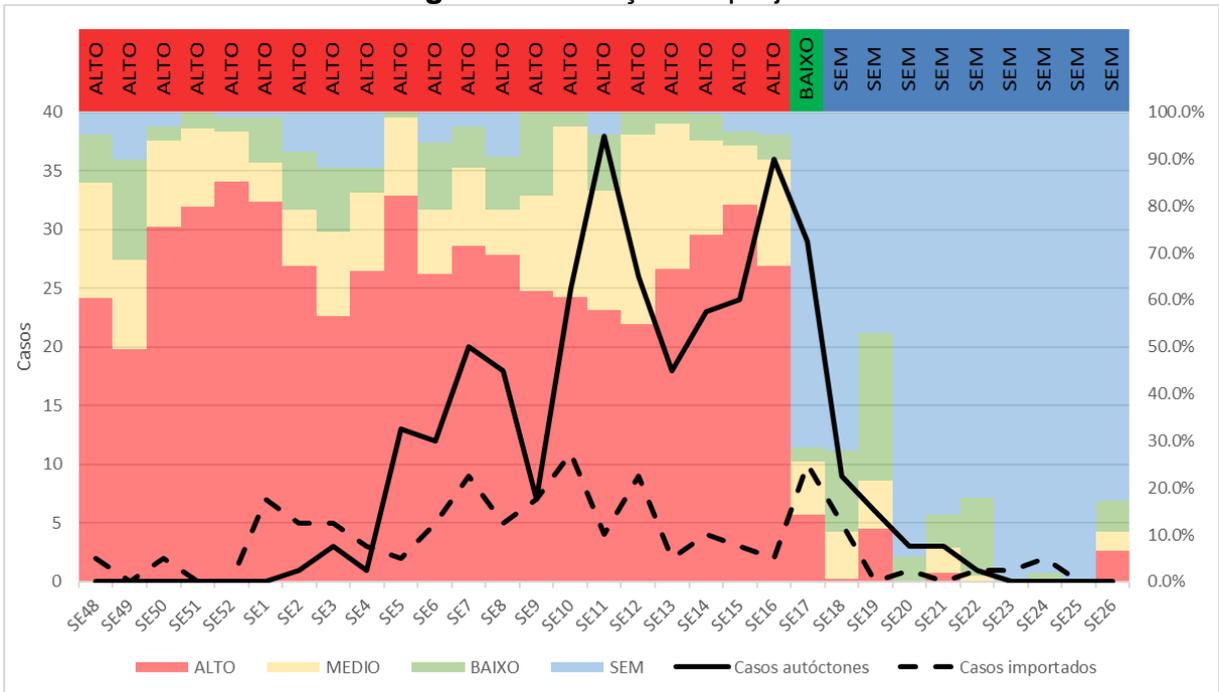
Ambas as estações tiveram a mesma classificação final em relação ao potencial de risco por semana epidemiológica, porém, foi registrado diferenças nas classes de alto, baixo e sem riscos ao longo dos dias.

Figura 30- Estação do INMET



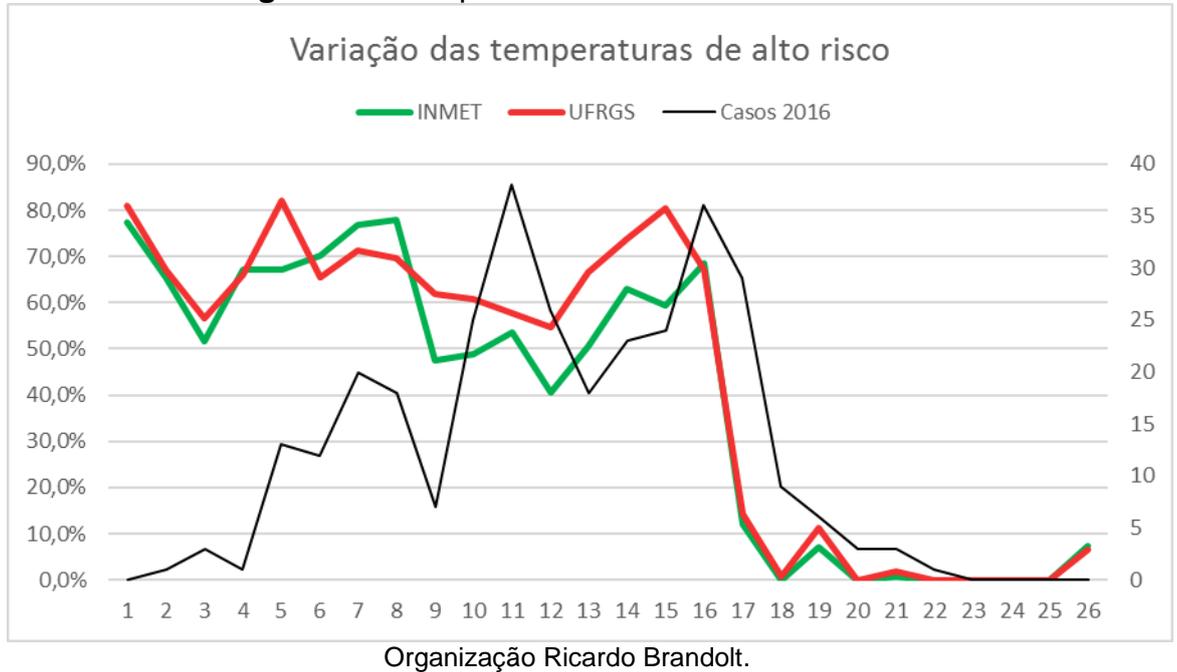
Organização: Ricardo Brandolt.

Figura 31- Estação do projeto



Organização: Ricardo Brandolt.

Em relação a essas diferenças percentuais dos riscos, o gráfico da figura 32 mostra a diferença entre a classe de alto risco.

Figura 32- Comparativo classe alto risco

Observa-se que a estação do projeto se manteve por mais tempo na classe de alto risco, apenas na semana 7 a estação do INMTE teve maior percentual que a estação do projeto, fazendo o cálculo regresso em relação aos casos de dengue, a semana epidemiológica 11, com maior notificação de casos de dengue, corresponde ao desenvolvimento do mosquito aproximadamente na semana 9.

Na classe médio risco a estação do INMET se manteve na maior parte da análise com o percentual mais elevado (Figura 33), assim como na classe baixo risco (Figura 34).

Figura 33- Comparativo classe médio risco

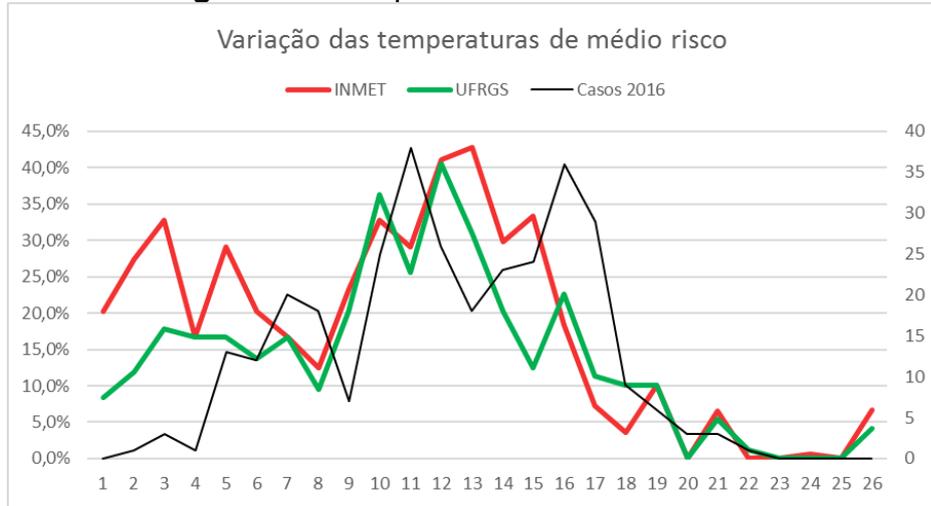
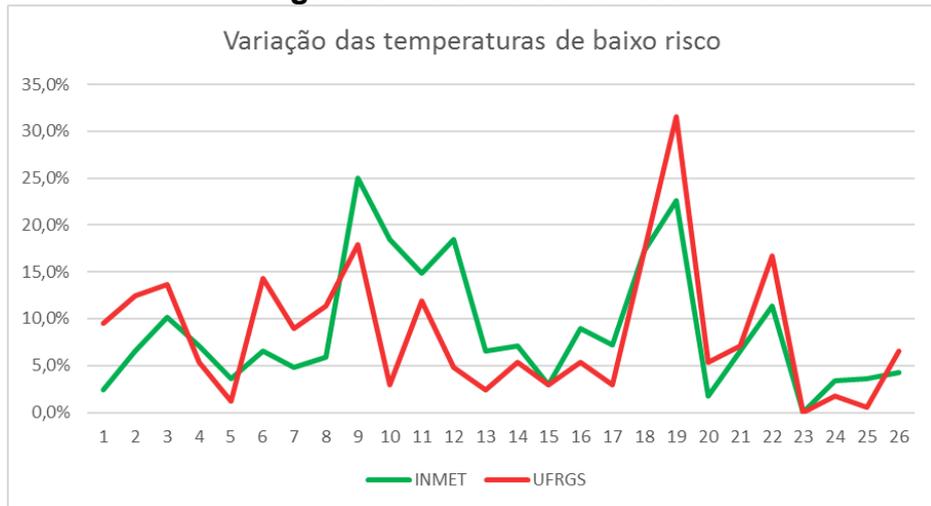


Figura 34- Classe baixo risco



6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Quando da apresentação do projeto de qualificação desta dissertação, ainda havia um leque de possibilidades a seguir. Já havia se realizado em SIG, a distribuição das características sócio-econômicas por setor censitário, para a cidade de Porto Alegre, tendo como base os dados do censo de 2010, a serem confrontados com a distribuição das ocorrências de dengue e outras variáveis ambientais na perspectiva do Sistema Ambiental Urbano proposto por Mendonça (2004). O referencial teórico, também ainda estava muito aberto. Naquela ocasião, foram sugeridas pela banca alguns caminhos, dentre os quais se escolheu, nesta etapa investigativa, a análise temporal dos dados.

Contribuiu para esta escolha o lançamento do livro “O vento norte”, que apresenta as contribuições de Maria da Graça Barros Sartori ao entendimento da dinâmica climática do Rio Grande do Sul. A aquisição deste livro foi como um “divisor de águas”, que propiciou um mergulho numa análise mais centrada na climatologia dinâmica e na prevalência da análise temporal dos dados sobre a análise espacial. Também acatou-se a sugestão proposta pela banca de restringir as análises aos períodos do ano mais propícios à ocorrência de dengue (dezembro a abril).

Assim, o referencial teórico voltou-se mais para a análise rítmica e todas as metodologias desenvolvidas tiveram como pano de fundo a idéia da distribuição dos dados ao longo do tempo .

Primeiramente constatou-se que o período 2015/2016 foi bem mais chuvoso do que o período anterior, condição que demonstrou-se estar relacionada ao forte El Niño então ocorrido.

Da distribuição temporal dos casos de dengue, constata-se, que:

- Quanto à distribuição semanal dos casos importados, no primeiro período de análise (2014/2015) as ocorrências só começaram em meados de janeiro e tiveram

seu auge na semana 14 com 07 casos, enquanto no ano seguinte já estavam ocorrendo desde dezembro. Os casos importados, bem mais frequentes no segundo período, com certeza também reintroduziram o vírus na cidade de tal forma que possibilitaram um bem maior número de casos autóctones.

- Os casos autóctones do primeiro período, que somaram 17 ocorrências, concentraram-se principalmente, entre as semanas 12 e 18. Já no segundo período, que teve um total de 316 ocorrências, houve uma maior dispersão ao longo do período, com uma intensificação a partir da semana 04 e três picos de ocorrência nas semanas 07, 11 e 16 com, respectivamente, 20, 38 e 36 casos.

A partir da análise realizada utilizando a metodologia do SACDENGUE, pode-se fazer considerações a respeito dos períodos completos e por semana epidemiológica. Enquanto no recorte temporal de 2014/2015 foram constatadas 17 semanas de alto potencial para a proliferação do vetor, no período seguinte este número se elevou para 21 semanas. A relação que se constatou entre classes de temperatura e a classificação final do risco e ocorrências de dengue por semana epidemiológica para o segundo recorte temporal (2015/2016), não se observa com a mesma correspondência para o recorte temporal 2014/2015.

Em relação as diferenças térmicas, nos meses do verão 2015/2016, constatou-se que a temperatura na estação padrão manteve-se em média de 1,5 a 2°C mais baixa do que a estação do projeto. Podemos relacionar essa média com o entorno onde estão instaladas as estações, a área mais elevada (45m), mais aberta com menor fluxo de calor antropogênico e afastada de grandes edificações correspondeu com os valores de temperaturas menores do que as temperaturas registradas na área menos elevada (14m) e mais densamente urbanizada com maior obstrução do horizonte, principalmente a sul e sudeste.

Em termos médios, portanto, pode-se dizer que no verão, com base nestes dados, segundo a classificação de Garcia (1995), define-se uma ilha de calor de baixa magnitude (até 2°C), porém, como vimos em situações sinóticas especiais essa diferença pode ser de até 4°C o que já define uma ilha de calor de média magnitude indo ao encontro dos resultados encontrados por Danni (1980) e Hasenack (1998), conforme a região foi resfriando as diferenças térmicas, tanto em média como as pontuais, foram diminuindo.

As maiores diferenças de temperatura ocorreram predominantemente em dias anticiclônicos, com predominância tanto da Massa Polar Velha como da Massa Tropical Atlântica, e os tipos de tempos que ambas proporcionaram (menos em um episódio, mês março) foram de estado atmosférico semelhantes, porque, segundo Sartori (2016, p. 56);

O Tempo anticiclônico tropical marítimo, é o estado atmosférico semelhante ao do tempo anticiclônico polar em tropicalização, mas relacionado ao domínio na região da Massa Polar Atlântica, que origina tempo bom com fluxos predominante de nordeste e leste, temperaturas elevadas, céu limpo e formação de orvalho.

Já os resultados das anomalias mostraram que o El Niño 2015/2016 teve seu auge, no fim da primavera de 2015 e começo do verão 2016. A média da anomalia da temperatura da água do mar, na região Niño 3.4, no trimestre novembro/dezembro/janeiro chegou a 2,3°C. Este valor foi igual ao máximo observado no evento El Niño 1997/1998.

Da mesma forma a participação das massas de ar e sistemas perturbados foi muito distinta de um ano para outro, principalmente em relação aos sistemas intertropicais, registra-se a atuação da massa tropical continental por mais tempo nos meses de janeiro/2016 e fevereiro/2016, elevando as temperaturas mínimas e máximas consideravelmente.

O último mês de análise, abril/2016, também mostrou um contraponto na distribuição das massas de ar. A massa tropical atlântica que atuou por mais tempo, deixou o ambiente com características ambientais favoráveis a proliferação da dengue, já na última semana do mês, a atuação da massa polar atlântica mudou as características atmosféricas e, conseqüentemente anulou as condições ambientais para o desenvolvimento do mosquito da dengue, com a formação do tempo anticiclônico polar continental.

Em relação aos dados de dengue para os períodos 2014/2015 e 2015/2016, como já foi constatado, estes mostram uma diferença considerável de um período para o outro, tanto os casos importados como os casos autóctones. Nota-se que os casos autóctones, ou seja, resultantes de vetores que se criaram na cidade, são consideravelmente maiores no período 2015/2016 (294 casos) do que no anterior (12casos), porém também no período 2015/2016 muito mais gente trouxe o vírus de

outras localidades, visto que foram 32 casos importados, no período de 2014/2015, e 97 casos, no período de em 2015/2016.

A análise demonstrou que, no recorte temporal escolhido neste trabalho, há uma relação do número de casos de dengue com a variabilidade climática anual, bem como, com a maior ou menor participação de um ou outro sistema atmosférico e tipos de tempo resultantes.

Na perspectiva de avaliar se há um padrão na relação clima e dengue em Porto Alegre, na continuidade do trabalho pensa-se em estender o estudo até o ano de 2010, considerando sempre o mesmo período – de dezembro do ano até abril do ano seguinte, porque neste intervalo, houve anos com poucos casos de dengue, outros com maior número de casos. Assim, será possível afirmar com mais convicção o efeito da participação das massas de ar e tipos de tempo, ou do potencial climático na distribuição da doença. Da mesma forma, outros elementos poderiam ser acrescentados nesta análise temporal, como: a reintrodução do vírus, as campanhas e ações do poder público, dentre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, Aziz Nacib. O sítio urbano de Pôrto Alegre: estudo geográfico. São Paulo. **Boletim Paulista de Geografia**, 42, 1965. p.3-30.

ANDRADE, I. J. M. **Geografia da saúde da população imigrante na área Metropolitana de Lisboa**. Dissertação- Mestrado. Universidade de Lisboa- Faculdade de Letras- (Teses; 21) 2008.

AYOADE, Johnson O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 332p.

BARRETO, M; TEIXEIRA, C. **Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 64, p. 53-72, 2008

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.

BORSATO, V. A.; SOUZA-FILHO , E. E. A dinâmica atmosférica na vertente oriental da Bacia do Alto Rio Paraná e a gênese das chuvas. **Acta Scientiarum Technolgy**, v. 30, p. 221 -229, 2008b

BORSATO, V. A.; SOUZA-FILHO , E. E. O ritmo climático e episódio pluviométricos nos anos de 1980 na vertente ocidental da Bacia do Alto Rio Paraná Brasil. **Geografia (Londrina)**, v. 17, p. 83 – 109, 2008^a

BRADY; Oliver J.; GETHING, Peter W.; BHATT, Samir; MESSINA, Jane P.; BROWNSTEIN, John S.; HOEN, Anne G.; MOYES, Catherine L.; FARLOW, Andrew W.; SCOTT, Thomas W.; HAY, Simon I. Refining the Global Spatial Limits of Dengue Virus Transmission by Evidence-Based Consensus. **PLOS Neglected Tropical**

Diseases, 7, 2012. Disponível em <
<http://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0001760>>

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. **Dengue, Esquistossomos, Hanseníase, Malária, Tracoma e Tuberculose**. Cadernos de Atenção Básica, n. 21. 2. Ed. Brasília: Ministério da saúde, 2012.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. **Dengue: instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas**. 3.ed. Brasília. Ministério da Saúde, 2001

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias: aspectos clínicos, de vigilância epidemiológica e de controle – guia de bolso**, Brasília: Ministério da Saúde, 1998.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. **Evolução temporal das doenças de notificação compulsória no Brasil, de 1980 a 1998**. Boletim epidemiológico, Brasília, ano 3, 1999.

Brasil, Ministério da Saúde. **Banco de dados do Sistema Único de Saúde - DATASUS** Informações de saúde Epidemiológicas e Morbidade. Disponível em <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203> Acesso em 24 jun. 2016.

BRASIL. Ministério da Marinha. Serviço meteorológico da marinha. **Cartas sinóticas**. Disponível em <
<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>

CARVALHEIRO, J. **Pestilências: velhos fantasmas, novas cadeias**. Saúde e Sociedade, v.1, n.1, p. 25-42, 1992.

CATÃO, R. C. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica (Unesp), 2012. 175.p

CHANDLER, T. J. **The climate of London**. London: Hutchinson University Library Publishers, 1965, 292p

COLLISCHONN, E; BRANDOLT, R; ARMANI, G. **Potencial climático para proliferação da dengue no ano de 2014: comparação entre Porto Alegre (RS) e São Paulo (SP)**. Simpósio brasileiro de geografia física aplicada. 2015

CONCEIÇÃO, C. L. **Relações entre elementos climáticos e as doenças do aparelho respiratório no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Dissertação- Mestrado. 2003 PP GEO.

CONFALONIERI U.E.C. Variabilidade Climática, Vulnerabilidade Social e Saúde no Brasil. Terra Livre, São Paulo, v I, n. 20, p. 193-204, jan/jul. 2003.

CONFALONIERI U.E.C., Manuel Mendoza; Lucas Fernandez (Orgs). **Efecto de los cambios Globales sobre la salud Humana y la Seguridad Alimentaria**. Buenos Aires: CYTED, 2009. V. 1.235p

CONSOLI, R, OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. FIOCRUZ, 1994. 228p

DANNI, I. M. 1970. **A ilha de calor de Porto Alegre**. Boletim Gaúcho de Geografia, (p.33-48.)

DHN - CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA - SERVIÇO METEOROLÓGICO DA MARINHA. **Cartas sinóticas**. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

FIOCRUZ. **Aedes aegypti – Introdução aos Aspectos Científicos do Vetor**. Conjunto de Videoaulas. Disponível em < http://157.86.113.53/?page_id=310 > Acesso em 23 nov. 2016.

GARCIA, F.S. Manual de Climatologia Aplicada: Clima, Meio Ambiente e Planificación. Madri: Sintesis,1995.

GRIMM, A. M.: **Clima da região Sul do Brasil** – Cavalcanti, N. Ferreira, M.A. Silva Dias, M. A. Justi. (Org). Tempo e Clima no Brasil. 1ed São Paulo: Oficina de Textos, v.1, p.259-275, 2009.

HASENACK, H. **Influência de variáveis ambientais sobre a temperatura do ar na área urbana de Porto Alegre**. Porto Alegre, 1986. Dissertação (Mestrado) -CPG Ecologia

HASENACK, Heinrich; FERRARO, Lilian W. **Clima urbano: ilhas de calor e ventos fortes na selva de pedra**. In: MENEGAT, Rualdo; PORTO, Maria L.; CARRARO, Clóvis. C.; FERNANDES, Luís A D. (Coord.) Atlas Ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre, Editora da Universidade/UFRGS, 1998. pp.147- 150.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Houaiss Eletrônico**. Elaborado pelo Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em www.ibge.gov.br Acesso em: 20/05/2015.

IBGE- Instituto de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileira em 01.07.2015**. Disponível em www.ibge.gov.br Acesso em: 1/08/2015

INMET- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Bdmet- dados históricos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

INMET- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas/>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

INMET/MAPA. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso abr. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA- INMET. **Normais climatológicas do Brasil (1961-1990)**. Brasília: 1992. Disponível em <www.inmet.gov.br/portal/normaisclimatologicas> Acesso em jun 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA(INMET). **Estação meteorológica automática.** Disponível em <
<http://www.inmet.gov.br/portal/estacoes/estacoesAutomaticas>.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate.** New York: Academia Press, 1981. 276 p

MACHEL, H., A. KAPALA, e H. FLOHN, 1998: **Behaviour of the Centres of Action above the Atlantic since 1881.** Part I: Characteristics of seasonal and interannual variability. *Int.J.Climatology*, 18, 1-22.

MAGALHÃES, S. B. **Clima e saúde: relações entre os elementos atmosféricos e a dengue na Região Metropolitana de Fortaleza.** Ceará. Dissertação-Mestrado. 2011. PPGEO.

MENDONÇA, F. A.; ROSEGHINI, W. F.; AQUINO JR, J... CLIMATE CHANGE, WEATHER TYPES AND DENGUE: a comparative approach between Giruá (RS) and Maringá (PR) Brasil. In: UGI – 2011: Conferencia Geografica Regional, 2011, Santiago. Chile. UGI 2011a- **Conference Proceedingins.** Santiago. Chile: UGI/FISA, 2011^a. v. 1. p. 1-12

MENDONÇA, F. Aquecimento Global e Saúde: Uma Perspectiva Geográfica- Notas Introdutórias. **Revista Terra Livre**, n. 20, AGB-DN, 2003

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **Revista RA'EGA**, Curitiba, n.4, p. 85-99. 2000. Editora da UFPR

MENDONÇA, Francisco A.; Souza, Adilson V.; DUTRA, Denecir A. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. In: **Sociedade e Natureza** (Online) vol.21 no.3 Uberlândia, Dec. 2009. Disponível em <
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-45132009000300003>
 Acesso em 20 Mar 2017.

MONTEIRO, C. A. de F. – **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de Atlas.** São Paulo: IG/USP, 1973.

MONTEIRO, C. A .F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria do clima urbano: Um projeto e seus caminhos**. In: MONTEIRO, C.A de F; MENDONÇA. (org), **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003, 192p. cap.1, p.9-67.

MONTEIRO, C. A. F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, n. 9, ano V. Florianópolis: Edufsc p. 61-79, 1990b.

MONTEIRO, C.A. de F. Clima. In **Geografia do Brasil: Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE. V.4, TOMO 1, p-114-166. 1968.

MURARA, P. G; AMORIM, M. T. **Clima e saúde: variações atmosféricas e óbitos por doenças circulatórias**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 6, ABCLIMA, 2010.

NOAA/ National Centers for Environmental Information. Equatorial Pacific Sea Surface Temperatures, 2017. Disponível em <<https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/sst.php>>

ObservaPOA – **Observatório da cidade de Porto Alegre**. UFRGS/PMPA/FEE Disponível em < <http://observapoa.com.br/default.php> > Acesso em fev. 2017.

OGASHAWARA.I. Análise rítmica e a climatologia geográfica brasileira. Revista Eletrônica Georaguaia. Mato Grosso. v. 2, n. 2, p. 57- 72, 2012.

OKE, T, R. **Boundary layer climates**. 2d. London: Methuen, p. 435, 1987

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Dengue guidelis for diagnosis, treatment, prevention and control, new edition**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2009.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Prevention and controlo f dengue and dengue haemorrhagic fever: comprehensive guidelines**. Nova Deli: Regional Office for South- East Asia World Health Organization. 1999.

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. **Avanços para superar o impacto global de doenças tropicais negligenciadas**. Primeiro Relatório da OMS. OPAS, 2012

OPAS. Organização Pan-Americana de Saúde. **Saúde nas Américas:2007**. Washington, OPAS, Publicação científica e técnica Nº 622. D.C,2007.

PMPA/SMS/ BOLETIIM SEMANAL CGVS. **Dados dengue, zika, chikungunya 2016 - se 01 a se 52**. Disponível em: <http://www.ondeestaoedes.com.br/default.php?reg=23&p_secao=41>. Acesso em: 05 mar. 2017.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental**: Lei Complementar 434/99. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, Secretaria do Planejamento Municipal, 2000.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental**: Lei Complementar 434/99, atualizada e compilada até a L.C. 667/11, incluindo a L.C. 646/10. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, Secretaria do Planejamento Municipal, 2010. 154p.

PUSTAI, A. K. Situação epidemiológica do início da epidemia de dengue em Porto Alegre no ano de 2013. **Boletim Epidemiológico**, v. 50, n. 1, 2013. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/cgvs/usu_doc/boletim_50_fevereiro_2013_2.pdf>. Acesso em: 24 set. 2014

RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DA COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO (SCP). **Atlas Socioeconômico do Estado do Rio Grande do Sul – 2ª edição**. Porto Alegre, 2002.

ROCHA,G.L. **O Clima do Parque Delta do Jacuí**. Relatório apresentado à Secretaria Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, 1977.

ROSEGHINI, W. F. **Clima urbano e dengue no centro-sudoeste do Brasil**. Tese de Doutorado em Geografia/UFPR. Curitiba: UFPR; 2013.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e saúde**. Rio de Janeiro: MEDSI, 1993 .

SARTORI, M. G. B. **O vento Norte**. Santa Maria: s.n., 2016. 256 p.

SORRE, M. A. **A adaptação ao meio climático e biossocial- Geografia Psicológica**. In: MEGALE, J. F. Max Sorre. São Paulo: Ática, 1984. (coleção Grandes Cientistas Sociais), 456.p

SORRE, M. **Fundamentos biológicos de la geografia humana: ensayo de una ecologia del hombre**, Barcelona. Editorial Juventud, 1955, p.234

SOUZA. SANT'ANNA, NETO. **Geografia da saúde de climatologia médica: ensaio sobre clima e vulnerabilidade**. Revista Brasileira de Geografia Médica e Saúde. Hygeia-GT-ANPEGE. 2008.

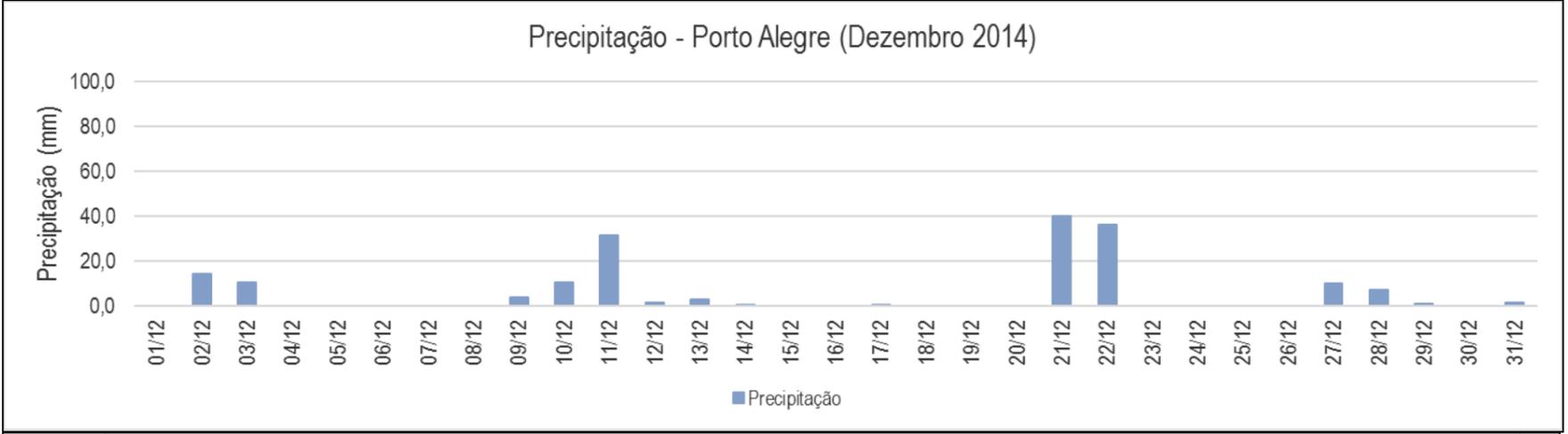
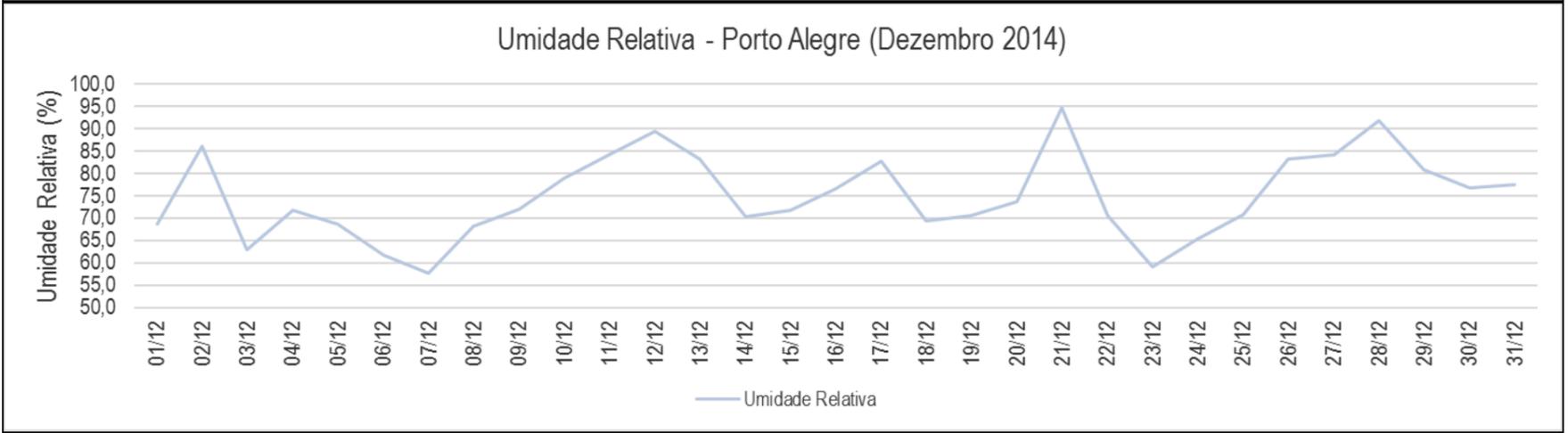
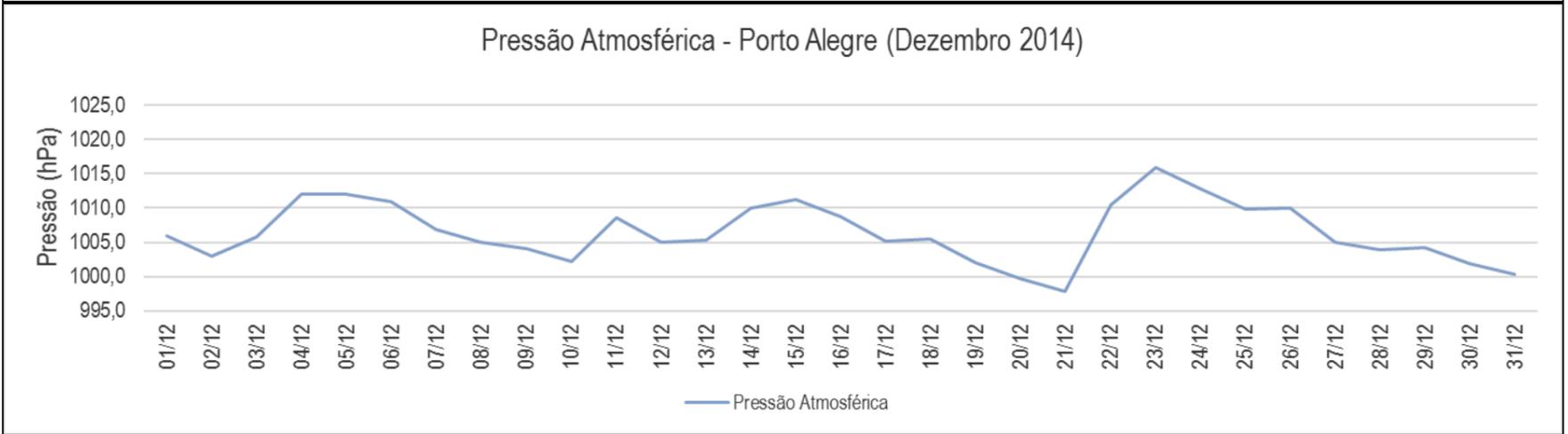
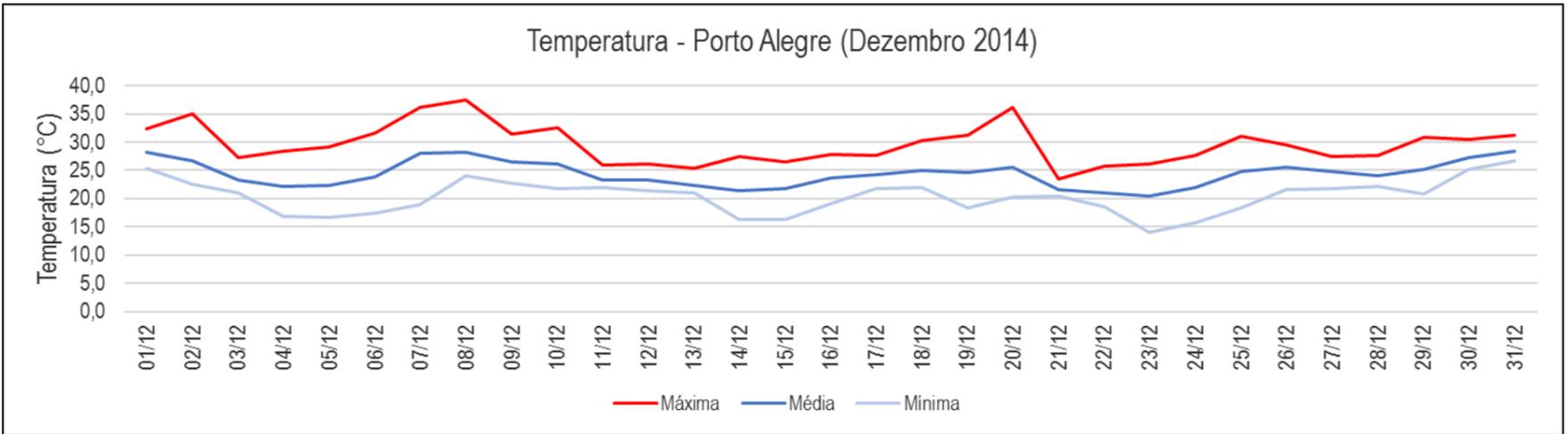
TAUIL, P. **Urbanização e ecologia da dengue**. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 17 (Suplemento): 99-102, 2011.

VERDUM, Roberto. Releitura de "O sitio Urbano de Porto Alegre" In: MODENESI-GAUTTIERI, May Christine; BARTORELLI, Andrea; MANTESSO-NETO , Virginio; CARNEIRO , Celso dal Ré; LISBOA, Matias B. A. L. (org) **A Obra de Aziz Nacib Ab'Sáber**. -- São Paulo: Beca-BALL edições, 2010.p. 307-314.

WOLLMANN, C .A.; SARTORI, M. G. B. O clima do Rio Grande do Sul no verão: análise rítmica sobre a circulação atmosférica regional e os principais tipos de sucessão do tempo em três casos típicos. **Geografia Ensino e Pesquisa**, v. 13, n.1, p. 33- 42, 2009 a ZAVATTINI, J. A. A razão da influência: uma teoria do clima. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n.1, 2005.

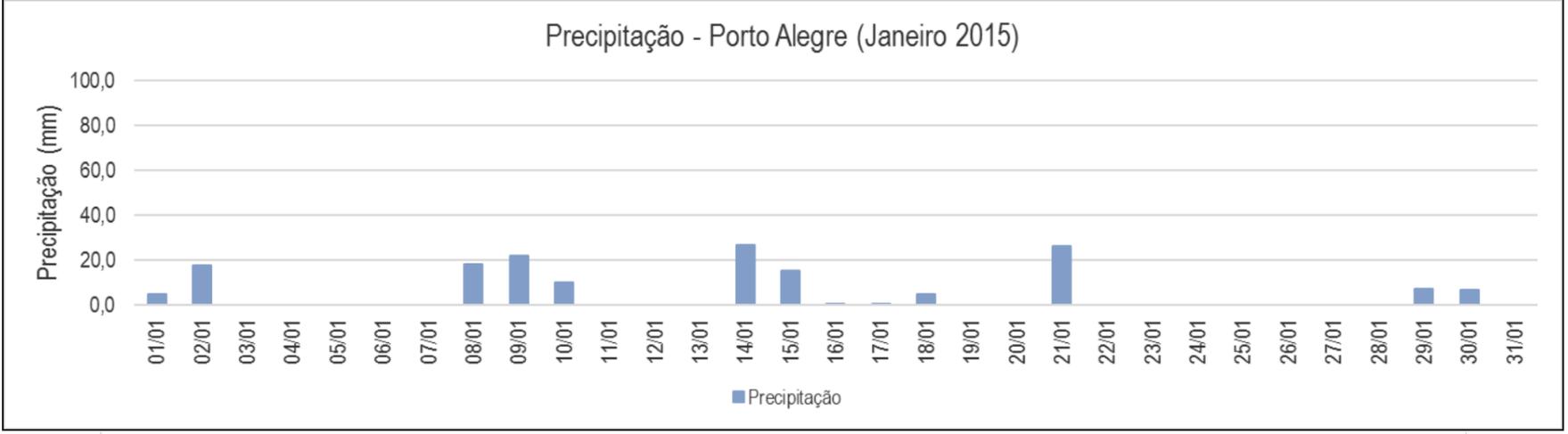
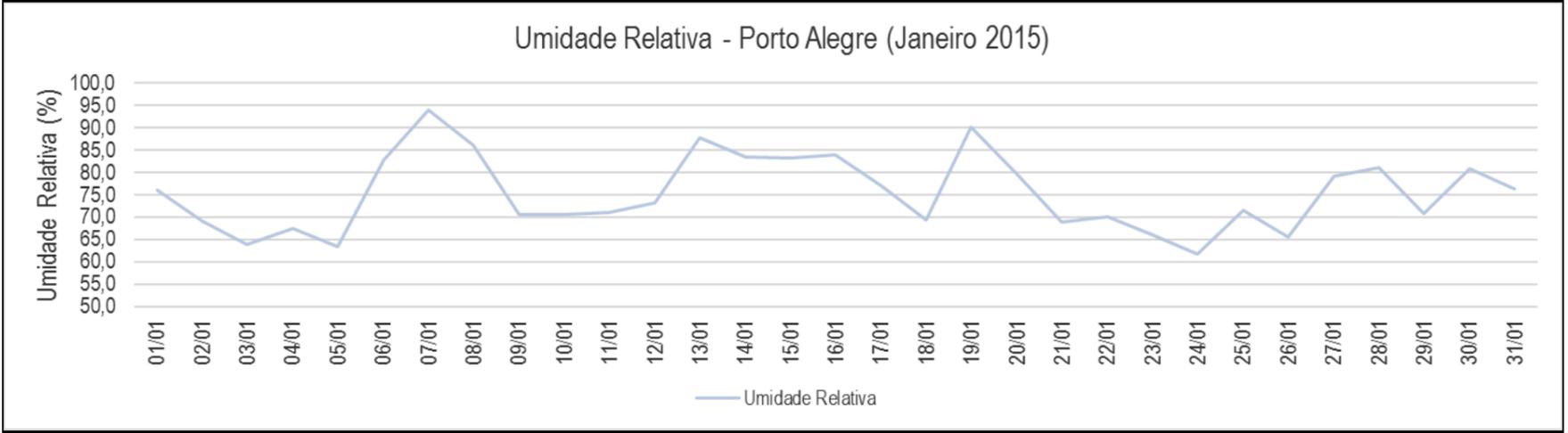
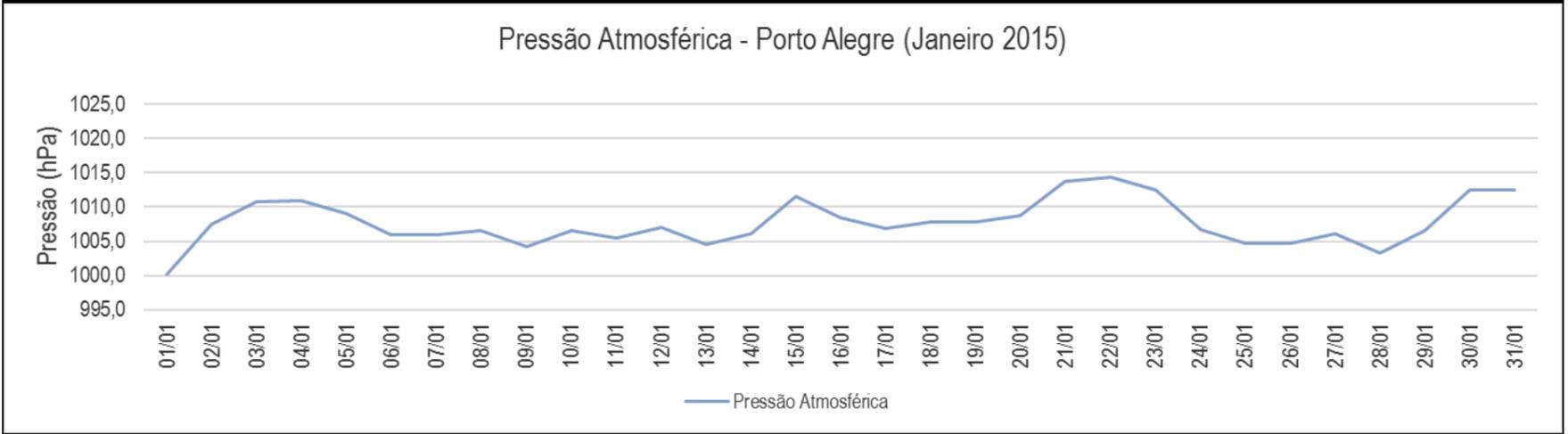
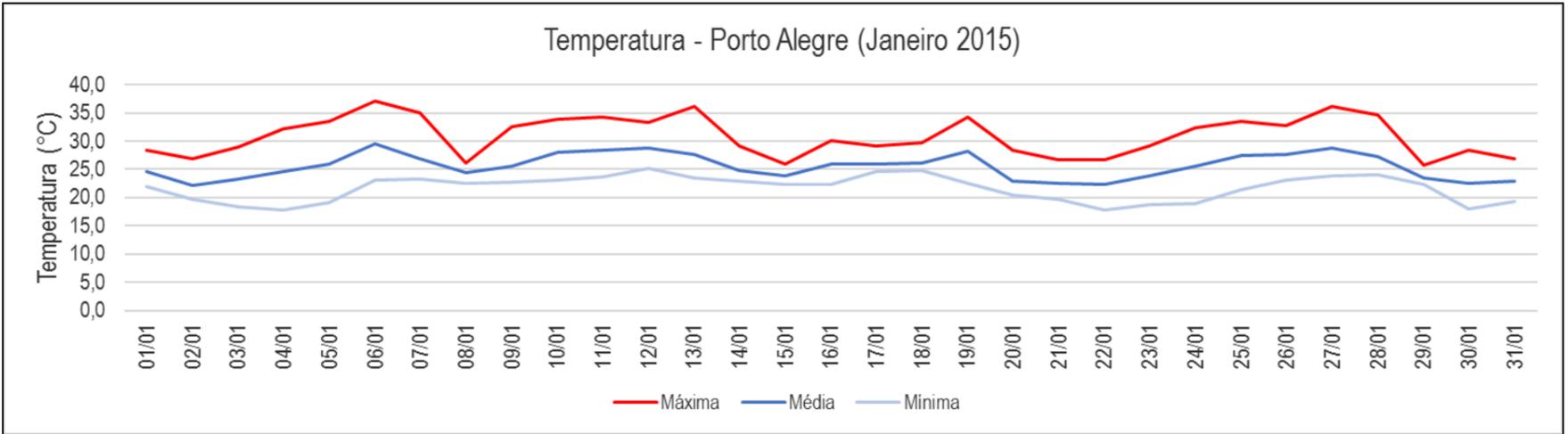
APÊNDICES

APÊNDICE A- Análise Rítmica mês dezembro de 2014, Porto Alegre/RS



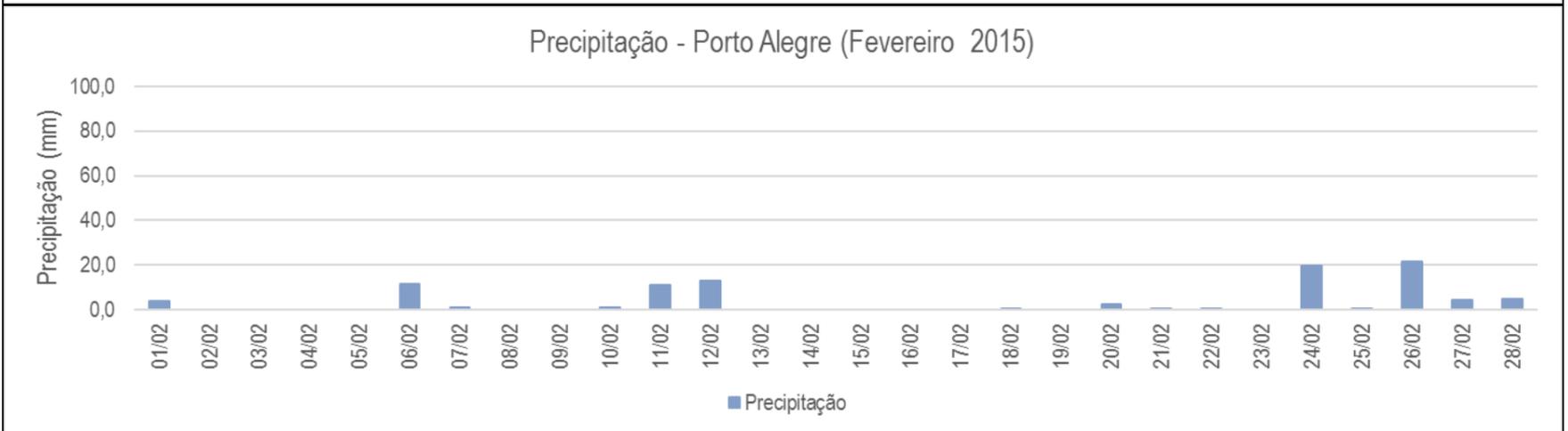
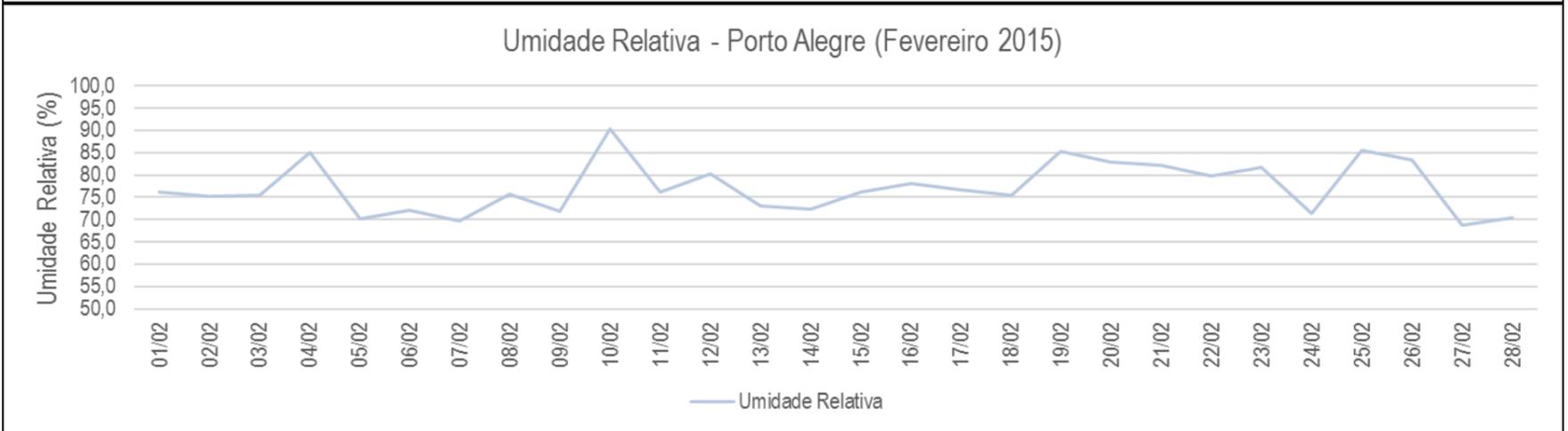
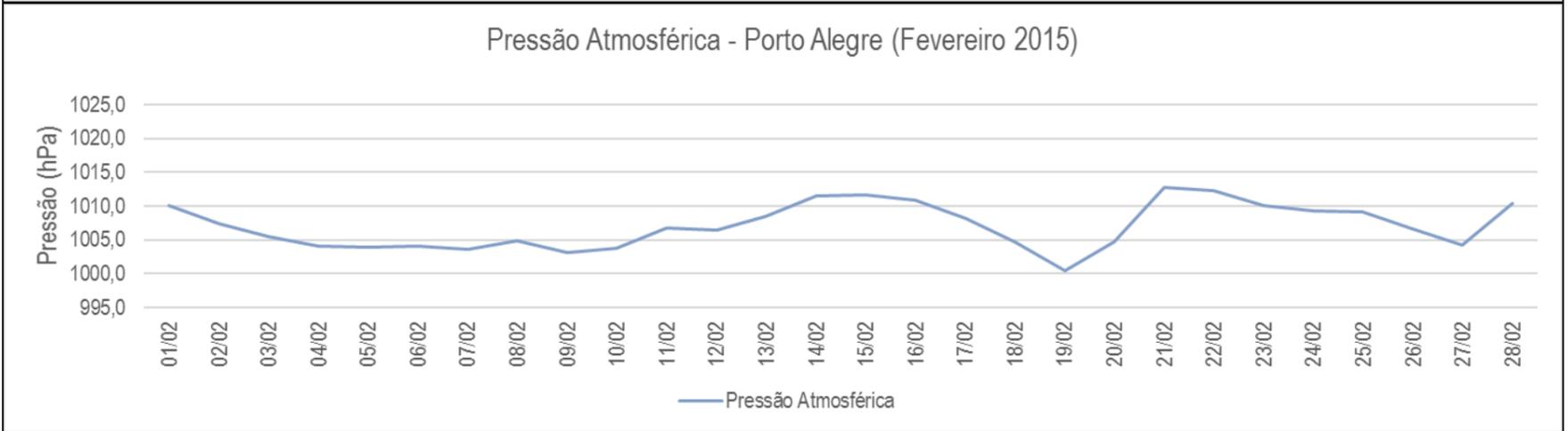
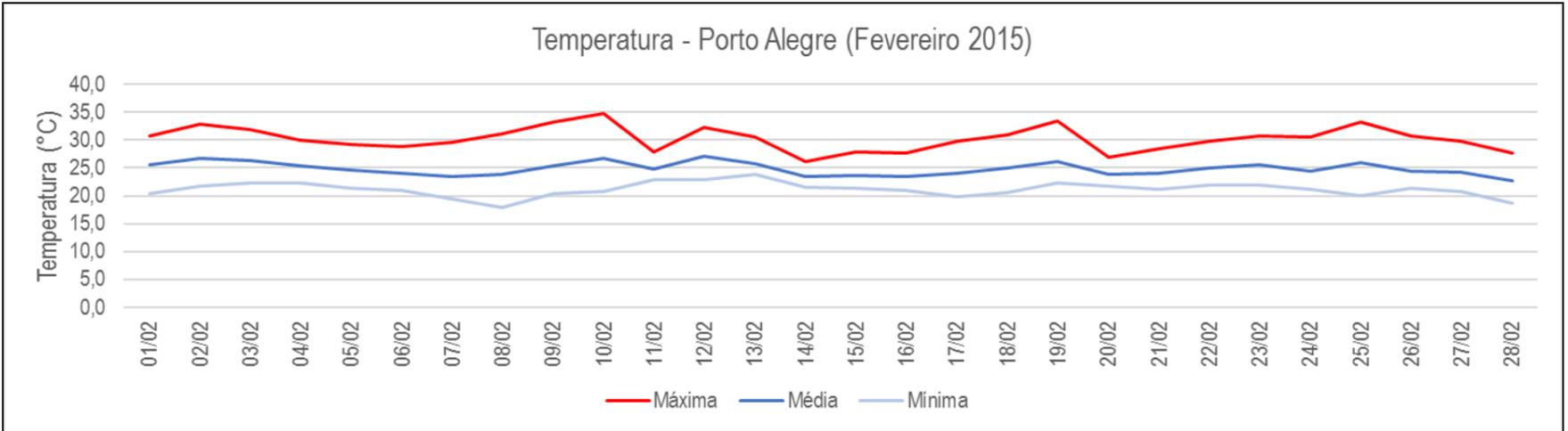
Direção dos Ventos	SE	NE	S	S	SE	SE	N	W	W	NW	SE	SE	SE	S	SE	E	E	SW	E	E	W	W	SE	E	SE	SE	NW	NW	SE	W	NE
Sistema Atmosférico	MTA	SF	SF	MPA	MPV	MTA	MTA	MTA	MTA	MPV	SF	SF	SF	MPA	MPV	MTA	MTA	SF	MPV	MTA	SF	SF	MPA	MPV	MTA	MTA	MTA	MPV	SF	MPV	MPV
Data	01/12/14	02/12/14	03/12/14	04/12/14	05/12/14	06/12/14	07/12/14	08/12/14	09/12/14	10/12/14	11/12/14	12/12/14	13/12/14	14/12/14	15/12/14	16/12/14	17/12/14	18/12/14	19/12/14	20/12/14	21/12/14	22/12/14	23/12/14	24/12/14	25/12/14	26/12/14	27/12/14	28/12/14	29/12/14	30/12/14	31/12/14

APÊNDICE B- Análise Rítmica mês janeiro de 2015, Porto Alegre/RS



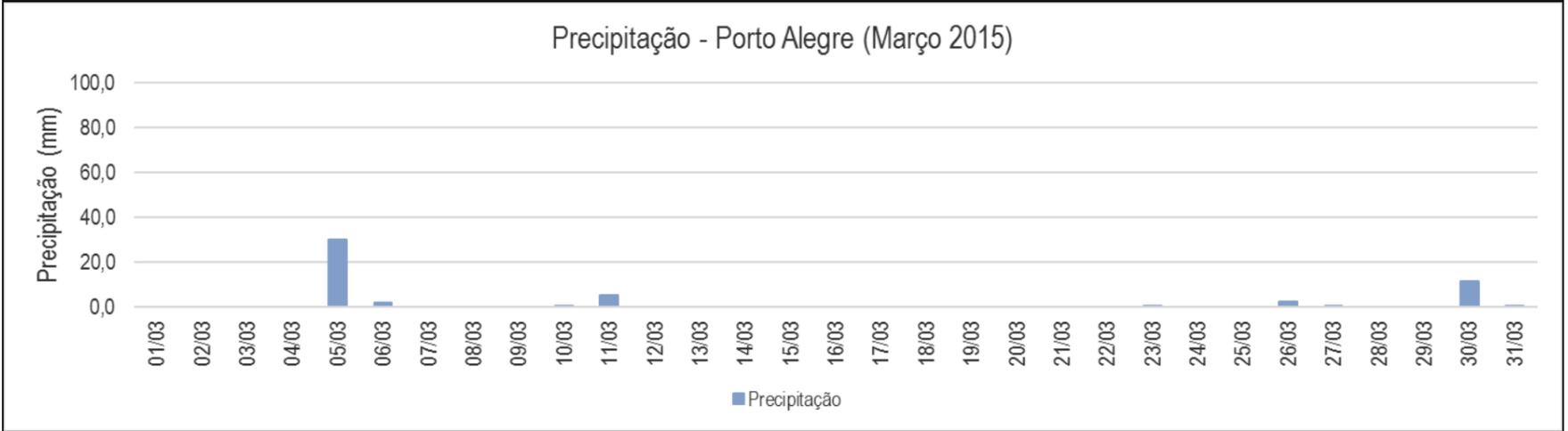
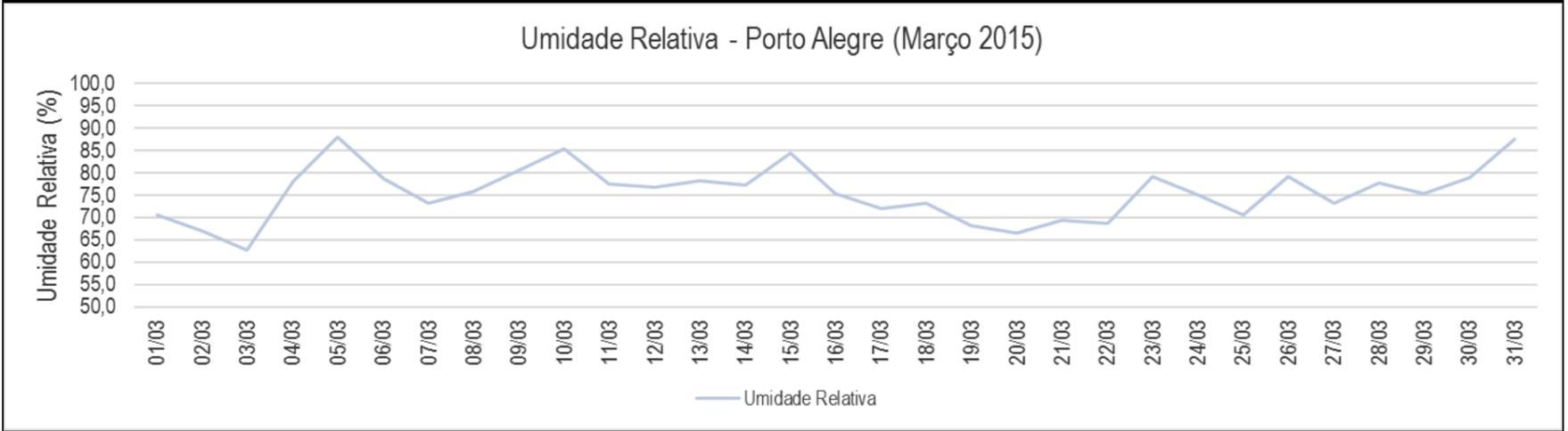
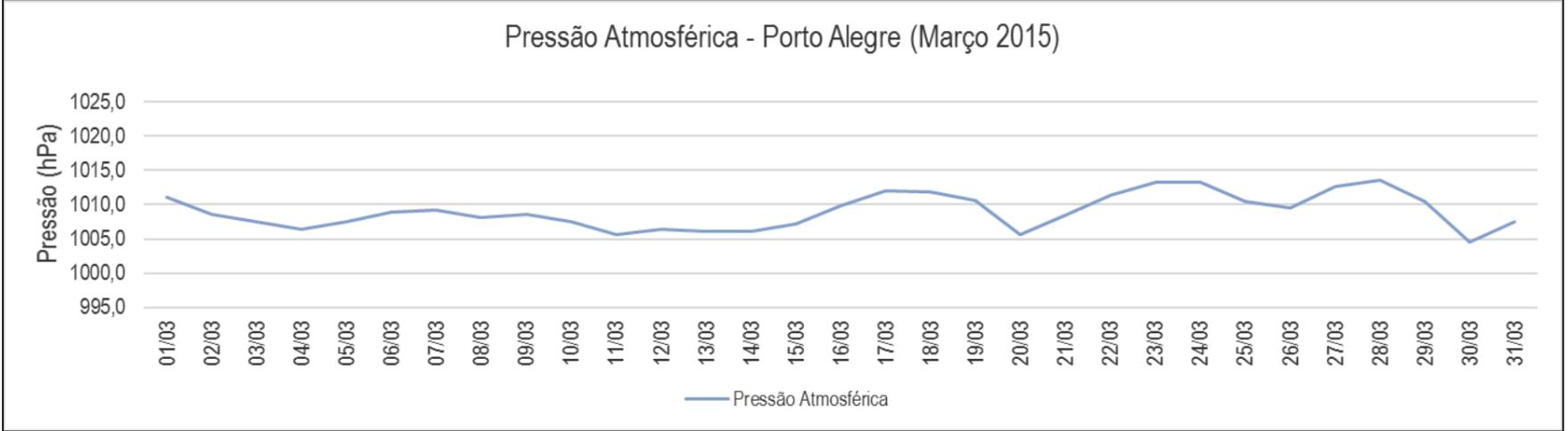
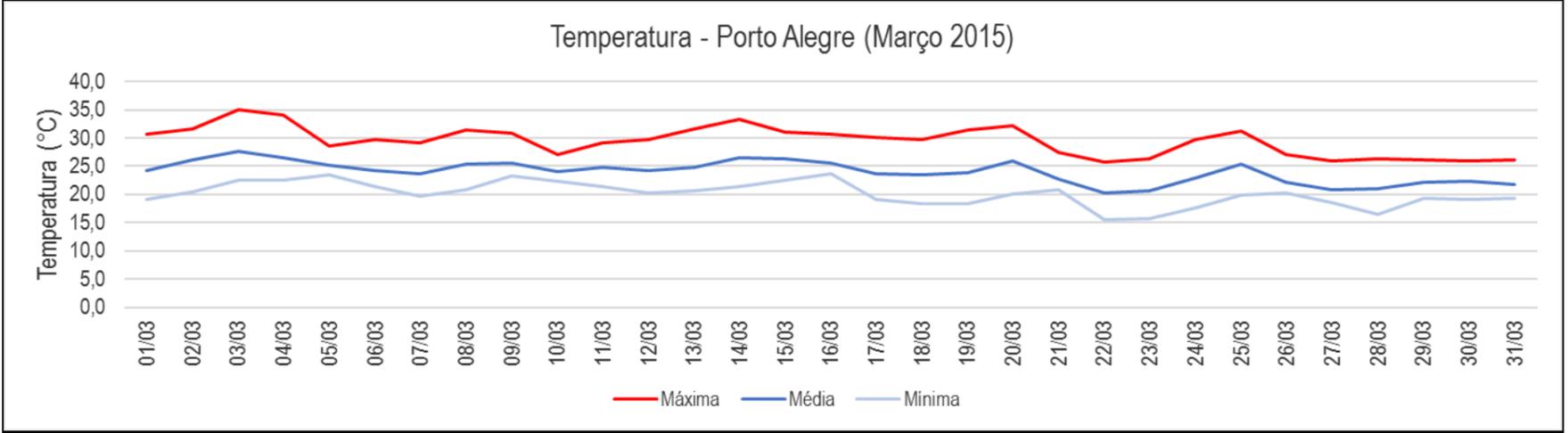
Direção dos Ventos	NE	S	SE	SE	SE	SE	NW	W	N	W	N	NW	NE	S	SE	SE	W	S	W	SE	SE	E	SE	E	W	NW	N	NW	S	SE	E
Sistema Atmosférico	MPV	SF	MPV	MPV	MTA	MTA	MTA	SF	MPV	MPV	MPV	MPV	MTA	SF	SF	MTA	MPV	MPV	MPV	SF	MPA	MPA	MTA	MTA	MPV	MPV	MTA	MPV	SF	MPV	MTA
Data	01/01/15	02/01/15	03/01/15	04/01/15	05/01/15	06/01/15	07/01/15	08/01/15	09/01/15	10/01/15	11/01/15	12/01/15	13/01/15	14/01/15	15/01/15	16/01/15	17/01/15	18/01/15	19/01/15	20/01/15	21/01/15	22/01/15	23/01/15	24/01/15	25/01/15	26/01/15	27/01/15	28/01/15	29/01/15	30/01/15	31/01/15

APÊNDICE C- Análise Rítmica mês fevereiro de 2015, Porto Alegre/RS



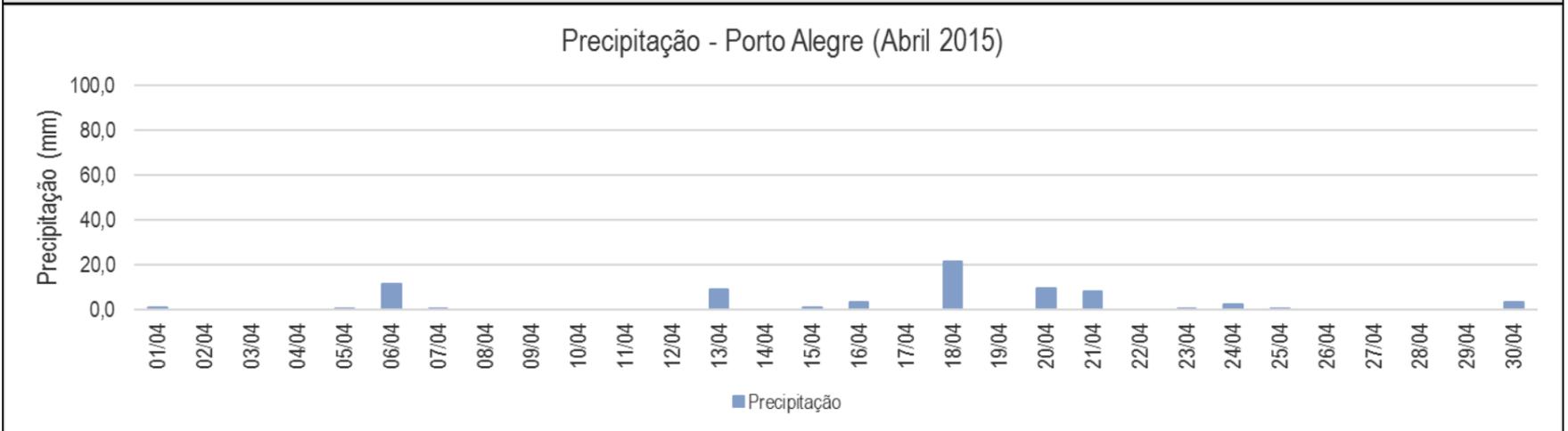
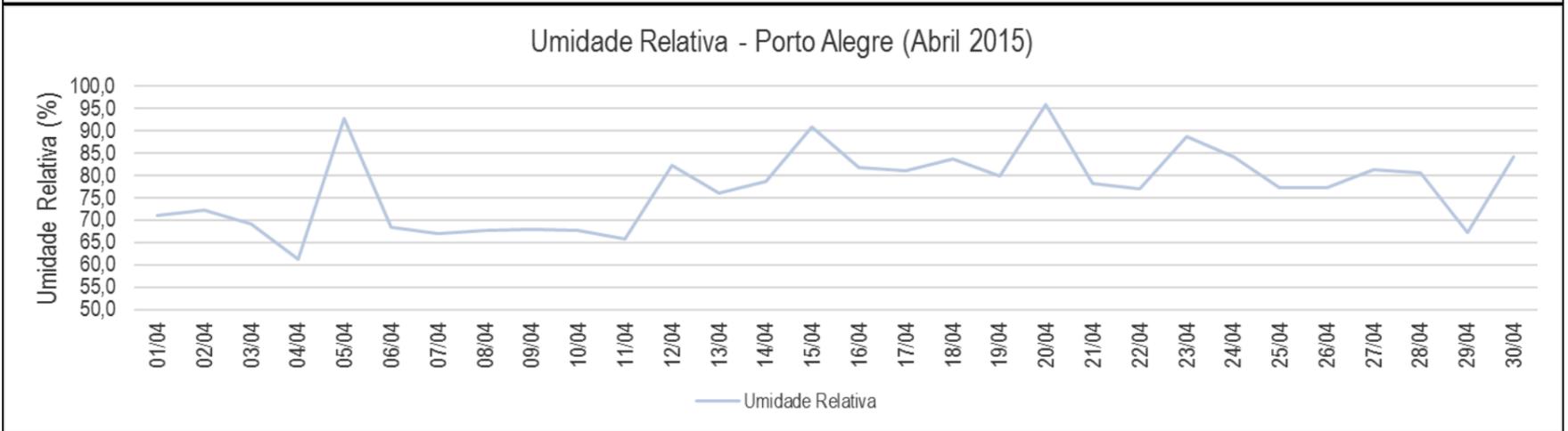
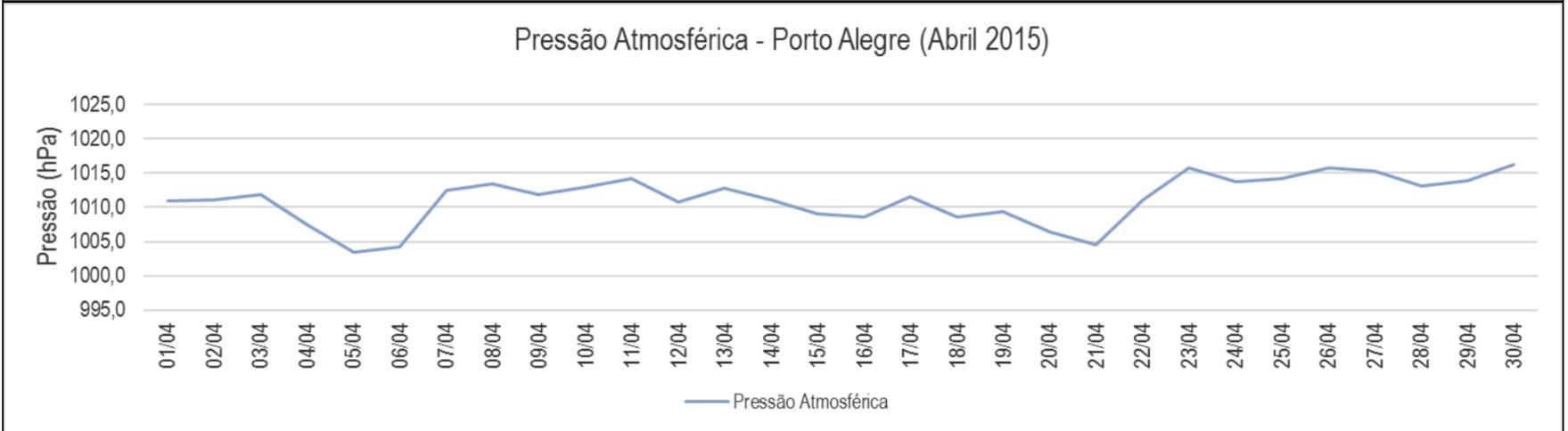
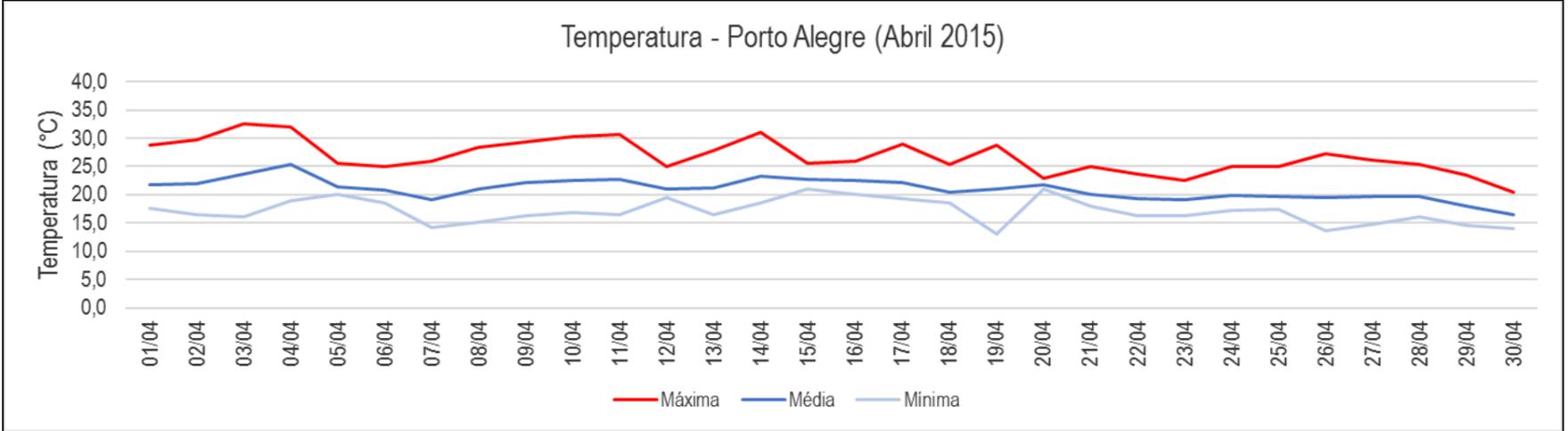
Direção dos Ventos	SE	SE	SE	SE	SE	SE	NE	SE	NW	W	S	NW	S	SE	SE	SE	SE	SE	NE	S	SE	E	NW	SE	SW	S	SW	SE
Sistema Atmosférico	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	MPV	MPV	MPV	MPV	MPV	SF	SF	SF	MPV	MTA	MTA	MTA	MTA	SF	SF	MPV	MTA	MTA	MTA	MTA	SF	MPA	MPA
Data	01/02/15	02/02/15	03/02/15	04/02/15	05/02/15	06/02/15	07/02/15	08/02/15	09/02/15	10/02/15	11/02/15	12/02/15	13/02/15	14/02/15	15/02/15	16/02/15	17/02/15	18/02/15	19/02/15	20/02/15	21/02/15	22/02/15	23/02/15	24/02/15	25/02/15	26/02/15	27/02/15	28/02/15

APÊNDICE D- Análise Rítmica mês março de 2015, Porto Alegre/RS



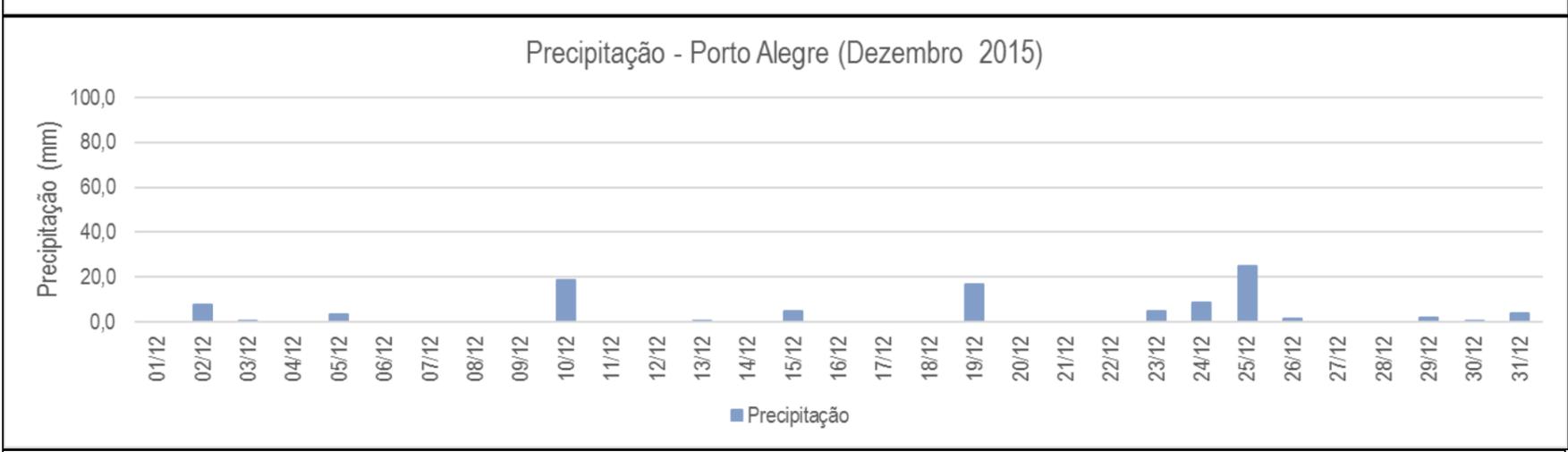
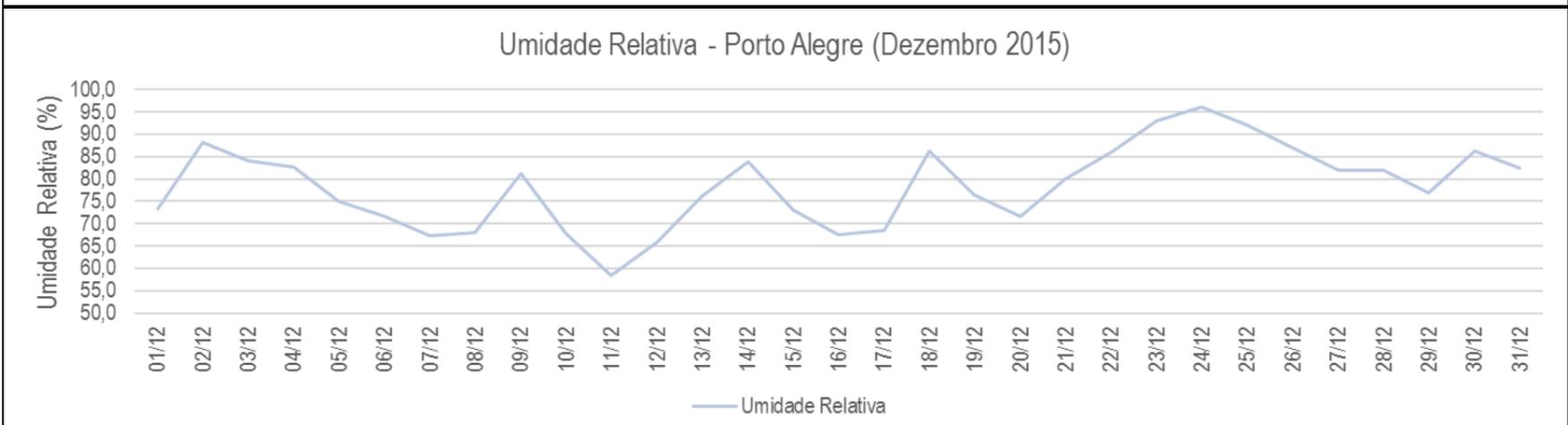
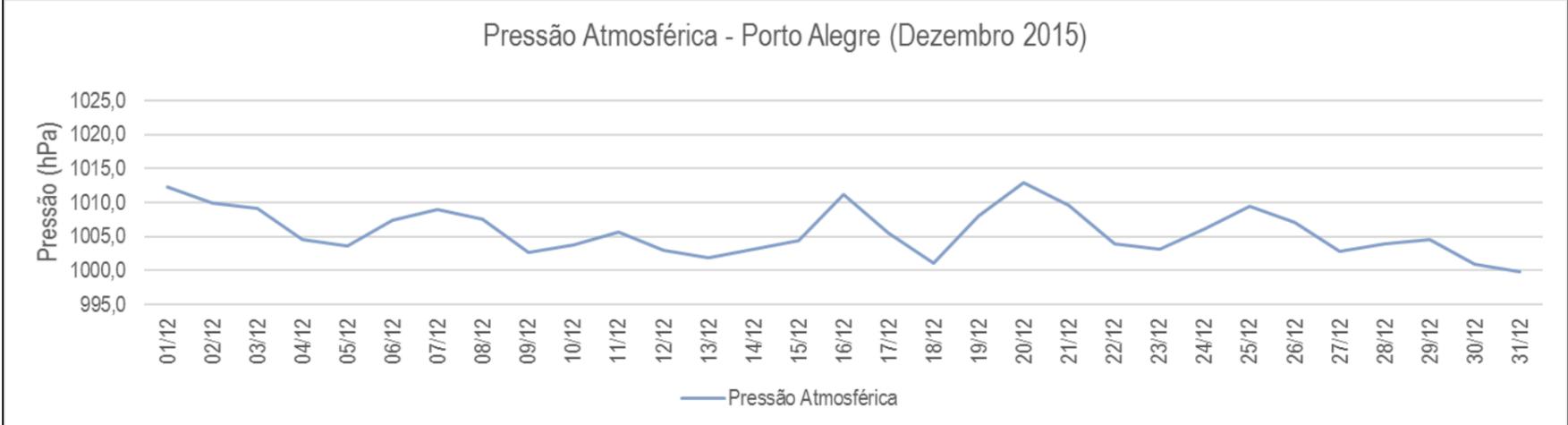
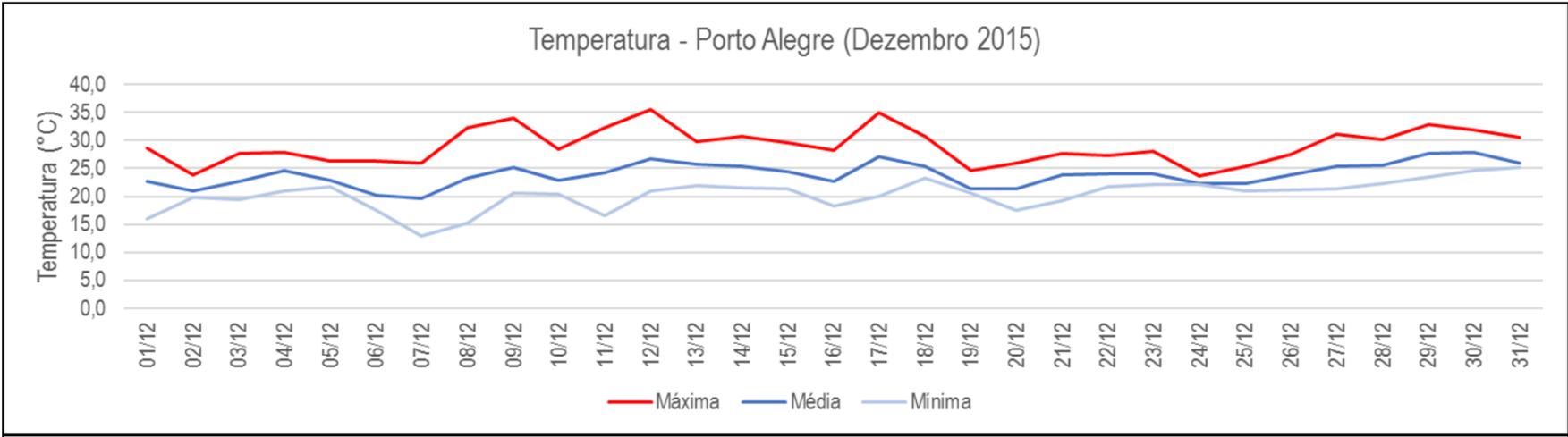
Direção dos Ventos	SE	N	SE	NW	W	S	SE	SE	SE	SE	S	S	E	SE	SE	S	SE	SE	SE	NW	W	S	S	SE	N	SW	SE	E	E	E	NW
Sistema Atmosférico	MTA	MTA	MTA	MTA	SF	SF	MTA	MTA	MTA	MTA	SF	SF	MPV	MPV	MPV	SF	MTA	MTA	MTA	MTA	SF	MPA	MPA	MPV	MPV	SF	MPA	MPA	MPA	MPA	MPA
Data	01/03/15	02/03/15	03/03/15	04/03/15	05/03/15	06/03/15	07/03/15	08/03/15	09/03/15	10/03/15	11/03/15	12/03/15	13/03/15	14/03/15	15/03/15	16/03/15	17/03/15	18/03/15	19/03/15	20/03/15	21/03/15	22/03/15	23/03/15	24/03/15	25/03/15	26/03/15	27/03/15	28/03/15	29/03/15	30/03/15	31/03/15

APÊNDICE E- Análise Rítmica mês abril 2015, Porto Alegre/RS



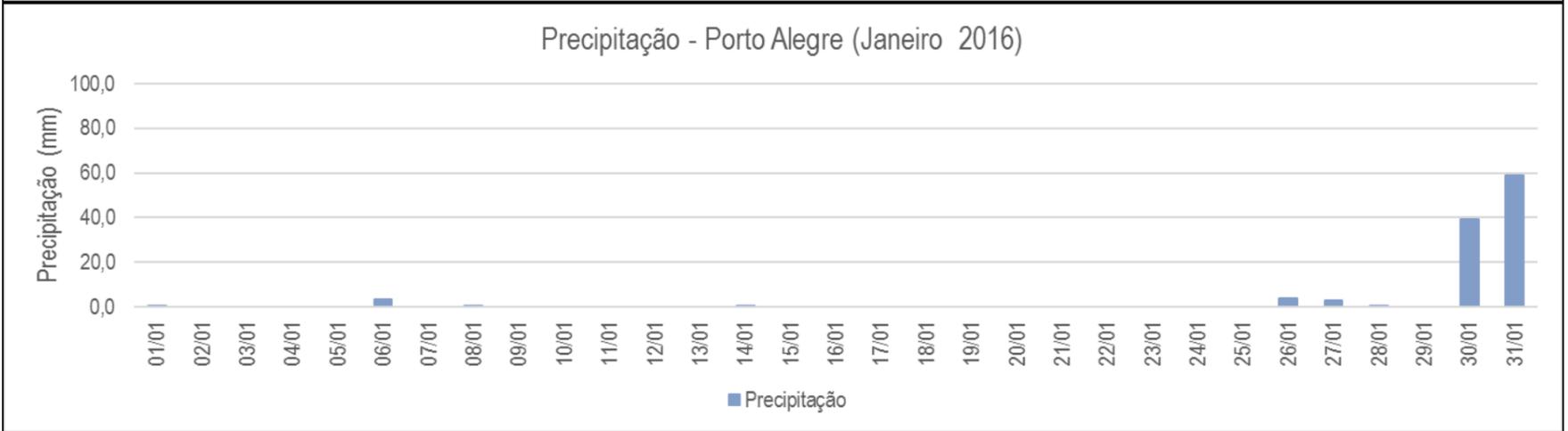
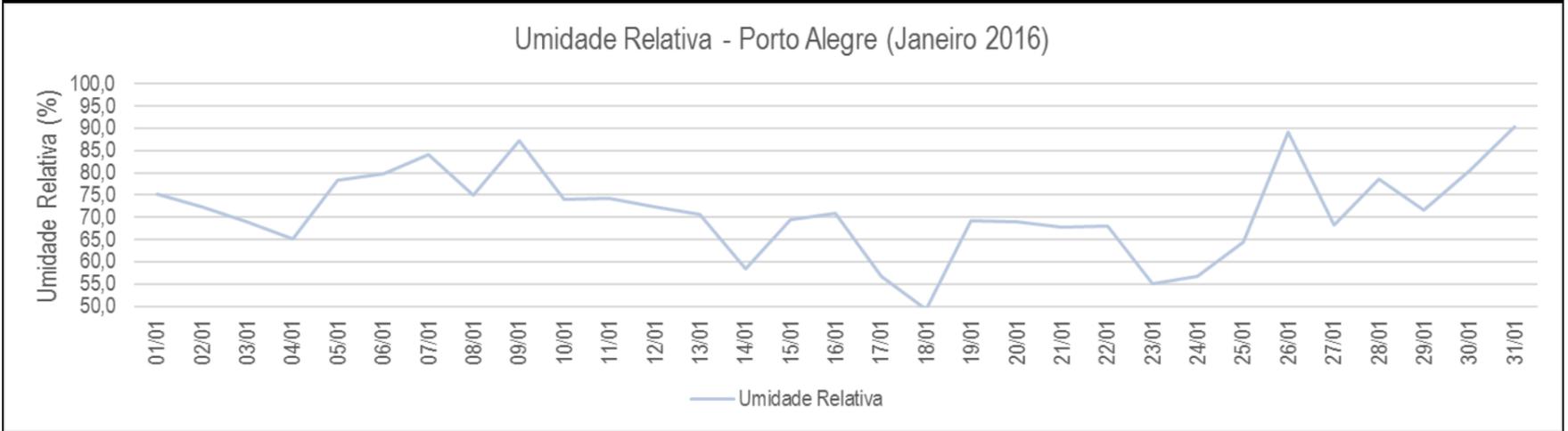
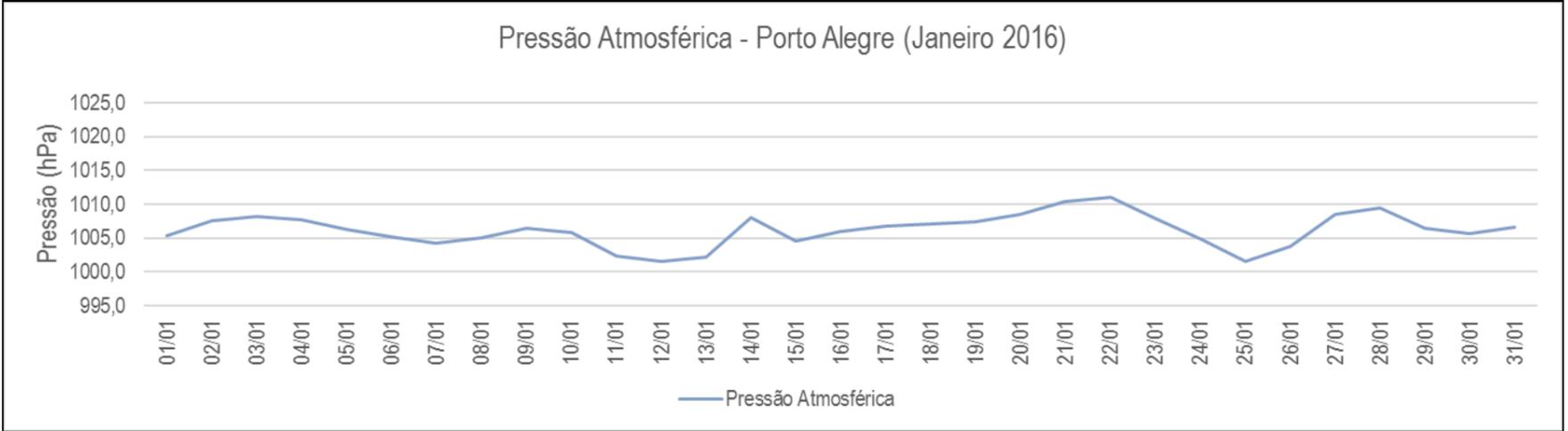
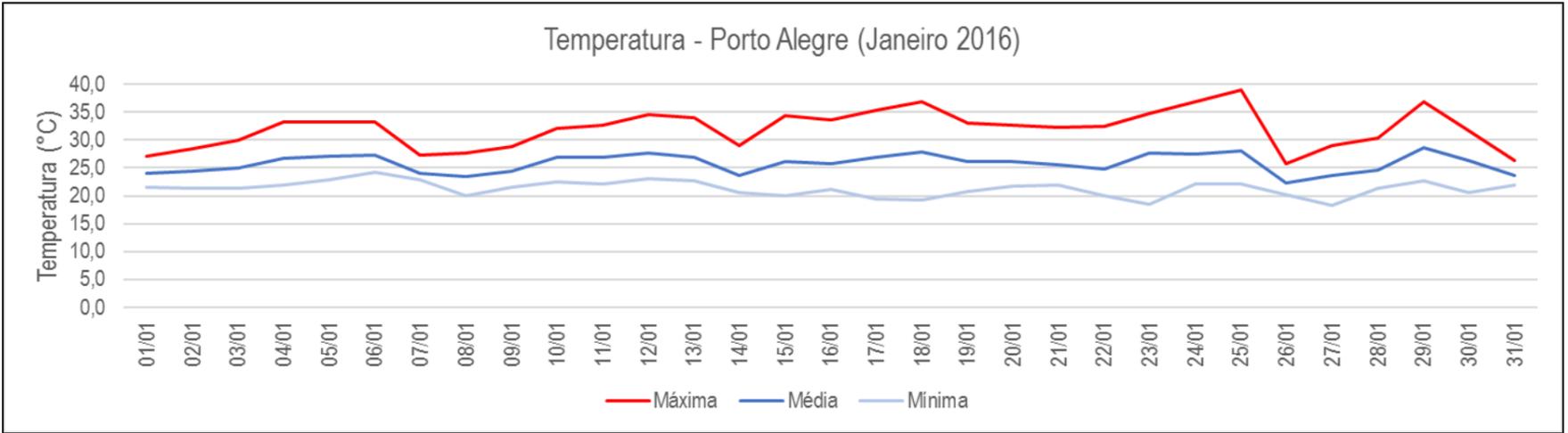
Direção dos Ventos	S	SE	W	W	S	S	NE	E	NW	SW	NW	SE	SE	N	NW	SE	NE	NW	NW	C	S	SE	SE	S	C	S	S	S	SE	E
Sistema Atmosférico	MPV	MPV	MPV	MTC	MPA	MPA	MPA	MPV	MTA	MTA	MPV	SF	MTA	MTA	SF	MPA	MTA	SF	MPA	MPA	SF	MPA	SF	MPA						
Data	01/04/15	02/04/15	03/04/15	04/04/15	05/04/15	06/04/15	07/04/15	08/04/15	09/04/15	10/04/15	11/04/15	12/04/15	13/04/15	14/04/15	15/04/15	16/04/15	17/04/15	18/04/15	19/04/15	20/04/15	21/04/15	22/04/15	23/04/15	24/04/15	25/04/15	26/04/15	27/04/15	28/04/15	29/04/15	30/04/15

APÊNDICE F- Análise Rítmica mês dezembro de 2015, Porto Alegre/RS



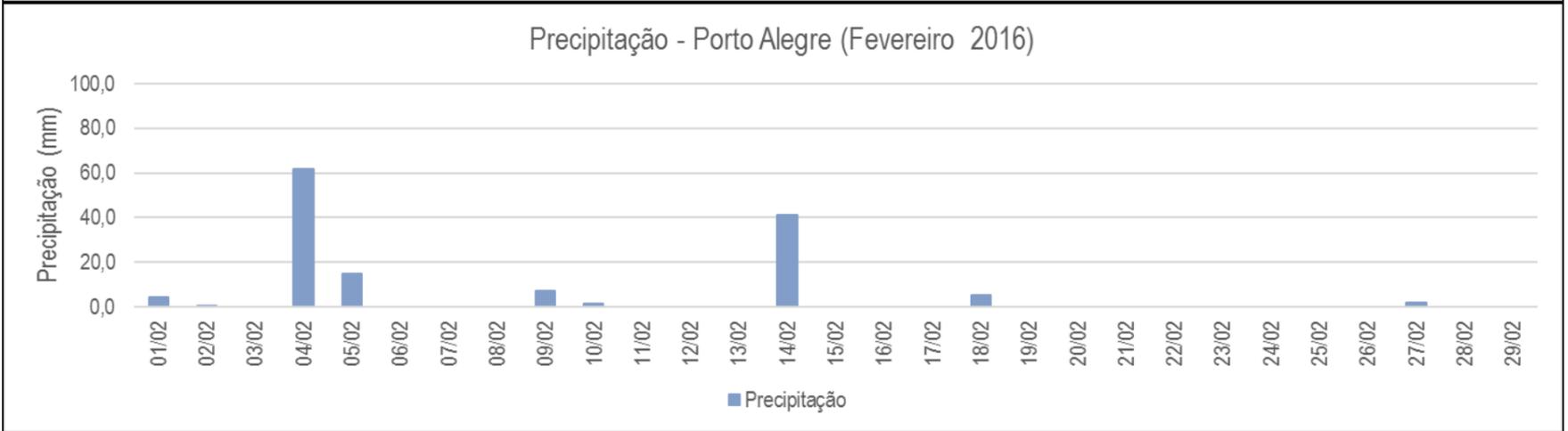
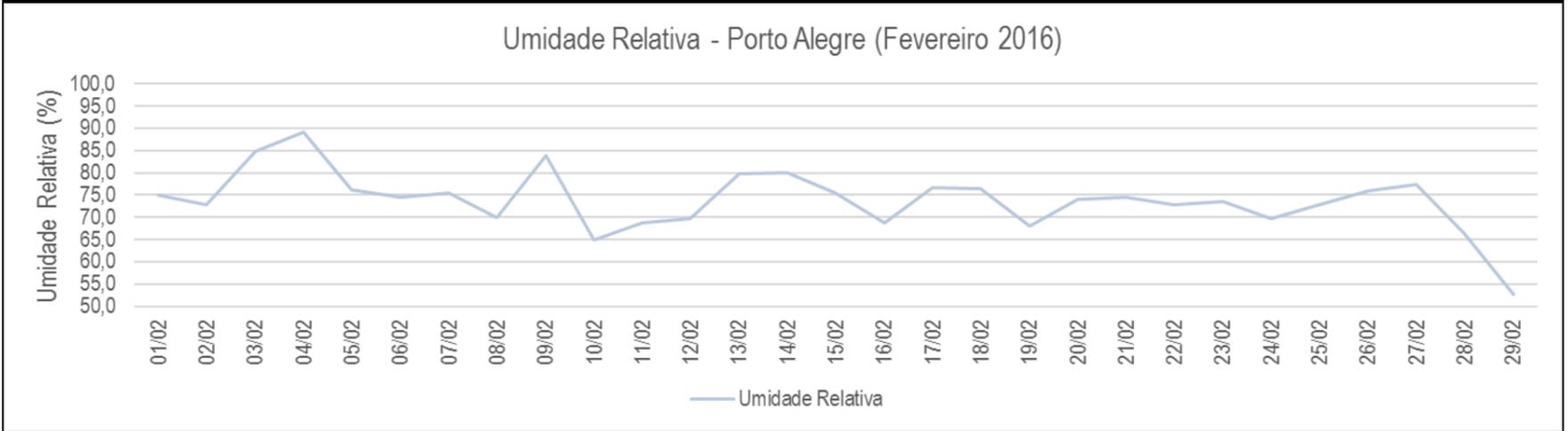
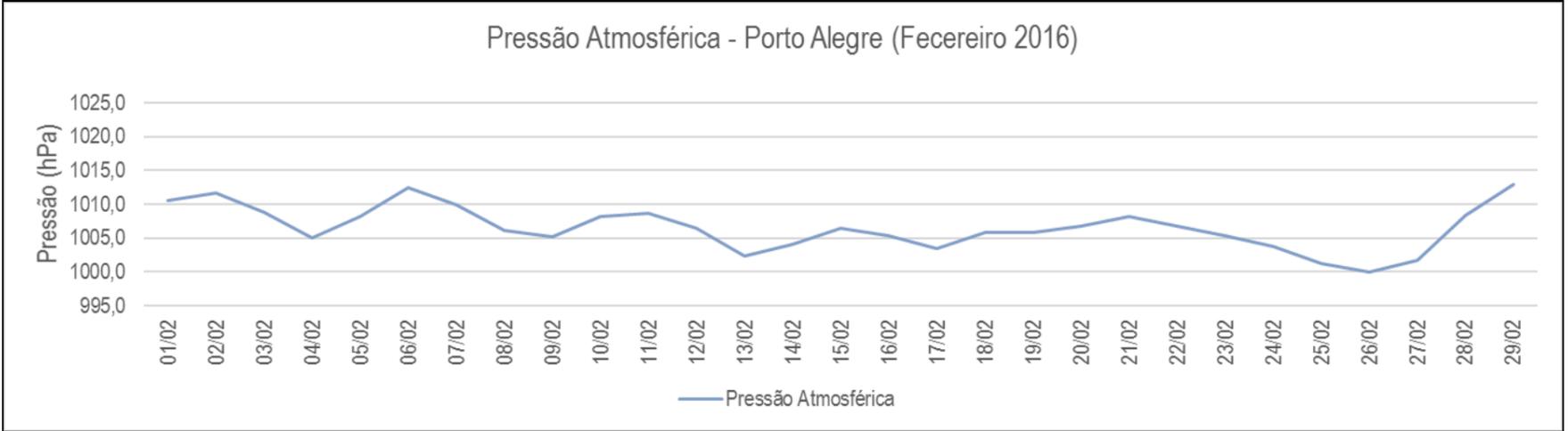
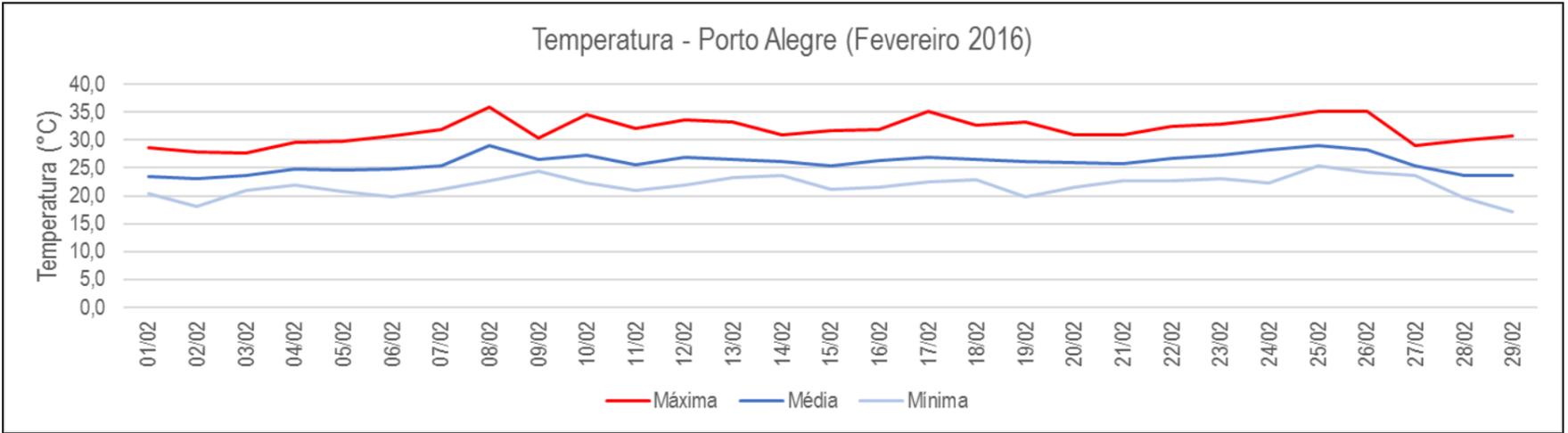
Direção dos Ventos	SE	NE	S	SE	SE	SE	N	NE	SE	SE	NW	S	SE	SE	C	S	SE	SE	S	SE	SE	SE	S	SE	SE	S								
Sistema Atmosférico	MTA	MPA	MPA	MPV	MPV	MPV	MPV	MPV	MPV	SF	MPV	MPV	MPV	MPV	SF	MTA	MTA	MPV	SF	MPA	MTA	MTA	MPA	MPA	MPA	MTA	MPV	MPV	MTA	MTA	SF			
Data	01/12/15	02/12/15	03/12/15	04/12/15	05/12/15	06/12/15	07/12/15	08/12/15	09/12/15	10/12/15	11/12/15	12/12/15	13/12/15	14/12/15	15/12/15	16/12/15	17/12/15	18/12/15	19/12/15	20/12/15	21/12/15	22/12/15	23/12/15	24/12/15	25/12/15	26/12/15	27/12/15	28/12/15	29/12/15	30/12/15	31/12/15			

APÊNDICE G- Análise Rítmica mês janeiro de 2016, Porto Alegre/RS



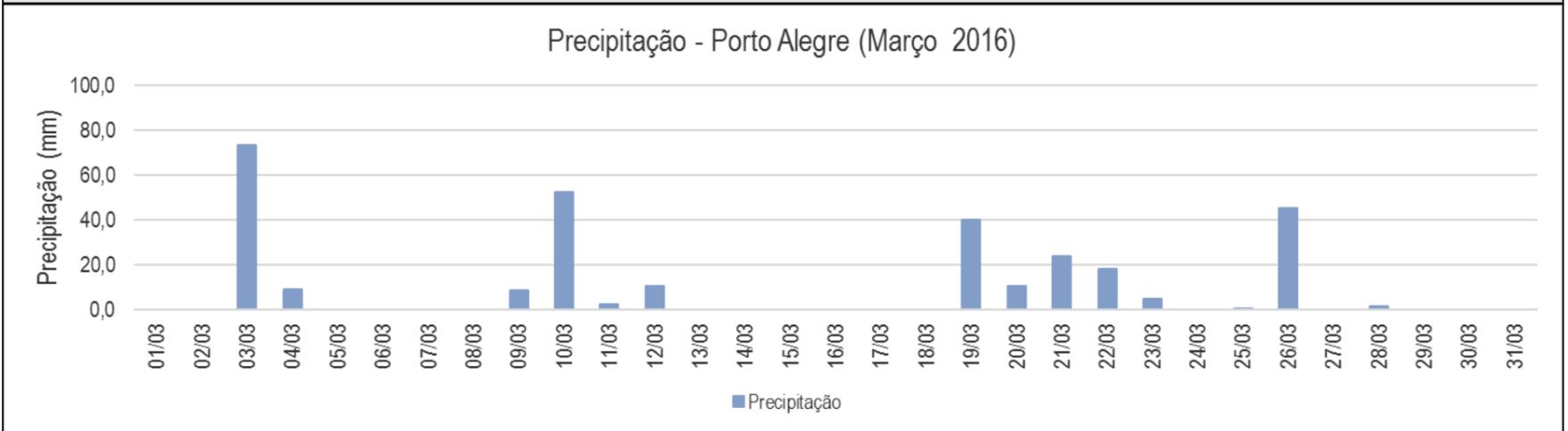
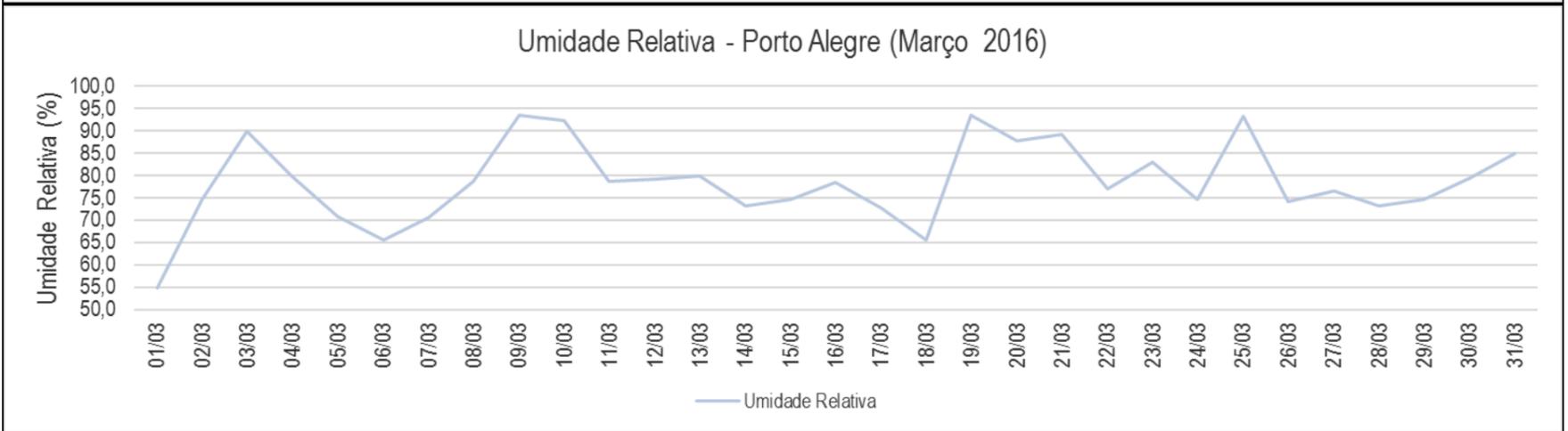
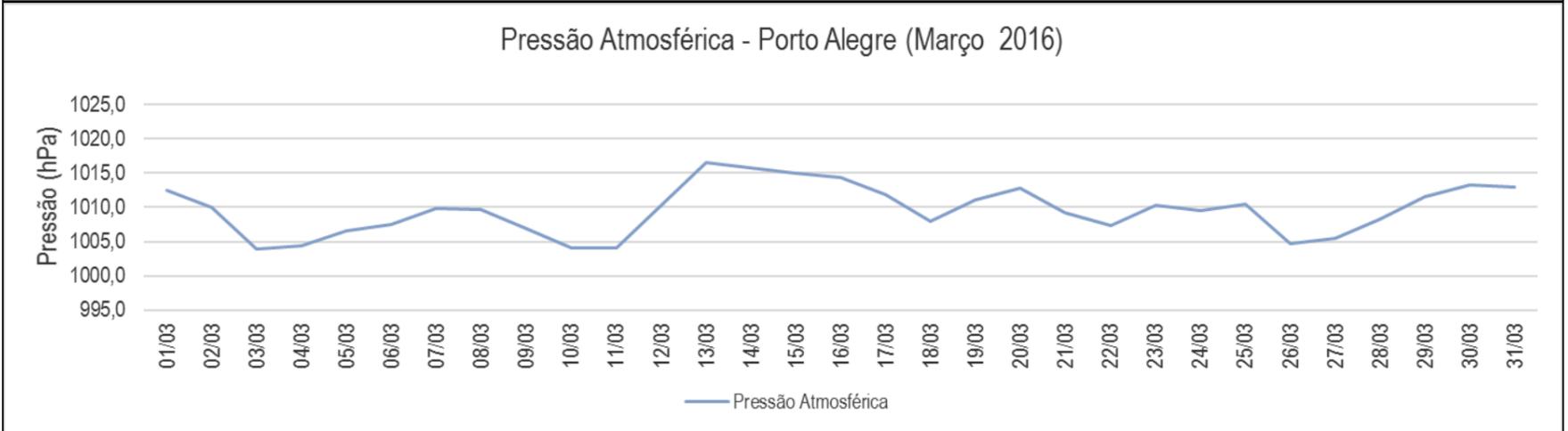
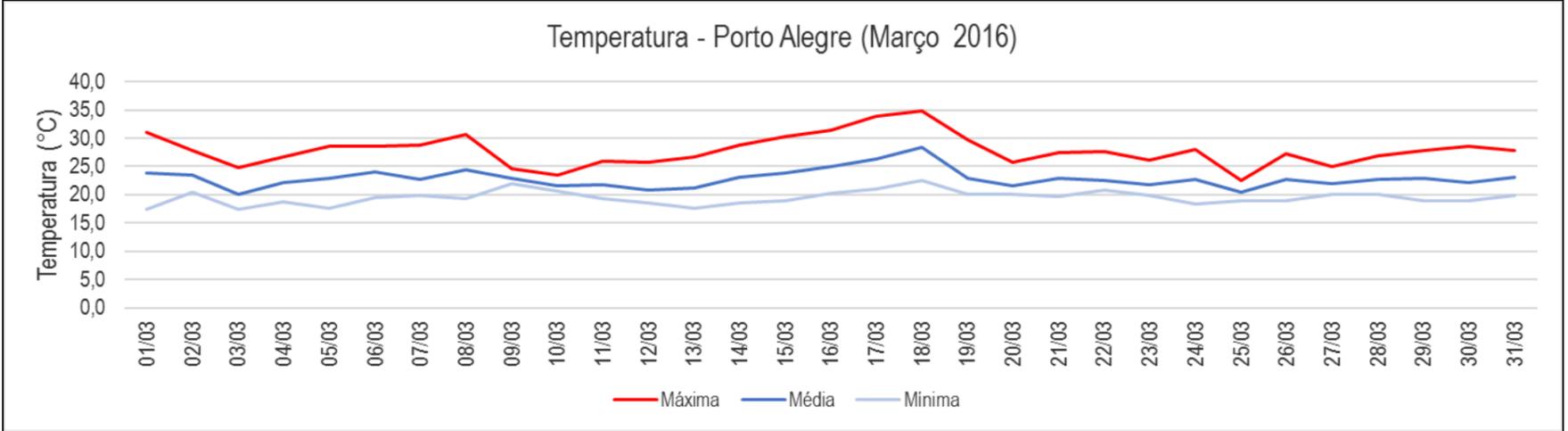
Direção dos Ventos	SE	SE	SE	E	SE	W	S	SE	SE	SE	SW	S	S	SE	S	SE	NW	W	SW	SE	SE	SE	SE	SE	SE	NW	S	NE	SE	w	SE	S
Sistema Atmosférico	MPV	MPV	MPV	MPV	MTA	MTC	SF	MPA	MPV	MPV	MPV	MPV	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	MTC	MTC	MTA	MPV	MTA	MTA	MTA	MTC	SF	MPA	MTA	MTC	MTA	SF	
Data	01/01/16	02/01/16	03/01/16	04/01/16	05/01/16	06/01/16	07/01/16	08/01/16	09/01/16	10/01/16	11/01/16	12/01/16	13/01/16	14/01/16	15/01/16	16/01/16	17/01/16	18/01/16	19/01/16	20/01/16	21/01/16	22/01/16	23/01/16	24/01/16	25/01/16	26/01/16	27/01/16	28/01/16	29/01/16	30/01/16	31/01/16	

APÊNDICE H- Análise Rítmica mês fevereiro de 2016, Porto Alegre/RS



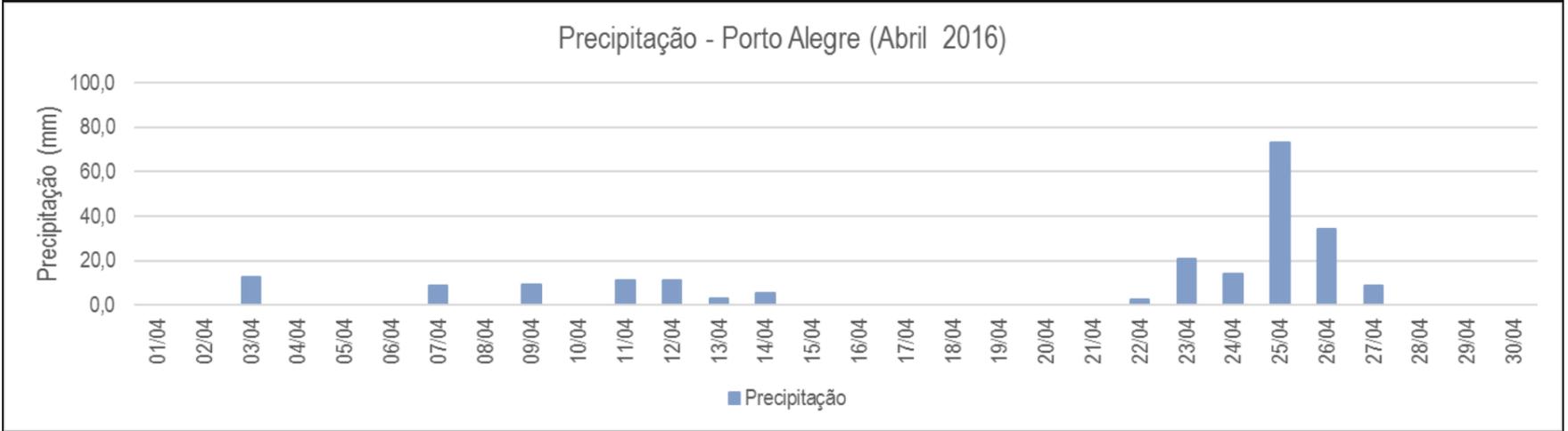
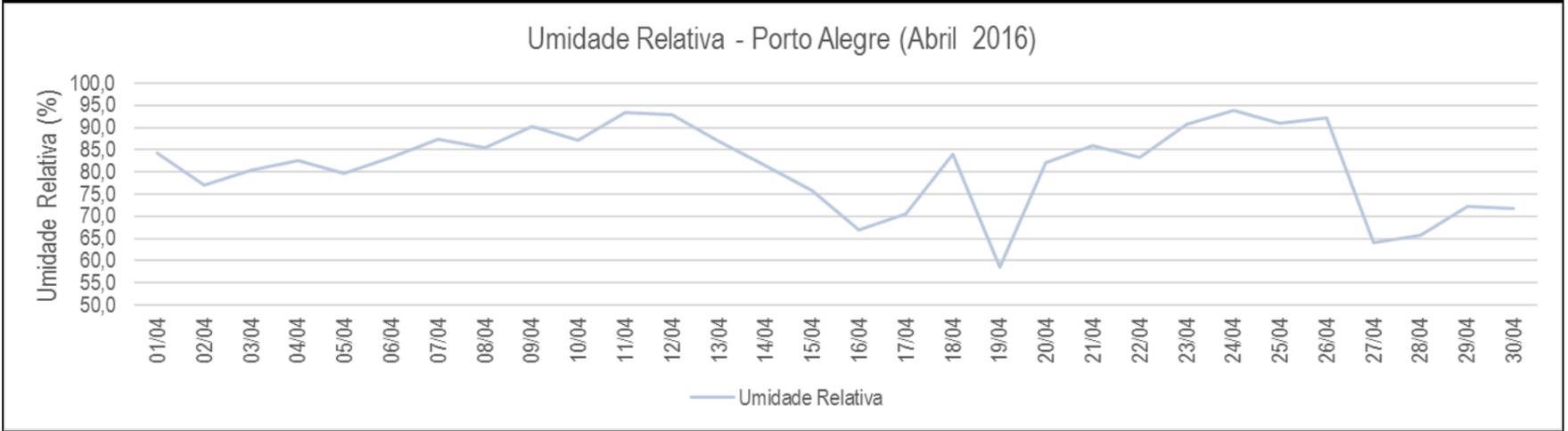
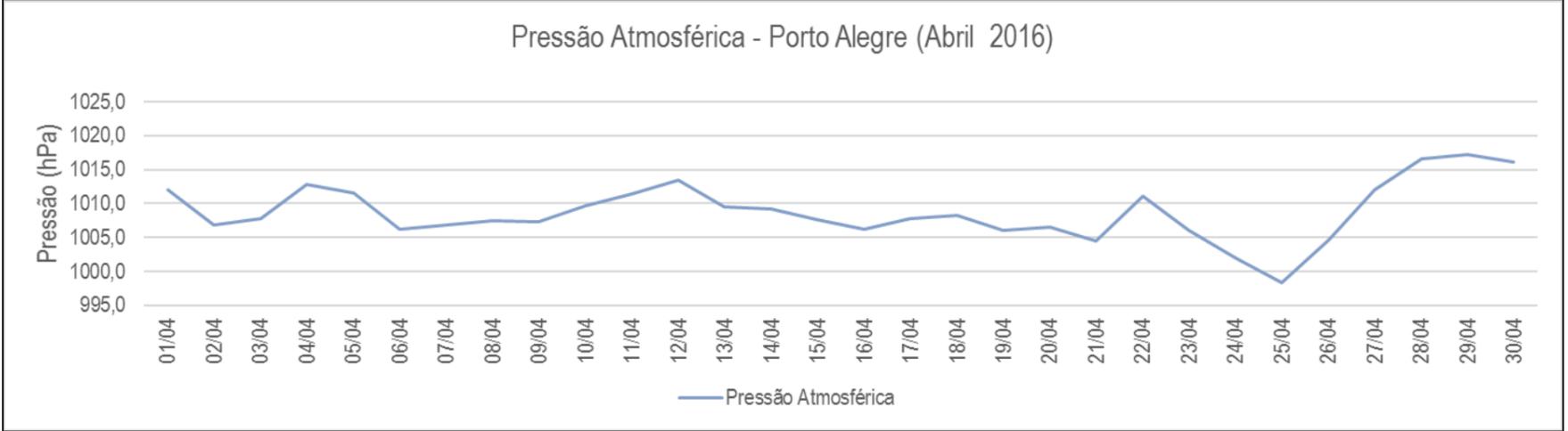
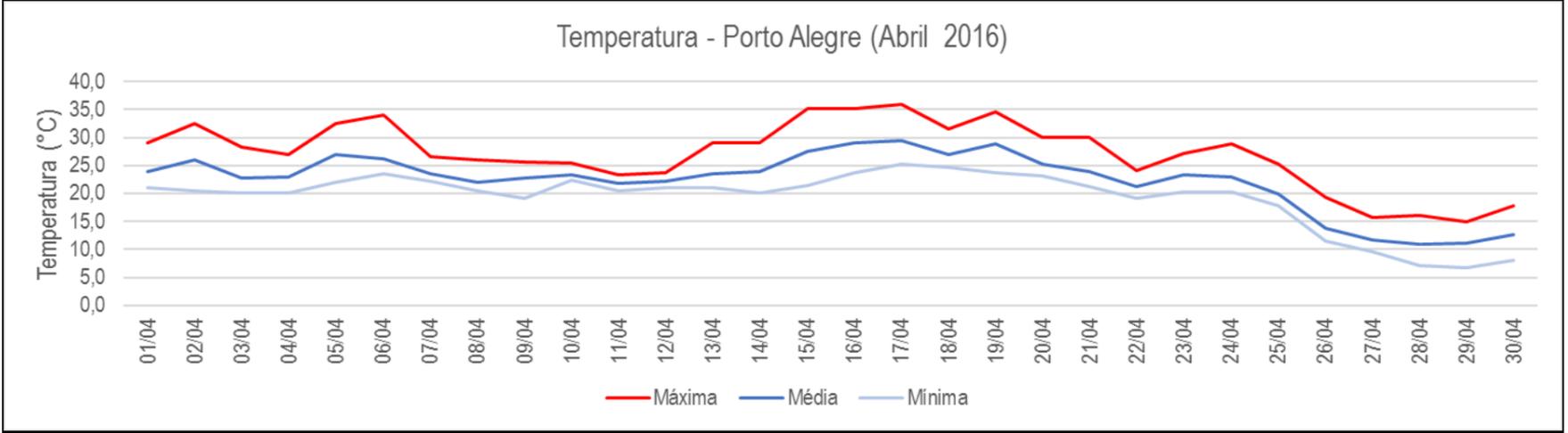
Direção dos Ventos	S	C	SE	C	SE	SE	SE	NW	S	C	SE	SE	NE	S	SE	E	N	NW	C	S	SE	SE	SE	SE	W	N	SE	SE	E
Sistema Atmosférico	SF	MPA	MPV	MTA	MTA	MTA	MTA	MTC	SF	MPV	MPV	MPV	MPV	SF	MPV	MTA	MTC	SF	MPV	MPV	MTA	MTA	MTA	MPV	MTC	MTC	SF	MPV	MPV
Data	01/02/16	02/02/16	03/02/16	04/02/16	05/02/16	06/02/16	07/02/16	08/02/16	09/02/16	10/02/16	11/02/16	12/02/16	13/02/16	14/02/16	15/02/16	16/02/16	17/02/16	18/02/16	19/02/16	20/02/16	21/02/16	22/02/16	23/02/16	24/02/16	25/02/16	26/02/16	27/02/16	28/02/16	29/02/16

APÊNDICE I- Análise Rítmica mês março de 2016, Porto Alegre/RS



Direção dos Ventos	SE	SE	SE	C	C	w	W	SE	S	S	NW	S	SE	E	SE	SE	SE	E	SE	SE	SE	W	SE	SE	S	NW	NW	NW	NW	SE	SE
Sistema Atmosférico	MTA	MTA	SF	MPA	MPA	MPA	MPV	MTA	SF	SF	SF	MPA	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	SF	MTA	MTA	SF	MPV	MTA	SF	MPA	MPA	MPA	MPV	MTA	MTA	
Data	01/03/16	02/03/16	03/03/16	04/03/16	05/03/16	06/03/16	07/03/16	08/03/16	09/03/16	10/03/16	11/03/16	12/03/16	13/03/16	14/03/16	15/03/16	16/03/16	17/03/16	18/03/16	19/03/16	20/03/16	21/03/16	22/03/16	23/03/16	24/03/16	25/03/16	26/03/16	27/03/16	28/03/16	29/03/16	30/03/16	31/03/16

APÊNDICE J- Análise Rítmica mês abril de 2016, Porto Alegre/RS



Direção dos Ventos	SE	W	NW	SE	E	N	SE	S	C	SE	C	SE	C	NW	NE	SE	SE	SE	N	SE	C	E	C	S	SW	W	W	W	W	W
Sistema Atmosférico	MTA	MTA	SF	MPV	MTA	MTA	SF	MPV	SF	MPA	MTA	MTA	MTA	SF	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	MTA	SF	SF	MPV	SF	SF	MPA	MPA	MPA	MPA	MPA
Data	01/04/16	02/04/16	03/04/16	04/04/16	05/04/16	06/04/16	07/04/16	08/04/16	09/04/16	10/04/16	11/04/16	12/04/16	13/04/16	14/04/16	15/04/16	16/04/16	17/04/16	18/04/16	19/04/16	20/04/16	21/04/16	22/04/16	23/04/16	24/04/16	25/04/16	26/04/16	27/04/16	28/04/16	29/04/16	30/04/16