

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Meteorologia
Programa de Pós-graduação em Meteorologia



Dissertação

**Associação entre condições meteorológicas de inverno e doenças
respiratórias em crianças na cidade de Pelotas-RS**

Fernando Nunes Lopes

Pelotas, 2016

Fernando Nunes Lopes

Associação entre condições meteorológicas e doenças respiratórias em
crianças na cidade de Pelotas-RS

Dissertação apresentada no Centro de Pesquisas e Previsões (CPPmet) no Programa de Pós-graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Meteorologia (M.M).

Orientador: Prof. Dr Anderson Spohr Nedel

Pelotas, 2016

Fernando Nunes Lopes

Associação entre condições meteorológicas de inverno e doenças
respiratórias em crianças na cidade de Pelotas.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do
grau de Mestre em Meteorologia, Programa de Pós-Graduação em
Meteorologia, Faculdade Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 14/12/2015

Banca examinadora:

Prof. Dr. Anderson Spohr Nedel....(orientador)

**Doutor em:..Meteorologia.....Pela Universidade de São
Paulo**

Prof. Marcelo Felix Alonso (co-orientador)

**Doutor em:..Meteorologia.....Pela Instituto Nacional de
Pesquisas Espaciais**

Prof. Julio Renato Quevedo Marques

**Doutor em: Agrometeorologia.....Pela Universidade Federal do
Rio Grande do Sul**

Prof. André Becker Nunes

**Doutor em: Meteorologia.....Pelo Instituto de Pesquisas
Espaciais**

Agradecimentos

Agradeço ao Deus criador, ao meu filho, a minha mãe e a minha querida esposa pelo amor incondicional que me permitiu realizar este trabalho.

A CAPES pela concessão de bolsa que possibilitou a realização do mesmo.

Ao Hospital Universitário São Francisco de Paula (HUSFP) por ceder os dados de saúde.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia pelos dados meteorológicos.

Ao Prof. Julio pela ajuda com as ferramentas estatísticas utilizadas no trabalho.

Ao orientador Anderson, aos colegas, professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Meteorologia da UFPEL.

A Faculdade de Meteorologia e a Universidade Federal de Pelotas.

Resumo

LOPES, Fernando Cristian Nunes. **Associação entre condições meteorológicas e doenças respiratórias em crianças na cidade de Pelotas-RS**. 2016, 72 p. Dissertação (Mestrado em ciências – Meteorologia) – Programa de pós-graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS.

Variações diárias nas condições de tempo e clima, seja a nível local ou global, têm frequentemente afetado a saúde da população, cujos problemas variam desde um simples mal-estar, até transtornos de maior gravidade, podendo levar à morte. As doenças respiratórias podem ser agravadas ou até mesmo desencadeadas por fatores meteorológicos. O conhecimento dos ciclos sazonais, ou de escala menor (intra-sazonal) das variáveis do tempo nos permite antecipar algumas mudanças biológicas no ser humano, como, por exemplo, as que ocorrem devido ao vírus RSV e Influenza, responsável por desencadear infecções respiratórias. Este estudo tem como objetivo analisar as condições de tempo favoráveis ao aparecimento de doenças respiratórias em crianças menores de nove anos, na cidade de Pelotas-RS, no período 2008 a 2013 e, assim, introduzir uma metodologia para estimativa de períodos mais críticos a estas enfermidades. Foram utilizados dados de variáveis meteorológicas obtidos da estação convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), bem como informações de internações hospitalares de crianças, junto ao Hospital Universitário São Francisco de Paula (HUFSP), da cidade de Pelotas. Os resultados mostraram que invernos anômalos, com ingressos de fortes massas de ar frio e úmido na região estabelecem períodos (dias) favoráveis ao desencadeamento/agravamento de infecções respiratórias e que três dias após a entrada de sistemas meteorológicos que provocam altos valores locais de umidade, baixa temperatura e grande mudança na direção do vento é maior a possibilidade de internação hospitalar, concordando com outros pesquisadores, sobretudo, quanto aos grupos mais suscetíveis a esse tipo de tempo, crianças e idosos.

Palavras-chave: massa de ar, frio, asma.

Abstract

LOPES, Fernando Cristian Nunes. **Association between weather conditions and respiratory diseases in children in the city of Pelotas**. 2016, 72 p. Dissertation (Master of Sciences - Meteorology) –Programa de pós-graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS.

Daily variations in weather and climate conditions have often affected the population health, since a simple malaise, to more severe disorders, which may lead to death. Respiratory diseases can be aggravated or even triggered by meteorological factors. The previous analysis of the seasonal or smaller scale behavior (intra-seasonal) of the weather parameters can help to anticipate some biological changes in human beings, for example, those that occur due to virus RSV and influenza responsible for respiratory infections. This study aims to analyze the weather conditions favorable to the respiratory diseases in children below nine years in the Pelotas city, in 2008-2013 and introduce a methodology for estimating the most critical periods these diseases. We used meteorological data from the conventional station of the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) and hospital admission data of children from the Hospital Universitário São Francisco de Paula (HUSFP), located in Pelotas city. The results showed that anomalous winters with strong cold and humid air masses in region set periods (days) favorable to the onset / worsening respiratory infections. It occurs three days after the entry of weather systems that cause high local values of moisture, low temperatures and a large change in the wind direction. This condition increases the possibility of hospitalization, according to other researchers, particularly on the most susceptible groups, such as children and the elderly.

Keywords: Air mass, Asthma, Cold weather.

Lista de Figuras

Figura 1	Hierarquia das Doenças Respiratórias para Pelotas, entre 2008 e 2014.....	18
Figura 2	Massas de ar que atuam na América do sul.....	22
Figura 3	Serie temporal da temperatura de 2008-2013.....	35
Figura 4	Serie temporal do déficit de saturação de 2008-2013.....	36
Figura 5	Boxplots para temperatura do ar úmido e do ar seco	38
Figura 6	Boxplots de déficit de saturação e de temperatura do ar seco entre 2008-2013 no município de Pelotas.....	39
Figura 7	Série das internações mensais devido a doenças respiratórias de 2008-2013.....	40
Figura 8	Internações ano a ano para DR entre 2009-2014.....	41
Figura 9	Internações DR por sexo entre 2008-2014.....	42
Figura 10	Divisão de doenças respiratórias e porcentagem.....	42
Figura 11	Internações mensais DR e IVAI 2009-2014.....	43
Figura 12	Relação percentual entre IVAI e Internações totais no período.....	44
Figura 13	Histograma dos dados totais de internações por IVAI.....	46
Figura 14	Comparação entre internações médias e totais.....	47
Figura 15	Distribuição mensal total da série IVAI e ASMA.....	48
Figura 16	Internações médias mensais por ASMA e INFEC.....	49
Figura 17	Série de internações Gerais e INFEC.....	50
Figura 18	Internações diárias por IVAI e filtro.....	52
Figura 19	Internações diárias somente para Junho e Julho.....	53
Figura 20	Gráfico da Componente Principal 7.....	56
Figura 21	Gráfico de anomalia da direção do vento.....	57
Figura 22	Gráfico da Componente Principal 3.....	58
Figura 23	Gráfico da Componente Principal 4.....	59
Figura 24	Campo de Umidade Relativa e linhas de corrente para lag -3.....	61
Figura 25	Campo de Umidade Relativa e linhas de corrente para lag -2.....	63
Figura 26	Campo de linhas de corrente e temperatura para lag -2.....	64
Figura 27	Campo de umidade Relativa, vento e temperatura para lag -1.....	66
Figura 28	Campo de linhas de corrente e vento para lag 0.....	67

Lista de Tabelas

Tabela 1	Classificação das DR segundo o CID 10.....	17
Tabela 2	Quantis dos dados das variáveis meteorológicas gerais.....	37
Tabela 3	Quantis dos dados de inverno.....	37
Tabela 4	Classificação climática dos dias dos invernos.....	39
Tabela 5	Anomalia anual de T e UR para os invernos de 2008-2013.....	45
Tabela 6	Anomalias mensal de T e UR para os meses do inverno de 2008-2013.....	46
Tabela 7	Classificação dos dias climáticos e comparação com internações por Asma e IVAI.....	51
Tabela 8	Componentes Principais mais importantes e regressão de Poison para o dia da internação e dias com atrasos (lags) de 1, 2 e 3 dias	54
Tabela 9	Componentes Principais mais importantes, regressão de Poison e t de Student para o dia da internação e lags de 1, 2 e 3 dias	54

Lista de abreviaturas e siglas

ACP – Análise de Componentes Principais.

AC – Agrupamento ou Análise de Clusters. Também: Análise de correlação.

CID 10 – Classificação internacional de doenças na décima edição. É usado globalmente para estatística de morbidade e mortalidade.

CTH – Conforto térmico humano.

DR - Doença Respiratória de vários tipos.

HUSFP – Hospital Universitário São Francisco de Paula.

IQR – “Interquartile Range” ou Interquartilica: quartil superior menos o quartil inferior.

IVAI – Infecção respiratória das vias aéreas inferiores.

INFECC – Doenças infecciosas definida neste estudo. Formadas, na maioria, por Bronquites e Bronquiolites. Juntamente com a Asma formam as IVAI.

INV. inverno climatológico composto pelos meses de junho, julho e agosto.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia.

lag – defasagem (-) para trás (+) para frente.

MP10 – Material particulado inalável considerado grosso, menor que 10 μm .

NCEP – Nacional Center for Environmental Prediction. Orgão dos EUA.

NOAA – Nacional Oceanic and Atmospheric Administration. Agência dos EUA.

RLM – Regressão Linear Múltipla.

RLS – Regressão Linear Simples.

RSV – “Respiratory Syncytial Virus” (vírus sincicial respiratório). Uma das principais causas de infecções respiratórias em crianças.

T_d – temperatura do ponto de orvalho, aproximadamente o valor de T_w .

T_w – Temperatura do bulbo úmido ou temperatura do ar úmido.

UR – Umidade relativa

DIR – Direção do vento em graus.

V – Velocidade do vento.

N – Nebulosidade. Quantidade de cobertura de nuvens na abóboda celeste.

P – Pressão Atmosférica.

Sumário

1	Introdução.....	13
2	Revisão de Literatura.....	16
2.1	Doenças Respiratórias.....	14
2.1.1	Variáveis meteorológicas e Doenças Respiratórias.....	19
2.2	Massas de ar.....	20
2.2.1	Massas de ar que atuam na América do Sul.....	21
2.2.1.1	Massa Polar Continental.....	22
2.2.1.2	Massa Polar Marítima.....	22
2.2.1.3	Massa Tropical Continental.....	23
2.2.1.4	Massa Tropical Marítima.....	23
2.2.1.5	Massa Equatorial Marítima.....	23
2.2.1.6	Massa Equatorial Continental.....	24
2.2.2	Massas de ar e efeitos na saúde.....	24
2.3	Métodos Estatísticos.....	26
2.3.1	A técnica dos Percentis.....	26
2.3.1.1	Box Plot.....	27
2.3.2	Previsão Estatística.....	27
2.3.2.1	Regressão Linear Simples.....	27
2.3.2.2	Regressão Linear Múltipla.....	28
2.3.3	Estatística Multivariada e modelos preditivos.....	28
3	Material e Métodos.....	29
3.1	Local de estudo.....	29
3.2	Materiais.....	29
3.2.1	Dados Meteorológicos.....	29

3.2.2	Dados de saúde.....	30
3.3	Métodos.....	31
3.3.1	Método dos percentis.....	31
3.3.2	Métodos Estatísticos ACP, RLS e RLM.....	32
4	Resultados.....	34
4.1	Estudos de Caso.....	58
5	Conclusões.....	67
6	Sugestões para estudos futuros.....	69
	Referências	70

Introdução

O Tempo meteorológico influencia diretamente a fisiologia dos organismos. Segundo Munn (1970), a atmosfera sustenta a vida através do oxigênio e vapor de água para o homem e os animais e com CO₂ para a vegetação. O ciclo de vida está diretamente relacionado com as variações do tempo em várias escalas cronológicas, portanto, as variáveis meteorológicas influenciam nos processos da vida animal vegetal e mineral. O homem, assim como as plantas e os animais, sofre as influências das condições do tempo sob as quais está exposto, bem como, das influências exercidas por suas modificações (tempo), sejam elas rápidas, em curto prazo ou de caráter mais lento que ocorrem a longo prazo (mudanças/variabilidades climáticas). As influências ocorrem nos níveis físico e psicológico.

A Biometeorologia Humana é o ramo da meteorologia que estuda tais modificações ou oscilações cíclicas e patológicas que agem no ser humano. Esta área tem buscado cada vez mais associar, através de amostras colhidas em diversos grupos populacionais (desde crianças até adultos), as características e as mudanças ocorridas na atmosfera às possíveis alterações na saúde humana. Isso não é algo novo e remonta os primórdios da Medicina. Nos tempos dos grandes filósofos a Medicina englobava várias áreas do conhecimento. O conhecimento do clima local era um fator importantíssimo para a avaliação dos ciclos das doenças. Um enfoque diferente do que é feito na ciência moderna, mas não menos importante. Nos textos de Hipócrates (filósofo grego considerado o pai da medicina ocidental) se pode ver um extenso conhecimento sobre a arte médica, algo que aliava a Medicina a Psicologia, a Meteorologia, a Biologia, a Farmacologia etc, atuando tanto na área da prevenção como do diagnóstico e da busca da recuperação do paciente.

Nos dias atuais é comum associar uma ou mais variáveis meteorológicas a períodos de máximas internações hospitalares ou aos aumentos no número de atendimentos hospitalares em certos períodos de tempo (épocas do ano). Várias pesquisas têm buscado determinar as relações entre as flutuações ocorridas nas variáveis diárias de tempo e as prováveis mudanças fisiológicas no ser humano (desde um simples desconforto, até a morte). Os estudos mostram haver situações de mudanças diárias do tempo associadas ao surgimento do problema, ou seja, ao desencadeamento ou agravamento de determinadas enfermidades na população em estudo (MAIA 2002; BRAUN 2003; CARDOSO 2007; KASSOMENOS et al. 2007; NEDEL 2008; HONDULA et al. 2012, etc.). É também comum, na literatura da área, se encontrar pesquisas relacionando condições de tempo a problemas de saúde como artrite, doenças cardíacas, fraturas, alergias, problemas intestinais, doenças de pele, entre outras. Grande enfoque, entretanto, é dada para as doenças do trato respiratório, principalmente aquelas desenvolvidas pelos vírus, que tem se mostrado bastante comuns em determinados grupos populacionais. Dentre estes grupos, se destacam as crianças nos primeiros anos de vida como um grupo bastante sensível as mudanças do tempo. O vírus influenza, assim como alguns outros, possui uma clara intensificação sazonal, agravando e aumentando os números de casos de consultas médicas e de internações hospitalares de crianças. Os métodos de estudo geralmente utilizam estes dados de internações hospitalares para associar as flutuações das variáveis do tempo às características de certas massas de ar, possibilitando assim, a previsão do número de internações e também avaliação dos tipos de tempo meteorológico relacionados com determinada doença. Na América do Sul, poucos trabalhos tem usado este tipo de metodologia para auxiliar na prevenção de doenças respiratórias em crianças, desde o nascimento até nove anos de idade. Uma das doenças mais graves do trato respiratório que afeta a parcela mais frágil da sociedade é a Pneumonia. Em se tratando de vírus, o mais agressivo é o influenza. Por isso, se busca entender melhor o comportamento destas doenças. Neste estudo, a distribuição dos dados foi útil para associar com doenças respiratórias como a Asma, bronquite e a Bronquiolite.

Foram explorados os dados de internação hospitalar destas doenças e se associou com as variáveis meteorológicas para um período determinado. Para isso, foram estudadas as frequências de internações por doenças respiratórias, bem

como as variáveis do tempo meteorológico associadas. Foram utilizados métodos estatísticos na busca destas frequências que definem os ciclos de diferentes escalas meteorológicas. Aliado aos dados de internação, foram encontrados períodos de máxima ocorrência de internações hospitalares pelas enfermidades. O trabalho teve o enfoque nas doenças que atingem o trato aéreo inferior. A Asma foi separada das outras doenças infecciosas devido as suas características diferenciadas.

Assim, essa dissertação teve como objetivo principal associar as mudanças no tempo no inverno e encontrar períodos e ciclos favoráveis à morbidade hospitalar por doença respiratória, muitas vezes desenvolvida por diferentes tipos de vírus, em crianças na cidade de Pelotas/RS.

Revisão de Literatura

2.1 As Doenças Respiratórias

A função do Sistema Respiratório é a troca de gases entre o organismo e o meio atmosférico. O sistema pode ser dividido em duas partes: as vias aéreas superiores, que são constituídas pelos órgãos que estão fora da caixa torácica e as vias aéreas inferiores, que são constituídas pela parte inferior da traqueia, os brônquios, bronquíolos, alvéolos e pulmões.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as doenças que afetam o aparelho respiratório representam uma grande parcela das doenças que afligem a população mundial. Na tabela 1, estão as doenças respiratórias segundo a Classificação Internacional de doenças, décima revisão (CID10).

Tabela 1 – Classificação das doenças respiratórias segundo o CID10 (FONTE)

(J00-J06)	Infecções agudas do trato aéreo respiratório
(J09-J19)	Influenza (gripe) e Pneumonia
(J20-J22)	Doenças respiratórias agudas das vias aéreas inferiores
(J30-J39)	Outras doenças do trato respiratório superior
(J40-J47)	Doenças crônicas das vias aéreas inferiores
(J60-J70)	Doenças do pulmão devido a agentes externos
(J80-J84)	Outras doenças respiratórias que afetam principalmente o interstício
(J85-J86)	Supurativa e condições necróticas do trato respiratório inferior
(J90-J94)	Outras doenças da Pleura
(J95-J99)	Outras doenças do sistema respiratório

As seções (J00-J06) e (J20-J22) são referentes a infecções respiratórias agudas do trato aéreo - as chamadas IRA's nos estudos da área de doenças respiratórias. Observa-se que Gripe e a Pneumonia estão classificadas na seção (J09-J19), pois são doenças ocasionadas por vírus e bactérias. Destaca-se que é comum, nos diversos estudos realizados no Brasil e também fora dele, incluir Gripe e a Pneumonia juntamente com as IRA's. Nesta dissertação se escolheu seguir a classificação segundo o CID 10, portanto, as Doenças Respiratórias (DR) foram divididas em Infecções das Vias Aéreas Inferiores -"IVAI" que são o foco deste estudo e "Outras" (doenças), que não são objetivo desta pesquisa, figura 1. As IVAI, segundo o levantamento dos dados, são formadas por Asma e as outras infecções das vias aéreas inferiores o que inclui as Gripes e Pneumonias. Neste estudo foi escolhido o nome INFEC para denominar as infecções que, na grande maioria, pertencem ao grupo de classificação de Bronquite e Bronquiolite.

Segundo Botelho et al. 2003, a incidência das IRA são iguais em todo o mundo, enquanto as IVAI possuem frequência e intensidade distintas em uma determinada região.

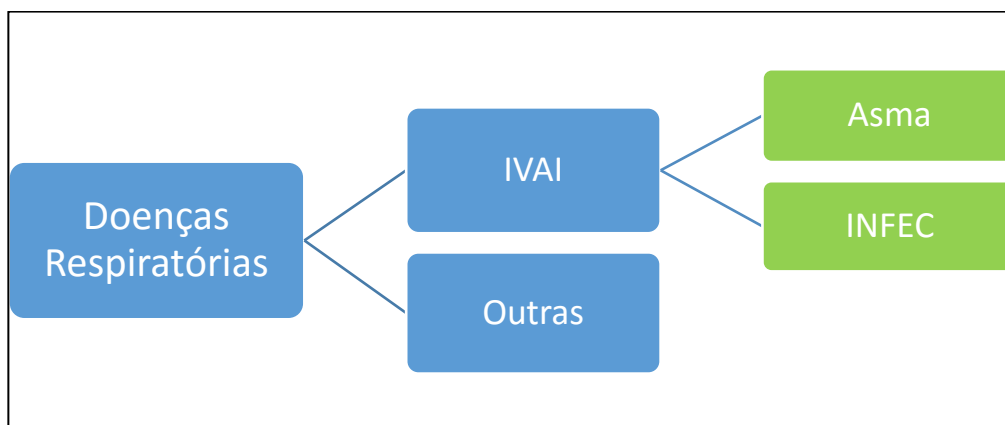


Figura 1 - Hierarquia das Doenças Respiratórias entre 2008 e 2014 para Pelotas segundo este estudo.

As doenças respiratórias e principalmente as IRA's são agravadas, além dos fatores ambientais, também por diversos outros fatores: desnutrição, tabagismo passivo, escolaridade materna, aglomeração familiar, condições higrotérmicas dos domicílios, precárias condições de moradia, idade dos moradores, etnia, nível de rendimento, condições pré-existent das pessoas (BOTELHO et al. 2003, PRIETSCH et al. 2003, CARDOSO 2007, NEDEL 2008, HONDULA et al. 2012).

Nedel (2008), por exemplo, analisando a temperatura e umidade no interior de residências da cidade de São Paulo, encontrou que, dependendo da estrutura de construção, há maior/menor possibilidade de ocorrência chiado no peito (tipo específico de doença de criança) em crianças recém-nascidas. Em residências com paredes de tijolos furados, ausência de forro e telhado de fibrocimento os moradores sofrem muito com altas temperaturas de verão e com o frio do inverno. Outras residências, com teto/cobertura de laje e paredes de tijolos furados, o alto teor de umidade interna é o fator mais prejudicial. Porém, além dos “fatores construtivos” a localização da residência também representa um papel fundamental para os agravos à saúde de seus moradores.

Entre as IVAIS, as Pneumonias são as principais causas de mortes em crianças abaixo dos cinco anos de idade. Vírus como o Influenza também representam uma grande parcela dos agravamentos das doenças respiratórias (NEIL, 2014). As infecções respiratórias virais, encontradas em estudos feitos para o Brasil variam entre 18 a 54,6 % das doenças respiratórias. Tais pesquisas mostram haver uma clara mudança sazonal associada ao número de casos de doenças respiratórias. Em um estudo para Porto Alegre, no sul do Brasil, Stralio et al. (2001), analisou o vírus RSV (Respiratory Syncytial Virus), especificamente casos graves de Bronquiolite, durante seis anos e encontrou uma dependência do padrão de temperatura do ar. Seus resultados mostraram que a grande maioria dos casos de internações foram registradas nos meses mais frios, desde meados de maio até final de agosto. Segundo Neil (2014) o vírus RSV é um dos responsáveis pela Bronquiolite e que pode levar ao desenvolvimento de Pneumonia em crianças pequenas, em torno de 2 anos de idade. Os surtos deste vírus normalmente começam no outono e se estendem até a primavera.

Pesquisas também têm evidenciado a relação existente entre a classe social e a maior ocorrência de doenças respiratórias. Martins (2002), considerando os fatores sócio econômicos na população, avaliou o efeito da poluição atmosférica por material particulado (PM10) na cidade de São Paulo sobre a mortalidade de idosos devido a causas respiratórias, entre 1997 e 2000. Analisou seis diferentes regiões da cidade, considerando dois indicadores socioeconômicos: porcentagem de pessoas com curso superior completo e porcentagem de famílias com renda mensal superior a R\$ 3.600,00. Encontrou uma correlação negativa e estatisticamente

significativa dos efeitos do PM10, tanto com a porcentagem de pessoas com curso superior, como com a porcentagem de famílias com renda superior a R\$ 3600,00. Segundo a autora, as condições socioeconômicas têm um efeito modificador na relação entre poluição do ar e mortalidade, ao mostrar que baixa renda e baixa escolaridade aumentam o efeito do PM10 sobre a mortalidade por causas respiratórias. Isso reforça a idéia de que a pobreza representa um importante fator de risco ao se determinar padrões de qualidade do ar.

2.1.1 Variáveis Meteorológicas e Doenças Respiratórias.

Na biometeorologia humana, animal e vegetal podem ser estudadas uma ampla gama de variáveis ambientais (meteorológicas e poluição atmosféricas), quando considerado o impacto ocasionado na saúde. Dentre estas, está a análise do Conforto Térmico Humano (CTH) que os seres vivos estão submetidos, expressado através de índices de CTH, que em outras palavras representam a ação conjunta de (vários) elementos meteorológicos (temperatura, umidade, radiação solar e vento, poluição atmosférica, etc.) no “ambiente próximo” do indivíduo. Além das variáveis ambientais, são utilizadas no cálculo do CTH, também, as “variáveis pessoais” (no caso da biometeorologia humana), como nível de vestimentas e taxa metabólica.

Estudos sobre o CTH tem sido comumente utilizados para estimar o grau de sensação térmica sentido pelo ser humano, ou o nível de stress térmico (por frio ou calor) a que este está exposto, a fim de relacioná-lo com a morbidade respiratória (internações hospitalares por doenças respiratórias), de crianças (menores de cinco anos) e idosos (maiores de 65 anos). Segundo Coelho (2007), o CTH apresenta melhor correlação com as enfermidades respiratórias do que quando consideradas as variáveis meteorológicas individualmente. Entretanto, para associar aos dados de saúde (internação hospitalar), alguns trabalhos sugerem também considerar outras variáveis meteorológicas básicas, como pressão e umidade do ar. Plavcová e Kyselý (2013), estudaram as repentinas mudanças de pressão atmosféricas em Praga/República Checa e associaram às internações hospitalares por doenças cardiovasculares. As oscilações de pressão atmosféricas estavam associadas aos sistemas meteorológicos que contribuíram para as internações, como passagens de intensas frentes frias. Foi encontrado que a queda da pressão está associada ao

escoamento zonal do vento provocado pelos sistemas de baixa pressão atmosférica. Com isso houve um aumento significativo das interações ligadas aos sistemas atmosféricos mais intensos.

2.2 Massas de ar

Com relação as massas de ar, faz-se a seguir um breve resumo sobre sua definição e características:

Segundo Fedorova (1999), as massas de ar se formam quando uma grande porção de ar fica estagnada durante um espaço de tempo suficiente sobre uma determinada região, elas podem ser classificadas segundo suas características de temperatura (T) e umidade (UR) (VAREJÃO-SILVA, 2006). As massas são classificadas em relação as suas características termodinâmicas (T e UR) e estão relacionadas à sua região de origem (formação): polos, trópicos e região equatorial.

A latitude a qual a massa pertence indica as condições de temperatura (fria ou quente) e a região de formação (mar ou continente) a sua condição de umidade (úmida ou seca). Quando a porção de ar sofre influência dinâmica e se desloca, a massa de ar pode mudar sua configuração inicial, adquirindo as características da superfície sobre a qual ela está se movendo. Em outras palavras, a mudança ocorre devido ao deslocamento para regiões com propriedades termodinâmicas distintas. Ao se deslocar para áreas de diferente temperatura e umidade, a massa sofre modificação no seu perfil atmosférico. Por exemplo, uma massa de ar de origem polar continental que se forma nas regiões polares, ao se deslocar para (sobre) o mar, passa a chamar-se polar marítima. As características originais de uma massa de ar são modificadas devido as trocas de calor e umidade, o que faz a massa se tornar mais fria ou mais quente, ficar instável ou estabilizar-se (perder ou ganhar energia).

2.2.1 Massas de ar que atuam na América do Sul

As massas de ar que afetam a América do Sul podem ser classificadas em Massa Polar Marítima (Pm) ou Polar Atlântica neste local (Pa), Massa Tropical Continental (Tc), Massa Tropical Marítima (Tm) ou Tropical Atlântica (Ta), Massa Equatorial Marítima (Em) ou Equatorial Atlântica (Ea), Massa Equatorial Continental (Ec). Há também as massa de ar que agem no Pacífico, Equatorial do Pacífico (Ep), Tropical do Pacífico (Tp) e Polar do Pacífico (Pp) que não são o objetivo deste estudo. A Massa Polar Continental (Pc) mesmo não estando presente na América do Sul, será explicada para fins didáticos sobre a formação do ar frio. Na figura 2 se pode ver a região de atuação das massas de ar na América do sul.

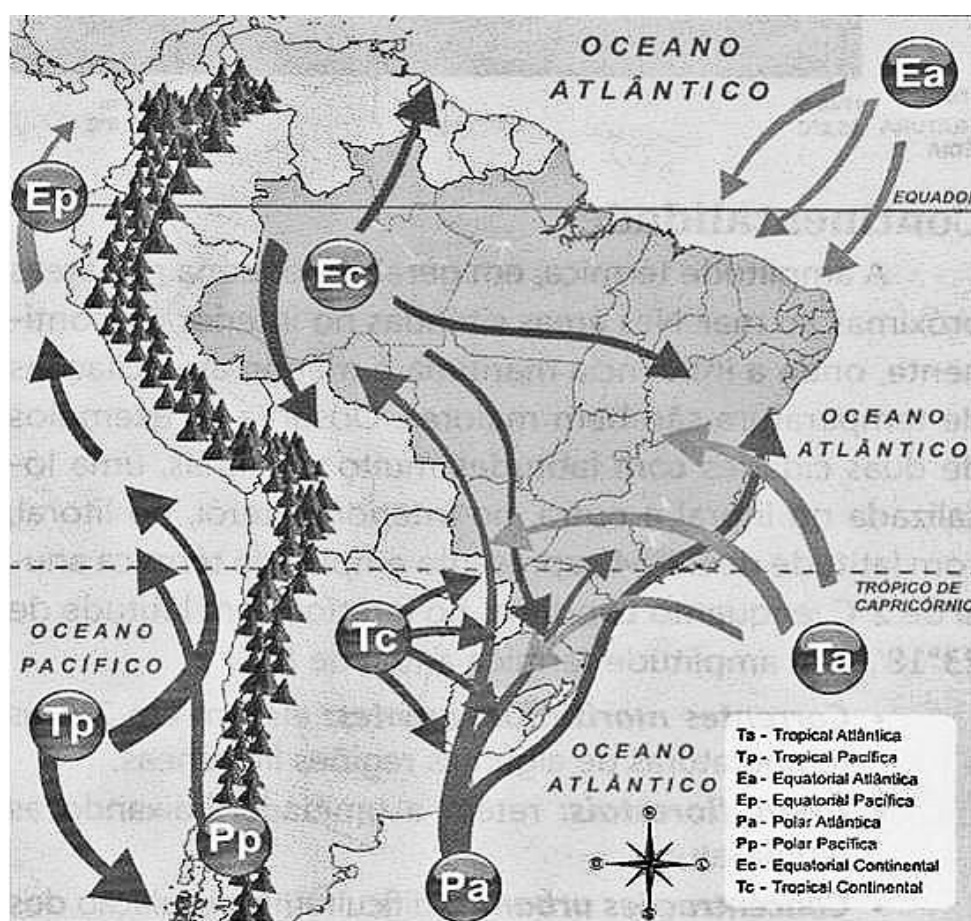


Figura 2 – Massas de ar que atuam na América do Sul. Destaca-se a Polar Marítima (Pm) ou Polar Atlântica (Pa) por ser a responsável por grande parte dos sistemas de inverno no RS.

Fonte: "Geografia do Brasil" (COELHO, 1996)

2.2.1.1 Massa Polar Continental (Pc)

Massa de ar formada sobre os continentes (polos), fria e seca. Porção de ar que permanece tempo suficiente em grandes regiões secas e frias acaba por formar uma massa de ar. Fedorova (1999), faz distinção entre as massas continentais polares formadas em regiões permanentes cobertas de gelo na Antártica, no Ártico e no norte do Canadá e as massas formadas em grandes áreas continentais frias de latitudes médias. As formadas em regiões de grande latitude são mais frias, o resfriamento radioativo é intenso, pouca radiação solar chega nestas áreas, enquanto as de latitudes médias são menos frias e com maior ângulo de aquecimento solar, sendo, portanto, mais quentes durante o verão. Elas recebem o nome de sua região de origem: Massa polar Ártica ou Antártica; ou Massa polar continental.

No Brasil, a atuação climatológica predominante é da massa Polar marítima (Pm ou Pa), Fria e úmida. Considerando toda a América do sul, nos Andes há formação de anticiclones secos devido ao escoamento do ar polar marítimo presente no oceano pacífico, NEWTON (1972). Neste estudo estes casos não serão considerados como formação de uma massa de ar continental, mas sim, como uma massa fria modificada que atua durante certo período. No Brasil, segundo Fedorova (1999), não há área suficiente para originar a massa de ar polar estritamente continental.

2.2.1.2 Massa Polar Marítima (Pm ou Pa)

É uma massa de ar fria devido à modificação da massa de ar polar formada sobre o continente (FEDOROVA, 1999). Ela se origina de uma Massa polar Antártica e, ao deslocar-se, a massa polar originalmente seca, ganha umidade do oceano o que modifica seu perfil inicial. A massa, devido ao avanço para latitudes menores, fica menos fria e devido ao ganho de calor do mar, fica instável e favorável a precipitação. Fenômenos típicos associados à umidade, como nevoeiro, nuvens baixas etc., se tornam mais frequentes. A massa polar marítima, mesmo com certa perda de energia no caminho, pode chegar ao Brasil bastante fria, com uma parte

seca na região do continente e outra região úmida, mais próxima do mar. A região seca pode ganhar umidade devido a circulação de ventos úmidos. Estas mudanças temporais, das características da massa de ar fria e úmida, são de fundamental importância para a Biometeorologia.

2.2.1.3 Massa Tropical Continental (Tc)

Massa de ar que se forma em regiões secas devido ao forte aquecimento continental. Na América do sul, se forma próximo da região seca e quente do Chaco, no norte da Argentina. Sua região seca favorece o aquecimento diurno e o resfriamento noturno. Essa massa de ar é originalmente instável e associada à uma baixa pressão atmosférica também chamada de Baixa térmica ou Ciclones térmicos (FEDOROVA, 1999). Está diretamente associado a análise sinótica de curto e longo prazo. O calor associado a ela pode reforçar os sistemas que atuam no Brasil, principalmente na região sul e centro-oeste.

2.2.1.4 Massa Tropical Marítima (Tm ou Ta)

Massa que se forma em áreas oceânicas quentes tropicais ou subtropicais. Está associada a regiões da alta subtropical do atlântico sul. Sofre grande modificação sazonal, sendo mais instável no verão e estável no inverno. Devido a alta umidade, está associada a nevoeiros, chuva ou chuviscos e em alguns padrões até a tempestades ou reforço de sistemas de precipitação. É uma massa quente e úmida (FEDOROVA, 1999).

2.2.1.5 Massa Equatorial Marítima (Em ou Ea)

Massa que se forma na região do Equador devido a convergência dos ventos Alísios caracterizando a região da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). É uma massa quente, úmida e instável favorável a fortes pancadas de chuva e aguaceiros. Atua no Brasil durante o verão, chegando até 8º Sul de latitude e influencia diretamente o tempo somente em áreas do norte e do nordeste do país, mas suas

áreas de umidade estão ligadas a todo mecanismo de precipitação do verão no Brasil (FEDOROVA,1999).

2.2.1.6 Massa Equatorial Continental (Ec)

Massa de ar na região do Equador associada a regiões com grande porção de calor e umidade sobre o continente, como a Amazônia e florestas da África (FEDOROVA, 1999). Está associada à baixa pressão atmosférica que gera pancadas de chuva típicas de região tropical. Seu mecanismo está associado com a advecção de umidade para grande parte do país e com o, consequente, reforço de sistemas atmosféricos.

2.2.2 Massas de ar e Efeitos na Saúde

Conforme exposto anteriormente, variáveis meteorológicas são utilizadas para caracterizar as massas de ar predominantes em determinada estação do ano, determinando a quantidade de dias em que estas atuam sobre uma região e, consequentemente, o período de tempo que influenciam à saúde do ser humano. Muitos autores, no mundo inteiro, têm associado determinados tipos de massas de ar ao aumento nas internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares, especialmente de crianças e idosos. Suas características estão associadas aos principais sistemas sinóticos atuantes em determinada região. Assim, uma análise completa do tempo e a previsão dos sistemas atmosféricos pode possibilitar o desenvolvimento de um método de análise, que associado aos dados de saúde, serviria como referência futura para estimativa de períodos críticos, desfavoráveis e com grande impacto à saúde humana (para patologias específicas).

Analisando as massas de ar durante o inverno no Reino Unido, McGregor et al (1999), estabeleceram uma climatologia sinótica, através das variáveis temperatura do bulbo úmido, cobertura de nuvens, velocidade e direção do vento, déficit de saturação e pressão atmosférica. Considerando as características destas variáveis durante oito invernos consecutivos, obteve como resultado seis tipos diferentes de massas de ar, as quais estavam associadas a aumento nas internações diárias por doenças respiratórias. As massas de ar encontradas foram:

ciclônica polar marítima, anticiclônica continental, ciclônica mista entre tropical marítima e continental, ciclônica retornando sub-polar marítima, binária e anticiclônica polar continental.

Em outro estudo para a cidade de Buenos Aires, Argentina, Rusticucci et al. (2001) analisaram a relação entre condições de tempo e a entrada de pacientes em salas de emergência, durante o verão e o inverno. Notaram que durante o inverno houve um aumento de 16,7% nas visitas às emergências por vários tipos de transtornos: respiratórios, cardiovasculares, complicações neurológicas e psicopatológica, infecções, entre outras. Durante o verão, houve um maior aumento nas complicações digestivas, de pele e alergias. Maiores admissões por problemas respiratórios foram observadas um dia após o pico da temperatura do ponto de orvalho.

Kassomenos et al. (2007) estudaram os efeitos a curto prazo das massas de ar sobre Atenas/Grécia. Classificaram os tipos de massa de ar e compararam com os dados de mortalidade. Observaram altos índices de mortalidade diária no verão (e inverno), relacionado a massas de ar muito úmidas associadas com fortes ventos de sudoeste (sudeste). Os efeitos foram observados no mesmo dia, durante o inverno, e no dia seguinte, durante o verão. Anteriormente, para a cidade de Thessaloniki, também na Grécia, Gioulekas et al (2004) observaram que na época de inverno e primavera as mudanças repentinas de tempo eram responsáveis pelo aumento no número de consultas hospitalares por resfriado e gripe. Os resultados desses estudos são consistentes com os resultados encontrados no Brasil por outros pesquisadores que estudaram a morbidade respiratória de crianças (internações hospitalares) para cidade de São Paulo, também observaram um comportamento sazonal mensal, com aumento das internações hospitalares nos meses mais frios e consequente diminuição nos meses mais quentes (MAIA, 2002; GONÇALVES ET AL., 2004; GONÇALVES ET AL., 2007; NEDEL, 2008). Hondula et al. (2012), desenvolveu um modelo de alerta de doenças respiratórias para o vale de Shenandoah, Virginia, nos Estados Unidos, e relata que podem haver diferentes resultados nas relações entre variáveis meteorológicas e de saúde, uma vez que a resposta do ser humano para determinada doença (ou desconforto) depende de uma ampla gama de variáveis, entre elas sociais e comportamentais.

Jamason et al. (1997), utilizou um método semelhante para estudar as massas de ar associadas a internação por asma em Nova Iorque através da análise das componentes principais, das mesmas variáveis do estudo citado anteriormente. O resultado foi nove tipos de dias diferentes de tempo atmosférico relacionados às características sinóticas. As massas de ar encontradas foram: massa modificada continental, polar moderada continental, modificada do pacífico, ciclone para NE, marítima tropical no setor quente, transição de temperatura, úmida para seca, seca para úmida, continental polar pós-frontal, continental estagnada e frente estacionária. Estes estudos indicam que se pode avaliar o tempo em uma escala maior e associar com o tempo local e as doenças desencadeadas em determinado município.

2.3 Métodos Estatísticos

Descrição simples da estatística utilizada.

2.3.1 A Técnica dos Percentis

Wilks (2006), destaca a importância do uso de gráficos para a exploração de dados e o do uso de uma medida robusta e resistente. Por isso, este estudo escolheu usar o método dos quantis, pois é a teoria de onde surge uma medida com estas características: a mediana, que possui uma medida confiável. O quartil, ou percentil, é justamente uma medida da posição percentual de dados colocados em ordem crescente. A mediana, portanto, é a medida que divide o total de dados ao meio, deixando-os ordenados em cinquenta por cento para cada lado. Mas há outros percentis importantes para uma análise. Por exemplo, o que está no meio entre o valor mínimo e a mediana, o percentil de 25%, e também o que divide a mediana e o máximo dos dados, o percentil de 75%. Os máximos e mínimos são definidos conforme Tukey (1977) e são calculados com a seguinte teoria:

Primeiro é calculada a interquartil (IQR):

Percentil de 25% = Q1

Percentil de 50% = Q2

Percentil de 75% = Q3

$$IQR = Q1 - Q3$$

$$\text{Limite superior externo (LSE)} = Q3 + 3IQR$$

$$\text{Limite superior interno (LSI)} = Q3 + 1,5IQR$$

$$\text{Limite inferior interno (LII)} = Q1 - 1,5IQR$$

$$\text{Limite inferior externo (LIE)} = Q1 - 3IQR$$

$$\text{Min} > \text{LII} ; \text{Max} < \text{LIE}$$

2.3.1.1 Boxplot

O gráfico boxplot surge dos percentis, foi uma ferramenta introduzida por Tukey (1977). Utiliza os dados ordenados de onde são calculados os percentis de 25%, de 50%, que é a mediada, e o de 75%, além dos máximos e mínimos da série de dados. Estas cinco informações constroem o boxplot, que tem tamanho calculado pela interquartil (IQR): a qual fornece diversas informações para análise da série de dados. Na região da “caixa” está a maior concentração dos dados. As extensões vão até os valores máximos e mínimos plotados.

Como visto, o valor mínimo, que é a extremidade da extensão, também chamado de “bigode” do boxplot, é o primeiro valor na série de dados maior que o limite superior interno calculado. O valor máximo, que é a extremidade superior do boxplot, é o primeiro valor da série de dados, menor que o limite superior interno calculado. Os limites, superior e inferior externo, não são plotados, mas servem como análise para dados máximos e mínimos raros ou “outliers” da série.

2.3.2 Previsão Estatística

2.3.2.1 Regressão Linear Simples (RLS)

Na Regressão Linear Simples é feita uma associação linear entre duas variáveis “x” e “y”, a primeira é a variável independente, o preditor, e a segunda é a variável dependente, o f(x) ou preditando. A fórmula gerada neste método tem a seguinte forma: $y = b + ax$. O desafio está em calcular o “a” e o “b”. Visualizando esta fórmula, podemos ver a relação linear simples entre as duas variáveis expressa por uma reta, onde o parâmetro “a” expressa o fator multiplicador. A relação linear

pode ser, inicialmente, um cálculo simples, mas pode se tornar complexo devido ao tipo da série de dados. Como os dados são utilizados para somatórios, multiplicações e divisões para estabelecer uma fórmula comum, ou um modelo de previsão como descrito em Wilks (2006), em cada processo pode ser incluído um erro. Os erros, ou resíduos, devem ser analisados para se conhecer a precisão, representação da previsão etc.

2.3.2.2 Regressão Linear Múltipla (RLM)

Nesta Regressão, a relação linear é expressa por mais de duas variáveis, sendo uma o preditando, expresso normalmente por Y , e outras duas ou mais variáveis que podem ser x_1, x_2 etc. A relação fica $Y = b_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \dots a_nx_n$. Os coeficientes são estimados estabelecendo uma fórmula para a previsão. Os cálculos incluem, além dos somatórios, multiplicações e divisões, as operações com matrizes.

2.3.3 A Estatística Multivariada e Modelos Preditivos

Grande parte dos estudos em Biometeorologia, utilizam a relação linear entre as variáveis para associar variáveis ambientais (meteorológicas e ambientais) com dados de saúde. Mesmo utilizando-se a Regressão Multivariada Linear (para mais de uma variável) ainda trata-se da estatística univariada, pois não há variações conjuntas das variáveis preditoras. Estes métodos geralmente oferecem uma boa estimativa da contribuição individual de cada variável, mas existe a possibilidade de utilizar um número maior de variáveis e conhecer a interação entre os preditores, utilizando a Análise de Componentes Principais (ACP), (WILKS, 2006). Pode-se assim, ter como objetivo a construção de modelos preditivos dos impactos do tempo/clima à saúde.

A ACP tem como objetivo reduzir o número de dados, assim se pode trabalhar com um número menor de variáveis. Através de análises de significância e testes, são avaliadas as componentes que melhor contribuem para os valores da variável preditando; neste nosso caso esta variável é as internações hospitalares por IVAI.

Materiais e Métodos

3.1 local de estudo

Esse estudo foi realizado na cidade de Pelotas – RS localizada na região sul do Estado, com coordenadas de latitude $31^{\circ}46'19''\text{S}$ e longitude de $52^{\circ}20'34''\text{O}$.

A cidade está na rota dos anticiclones mais intensos que atingem a América do Sul, Pouco acima da posição média do Jato Polar, (NEWTON, 1972). Há frequente atuação das frentes frias que podem gerar intensos sistemas de precipitação. Nos meses mais frios do ano, entre maio e setembro, Pelotas alcança médias mensais de temperaturas mínimas entre $6,5^{\circ}\text{C}$ e $9,2^{\circ}\text{C}$ (julho e setembro), (JOÃO, 2009). Mas nos casos de massas frias mais intensas a temperatura pode ficar abaixo dos 5°C . Segundo a classificação de Köppen está no clima temperado subtropical úmido com verões quentes (Cfa). A frequência da chuva é regular durante o ano.

3.2 Materiais

3.2.1 Dados Meteorológicos

Os dados utilizados nesse estudo foram as séries históricas de variáveis meteorológicas, temperaturas do ar, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, nebulosidade e pressão atmosférica para a cidade de Pelotas, obtidos através da Estação Agroclimatológica da Embrapa/INMET ($31^{\circ} 52' 00'' \text{ S}$, $52^{\circ} 21' 24'' \text{ O}$). Tal estação encontra-se em permanente manutenção e calibração, o que garante a alta

confiabilidade dos dados. As informações foram obtidas para os horários sinóticos disponíveis, ou seja, 9:00, 18:00 e 21:00 local.

A fim de analisar as condições extremas de tempo mostrados nos métodos estatísticos (períodos de frio e calor intensos, por exemplo) e identificar as situações sinóticas dominantes na região no período estudado, representativas de dias frios e úmidos, frios e secos, quentes e úmidos, e quentes e secos, favoráveis a possíveis aumentos nas internações hospitalares de crianças, foram utilizados dados de reanálise do NCEP/NOAA (*National Center for Environment Prediction/National Oceanic and Atmospheric Administration*) de campos meteorológicos de algumas variáveis de superfície, tais como umidade relativa, temperatura do ar, vento (velocidade e direção) e pressão atmosférica com resolução de 2,5 x 2,5 de longitude e latitude no período de estudo.

3.2.2 Dados de saúde

A população de estudo foi, preferencialmente, composta por crianças menores de nove anos de idade - que é a parcela da população (junto com idosos) mais sensível às variações de Tempo e Clima, e a faixa etária mais frequentemente atendida nos serviços de pediatria (CARDOSO, 2007; BRAGA, 1998; MAIA, 2002) - que vivem na cidade e que foram internadas diárias por doenças respiratórias no Hospital Universitário São Francisco de Paula (HUSFP) de Pelotas, conveniado ao Sistema Único de Saúde brasileiro (SUS). O período escolhido para o estudo compreende os anos 2008 a 2013. Esses dados diários fornecidos pelo HUSFP sobre as internações das crianças continham informações sobre o sexo do paciente, idade, data de nascimento, endereço do paciente, data de internação, data e motivo da alta ou óbito, tempo de internação, procedimento realizado pelo médico, diagnóstico médico (causa da internação) catalogados pela décima revisão do Codificação Internacional de Doenças - CID10 - como doenças respiratórias. Portanto, essa base de dados pôde fornecer informações suficientes e completas para atender os interesses dessa pesquisa. Na análise dos dados, o ano de 2008, parte de 2009 e de 2014 apresentaram uma distribuição diferente do restante da série de 2009-2013. O tipo de registro das doenças feitas pelo Hospital é diferente. Portanto, os gráficos comparativos foram gerados conforme a análise dos dados. O

ano de 2009 também apresenta falha de dados, por isso no levantamento total ele se apresenta menor que os outros em alguns gráficos.

3.3 Métodos

3.3.1 Método dos percentis

Este estudo prioriza pela caracterização do tempo na cidade de Pelotas entre janeiro de 2008 a dezembro de 2013. Para um maior detalhamento do comportamento das variáveis, os autores citados anteriormente, utilizaram um período de cinco ou seis anos. Neste estudo o método está baseado em Rusticucci (2001) onde foram usados os métodos dos quantis para avaliar diferentes tipos de tempo, ou “tipos de dias”. O método utilizado compreendeu os seguintes fatores: os dias serão denominados conforme sua temperatura (T) e umidade (T-Td), portanto, sendo chamados de quentes úmidos, quentes secos, frios úmidos, frios secos, extremos e normais (dentro da média).

Como o principal objetivo deste estudo é a avaliação para o inverno, os quantis de “tempo frios e úmidos (dias)” serão feitos inicialmente para esta estação mais fria. Um tempo muito frio e úmido, por exemplo, será avaliado na variável de temperatura e nas variáveis de umidade para o período determinado. Para caracterizar este tipo de tempo, o dado de temperatura deve estar abaixo do quantil de 25% da temperatura, na série de dados de 6 anos, e também abaixo do quantil de 25% na variável déficit de saturação (T-Td) ou acima de 75% na umidade relativa. Os dados dentro da “caixa” (boxplot) que estão mais próximos da mediana (Quantil 50%) representam “tempos normais”, frequentes (comuns) para a região, que são frios e úmidos. Os dados extremos das variáveis serão considerados como dados “*outlines*”, que são dados definidos como raros, WILKS (2006), bem como, serão dados extremos os dados máximos e mínimos de cada variável, que esta dentro da série de dados.

3.3.2 Estatística Multivariada: ACP, RLS e RLM.

Os métodos foram utilizados para os meses considerados os mais críticos. utilizaram-se as variáveis temperatura (T), temperatura do bulbo úmido (T_w) umidade relativa (UR), pressão atmosférica (P), direção do vento (DIR), velocidade do vento (V) e nebulosidade (N) para os horários das 9:00, 15:00 e 21:00 local para constituir 21 variáveis, a fim de realizar a Análise de Componentes Principais (ACP) a série de dados, possibilitando, a partir desta técnica de análise, encontrar dez componentes principais.

$$u = x'_1 \cdot e_1 + x'_2 \cdot e_2 \dots + x'_n \cdot e_n \text{ fica:}$$

A equação das componentes principais transformada:

$$Z = T_9 e_1 + T_{15} e_2 + T_{21} e_3 + T_{W9} e_4 + T_{W15} e_5 + T_{W21} e_6 + UR_9 e_7 + UR_{15} e_8 + UR_{21} e_9 + P_9 e_{10} + P_{15} e_{11} + P_{21} e_{12} + DIR_9 e_{13} + DIR_{15} e_{14} + DIR_{21} e_{15} + V_9 e_{16} + V_{15} e_{17} + V_{21} e_{18} + N_9 e_{19} + N_{15} e_{20} + N_{21} e_{21} \quad (1)$$

sendo que:

$T_9, T_{W9}, UR_9, P_9, DIR_9, V_9, N_9$ = variáveis às 9:00 local.

$T_{15}, T_{W15}, UR_{15}, P_{15}, DIR_{15}, V_{15}, N_{15}$ = variáveis às 15:00 local.

$T_{21}, T_{W21}, UR_{21}, P_{21}, DIR_{21}, V_{21}, N_{21}$ = variáveis às 21:00 local

$e_1, e_2, \dots, e_n$ = componentes do vetor e

Posteriormente, foi gerado uma equação considerando as interações por IVAI como variável preditora (dependente) e as dez componentes principais como preditando (variáveis independentes). A forma da equação de regressão é:

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \dots a_n x_n + e \quad (2)$$

Y = interações por IVAI

$b_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 \dots a_n x_n$ = variáveis e coeficientes a e b

e = erro

As internações diárias foram filtradas para valores ≥ 2 (duas internações). Foram selecionadas as componentes mais significativas através do teste t de Student da correlação de Pearson:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{1-R^2}$$

R^2 = coeficiente de determinação, varia entre 0 e 1.

r = coeficiente de Pearson, varia de -1 a 1, estabelece a relação entre as variáveis preditoras e preditando.

$r = 1$ correlação perfeita; $r = -1$ correlação perfeita inversa; $r = 0$ sem correlação.

$n - 2$ = graus de liberdade.

Após isso, foi aplicada uma nova análise de regressão linear, mas entre duas variáveis, Regressão Linear Simples (RLS), do tipo:

$$Y = a + bX_n + e, \text{ sendo:}$$

3 dias antes (lag -3) $\rightarrow$ Internação = $a + bX_7 + e$, para 3 dias antes da internação.
 X_7 = componente 7 resultante da ACP;

1 e 2 dias antes (lag -1,-2) $\rightarrow$ Internação = $a + bX_3 + e$,
 X_3 = componente 3 resultante da ACP;

No dia (lag 0) $\rightarrow$ Internação = $a + bX_4 + e$, para o dia da internação.
 X_4 = componente 4 resultante da ACP.

Após foi feita a análise com as componentes principais como será mostrada nos resultados.

Resultados

Em relação aos dados meteorológicos, ao longo dos seis anos estudados para a cidade de Pelotas, a variável temperatura do ar é vista apresentando um comportamento dentro do esperado, quando se considera sua flutuação anual (para esta latitude), figura 3. Uma grande oscilação é notada entre as estações de inverno e de verão, obviamente, evidenciando a diferença fundamental entre as duas estações, com valores máximos de temperatura, inclusive, acima dos 35 °C na maioria dos verões da série e mínimos abaixo dos 5°C em todos os invernos. Observando o déficit de saturação, ou seja, a diferença entre a temperatura do bulbo seco (T) e a temperatura do bulbo úmido (Tw) notam-se valores menores nos meses de inverno quando comparado ao período total de dados, figura 4. Pela marcha destas duas variáveis é possível notar a associação entre temperaturas baixas e altos valores de umidade durante os meses de inverno.

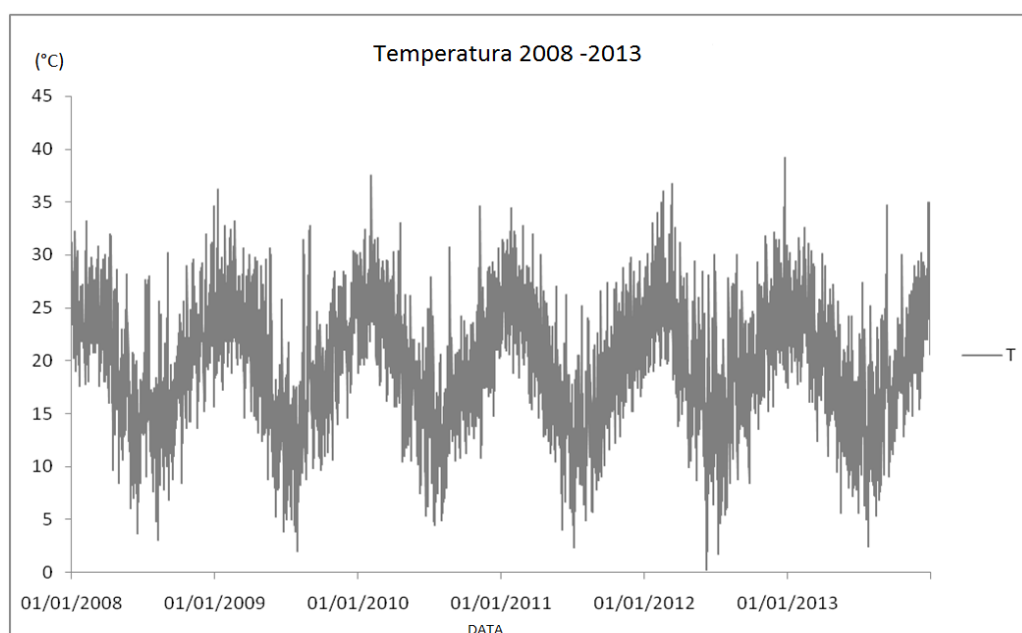


Figura 3 – Distribuição da temperatura do ar (°C) na série 2008-2013. Pelotas/RS

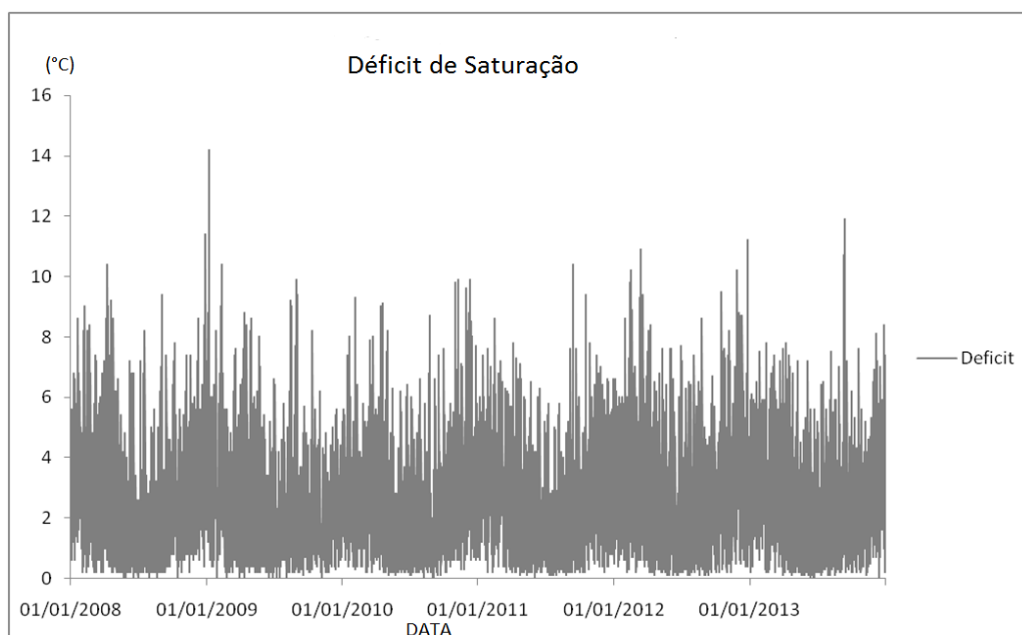


Figura 4 – Comportamento do déficit de umidade do ar da série 2008-2013. Pelotas/RS

Na tabela 2, são mostrados os quantis de 25%, a mediana e os quantis de 75% para as variáveis temperatura (T), temperatura de bulbo úmido, (Tw), umidade relativa (UR), pressão atmosférica (P), vento (direção e velocidade), nebulosidade (Neb) e déficit de saturação (Def), no período total considerado (2008/2013). Os valores normais de umidade são altos para o município, a umidade relativa do ar (tem mediana de 83% e déficit de saturação de 1,8°C, além disso, a mediana de cobertura de nuvens (Neb) mostra que o céu ficou, na média, 60% do período encoberto por nuvens - Pelotas tem uma grande contribuição da umidade vinda do oceano e da Lagoa dos Patos, isso pode ser notado através do quantil da direção do vento, cujo valor médio foi de 140°, ou seja, influência de ventos do setor sudeste ao longo do ano. Segundo esta série de dados, o vento oscila, em grande parte, entre nordeste e sudoeste, porém, a direção predominante (normal) foi a de sudeste. A pressão atmosférica tem valor normal de 1013,9 hPa, o que é um valor considerado próximo da neutralidade, pois é quase idêntico ao valor da atmosfera padrão, 1013,25 hPa, mostrando um certo equilíbrio nas alternâncias entre a passagem dos sistemas de altas e baixas pressões atmosféricas, durante os seis anos analisados.

Tabela 2 – Quantis dos dados das variáveis meteorológicas (2008-2013) dos dados gerais de: temperatura bulbo seco (T), Temperatura do bulbo úmido (Tw), Umidade Relativa (UR), Pressão (P), Vento (V), Nebulosidade (Neb) e Déficit de saturação (Def), para Pelotas 2008/2013.

QUANTIS DE DADOS METEOROLÓGICOS PARA PELOTAS								
	T (°C)	Tw(°C)	UR(%)	P(hPa)	D(graus)	V(m/s)	Neb(10)	Def (°C)
Q25%	15,2	13,5	70	110	50	1,6	2	0,8
MED	19,6	17,2	83	1013,9	140	3	6	1,8
Q75%	23,4	20,6	92	1017,8	230	4,3	9	3,5

Especificamente para os meses de inverno, os dados mostram mudanças significativas em relação a série total. Na figura 5, se pode comparar a distribuição da temperatura do bulbo seco (T) com a temperatura do bulbo úmido (Tw). Pouca diferença é vista nestas distribuições, portanto, há uma menor diferença entre T e Tw (ar seco e o ar úmido), mostrando que, nessa estação, há um alto teor de umidade no ar sobre a cidade de Pelotas. Observa-se através dos quantis de umidade relativa e déficit de saturação (Tabela 3) que a umidade do ar teve um significativo aumento no inverno. A temperatura apresentou menores valores, sendo agora o quantil de 25% igual à 10,4 °C. Nesta estação o vento sopra do quadrante sul típico desta estação, quando normalmente ingressa ar frio, diferentemente da período anual inteiro analisado, dos seis anos, quando o vento predominante apresentava-se do quadrante sudeste. A nebulosidade mediana passou para 70% (7 décimos) do céu encoberto, e a pressão atmosférica passou para um valor mediano de 1017,1, indicando a presença de sistemas de altas pressões atmosféricas ou massas de ar do tipo polar marítima.

Tabela 3 – Quantis dos dados de inverno: temperatura bulbo seco (T), Temperatura do bulbo úmido (Tw), Umidade Relativa (UR), Direção do Vento (D), Velocidade do vento (V), cobertura de nuvens (Neb) e déficit de saturação (Def), para o inverno entre 2008 e 2013.

QUANTIS DOS DADOS PARA O INVERNO								
	T (°C)	Tw(°C)	UR (%)	P(hPa)	D(graus)	V(m/s)	Neb(10)	Def (°C)
Q 25%	10,4	9	74	1013,6	50	1,5	2	0,4
MED	13,6	12,1	88	1017,1	180	2,6	7	1
Q 75%	16,4	14,8	95	1020,8	230	4	10	2,4

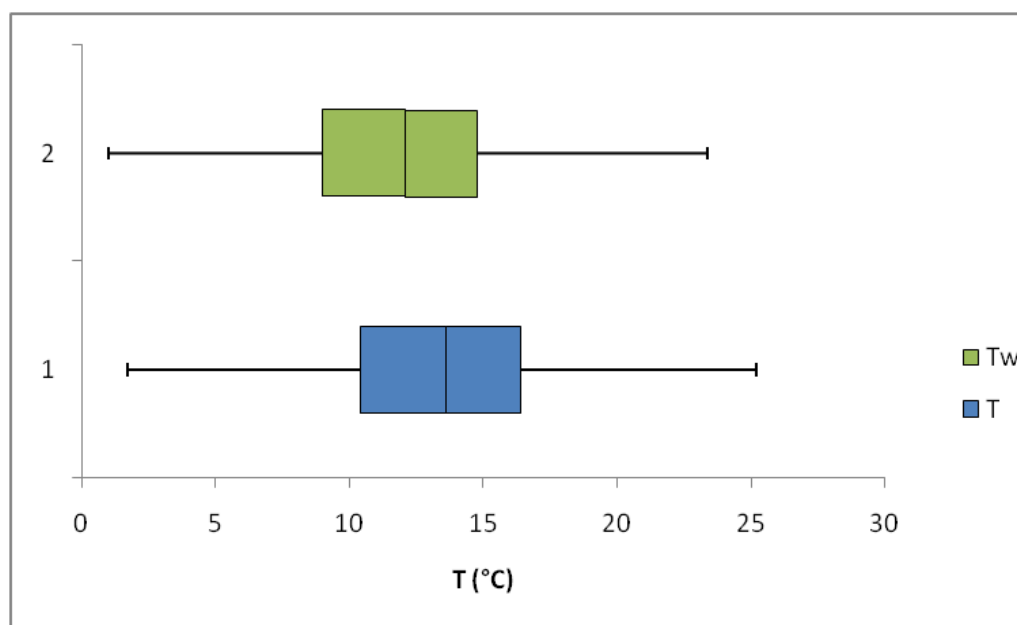


Figura 5 - Boxplot comparativo de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, 2008/2013. Pelotas/RS.

Com as análises propostas, agora é possível classificar os dias de inverno, inicialmente, de acordo com suas características termodinâmicas (temperatura e umidade). A figura 6 mostra a comparação destas duas variáveis (T e T-Tw). Um dia muito frio no inverno tem quantil de temperatura abaixo de 25% até o valor mínimo analisado para a série, cujos valores estão na faixa entre 10,4°C a 1,7°C. Dias frios estão representados dentro da caixa, variando de 10,4°C e 16,4°C (entre os quantis 25% e 75%), e dias considerados pouco frios e amenos possuem temperatura maior 16,4°C (maior que quantil 75% até o máximo valor da série). Em relação à umidade (T-Tw), os valores abaixo do quantil de 25% até os valores mínimo da série de dados (que neste caso é zero) são considerados saturados ou muito próximos da saturação. Os dias entre os quantis de 25% e 75% são considerados como úmidos, e os dias com T-Tw, acima do quantil de 75% (valores acima de Def = 2,4) são considerados secos, de acordo com a classificação. Agora podemos classificar os dias de inverno em relação a temperatura e a umidade, tabela 4. O dia normal, que está bem próximo da mediana (quantil 50%), tanto com relação à temperatura quanto com a umidade (T-Tw) pode ser considerado (também) um dia frio e úmido. Ressalta-se que estes dados estão baseados em três observações diárias, uma no horário próximo da temperatura máxima do dia (18Z), outra próximo da temperatura mínima (12Z) e outra à noite (00Z), sendo dois destes horários com temperaturas

normalmente baixa durante o inverno, 21:00 e 9:00 local. Devido a isso, as observações comparativas devem ser, preferencialmente, feitas nestes horários.

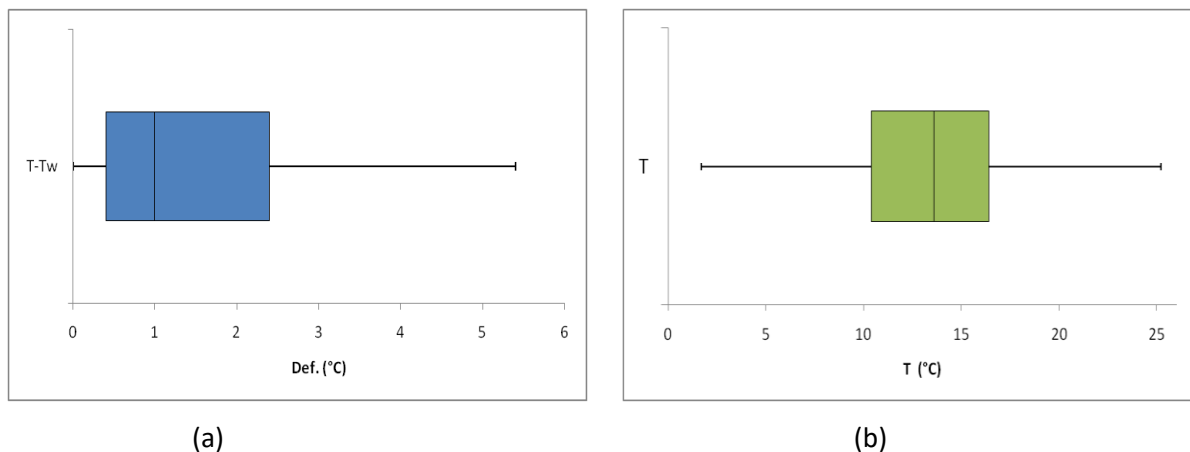


Figura 6 – boxplots de Deficit de Saturação (a) e de Temperatura (b).

Tabela 4 – Classificação dos dias climáticos para o inverno, para a cidade de Pelotas/RS.

Dias	T (°C)	T-Tw (°C)	UR (%)
Muito Frio e seco	1,4 – 10,4	>2,4	< 74
Muito Frio e úmido	1,4 – 10,4	0,4 – 2,4	74 – 95
Muito Frio e saturado	1,4 – 10,4	0 – 0,4	95 – 100
Normal	~13,6	~1	~88
Frio e seco	10,4 – 16,4	>2,4	< 74
Frio e úmido	10,4 – 16,4	0,4 – 2,4	74 – 95
Frio e saturado	10,4 – 16,4	0 – 0,4	95 – 100
Ameno e seco	>16,4	>2,4	< 74
Ameno e úmido	>16,4	0,4 – 2,4	74 – 95
Ameno e saturado	>16,4	0 – 0,4	95 – 100

Em relação aos dados de saúde, foram realizados levantamentos sobre a sua distribuição diária e mensal das internações de crianças de 0 a 9 anos na cidade de Pelotas. Inicialmente foram analisadas as internações referentes a todos os tipos de doenças respiratórias (DR), calculadas mensalmente com dados completos no período. Na figura 7, se pode observar a distribuição mensal das doenças respiratórias para todo o período de dados (2008-2013). Observa-se uma maior regularidade das internações mensais no ano de 2008. Mas é evidente o maior número de internações nos meses climatologicamente mais frios, entre maio e julho,

em todos os anos da série. Destaca-se os anos de 2009 e 2011 com máximos de altos valores nestes meses mais frios (picos de 50 internações).

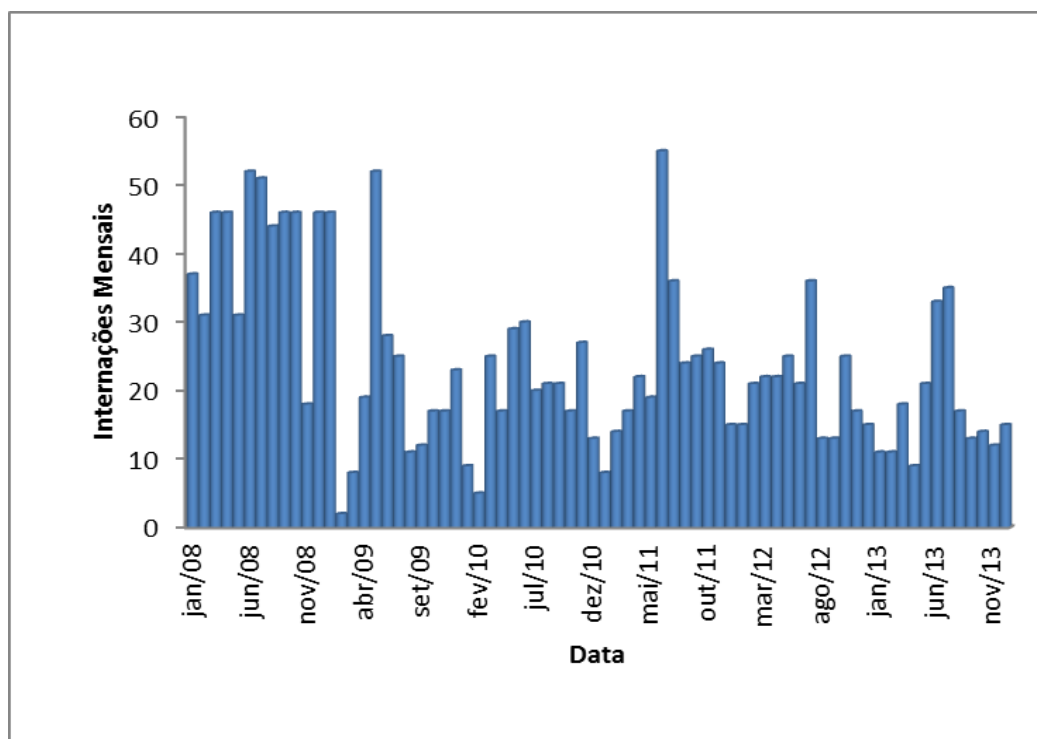
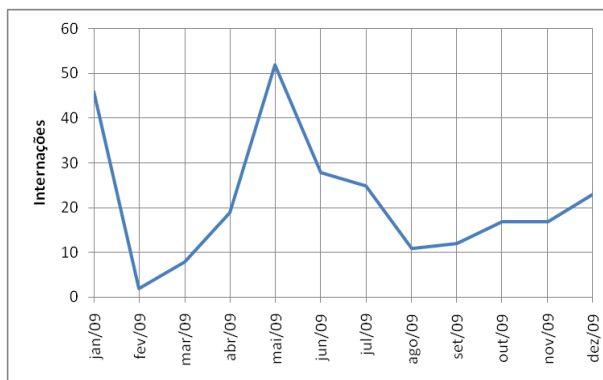
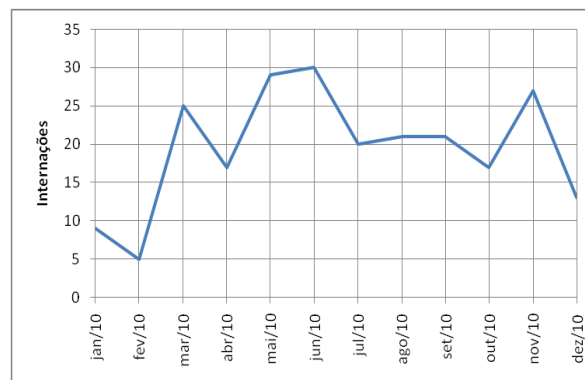


Figura 7 – Série das internações mensais devido a doenças respiratórias de 2008-2013.

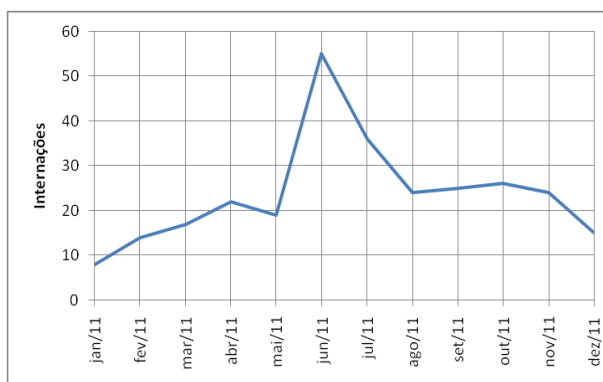
Uma vez que a série de dados apresenta um levantamento diferente no ano de 2008, foram utilizadas no estudo as informações de doenças respiratórias entre 2009 e 2014. Na figura 8, apresenta-se distribuição das internações mensais por doenças respiratórias (DR) para cidade de Pelotas para cada ano entre 2009 e 2014. Pode-se notar que os máximos de internações mensais por doenças respiratórias ocorrem entre os meses de outono e inverno. Especificamente nos meses de maio, junho e julho. Apenas o ano de 2014, figura 8 (f) apresentou o máximo de internações durante o mês de Setembro. Observou-se que a grande maioria das internações por doenças respiratórias ocorrem em crianças do sexo masculino, praticamente o dobro, figura 9. Observando agora os períodos com os valores máximos de internações da série, nos anos de 2009 e 2011, é notado que o número de casos de DR em meninos é duas vezes maior que o de meninas.



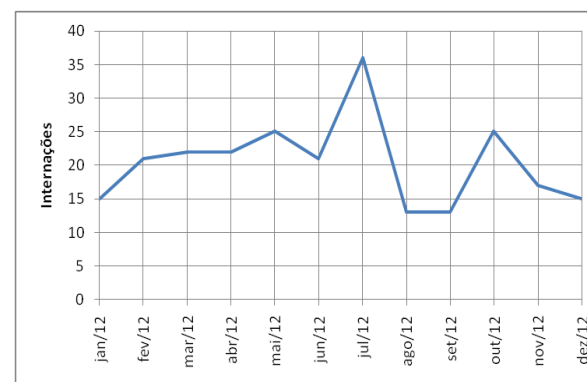
(a)



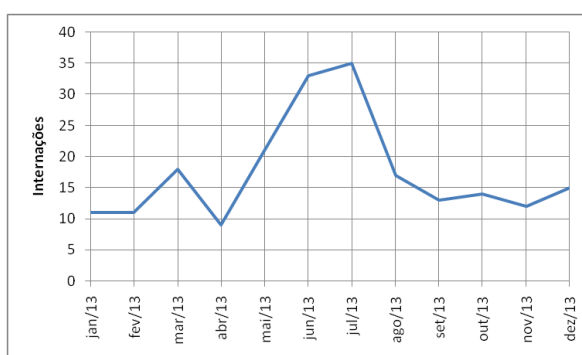
(b)



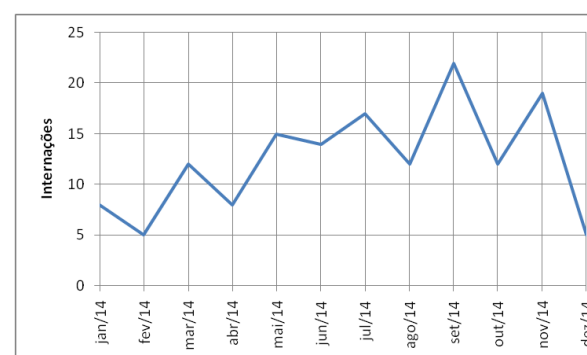
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 8 – Interações por DR em cada ano da série de dados: (a)2009,(b) 2010, (c) 2011, (d) 2012, (e) 2013, (f) 2014.

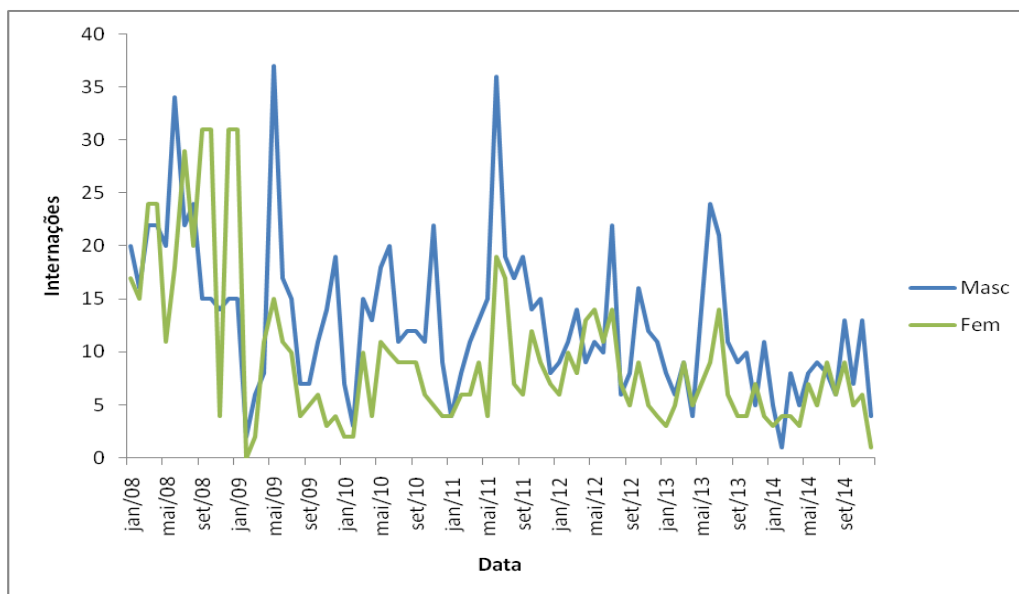


Figura 9 - Internações hospitalares por Doença Respiratória entre 2008-2014 por sexo.

Para estudar as DR referentes ao trato aéreo inferior foram filtradas (IVAI) no banco de dados, as internações por asma, bronquite e bronquiolite, por estas apresentarem um maior número de internações ao longo do período estudado e por estarem em concordância com pesquisas já realizadas para outras cidades (COELHO, 2008). Na figura 10, podemos ver as classificações das doenças respiratórias gerais em IVAI, o que representou 76% dos dados e as outras doenças ficaram com 24%. As IVAI foram ainda divididas em Asma com 45% e as INFEC, que serão classificadas a seguir, com 55%.

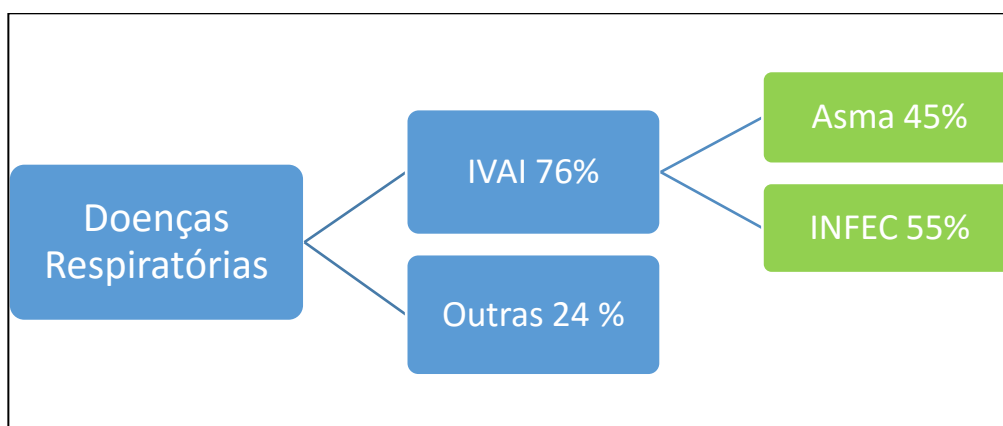


Figura 10 - Divisão das doenças respiratórias neste estudo.

Na figura 11 se pode ver as doenças gerais (DR) e as IVAI. Os dados mensais gerais por DR e de IVAI apresentaram variações muito semelhantes, com valores máximos e mínimos sazonais e picos secundários nas estações de transição. Nota-se também, que o ano de 2011 apresenta maior número de internações, exibindo valores máximos significativos no início do inverno, tanto de DR quanto nas IVAI. Observaram-se valores máximos e mínimos de internações em todos os anos o que coincide com os períodos (meses) frios e quentes e sugere uma oscilação sazonal das internações por doenças respiratórias. Essa constatação está de acordo com outros estudos já realizados no Brasil (BRAUN 2003 e MAIA 2002). Observa-se, também, um pico de internações de crianças no inverno de 2011, bem acima do valor dos outros máximos de internação.

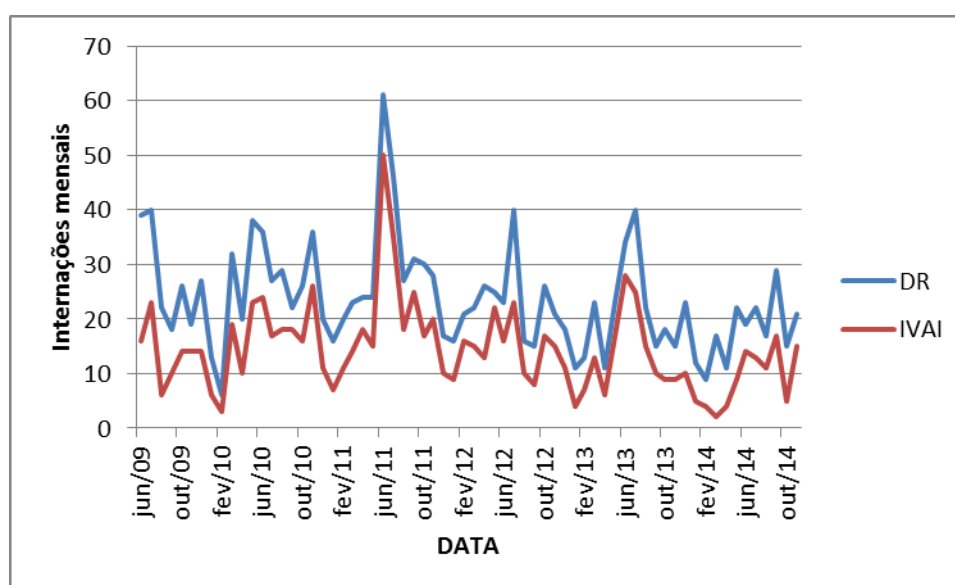


Figura 11 – Internações mensais por doenças respiratórias gerais (DR) e por IVAI entre 2009 e 2014.

Na figura 12 se pode ver a relação percentual das IVAI para as DR. Observa-se a importância das IVAI durante os meses mais frios, podendo chegar próximo de 90% das doenças totais respiratórias. No Verão a representação é muito mais baixa. Por exemplo no verão de 2011 foi de pouco mais de 40% e no verão de 2014 ficou em apenas 10%.

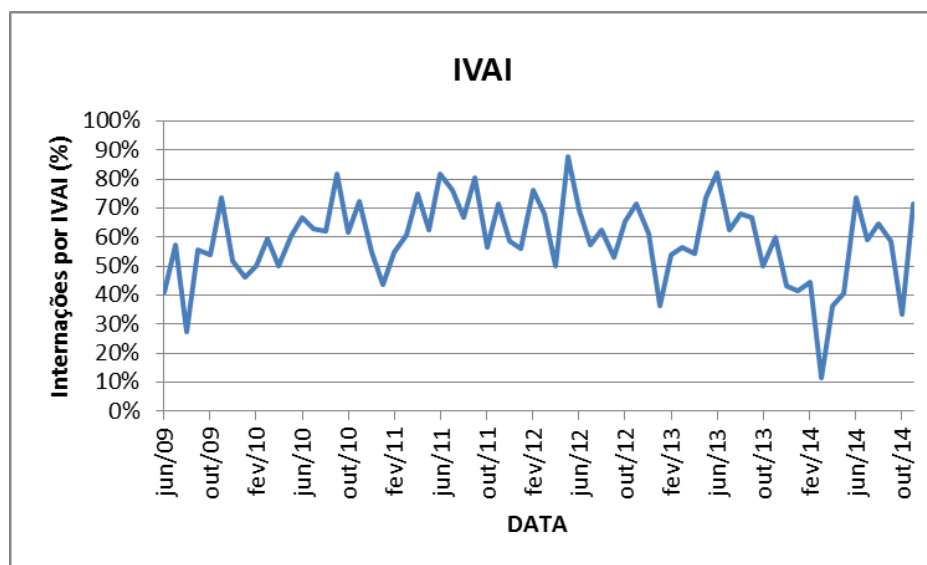


Figura 12 – relação percentual entre IVAI e Internações totais no período

A tabela 5 mostra as anomalias de temperatura e umidade relativa do ar para os invernos (maio, junho e julho) do período considerado para variáveis meteorológicas neste estudo, 2008-2013, em relação à média climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (1961-1990). Em 2008, o Inverno teve temperatura acima da média, sendo mais quente que o normal, mas a partir de 2009 houve uma queda anômala, apresentando valores mais negativos (tornando-o mais frio), especialmente, a partir de 2011 quando a temperatura média mensal ficou mais baixa, apresentando um declínio anual, até atingir o valor máximo de anomalia em 2013, caracterizando-se, portanto, como mais frio que os anteriores. Em relação a umidade, se pode notar que o inverno de 2011 apresentou valores acima da média, sendo, portanto, caracterizado como bastante úmido (a exemplo de 2008). Quando se analisam as duas variáveis um conjunto para essa estação (Inv2011), observa-se, simultaneamente, a ocorrência dos menores valores de temperatura (anomalia) e dos mais altos valores de umidade (anomalia), o que concorda com o período de maior internações hospitalares por DR, indicando haver uma associação entre essa morbidade e os dias frios e úmidos.

Tabela 5 – Anomalia de temperatura e de Umidade Relativa dos invernos em relação a média climatológica. Inv. =trimestre jun, jul, ago.

	Inv.2008	Inv.2009	Inv.2010	Inv.2011	Inv.2012	Inv.2013
T	0,88	-1,94	-0,19	-2,37	-2,71	-3,12
UR	6,08	-1.11	3,61	5,61	-6,46	1,08

Na tabela 6, se pode ver melhor a distribuição das anomalias (T e UR) durante os meses do inverno. Destaca-se que 2011 foi o único ano que apresentou, de forma conjunta, temperatura do ar abaixo da média e umidade relativa do ar acima da média climatológica nos três meses do inverno, na cidade de Pelotas. O ano de 2012 teve temperatura abaixo da média, porém, foi mais seco. Em 2013 manteve-se temperaturas abaixo da média, mas umidade acima da média somente nos meses de junho e agosto. No total, considerando todos os invernos, junho e agosto foram os meses que apresentaram anomalias negativas de temperatura e positivas de umidade relativa do ar.

Tabela 6 - Anomalias de Temperatura (aT) e de Umidade Relativa (aUR) para os meses de inverno dos anos estudados.

	aT (°C) Jun	aUR (%) Jun	aT (°C) Jul	aUR (%) Jul	aT (°C) Ago	aUR (%) Ago
2008	- 0,78	0,62	1,99	3,79	-0,33	1,68
2009	-1,04	1,24	-2,67	-2,35	1,79	0,00
2010	0,83	1,53	-0,36	0,12	-0,66	1,96
2011	-0,18	1,08	-1,59	1,30	-0,61	3,22
2012	-0,28	-1,58	-2,43	-3,13	Sem dados	-1,76
2013	-0,15	1,21	-1,27	-0,59	-1,75	0,46
Totais	-1,6	4,1	-6,33	-0,86	-1,23	5,56

Para se conhecer o número comum de internações por IVAI, na figura 13 é mostrado um histograma do total mensal de internações hospitalares devido a estas doenças. O intervalo compreendido entre 9 e 16 internações mensais aparece como o mais frequente (observando neste intervalo 27 meses com internações), o que

representam 41% dos 66 meses do período (5 anos e meio devido a falta de dados iniciais). Em seguida, o intervalo 16-23 internações aparece como o mais comum. Observa-se que meses com mais de 30 internações são pouco comuns.

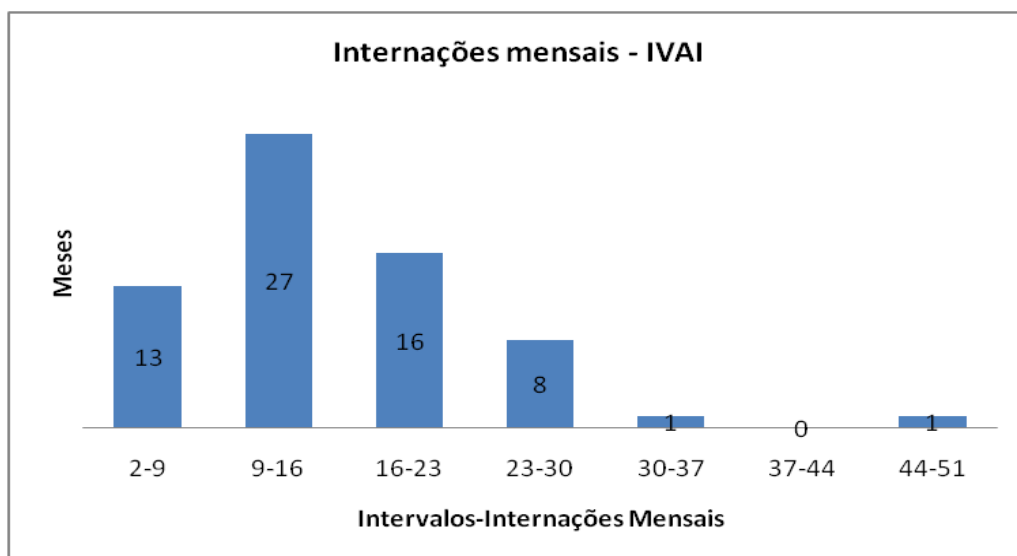


Figura 13 – Histograma dos dados totais de doenças respiratórias para a cidade de Pelotas.

A figura 14 mostra os totais anuais (a) e mensais (c), as médias anuais (b), mensais (d) e diárias (e) de internações hospitalares por DR. As internações médias mensais de IVAI também são apresentadas, para fins de comparação (f). O total anual apresenta, ao longo da série de dados, valores altos de internações em 2009 e um máximo em 2011, com posterior tendência de queda. Em relação aos totais mensais, valores máximos foram observados nos meses de maio, junho e julho, figura 14(c) e (d). A média mostra a realidade devido a falta de dados para o mês de maio.

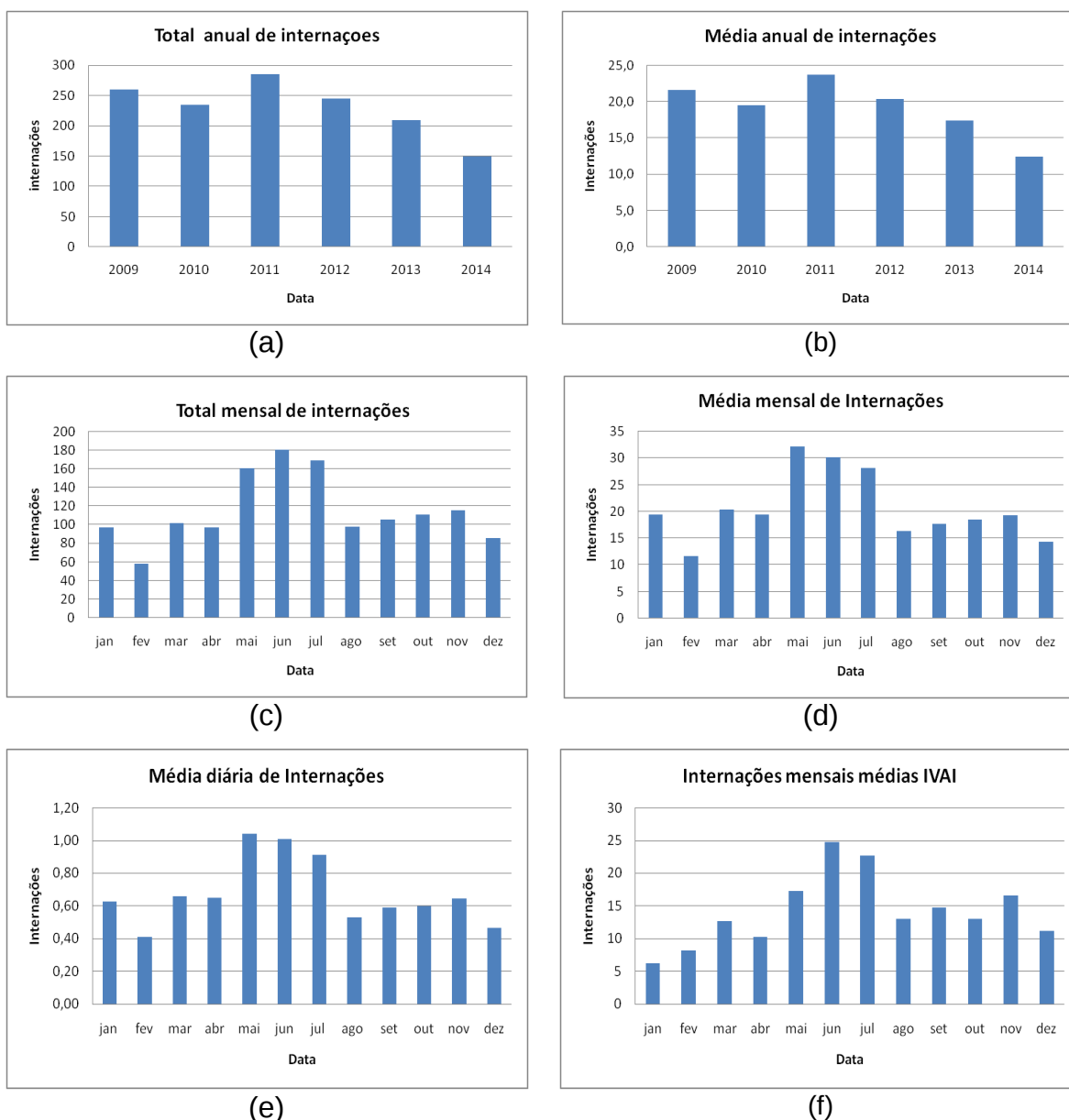


Figura 14 – Distribuição das internações na cidade de Pelotas entre 2009 e 2014 de crianças menores de 9 anos. (a) Total anual, (b) Média anual, (c) Total Mensal, (d) Média mensal, (e) Média diária, (f) Média mensal de internações por IVAI.

Para a média anual, figura 14(b), o padrão é mantido com máximo em 2011 próximo de 25 internações por DR. as internações mensais totais e médias apresentam valores bem destacados dos demais nos meses de maio, junho e julho. As internações médias mensais por IVAI, figura 14(f) apresentam valores máximos destacados nos meses de junho e julho. Os valores de alguns meses parecem ser diferentes. Por exemplo, observa-se no gráfico das IVAIs (Figura 14f), que as internações durante o inverno são maiores no mês de junho do que julho e em agosto são menores do que em setembro. Por outro lado, nas médias mensais de

todas as doenças respiratórias, as internações são semelhantes e até um pouco maiores em julho do que junho. O mês de maio apresenta o maior número de internações nas doenças totais, mas é menor do que os meses de junho e julho nas IVAI.

Resolveu-se, portanto, estudar melhor as doenças relacionadas às IVAI. A primeira avaliação foi feita para internações por Asma. Cabe aqui citar a metodologia usada por Hondula et al. (2002) onde é separada a asma de outros tipos de doenças, como as doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), classificação essa feita a partir da “Encyclopedia of Diagnostic Imaging”. Como mostrado anteriormente, as IVAI são formadas por Asma e INFEC. Na figura 15, observa-se a proporção das internações por asma nas IVAI. A asma possui um padrão diferenciado com máximo em maio e queda das internações durante os meses do inverno.

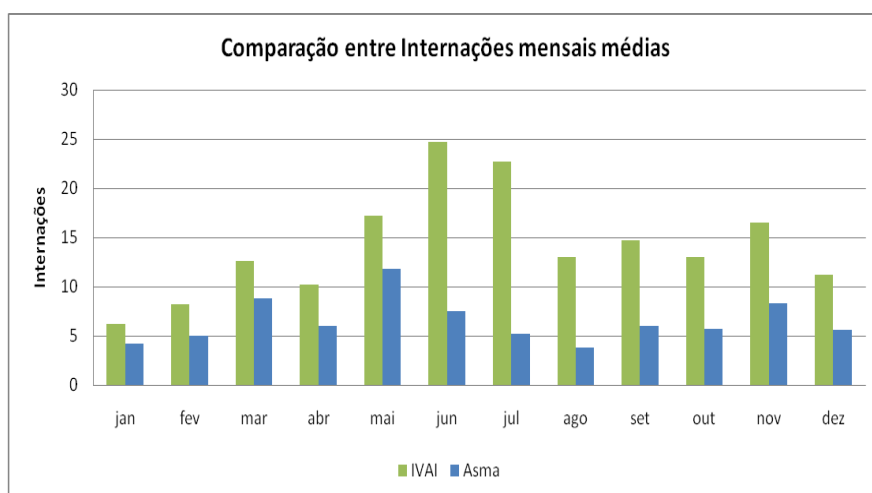


Figura 15 – Distribuição anual das internações por asma e IVAI em crianças menores que 9 anos entre 2009 e 2014.

Enquanto as IVAI aumentam nos meses mais frios, a asma é mais representativa nos meses de outono, principalmente em maio.

A divisão das IVAI pode ser vista na figura 16. As internações totais mensais por asma em toda a série estudada na figura 16 (a). Observa-se que o padrão é diferente das DR e IVAI. não seguindo a marcha (oscilação) da temperatura, apresentando um máximo de internações no mês de maio e um pico significativo também no mês de março. O mês de maio, em Pelotas, climatologicamente registra as primeiras entradas de massas de ar frio intensas do ano. O mês de novembro

aparece da mesma forma, com valores maiores que os meses de inverno: julho e agosto. Este aumento das internações por asma em novembro pode ser devido as alergias, atribuídas geralmente aos polens das plantas, típicas de primavera, porém, é necessário um estudo mas detalhado para se conhecer melhor este padrão e responder a essa hipótese. Somente junho tem valor um pouco maior, mesmo assim não parece responder diretamente as variáveis meteorológicas umidade do ar e temperatura, analisadas anteriormente. Diante deste problema, buscou-se avaliar as outras doenças que formam as Infecções das vias áreas inferiores (IVAI), neste estudo denominadas por INFEC, figura 16 (b). As INFECs possuem máximos bem diferenciados nos meses de junho e julho, consideravelmente maiores que os valores da Asma. Isso está de acordo com os padrões de temperatura e umidade avaliadas para estes meses na cidade de Pelotas.

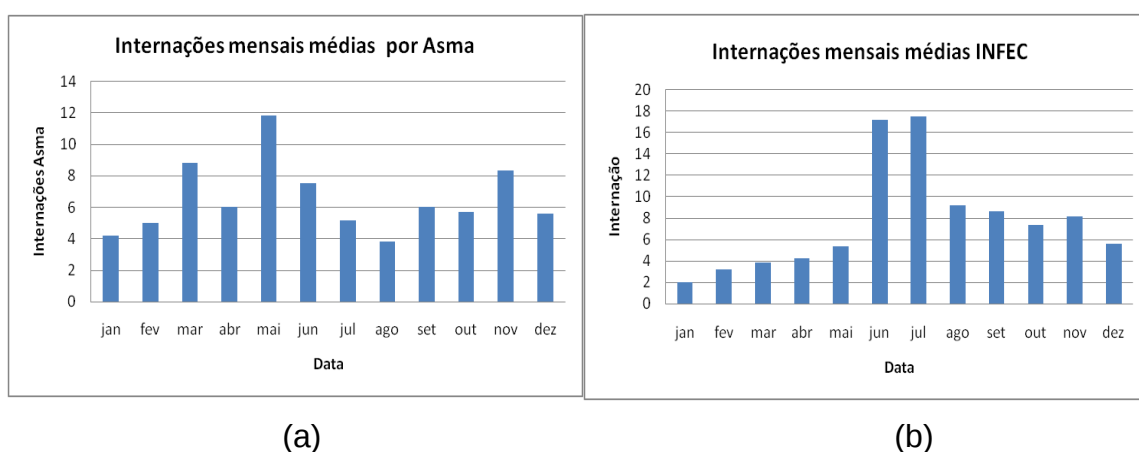


Figura 16 – Internações médias mensais: (a) por Asma e (b) por INFEC.

As INFECs, portanto, parecem modular as internações gerais (DR) em Pelotas, principalmente nos meses mais críticos de inverno, junho e julho. Observa-se, na figura 17, que a marcha das variáveis são muito parecidas. Numa análise subjetiva dos padrões, apresentam grande correlação.

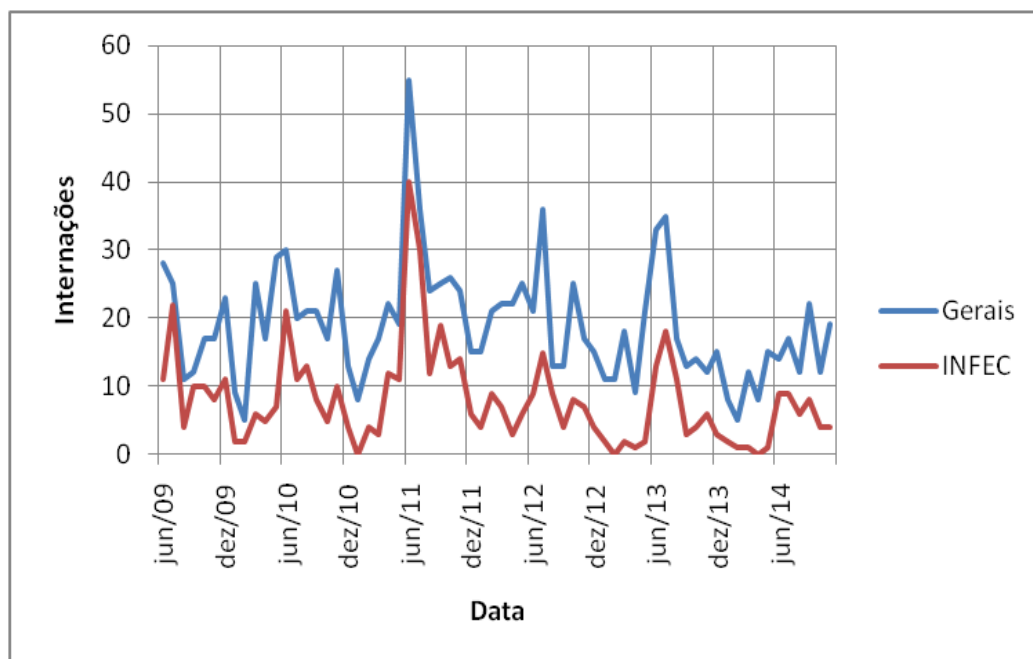


Figura 17– Comportamento geral das internações de crianças e o comportamento das internações por INFEC na cidade de Pelotas, 2009 a 2014.

Observa-se que, mesmo havendo maior contribuição das INFEC para o total das IVAI nos meses de primavera, ela é fundamental nos meses do inverno, principalmente em junho e julho, quando as IVAI representam a maioria das internações gerais por doença respiratória. A Asma destaca-se no mês de maio.

Na tabela 7, foram classificados os meses de inverno (junho, julho e agosto), e os meses considerados de transição da estação fria, maio e setembro. Obteve-se em maio a presença da maioria de dias do tipo frio e úmido (73) e frio e saturado (54) e baixos valores de dias secos. Associando estes dados de variáveis meteorológicas com dados de internação, o mês de maio obteve 86 internações médias e destas 69% foram devido a asma e 31% referentes a INFEC. Para os meses de junho e julho o destaque é para os dias climáticos “muito frio e úmido”, “frio e úmido” e “frio e saturado” mostrando a grande importância das variáveis de temperatura e umidade para o período. Nestes meses destaca-se, também, o dia “muito frio e saturado” onde a ar está saturado de vapor ou próximo a saturação, o que geralmente vem associado a chuva, garoa, tempo permanentemente encoberto, circulação de umidade através de sistemas sinóticos, ou seja, fatores de umidade juntamente com temperatura baixa, entre 1,4 e 10,4°C.

Tabela 7 – Classificação dos dias climáticos para Pelotas entre 2008-2013 e avaliação percentual da internação por Asma e INFEC em relação a IVAI . Também apresenta o número total de internações por IVAI nos meses mais frios.

	maio	jun	jul	ago	set
Muito frio e seco	1	2	5	1	1
Muito frio e úmido	11	52	64	45	8
Muito frio e saturado	2	31	29	12	0
frio e seco	3	6	4	1	14
frio e úmido	73	55	47	71	74
frio e saturado	54	44	44	32	30
Ameno e seco	4	2	3	3	10
Ameno e úmido	28	5	5	23	47
Ameno e saturado	21	3	2	3	9
INFEC	31%	70%	77%	71%	59%
ASMA	69%	30%	23%	29%	41%
IVAI	86	148	136	78	88

Os dois meses (Junho e Julho) possuem os maiores valores de IVAI, e as INFEC representam respectivamente 70 e 77%. O mês de Agosto está mais próximo da média dos dados, com 71 dias referentes ao “dia climático” “frio e úmido”, mas com significativa presença de dias de extremos, com altos valores conjuntos de frio e umidade. Agosto mantém a tendência do inverno e segue com grande número de internações referentes às INFEC, 71%. O mês de setembro apresenta grande parte dos dias “frios e úmidos” e poucos dias na classificação “muito frio”. Destaca-se a redução do teor de umidade e da temperatura nesse mês, deixando-o com os maiores números de dias na classificação “seco”: dias frios e secos (14) e amenos e secos (10). Isso não quer dizer, porém, que não há dias ou períodos com grande quantidade de umidade em setembro. Houve 30 dias do tipo “frio e saturado”. A diminuição da umidade mensal pode indicar uma menor frequência de atuação de sistemas frontais na região, principalmente as passagens de frentes frias.

Agora, o objetivo é analisar intervalos de escalas menores, referentes a períodos com máximos e mínimos de internações diárias, associadas aos meses já analisados. Na figura 18 (a), podemos ver as internações diárias por IVAI durante o período de janeiro de 2008 à Dezembro de 2013. A grande maioria dos dias não apresenta nenhuma, ou somente uma internação hospitalar. Os dados considerados altos valores de ingresso hospitalar diários são formados, na maioria, por três e

quatro internações. Observa-se que, no período de 2008 até maio de 2009, os dados são referentes a um levantamento e filtro diferentes do restante da série (foram incluídos posteriormente). Nos primeiros são incluídas as Pneumonias e as Grippes, portanto, os máximos de internações são diferenciados, apresentando valores (máximos) maiores que o restante da série. De qualquer maneira, os números máximos de internações diárias acontecem nos meses de maio a agosto, quando há também dias seguidos com altas internações. Na figura 18 (b), podemos ver o filtro com dados iguais ou superiores a duas internações devido a IVAÍ.

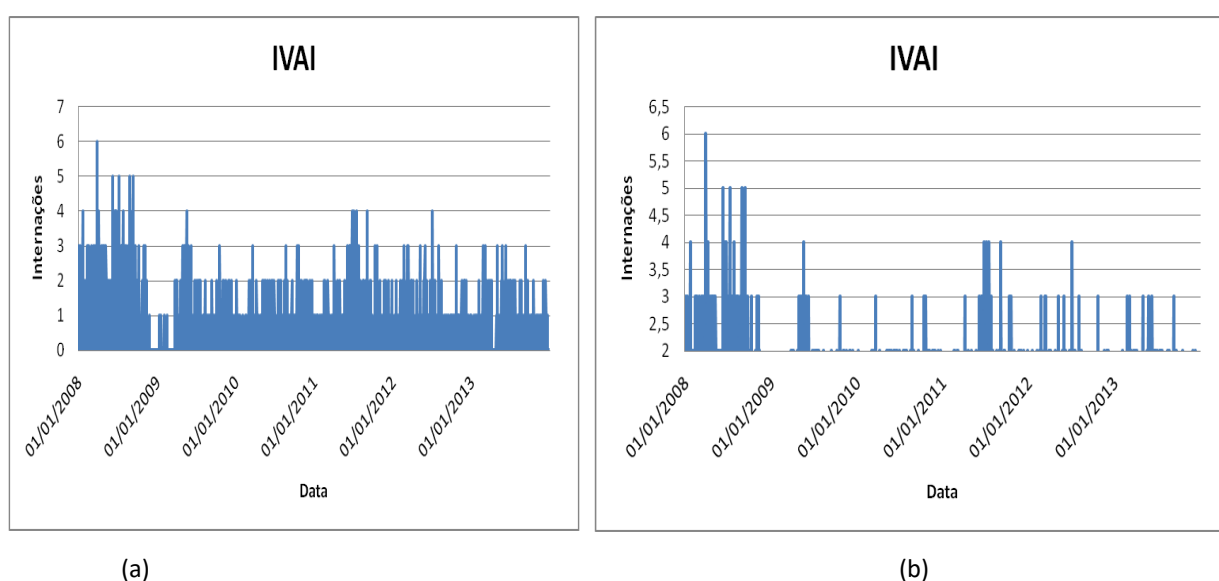


Figura 18 – Internações diárias por IVAÍ, entre 2008 e 2013 (a), bem como, filtrada para acima de 2 internações, para melhor visualização (b).

Na figura 19, a série é feita somente para os meses de junho e julho. Nota-se que os máximos de internações diárias por IVAÍ ocorrem principalmente nos anos de 2008 e 2011, (ressaltando que 2008 possui dados diferentes da série total) apresentando em alguns dias máximos de quatro internações, em 2012 e três internações em 2012. Estes períodos de internações concordam com a análise mensal utilizada anteriormente, onde os máximos de internações por IVAÍ foram observados nos meses de Julho e Julho, figura 14 (f), sobretudo para doenças do tipo INFEC, figura 16(b). Ficou evidente, na análise mensal realizada neste estudo, quando as internações mensais foram avaliadas juntamente com a temperatura e a umidade, a presença de um grande número de dias frios e úmidos, que possivelmente aumentaram o número de internações nestes meses que mostraram possuir as maiores anomalias negativas de temperatura, (ver Tabela 6).

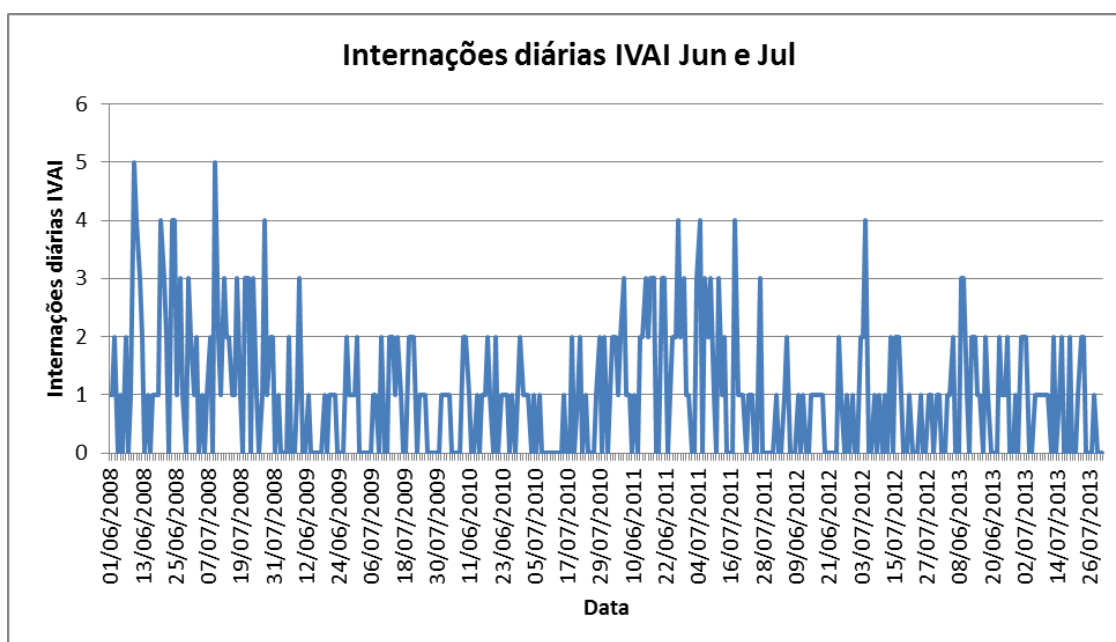


Figura 19 - Internações diárias nos meses de junho e julho, entre 2008 e 2013.

Para avaliar os padrões meteorológicos das escalas de tempo menores, típicos da passagem de sistemas frontais, foi utilizado o método estatístico multivariado de Análise de Componentes Principais (ACP), utilizando todas as variáveis citadas na metodologia 2008-2013. Foram obtidas no processo estatístico dez componentes principais formadas por 21 autovetores e também as observações da nova variável formada pela variação conjunta dos dados para cada dia do período estudado. A esses resultados associaram-se as internações hospitalares diárias através do método de Regressão Linear Múltipla (RLM). Para isso, foi feito um filtro para dias com 2 a 5 internações. Estes dias foram associados pela RLM com os escores das 21 variáveis meteorológicas de dados referentes ao mesmo dia da internação, um dia, dois dias e até três dias antes. Os resultados mostraram as componentes principais com a maior correlação com as internações hospitalares por IVAI, Tabela 8, nas quais foi utilizado o coeficiente de Pearson (r), que possui valores entre -1 e 1. A maior correlação, 0,31, foi obtida com as componentes avaliadas pelo teste estatístico como as mais importantes no geral: as componentes nove, três e sete, com um atraso ("lag") de três dias, entre a variável meteorológica e a ocorrência das internações (ou seja, três dias antes). A segunda maior correlação ocorreu para o dia da internação, ("lag 0"), para as componentes 10, 4 e 3. Observa-se que a correlação foi aumentando do lag -1 até o lag -3, neste último

apresentando-se o máximo valor. Ou seja, as condições do tempo possuem maior importância três dias antes da internação e, em seguida, no próprio dia da internação.

Tabela 8 – Componentes Principais mais importantes e coeficiente de Pearson (r) para 2 a 5 internações diárias por IVAI no dia da internação (lag 0), um dia antes (lag -1), dois dias (lag-2) e três dias (lag -3).

	lag 0	lag -1	lag -2	lag -3
Componentes	10, 4 e 3	8,4 e 3	9,3 e 6	9, 3 e 7
r	0,241	0,192	0,209	0,309

A fim de avaliar as condições de tempo mais significativas e compactar ainda mais os dados através do teste t de *Student* foi selecionada a componente com maior grau de significância dentro de cada *lag*, tabela 9. Para o dia da internação a componente mais significativa foi a 4, para dois dias e um dia antes do ingresso ao hospital foi a componente 3, e para 3 dias antes, a componente 7. Após isso, foi feita uma nova regressão linear agora entre duas variáveis, Regressão Linear Simples, e foi obtido um novo coeficiente de Pearson para a relação entre a variável e a internação. No lag 0 (sem atraso, entre a variável meteorológica e internação), a relação entre a variável 4 e a internação mostrou obtido um $r=0,19$. Com o lag -1 e -2, para a relação da variável 3 com a internação foi, para ambos, obtido um $r=0,16$. Para a relação entre a componente principal 7 e a internação obteve-se um r de 0,21.

Tabela 9 – Componentes principais mais importantes para o dia da internação e lag de 1 a 3 dias, selecionadas pelo teste t de Student. Novo coeficiente de Poisson (r) resultante da Regressão linear simples com a mais importante componente e as internações.

	Lag 0	Lag -1	Lag -2	Lag -3
Componente	4	3	3	7
Teste t	-1,822	-1,755	-1,488	-2,151
r	- 0,194	- 0,16	- 0,162	- 0,214

Em outras palavras, a correlação apresentou maior valor para três dias antes da internação por IVAI: 21%. O segundo maior valor de correlação entre as

condições do tempo em Pelotas e a internação, foi obtido para o dia que o paciente foi internado (sem atraso entre “tempo e internação”), 19%.

Posteriormente, foram avaliados os autovetores, onde as condições do tempo podem ser analisadas com as 21 variáveis do estudo. Na figura 20, podemos ver as variáveis e os valores dos autovetores resultantes da ACP. A análise pode ser feita segundo a equação:

$$z = x'_1 \cdot e_1 + x'_2 \cdot e_2 \dots + x'_n \cdot e_n$$

Onde:

x'_1 = anomalia da primeira variável; x'_2 = anomalia da segunda variável; e_1 = componente do autovetor $\vec{e}$; e_2 = componente do autovetor $\vec{e}$.

O objetivo é analisar somente as variáveis que possuem maior importância para a variação conjunta dos dados. Na figura 20, as variáveis mais importantes para a internação por IVAI são a direção do vento às 9:00 (DIR9) e às 21:00 (DIR 21) hora local. Como foi obtido uma correlação inversa, através do teste t de *Student*, a análise fica com sinal negativo, então temos:

$$z = (x'_1 \cdot e_1 + x'_2 \cdot e_2), \text{ fica}$$

Internação IVAI = - (DIR9'.autovetor1 + DIR21'.autovetor2) (3)

DIR9' = anomalia de direção do vento às 9:00

DIR21' = anomalia de direção do vento às 21:00

autovetor1 = valor do autovetor 1 (figura 20)

autovetor2 = valor do autovetor 2 (figura 20)

Da figura 20 temos:

Direção do vento média às 9:00 = 204,3°

Direção do vento média às 21:00 = 195°

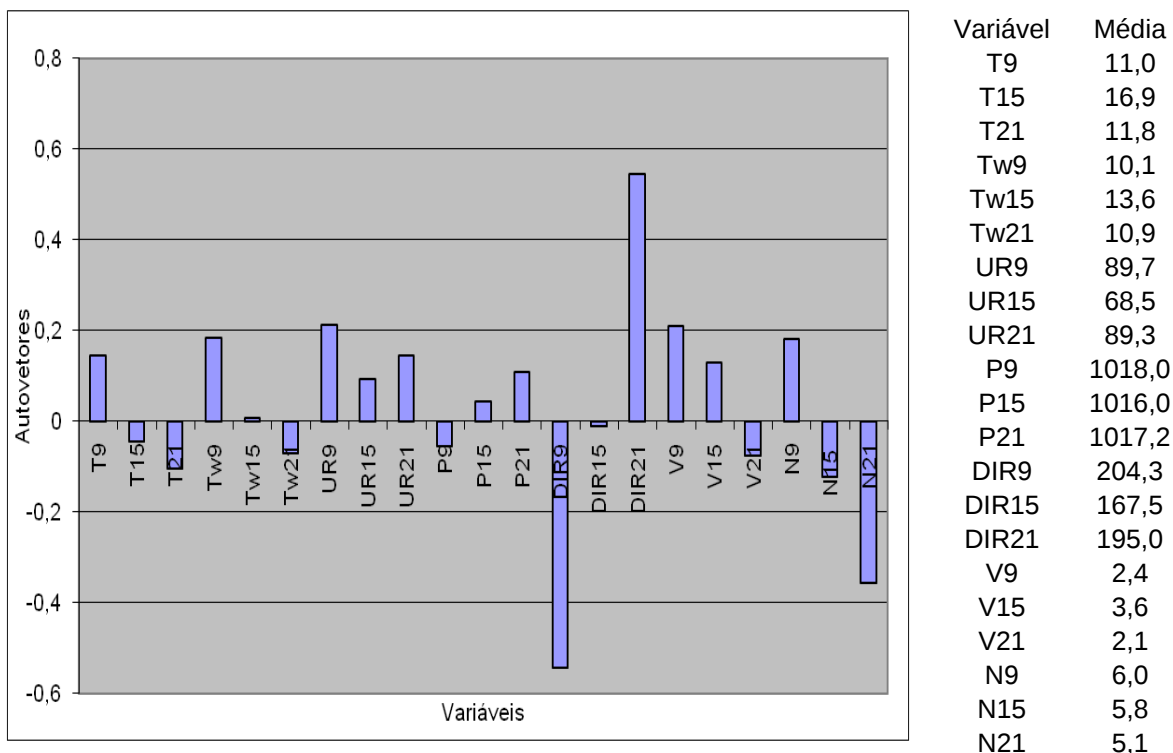


Figura 20 – Componente 7: a mais importante componente representando o giro do vento 3 dias antes das interações por IVAI. À esquerda são mostradas as médias das variáveis para comparação com as anomalias, que devem ser multiplicadas pelo valor dos autovetores para a análise.

Como os valores dos autovetores já possuem um sinal fixo resultante do método da ACP (figura 20), para a interação ser positiva (aumentar), o vento deve possuir uma anomalia positiva (comparar com a média da direção do vento na figura 20) na observação das 9:00 e uma anomalia negativa na observação das 21:00, como mostra a análise de sinal a seguir:

$$\text{Interação IVAI} = - [(+) (-) + (-) (+)] \rightarrow \text{IVAI} = (+) \uparrow$$

↑ = aumento das interações

Assim, para aumentar (↑) as interações por IVAI, é necessário que o vento (3 dias antes) tenha anomalia positiva, seja maior que a média de 204,3° às 9:00hs local (figura 21), portanto, vento com componente variando de-sudoeste até oeste, noroeste e próximo de norte; e menor que 195°; anomalia negativa às 21:00hs, que são os ventos de setor sul e abrangendo os setores sudeste, leste, nordeste e norte. Ou seja, mudanças grandes de quadrantes de vento com características diferentes. O importante é que deve haver uma grande diferença de direção do vento durante

este dia. Isso acontece, principalmente, quando há entrada de sistemas frontais que avançam rapidamente mudando a direção do vento de norte para sul.

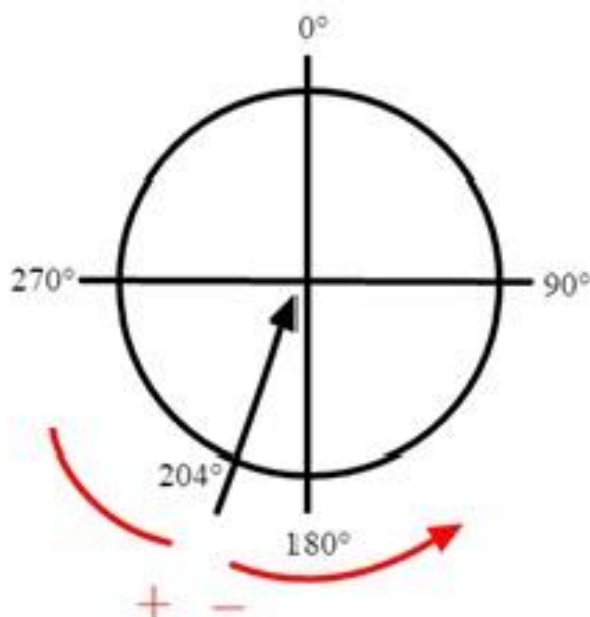


Figura 21– anomalia de direção do vento positiva e negativa.

Exemplo com a média às 9:00hs (DIR9).

A Figura 22 representa as condições do tempo para 2 e 1 dia antes da internação por IVAI. Pode ser feita a mesma análise do gráfico anterior: as variáveis que estão no setor negativo do gráfico aumentam e as variáveis que estão no setor de valores positivos dos autovetores diminuem. Isso resulta em, principalmente, grande aumento de nebulosidade e umidade relativa e grande queda de temperatura às 15:00. As outras variáveis concordam com as condições observadas de tempo frio, úmido e com aumento da velocidade do vento para dois e um dia antes da internação. A umidade relativa é alta às 15:00 e o vento aumenta às 21:00.

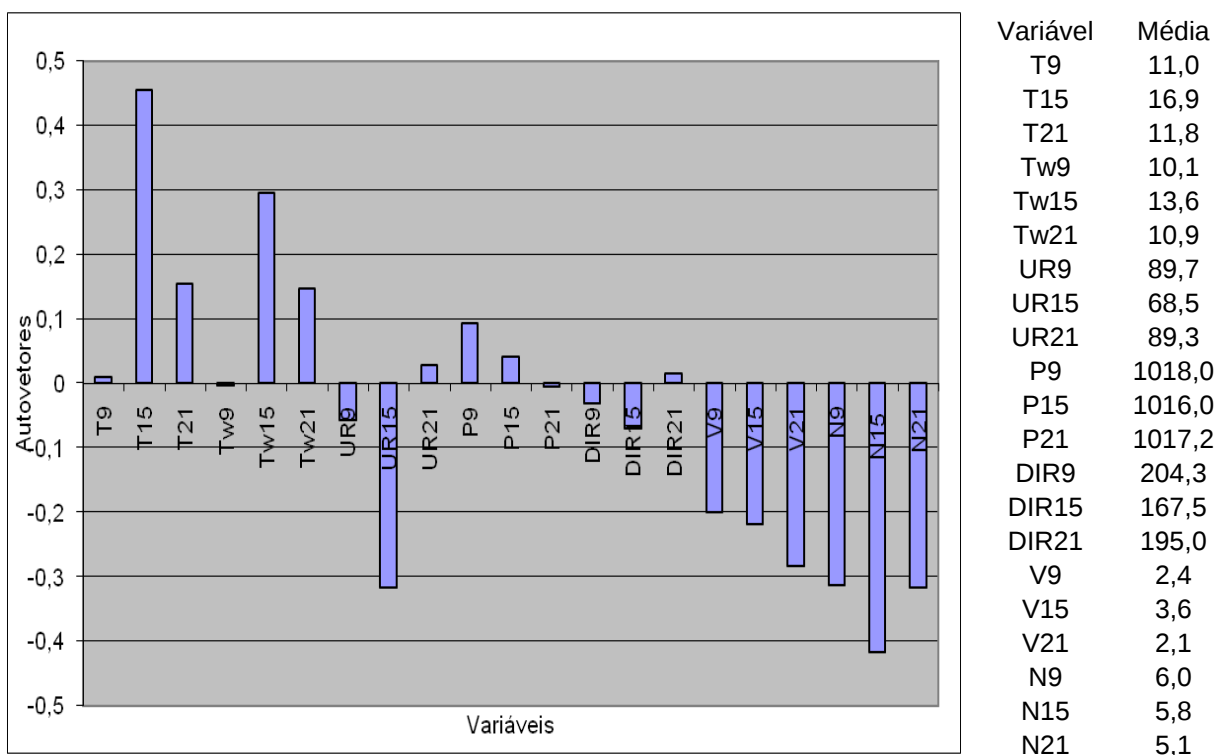


Figura 22 – Componente 3: representa 1 dia e 2 dias antes das interações por IVAI.

Destaca-se a grande diminuição da temperatura e da Umidade Relativa às 15:00 hs. Também há significativa importância a nebulosidade e a velocidade do vento.

A figura 23 é relativa ao dia da interação por IVAI (*lag* 0). Nota-se, novamente, uma maior importância da velocidade do vento. Também exerce grande importância a (diminuição da) direção do vento e, logo em seguida, o aumento da pressão atmosférica e redução da umidade relativa. Podemos concluir que esta configuração do tempo está relacionada com o avanço de sistemas frontais (intensos, bem configurados), que climatologicamente resultam em vento soprando do quadrante sul advectando ar frio, juntamente com a entrada de umidade, segundo esta análise, um e dois dias antes da interação. No dia da interação, devido ao aumento da pressão atmosférica, o maior destaque é dado para a velocidade do vento. Fica caracterizado o tipo de tempo com predominância de sistemas de alta pressão atmosférica, com um acentuado gradiente de temperatura na periferia do sistema, que possa gerar o vento mais forte (intenso).

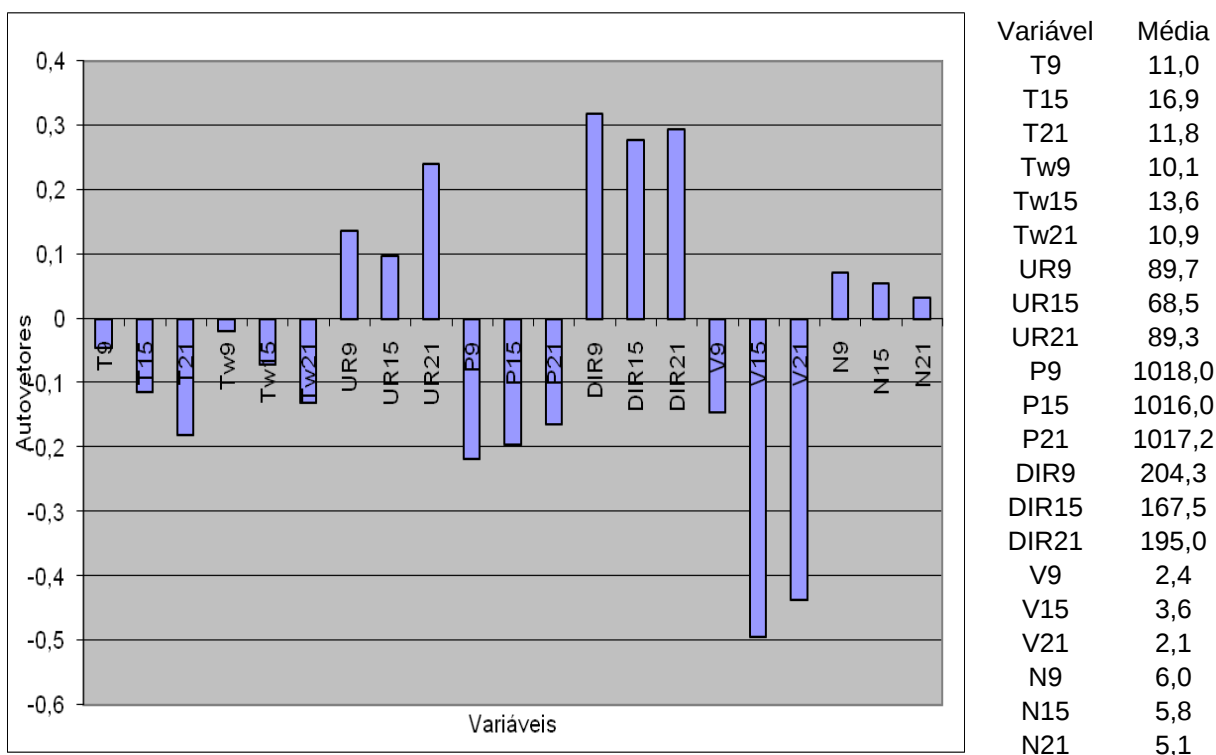


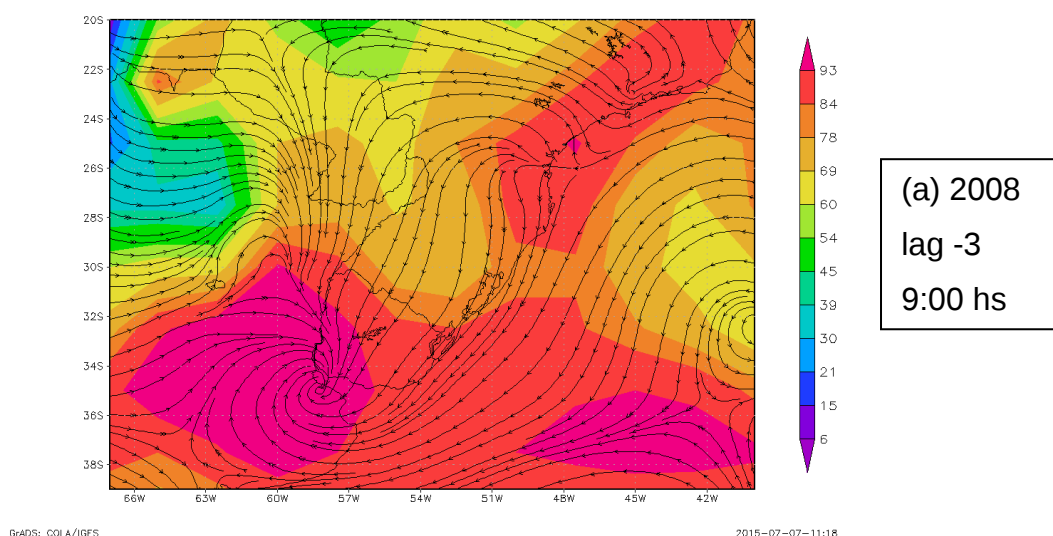
Figura 23 - Componente 4; Destaca-se a grande aumento da velocidade do vento e da pressão atmosférica no dia da internação.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Gioulekas et al. (2004), onde mudanças repentinas de tempo no inverno e primavera eram responsáveis pelo aumento no número de consultas hospitalares por resfriado e gripe. Da mesma forma, no estudo de Braun (2003), que encontrou a mesma defasagem de 3 dias na internação, em relação ao frio (temperatura mínima) para óbitos em idosos devido a doenças cardiovasculares, na cidade de São Paulo - o autor constatou que 64,89% das mortes foram devido ao estresse causado pelo frio.

4.1 Estudos de Caso

Os campos meteorológicos, relacionados às condições do tempo obtidas pelas Componentes Principais (CPs) serão agora utilizados na análise de dois estudos de caso. Os dois casos escolhidos se referem a campos meteorológicos relacionados a períodos com 4 e 5 internações diárias (de mais altas internações em um mesmo dia), em dois diferentes invernos. Para o ano de 2008 foi estudado o dia 10 de junho e no ano de 2011 foi estudado o dia 18 de julho. O objetivo é mostrar padrões de tempo meteorológico estabelecidos pelas CPs obtidas.

Na figura 24 são mostrados os campos de umidade relativa e linhas de corrente à superfície para três (3) dias antes das interações por IVAI. Nas figuras 24 (a) e (b) são mostrados os períodos das manhãs e nas figuras 24 (c) e (d) os períodos da noite. Observa-se que no ano de 2008 o vento teve ampla mudança de direção do período da manhã para a noite na região de Pelotas. O vento pela manhã sobre a região de Pelotas estava do quadrante norte nos dois anos estudados, figura 24 (a) e (b). Em 2008, com vento de norte e uma alta pressão (anticiclone) entre o Uruguai e a Argentina e em 2011 com uma confluência de ventos na Argentina. No período da noite, figura 24 (c) e (d), em 2008 a região da confluência de ventos de sul e de norte está no Rio Grande do Sul já apresentando bastante umidade (acima de 90%) sobre a região do município de Pelotas, figura 24 (c), e se aproximando do estado em 2011 ainda não apresentando o núcleo de maior umidade sobre o município. De qualquer forma está caracterizada a entrada de um sistema frontal. Estes resultados concordam com aqueles obtidos anteriormente no estudo das CPs, uma vez que a CP 3 também é importante no *lag* -3 mas não mostra ser fundamental para o aumento das interações.



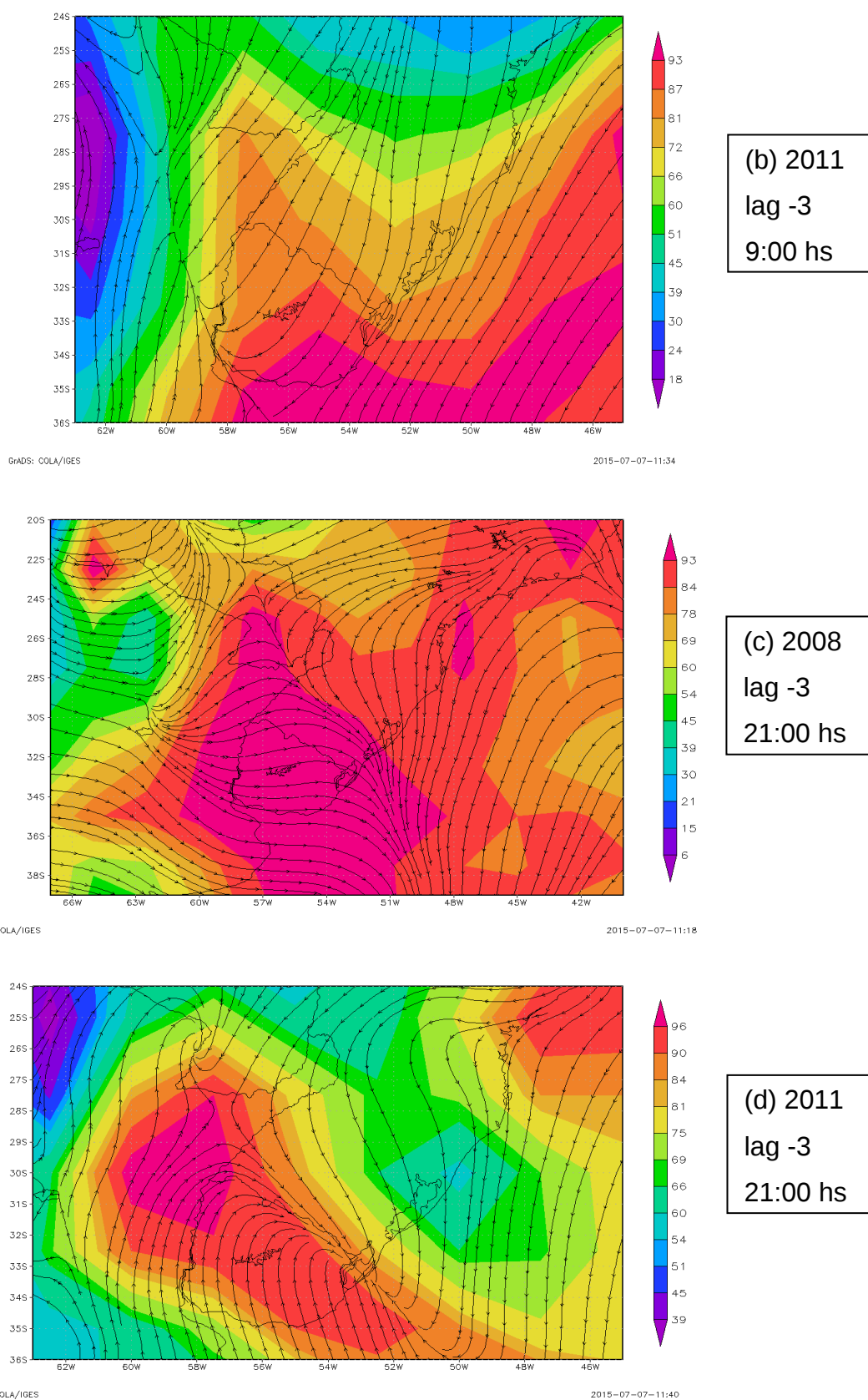
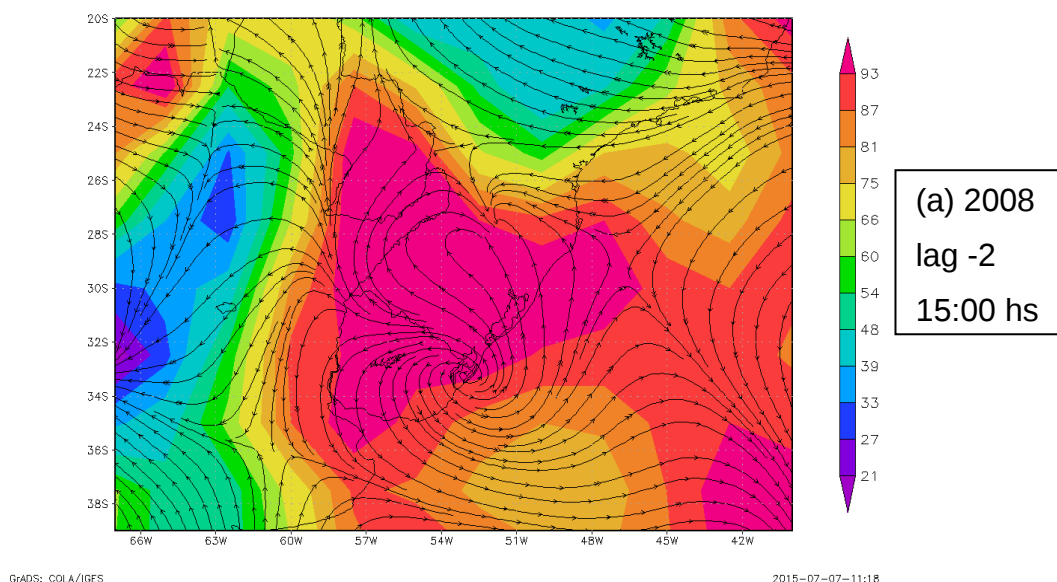


Figura 24 – Umidade Relativa e direção do vento para 3 dias antes da internação no começo do dia, 2008 (a) e 2011 (b) e no final do dia 2008 (c) e 2011 (d).

A figura 25 mostra os campos de umidade relativa e linhas de corrente para dois dias antes das interações. Evidencia-se um aumento da umidade relativa à tarde tanto para o ano de 2008 (25a) quanto para 2011 (25b). Nos dois casos a umidade é máxima neste período, porém, no ano de 2008 alta umidade do ar domina todo o estado do RS com a presença de um sistema anticiclônico no estado do Rio Grande do Sul, o que provoca vento do setor sudeste sobre a cidade. Já no ano de 2011 há algumas regiões secas ao norte o vento sopra de sudoeste. Identifica-se que a frente fria já passou pelo município. Os dois casos estão de acordo com as componentes principais, onde a umidade apresenta grande importância da umidade 1 e 2 dias antes das interações por IVAI.



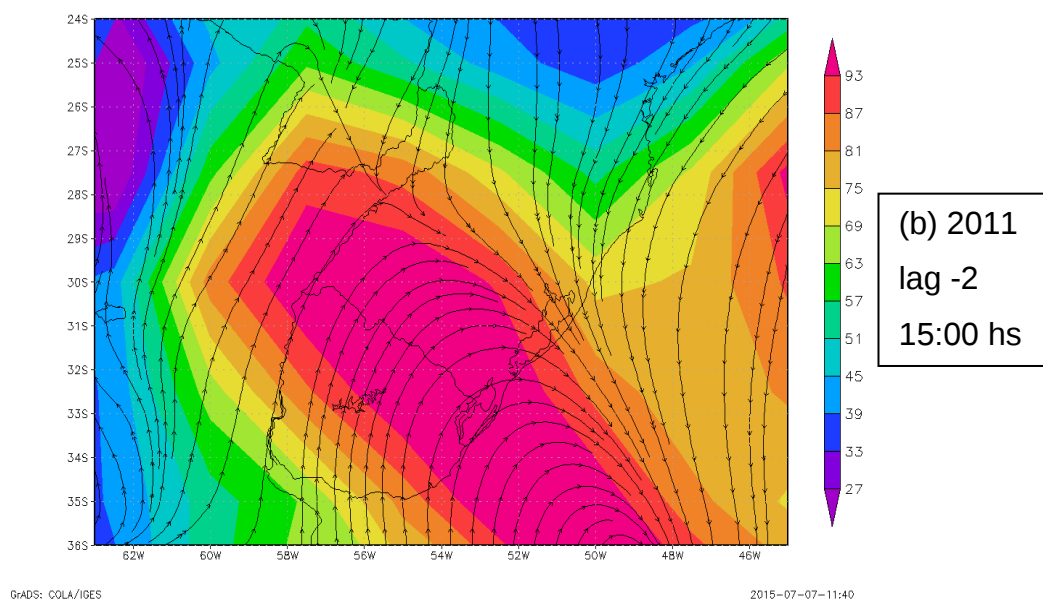


Figura 25 – Direção do vento e umidade relativa para 2 dias antes da Internação por IVAI. 2008 (a) e 2011 (b).

Na figura 26, os campos são para as variáveis linhas de corrente e temperatura à superfície também para dois dias antes das internações. Observa-se que para 2008, figura 26 (a), assim como no campo de umidade, há a presença de um centro de alta pressão no extremo sul gaúcho e um gradiente de temperatura mostrando temperatura relativamente baixas sobre a região de Pelotas. No ano de 2011, o campo de temperatura apresenta uma gradiente um pouco diferenciado do anterior, com a presença de confluência de ventos, característico da frente fria. Os dois padrões possuem uma configuração de entrada de ar frio.

A figura 27 é para um dia antes da internação e mostra os campos de linhas de corrente e umidade relativa à superfície no período da tarde. No ano de 2008, figura 27 (a) nota-se que a umidade relativa é alta e o vento apresenta direção do quadrante leste. Relativo ao ano de 2011, figura 27 (b), o vento é da direção sudeste e a umidade relativa está mais baixa em Pelotas. O núcleo principal (com umidade 100%), está localizado ao norte do Rio Grande do Sul. Na figura 27 (c) e (d), ainda relativa ao *lag* -1 (um dia antes da internação), mas agora mostrando campos de linha de corrente e temperatura do ar, observa-se vento de leste configuração de entrada de ar frio. Em 2011 o vento também é de sudeste e a temperatura apesar da mudança de cor na figura, está na mesma faixa no município.

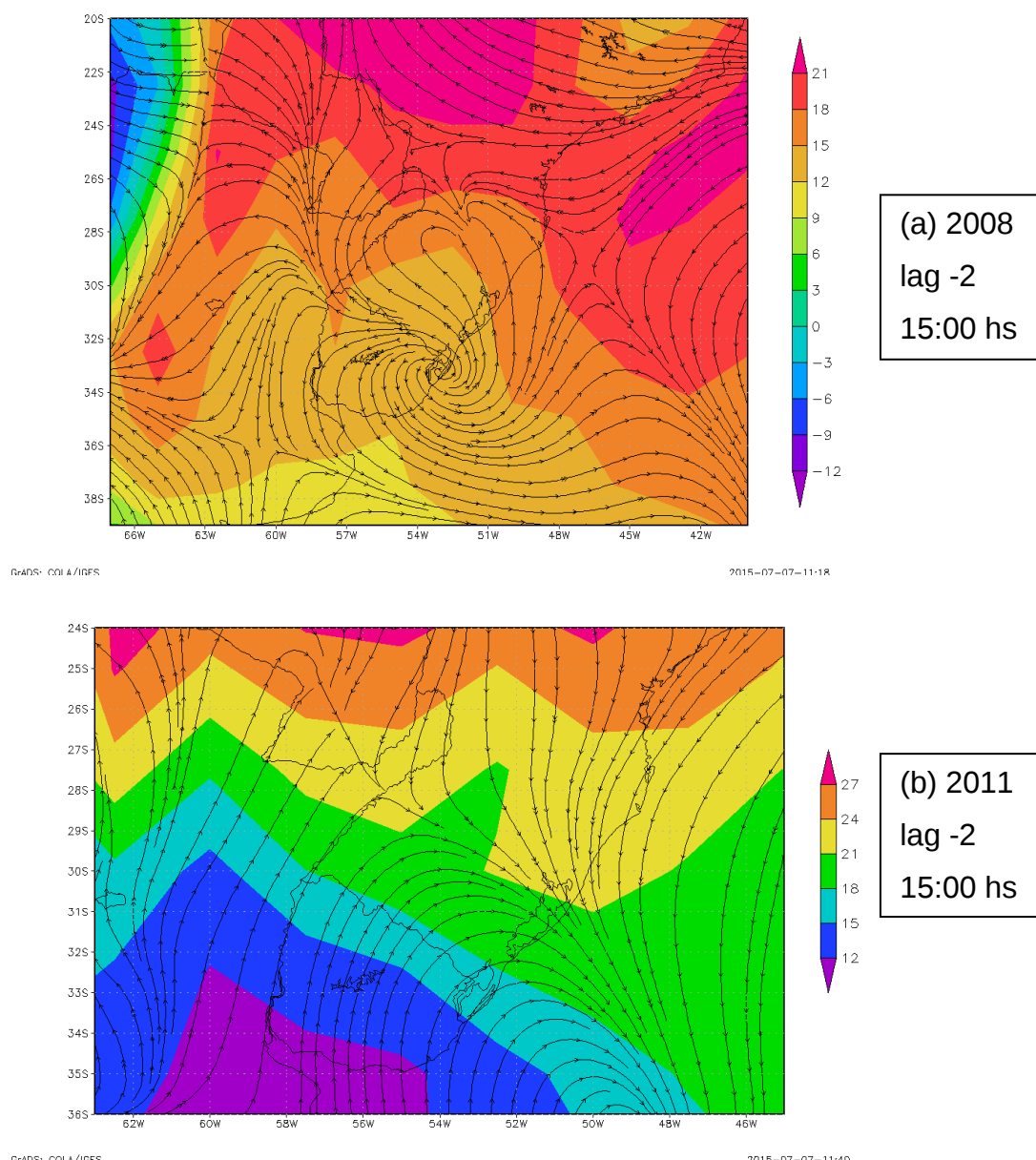
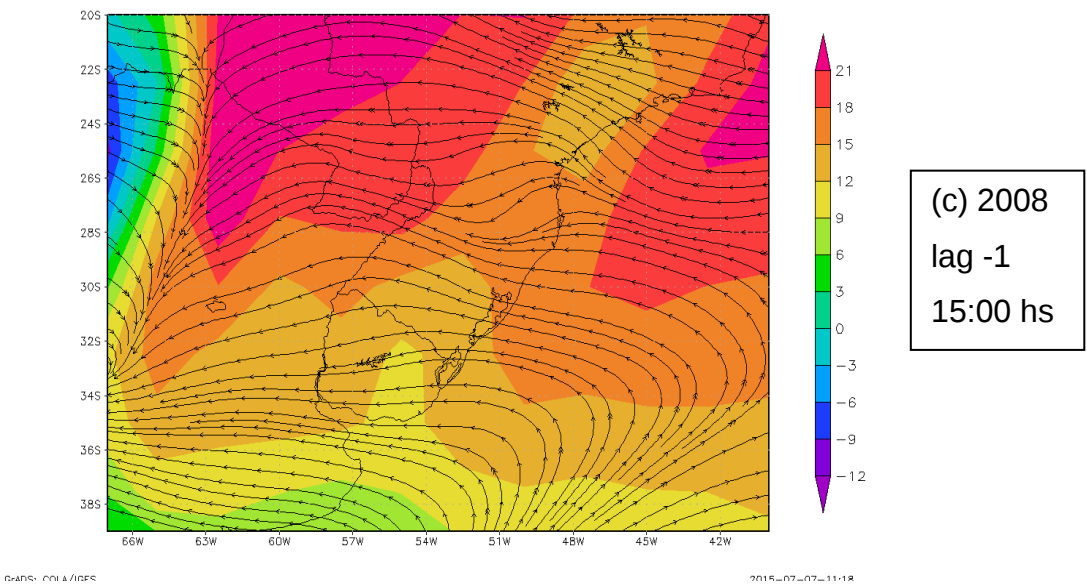
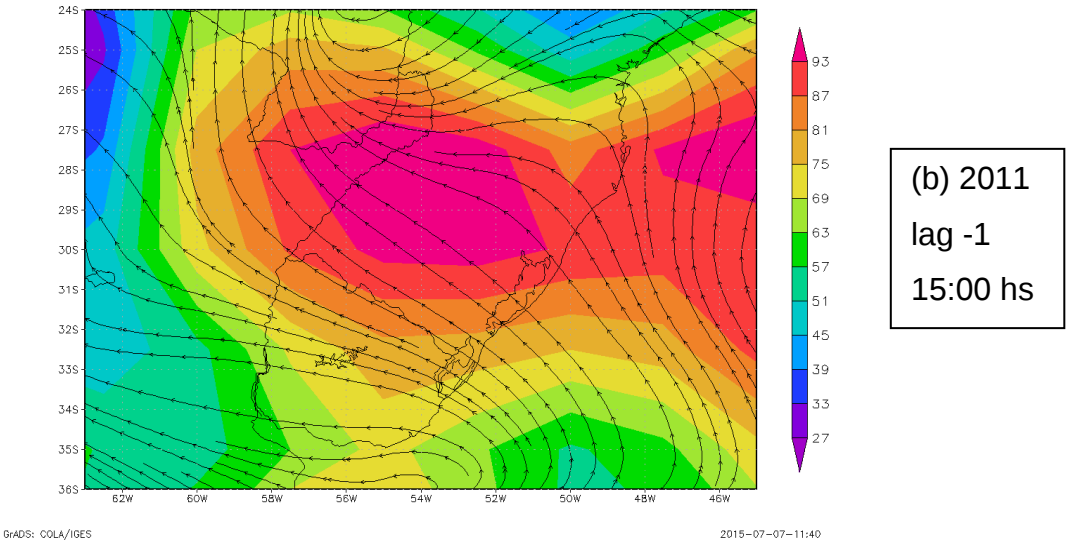
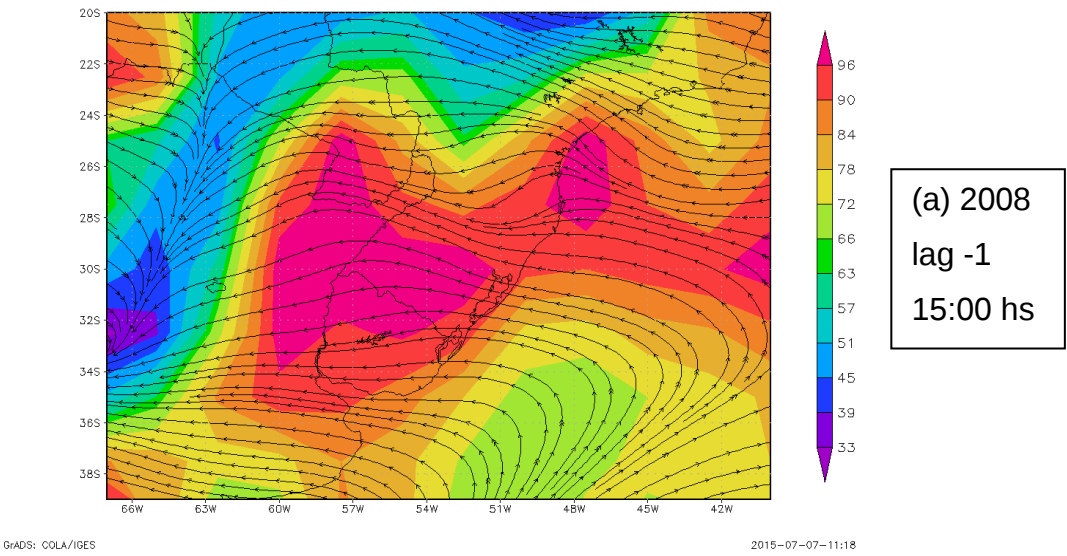


Figura 26 – Linhas de corrente e temperatura durante a tarde para 2 dias antes da internação. (a)2008 (b)2011.

A próxima análise é para o dia da internação. Observando a figura 28, onde são mostrados os campos meteorológicos das variáveis linhas de corrente e velocidade do vento à superfície, nota-se, nos dois casos, núcleos de vento intenso próximos do município de Pelotas. No ano de 2008, figura 28 (a), o vento é de nordeste, com núcleos mais intensos de vento a sul do município. Já no ano de 2011. Figura 28 (b), o vento é de sudeste e os núcleos de vento são mais intensos, com núcleos máximos a nordeste de Pelotas, que se estendem com significativa intensidade até o município.



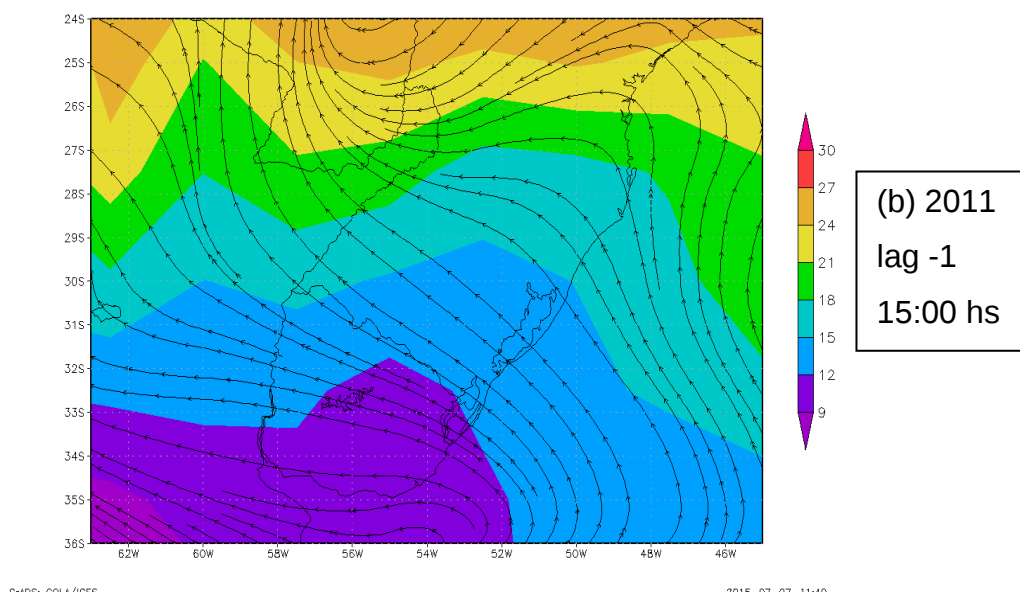
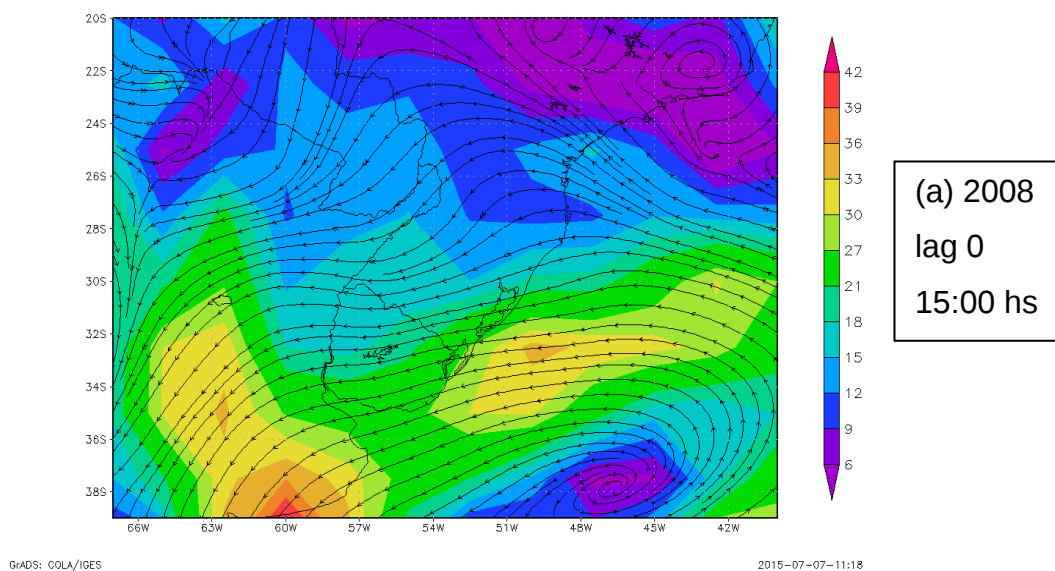


Figura 27 – 1 dia antes da internação. Linhas de corrente e umidade relativa (a) 2008 e (b)2011. Linhas de corrente e temperatura (c)2008 (d)2011.



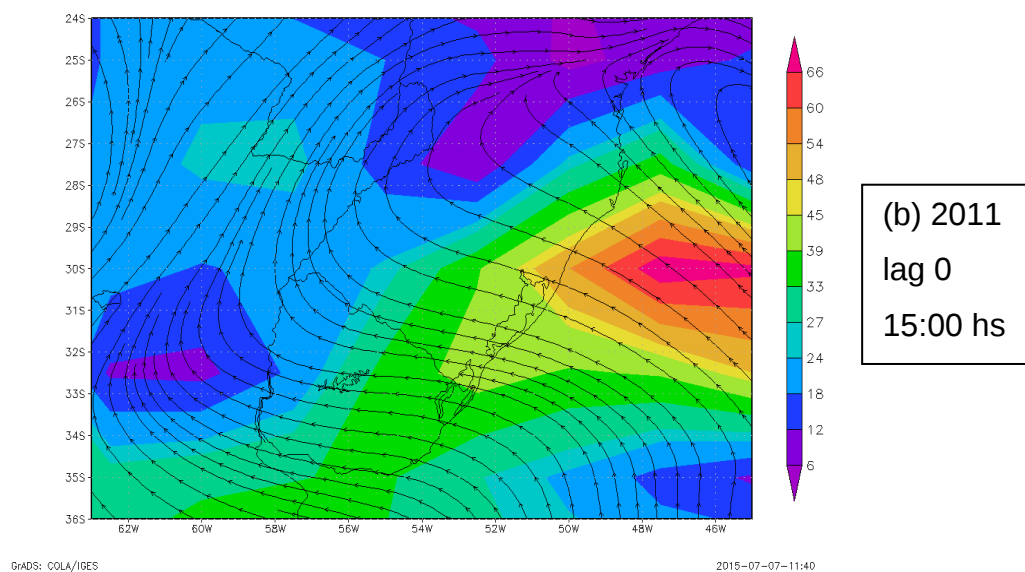


Figura 28– Linhas de corrente e velocidade do vento (km/h) para a tarde no dia da internação. (a) 2008 e (b) 2011.

Os estudos de caso apresentados concordam com os resultados obtidos através da Análise de Componentes Principais (ACP). Mostram que três dias antes da internação é importante observar a mudança da direção do vento (“giro”), entre o período da manhã e tarde. Dois dias e um dia antes da ocorrência de máximos de internação por IVAI é necessário grande quantidade de umidade e uma certa redução da temperatura. As figuras mostram que nos casos estudados o ar frio já estava ingressando no estado do Rio Grande do Sul e um anticiclone estava posicionado de forma a alimentar a alta umidade. Ou seja, não havia a presença do centro do anticiclone, onde há subsidência (ar descendente) que seca o tempo. No dia da internação hospitalar das crianças, é mais importante, segundo estas análises, a ocorrência de alta velocidade do vento. Observa-se que os padrões são/estão correlacionados a variações conjuntas, então quando mais padrões ocorrerem no decorrer dos três dias, mais aumenta a possibilidade de aumentar o número de internações hospitalares. Então a ocorrência de um padrão isolado, como, por exemplo, apenas diminuir a temperatura ou apenas girar o vento não seria o suficiente para se obter uma maior variação das internações.

Esses resultados mostram a importância dos sistemas de maior escala em relação ao local de estudo, sua configuração e posição em diferentes escalas de tempo. Isso corrobora os principais resultados de outros pesquisadores que utilizaram este método de análise, (JAMASON et al.1997; MCGREGOR et al.1999).

Conclusões

Os resultados deste estudo foram coerentes com os resultados apresentados em diversos estudos nacionais e internacionais. O padrão de tempo relacionado com o aumento das internações hospitalares de crianças, menores de 9 anos na cidade de Pelotas- RS foi aquele que associa as variáveis temperatura, vento e umidade e a mudança brusca das condições do tempo. Pelo uso da análise de componentes principais e a avaliação dos campos meteorológicos podemos ver que a configuração dos sistemas meteorológicos também está coerente. O município tem invernos com dias frequentes de alta umidade e baixa temperatura que podem desencadear ou agravar as doenças respiratórias.

Ficou caracterizado um tipo de tempo para o aumento de internações por IVAI relacionado aos sistemas de tempo que permanecem alguns dias sobre a região. Um padrão que pode ser associado a aqueles típicos de frentes semiestacionárias ou de bloqueios onde os sistemas não avancem muito para as outras regiões do Brasil, mantendo a associação de frio, umidade e vento da massa de ar do tipo Polar Marítima. Este padrão também está relacionado com a trajetória da massas de ar. Ao passar as frentes frias mais intensas o vento muda de direção rapidamente mas o tempo não seca. Isso acontece três dias antes da internação. Dois dias antes de internar acontece a associação de frio e umidade, geralmente com a presença da alta pressão no oceano (Massa de ar Polar marítima) e no dia da internação é necessário a presença de vento que está relacionado com sistemas também presentes no oceano.

Ressalta-se que esse trabalho considerou apenas informações de uma parcela da população, em um período (estação) curto de tempo, para uma cidade. Para precisar e avaliar melhor os resultados encontrados se sugere a coleta de mais informações, com uma serie maior de dados, também de outros hospitais de

regiões do estado do RS, para que dessa forma se possam confirmar/prever mais fielmente os “padrões de tempo” desfavoráveis à saúde do ser humano.

Sugestão para Estudos Futuros.

Estudar a trajetória dos anticiclones e relacionar com as internações;

Analisar um período maior de dados de internações hospitalares de crianças e de outros hospitais da cidade de Pelotas;

Fazer uma climatologia sinótica com os valores dos centros de alta e de baixa pressão atmosférica que possam desencadear enfermidades de diversos tipos;

Associar este estudo com diversos índices Biometeorológicos (Conforto Térmico Humano);

Fazer o mesmo estudo para outras regiões (cidades) do Brasil.

Referências

BRAUN, S. **Influências meteorotrópicas nas doenças cardiovasculares na cidade de São Paulo**. 2003, 148 p. Dissertação de Mestrado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. São Paulo.

BLUESTEIN, M.; ZECHER, J. A new approach to an accurate wind chill factor. **International Journal of Biometeorology**, v. 56-3, p.495-503,1999.

BOTELHO, C.; CORREIA, L. C.; SILVA, A.. MACEDO, A.; SILVA, C. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. **Cad. Saúde Pública**. v. 19, n. 6, p. 1771-1780, 2003.

CARDOSO, M.R.A. **Micro-clima nos domicílios e doenças sibilantes na cidade de São Paulo**. 2007. Tese de Livre Docência - FSP Universidade de São Paulo, USP. São Paulo-SP.

COELHO, M. S. **Uma análise estatística com vistas a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função de condições meteorotrópicas na cidade de São Paulo**. 2007, 175 p. Tese de Doutorado - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas de São Paulo, IAG –USP.

DENNY, F. W. & LODA, F. A. Acute respiratory infections are the leading cause of death in children in developing countries. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 35, p. 102, 1986.

FEDOROVA, N. **Meteorologia Sinótica**. Ed. E Gráfica Universitária – UFPEL, 1999, v.1.

COELHO, M. A. **Geografia do Brasil**. Ed. Moderna. 1996, v.1.

GIOULEKAS, D.; PAPAKOSTA, D.; DAMIALIS, A.; SPIEKSMAN, F.; GIOULEKA, P.; PATAKAS, D. Allergenic pollen records (15 years) and sensitizations in patients with respiratory allergy in Thessaloniki, Greece. **Allergy**. v. 59, p. 174-184, 2004.

GONÇALVES, F.L.T; CARVALHO L.M.V.; CONDE F.C., LATORRE, M.R.D.O; SALDIVA, P.H.N.; BRAGA A.L.F. The effects of air pollution and meteorological parameters on respiratory morbidity during the summer in São Paulo city. **Environmental International**. v. 31, p. 331-349, 2004.

GONÇALVES, F.L.T.; BRAUN S; DIAS, P.L.D.S; SHARVSY R. Influences of the weather and air pollutants on cardiovascular disease in the metropolitan area os Sao Paulo. **Environmental research**. v. 104, p. 275-281, 2007.

HONDULA, D. M.; DAVIS, R.E.; KNIGHT, D.B.; SITKA, L.J.; ENFIELD, K.; GAWTRY, S.B.; STENGER, P.J.; DEATON, M.L.; NORMILE, C.P.; LEE, T.R. A Respiratory Alert Model for the Shenandoah Valley, Virginia, USA. **International Journal of Biometeorology**. 2012.

JAMASON, P.F.; KALKTEIN L.S.; GERGEN, P.J. A sinoptical evaluation of asthma hospital admission in New York City. **Americal Journal Critical Care Medicine**. v. 156, p 1781-1788, 1997.

JOÃO, M.M.L. **Análise do comportamento das temperaturas máxima e mínima médias mensais para o Estado do Rio Grande do Sul**. 2009. 137f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/meteorologia/pos-graduacao/dissertacoes/dissertacoes_completas/dissertacao_milena_joao.pdf>. Acesso em: 12 Nov. 2015.

LECHA, L.B. Biometeorological classification of daily weather types for the humid tropics .**International Journal of biometeorology**, v. 42, p. 77-83, 1998.

KASSOMENOS, P. A.; GRYPARIS, A.; KATSOUUYANNI, K. On the asociation between daily mortality and air mass types in Athens, Greece during winter and summer. **International journal of biometeorology**, v. 51. p. 315-322, 2007.

MAIA, J. A. **Uma análise do conforto térmico e suas relações meteorotrópicas na cidade de São Paulo**. 2002. Dissertação de Mestrado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas de São Paulo.

MARTINS, M.C.H. **Avaliação de interação entre poluição atmosférica e variáveis sócio econômicas como agravantes das condições de saúde no município de São Paulo: um estudo de ecologia humana**.2002. Tese de doutorado - FM-USP, São Paulo.

MCGREGOR, G. R.; WALTERS, S.; WORDLEY. J. Daily hospital respiratory admissions and winter mass types, Birmingham, UK. **International Journal of Biometeorology**, v. 43, p. 21-30, 1999.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto térmico em espaços urbanos abertos. In: PLURIS2010 - CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO SUSTENTÁVEL, 4, 2010. **Anais do** v. 1, p. 578.

MUNN, R. E. **Biometeorological Methods**. New York : Academic Press, 1970. 336 p.

NEDEL, A. S. **Condições Meteorológicas Favoráveis à Ocorrência de Doenças Respiratórias em Crianças da Cidade de São Paulo**. 2008, 189 p. Tese de Doutorado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas de São Paulo, São Paulo – SP.

NEIL, K. K. Respiratory Syncytial Virus. Disponível em : <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/ency/article/001564.htm>. Acesso em 27 nov. 2015.

NEWTON, C. W. **Meteorology of the Southen Hemisphere**. Boston: Published by the American. Meteorological Society, 1972, 263 p.

PLAVCOVÁ, E. ; KYSELÝ, J.: Relationships between sudden weather changes in summer and mortality in the Czech Republic, 1986- 2005. **International Journal of Biometeorology**, v. 54, p. 539-55.

PRIETSCH, S.O.M; FISCHER, G. B.; CEZAR, J.A.; LEMPEK, B.S.; BARBOSA JR., L.V; ZOGBI, L.; CARDOSO, O.C.; SANTOS, A.M. Doença respiratória em menores de 5 anos no sul do Brasil: influência do ambiente doméstico. **Rev. Panam. Salud Publica**, 13(5), p 303-310. 2003

RUSTICUCCI, M.; HARRIS, M.; ACOSTA, E. Relación entre las causas de internación en um hospital general y las condiciones meteorológicas durante el año 1995. In: 7º CONGRESO LATINOAMERICANO Y IBÉRICO DE METEOROLOGIA, CENTRO ARGENTINO DE METEOROLOGOS. Anais do... VII Congreso Argentina de Meteorologia, 2001, p. 459-460.

STRALIOTTO, S. M; NESTOR, S. M; SIQUEIRA M. M. Respiratory Syncytial Virus Groups A and B in Porto Alegre, from 1990 to 1995 and 1998. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 2, p. 155-158, 2001.

TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**. Reading, Mass: Addison-Wesley. 1977. 688 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: Formato eletrônico 2006, 449 p. disponível em: http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em 30 nov 2015.

VERGARA, L. G. L; LAMBERTS, R. Influência das taxas metabólicas no conforto térmico da unidade de terapia intensiva do hospital universitário de Florianópolis. In: 3º ENCONTRO NACIONAL E 4º ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, **Anais do...** São Paulo – SP. 2001, v. 1, p. 12-20.

WILKS, D. S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences**. 2ª Edition. Elsevier Science & Technology Books. Academic Press, California, 2006.