



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - CTRN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS - PPGRN

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INFLUÊNCIA DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS POR GRIPE EM IDOSOS EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DA
PARAÍBA**

JULLIANNA VITÓRIO VIEIRA DE AZEVEDO

ORIENTADOR: PROF. DR. CARLOS ANTONIO COSTA DOS SANTOS

CAMPINA GRANDE - PB
FEVEREIRO, 2015

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INFLUÊNCIA DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS POR GRIPE EM IDOSOS EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DA
PARAÍBA**

JULLIANNA VITÓRIO VIEIRA DE AZEVEDO

ORIENTADOR:

PROF. DR. CARLOS ANTONIO COSTA DOS SANTOS

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO, 2015

JULLIANNA VITÓRIO VIEIRA DE AZEVEDO

**INFLUÊNCIA DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS POR GRIPE EM IDOSOS EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DA
PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

Área de Concentração: Processos Ambientais

Linha de Pesquisa: Saúde e Meio Ambiente

CAMPINA GRANDE - PB

FEVEREIRO, 2015

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

- A994i Azevedo, Jullianna Vitório Vieira de.
Influência das variações climáticas na ocorrência de doenças respiratórias por gripe em idosos em municípios do estado da Paraíba / Jullianna Vitório Vieira de Azevedo. – Campina Grande, 2015.
64f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2015.
- "Orientação: Prof. Dr. Carlos Antônio Costa dos Santos".
Referências.
1. Variáveis Meteorológicas. 2. Regressão de Poisson. 3. Doenças Respiratórias. 4. Séries Temporais. I. Santos, Carlos Antônio Costa dos.
II. Título.

CDU 551.583(043)

JULLIANNA VITÓRIO VIEIRA DE AZEVEDO

**INFLUÊNCIA DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS
RESPIRATÓRIAS POR GRIPE EM IDOSOS EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DA
PARAÍBA**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/02/2015

BANCA EXAMINADORA



Dr. CARLOS ANTONIO COSTA DOS SANTOS
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Dr. PATRÍCIO MARQUES DE SOUZA
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG



Dr. RICARDO ALVES DE OLINDA
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

*“Perder tempo em aprender coisas que não interessam,
priva-nos de descobrir coisas interessantes”*

(Carlos Drummond de Andrade)

DEDICATÓRIA

A Deus,
por sempre estar comigo, mesmo quando nem mesmo eu acreditava que iria conseguir superar as
dificuldades encontradas ao longo desta jornada.

A meus pais,
Pedro e Marioneide, pela compreensão e apoio incondicional, fazendo tudo que era possível e às
vezes quase o impossível para me proporcionar condições que me fizessem uma pessoa capaz de
traçar meus próprios caminhos, sempre com caráter, força e dedicação.

A minha irmã Justina,
que sempre esteve ao meu lado, não apenas como irmã, mas sempre como uma amiga com amor e
dedicação.

A todos os colegas e amigos do curso de Graduação em Enfermagem e do Mestrado em Recursos
Naturais, que sempre me ajudaram quando foi necessário, e que hoje fazem parte da minha vida, e
estarão sempre comigo mesmo que por acaso do destino possamos nos separar algum dia. Agradeço
em especial a Telma Bezerra por se fazer presente nos momentos difíceis durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Antônio Costa dos Santos, por acreditar na minha proposta de trabalho, e não menos importante pelos conselhos, nos momentos de tomadas de decisão, não apenas para minha vida acadêmica, mas para vida em construção de um ser humano justo.

Aos membros da banca examinadora, pela colaboração na melhoria e engrandecimento desse trabalho.

A todos os professores que fazem parte do Programa de Pós-graduação, que sempre me ajudaram.

Ao Professor Dr. Ricardo Alves de Olinda, do Departamento de Estatística da Universidade Estadual da Paraíba pela assistência e paciência na análise estatística do trabalho.

Ao Professor Dr. Madson Tavares Silva, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, por se mostrar disposto em ajudar com a análise meteorológica.

A Universidade Federal de Campina Grande, pela excepcional estrutura de ensino e pesquisa.

De forma geral, agradeço a todos que de algum modo fizeram parte dessa conquista muito importante na minha vida.

SUMÁRIO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS	XII
RESUMO	XIII
ABSTRACT	XIV
1.INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. Influenza.....	17
2.1.1. Características e Aspectos Clínicos da Influenza.....	17
2.1.2. Aspectos Epidemiológicos.....	19
2.1.3. Medidas preventivas e de controle.....	19
2.2. Biometeorologia.....	22
2.2.1. Biometeorologia e Influenza.....	22
2.3. Séries temporais.....	23
2.4. Modelos estatísticos.....	24
2.5. Modelos lineares generalizados aplicados a biometeorologia.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Tipo de estudo.....	26
3.2. Localidades de estudo.....	26
3.2.1. Clima das localidades.....	26
3.3 Dados morbidade hospitalar.....	28
3.4 Dados Meteorológicos.....	28
3.5. Análise estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5. CONCLUSÕES	60
6. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES	60
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localização dos municípios do estado da Paraíba a serem estudados	27
Figura 2. Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para localidade de Campina Grande no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	35
Figura 3. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para localidade de Campina Grande no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	37
Figura 4. Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	39
Figura 5. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	42
Figura 6. Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	44
Figura 7. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	46
Figura 8. Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para localidade de Patos no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	48
Figura 9. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para localidade de Patos no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	50
Figura 10. Distribuição dos desvios residuais obtidos da regressão de Poisson para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d)	52
Figura 11. Distribuição dos registros de internações e tendência obtida pelo teste de Mann-Kendall para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	55
Figura 12. Distribuição da função de autocorrelação parcial (FACP) dos registros de internações para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013	56
Figura 13. Distribuição dos registros de internações para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 e previsão para o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015	59

LISTA DE TABELAS**Pág.**

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios objeto do estudo	26
Tabela 2. Estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente p valor para a variável dependente PI na localidade de Campina Grande	36
Tabela 3. Estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente p valor para a variável dependente PI na RMJP	40
Tabela 4. Estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente p valor para a variável dependente PI na localidade de Monteiro	45
Tabela 5. Estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente p valor para a variável dependente PI na localidade de Patos	49
Tabela 6. Análise descritiva do teste de Mann-Kendall (tendência) e Dick-Fuller (estacionariedade)	53
Tabela 7. Resultados do modelo ARIMA para localidade de Campina Grande	56
Tabela 8. Resultados do modelo ARIMA para RMJP	57
Tabela 9. Resultados do modelo ARIMA para localidade de Monteiro	57
Tabela 10. Resultados do modelo ARIMA para localidade de Patos	58

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

OMS	-	<i>Organização Mundial da Saúde</i>
FNS	-	<i>Fundo Nacional de Saúde</i>
H1N1	-	<i>A letra H refere-se à proteína hemaglutinina e a letra N à proteína neuraminidase.</i>
CDC	-	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
WHO	-	<i>World Health Organization</i>
SG	-	<i>Síndrome Gripal</i>
SRAG	-	<i>Síndrome Respiratória Aguda Grave</i>
FR	-	<i>Frequência Respiratória</i>
CGPNI	-	<i>Coordenação Geral do Programa Nacional de Imunizações</i>
SUS	-	<i>Sistema Único de Saúde</i>
SMS	-	<i>Secretarias Municipais de Saúde</i>
SES	-	<i>Secretarias Estaduais de Saúde</i>
CDI	-	<i>Classificação Internacional de Doenças</i>
ARIMA	-	<i>Modelo auto-regressivo integrado ao modelo de média móvel</i>
ARMA	-	<i>Modelo auto-regressivo integrado ao modelo de média móvel</i>
MLG	-	<i>Modelo Linear Generalizado</i>
NO ₂	-	<i>Dióxido de Nitrogênio</i>
INMET	-	<i>Instituto Nacional de Meteorologia</i>
IVAS	-	<i>Infecções das Vias Aéreas Superiores</i>
AIHs	-	<i>Autorizações para Internações Hospitalares</i>
PI	-	<i>Pneumonia ou Influenza</i>
MRP	-	<i>Modelo de Regressão de Poisson</i>
CV	-	<i>Coefficiente de Variação</i>
ANOVA	-	<i>Teste de Análise de Variância</i>
MK	-	<i>Teste de Mann-Kendall</i>
DF	-	<i>Dickey-Fuller</i>
DFA	-	<i>Dickey-Fuller Aumentado</i>
FAC	-	<i>Função de Autocorrelação</i>
FAC	-	<i>Função de Autocorrelação Parcial</i>
UR	-	<i>Umidade Relativa</i>
RMJP	-	<i>Região Metropolitana de João Pessoa</i>
BIC	-	<i>Bayesian Information Criterion</i>
AIC	-	<i>Akaike's Information Criterion</i>

INFLUÊNCIA DAS VARIAÇÕES CLIMÁTICAS NA OCORRÊNCIA DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR GRIPE EM IDOSOS EM MUNICÍPIOS DO ESTADO DA PARAÍBA

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se avaliar os efeitos das variações sazonais do clima na incidência de doenças respiratórias por influenza (PI) na população idosa de 65 anos ou mais nas localidades de Campina Grande, Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP), Monteiro e Patos. Para isso, foram usados modelos lineares generalizados a partir da regressão de Poisson para relacionar a variável dependente configurada como os registros de internações por causas associadas à influenza e as variáveis independentes (precipitação pluvial, temperatura média do ar e umidade relativa do ar), para análise das relações instituídas pela modelagem foi aplicada a análise de variância ANOVA com nível de significância de 0,05 para determinar que variáveis independentes eram mais significativas na modelagem. Também foram analisados os resíduos gerados pelo ajuste dos modelos no intuito de identificar a distribuição que melhor se ajustasse aos dados. Foi aplicado o teste não-paramétrico de Mann-Kendall para análise de tendência da série temporal de internações por causas associadas a influenza como também o teste de raiz unitária de Dick-Fuller (DF) para análise de estacionariedade. Assim determinada às características da série temporal foi aplicada a metodologia de Box e Jenkins (1976), foi utilizado neste estudo o modelo ARIMA e para avaliação dos modelos autoregressivos gerados aplicou-se os índices penalizadores AIC (*Akaike's Information Criterion*) e o BIC (*Bayesian Information Criterion*). Toda análise estática foi realizada no software R. De forma geral pode-se verificar que os maiores picos de internações por PI ocorrem no outono e inverno. Portanto, esses resultados sugerem uma associação entre o frio e as internações por PI. Na maioria dos municípios em estudo, a elevação das taxas de morbidade por influenza e causas associadas na faixa etária de 65 anos ou mais demonstram uma possível ausência de efeito das campanhas de vacinação. A modelagem estatística se apresentou como alternativa na análise e previsão de casos de internações por PI, contribuindo para políticas públicas, ajudando nas tomadas de decisão evitando desperdícios econômicos e humanos.

Palavras-Chave: Regressão de Poisson, doenças respiratórias, variáveis meteorológicas, séries temporais.

**INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES IN RESPIRATORY DISEASES OF
OCCURRENCE OF INFLUENZA IN THE ELDERLY IN MUNICIPALITIES OF THE
STATE OF PARAÍBA**

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the effects of seasonal climatic variations in the incidence of respiratory diseases by influenza (PI) in the elderly population in the cities of Campina Grande, metropolitan region of João Pessoa (RMJP), Monteiro and Patos. Generalized linear models from the linear Poisson regression to relate the dependent variable set to the records of hospitalizations for causes associated with influenza and the independent variables (rainfall, average air temperature and relative humidity) to analyze the relations established by modeling has been used. Additionally, was applied ANOVA variance test with a significance level of 0.05 of probability to determine which independent variables is more significant. Also the residual generated by adjusting the models in order to identify the distribution that best fitted the data were analyzed. The non-parametric Mann-Kendall trend analysis for the time series of hospitalizations for causes associated with influenza as well as the unit root test Dick-Fuller (DF) for stationary analysis was applied. Once determined the time series characteristics was applied to the methodology Box and Jenkins (1976), was used in this study ARIMA model and evaluation of the autoregressive models generated applied to the punitive indices AIC (Akaike's Information Criterion) and BIC (Bayesian Information Criterion). All static analysis was performed using R software. In general is possible to identify that the highest peaks of hospitalizations for PI occur in autumn and winter. Therefore, these results suggest an association between the cold and hospitalizations for IP. In most municipalities studied, the increase in morbidity rates for influenza and associated causes aged 65 and over show a possible lack of effect of vaccination campaigns. The statistical model is presented as an alternative in the analysis and prediction of cases of hospitalization due to IP, contributing to public policy, helping in decision-making avoiding economic and human losses.

Keywords: Poisson regression, respiratory diseases, meteorological variables, times series.

1. INTRODUÇÃO

A influenza (gripe) é uma doença infecciosa viral sazonal associada a significativa morbidade e mortalidade. Pessoas nos extremos de idade (<6 meses ou ≥ 65 anos) estão em maior risco de mortalidade associada à influenza (Yang, 2012). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), estima-se que 5 a 15% da população sejam acometidos e que globalmente, a influenza cause 3 a 5 milhões de casos graves e 250.000 a 500.000 mortes todos os anos (WHO, 2014).

Em abril de 2009, um surto de gripe A (H1N1) foi confirmada nos EUA, causou a pandemia mundial. Dezoito mil e quinhentas mortes, confirmadas em laboratório foram relatados por contribuir para a gripe A (H1N1) durante o período de abril de 2009 a agosto 2010. No entanto, o número de mortes associadas à gripe pode estar subestimado, visto que o diagnóstico de influenza é geralmente baseado nos sintomas e não na confirmação laboratorial (WHO, 2014).

A gripe ocorre mundialmente, como surto localizado ou regional, em epidemias e também como devastadoras pandemias. O potencial pandêmico da influenza reveste-se de grande importância. Durante o século passado, ocorreram três importantes pandemias. Desse modo, na perspectiva da Saúde Pública, esta doença se constitui em distintos problemas que, apesar de inter-relacionados, demandam abordagens específicas de vigilância e controle, dependendo da gravidade das manifestações clínicas e do potencial pandêmico (Brasil 2012).

A influenza e suas complicações são responsáveis por um elevado índice de morbidade e mortalidade no mundo, segundo Assaad (1973) e Simonsen (2000), são conhecidas principalmente em países de clima temperado (Freitas, 2004). No Brasil, o padrão de sazonalidade da Influenza, varia entre as diversas regiões, sendo mais marcado naquelas que têm estações climáticas bem definidas, ocorrendo com maior frequência nos meses mais frios, em locais de clima temperado, ou no período chuvoso, em locais de clima tropical. A influenza sazonal pode manifestar-se por meio de surtos anuais de magnitude, gravidade e extensão variáveis (BRASIL, 2009).

O controle da influenza se dá através de uma vigilância qualificada, somada às ações de imunizações anuais, direcionadas especificamente aos grupos de maior vulnerabilidade. A principal intervenção preventiva para este agravo é a vacinação. A campanha anual, realizada desde 1999, entre os meses de abril e maio, vem contribuindo ao longo dos anos para a prevenção da gripe nos grupos vacinados, além de apresentar impacto na redução das internações hospitalares, nos gastos com medicamentos para tratamento de infecções secundárias e mortes evitáveis (BRASIL, 2012). Só no ano de 2013, foram distribuídas cerca de 43 milhões de doses da vacina influenza, além do repasse de recursos financeiros do Fundo Nacional de Saúde (FNS) para os fundos das SES e SMS no valor de R\$ 24.756.708.64 milhões, de acordo com a Portaria nº 2.803, de 6 de dezembro de 2012 que autoriza o repasse dos valores de recursos federais, relativos à preparação das campanhas

anuais de multivacinação, de influenza sazonal e de raiva animal, para Estados, Distrito Federal e Municípios, conforme Brasil (2013).

As pandemias de gripe são eventos recorrentes que podem ter consequências sobre a saúde humana e o bem-estar econômico mundial. O planejamento antecipado e a preparação são fundamentais para ajudar a mitigar o impacto de uma pandemia (OMS, 2013). A literatura indica que os fatores ambientais são importantes na etiopatogenia de doenças respiratórias, como por exemplo, a poluição do ar e as variações climáticas são determinantes para o aumento dos casos e da gravidade das infecções respiratórias agudas segundo Pereira et al. (1995). A Biometeorologia humana é tida como uma ciência muito antiga, que tem como objetivo estudar intensamente os efeitos das variações que ocorrem no tempo atmosférico e clima sobre a saúde humana nas mais diversas situações.

Hoje a meteorologia tem condições de prestar um serviço considerável à sociedade no que diz respeito à previsão do tempo para as diversas regiões do país. Informações antecipadas poderão ser utilizadas para estimativas de demanda no setor de saúde, contribuindo para a gestão de recursos humanos e econômicos. Dados epidemiológicos vêm confirmando a estreita relação entre doenças respiratórias e poluição atmosférica e/ou mudanças climáticas conforme Ianni e Quiterio (2006). Apesar da pequena escala de tempo dos gradientes dessas variáveis, relativa à taxa de variação da temperatura ou mesmo das condições climáticas, a alta densidade populacional em áreas metropolitanas coloca em risco um grande número de indivíduos (HAINES e PATZ, 2004). Por esse motivo, a maior parte do impacto das mudanças climáticas na saúde deverá ser experimentada no cenário urbano (EPSTEIN, 2005).

Assim, de posse dessas informações, postula-se importante correlacionar as variações climáticas sazonais na avaliação dos surtos por influenza; de tal forma que, o uso de simulações estatísticas na série de dados das doenças respiratórias poderá ajudar antecipadamente na demanda de internações. Face ao exposto, o presente estudo tem como objetivos:

Geral: Avaliar os efeitos das variações sazonais do clima na incidência de doenças respiratórias por influenza na população idosa nas localidades de Campina Grande, João Pessoa (RMJP), Monteiro e Patos.

Específicos: Relacionar, para cada município, a frequência de hospitalizações por influenza em idosos com as variáveis meteorológicas (umidade relativa do ar, temperatura média do ar e precipitação pluvial). Identificar o melhor período de controle dos surtos de influenza através da vacinação anual, para as localidades estudadas. Construção de um modelo linear generalizado múltiplo e análise das séries temporais dos registros de internações e das variáveis meteorológicas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Influenza

2.1.1. Características e Aspectos Clínicos da Influenza

A palavra influenza é de origem italiana, utilizada primeiramente, em 1733, por Gagliarde, significando “influência”, desastres do céu. Hipócrates descreveu a primeira epidemia conhecida de influenza em 412 a.C, além numerosas epidemias ocorreram que na Idade Média (Cheng, 2007). A história da influenza e os dados epidemiológicos sobre sua morbimortalidade mostram sua importância. A influenza é uma infecção viral aguda que afeta o sistema respiratório. De elevada transmissibilidade e distribuição global, com tendência a se disseminar facilmente em epidemias sazonais, podendo levar a complicações graves nas vias aéreas inferiores. Somado ao aumento da mortalidade, as epidemias anuais de influenza geram enorme demanda aos serviços de saúde, grande número de hospitalizações e altos gastos, existindo ainda o risco da emergência de novas cepas capazes de causar pandemias (FIORI, 2013).

Os vírus influenza são da família dos Ortomixovírus e subdividem-se em três tipos: A, B e C, de acordo com sua diversidade genética. Os vírus A são classificados em subtipos de acordo com as variações antigênicas em suas proteínas de superfície H (hemaglutina) e N (neuraminidase) e as cepas B em duas linhagens geneticamente distintas, Yamagata e Victoria. Os tipos A e B têm relevância clínica em seres humanos segundo Cox (1999) e CDC (2007), além de sofrerem frequentes mutações, são responsáveis pelas epidemias sazonais, como também por epidemias de doenças respiratórias que ocorrem em quase todos os invernos, as quais durante de quatro a seis semanas e que, frequentemente, são associadas com o aumento das taxas de hospitalização e morte por pneumonia, especialmente em pacientes que apresentam condições e fatores de risco. Os vírus C raramente causam doenças graves e apenas os vírus A têm sido identificados nas pandemias (FIORI, 2013).

A transmissão dos vírus influenza ocorre por meio do contato com secreções das vias respiratórias eliminadas pela pessoa contaminada ao falar, tossir ou espirrar (transmissão direta) ou através das mãos ou objetos contaminados (transmissão indireta), quando entram em contato com mucosas da boca, olhos e nariz (Fiori, 2013). Os vírus influenza estão presentes nas secreções respiratórias eliminadas por pessoas infectadas tanto em partículas grandes quanto em aerossóis e a quantidade de partículas eliminada é maior em pessoas com sintomas mais graves (CDC, 2013). Estudo recente evidenciou que os vírus podem sobreviver por meses em superfícies lisas não

porosas. A sobrevida é maior em baixas temperaturas e condições de alta umidade (DUBLINEAU, 2011).

Segundo o protocolo de tratamento de influenza (2013), a evolução da gripe geralmente tem resolução espontânea em sete dias, embora a tosse, o mal-estar e a fadiga possam permanecer por algumas semanas. Alguns casos podem evoluir com complicações. As complicações mais comuns são: pneumonia bacteriana e por outros vírus, sinusite, otite, desidratação, piora de doenças crônicas como insuficiência cardíaca, asma ou diabetes, pneumonia primária por influenza, que ocorre predominantemente em pessoas com doenças cardiovasculares (especialmente doença reumática com estenose mitral) ou em mulheres grávidas.

A dificuldade em distinguir pneumonia viral ou bacteriana decorrente de uma infecção pelo vírus influenza tem feito com que pesquisadores utilizem dados administrativos de morbidade e mortalidade, combinando códigos de pneumonia e influenza para tentar mensurar seu impacto nos serviços de saúde (HEBERT, 2005). Além de influenza e pneumonias, outros autores têm incluído, em suas análises, os códigos de bronquites e obstrução crônica das vias respiratórias, por serem consideradas situações clínicas de risco para complicações oriundas de infecções respiratórias virais Freitas (2004), Francisco (2005) e Donalisio (2006).

Para o correto manejo clínico da influenza, é preciso considerar e diferenciar os casos de Síndrome Gripal (SG) e Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG). Qualquer infecção por influenza, o quadro clínico inicial da doença em questão é caracterizado como uma síndrome gripal (SG) que por sua vez é definida como “doença aguda (com duração máxima de cinco dias), apresentando febre acompanhada de tosse ou dor de garganta, na ausência de outros diagnósticos”. (BRASIL, 2010). Durante a época de maior circulação dos vírus, os vírus influenza são identificados em até 30% dos casos de síndrome gripal, principal causa de consulta médica em serviços ambulatoriais e um aumento paralelo nas taxas de hospitalização por pneumonia, por isso, os registros de pneumonia e influenza são computados em conjuntos (FIORI, 2013).

Nos casos mais graves existe dificuldade respiratória associada, que geralmente requer hospitalização; nesta situação, denominada síndrome respiratória aguda grave (SRAG), caracterizado por quadro gripal em qualquer idade por presença de febre acima de 38 °C, tosse e dispnéia, acompanhada ou não por dor de garganta e manifestações gastrointestinais ou outro sinal de gravidade, como por exemplo, taquipnéia (aumento da frequência respiratória $FR > 25\text{rpm}$), hipotensão (queda da pressão arterial habitual do paciente), e quadro clínico, laboratorial ou radiológico compatível com pneumonia, levando até ao óbito (BRASIL, 2010).

A maioria das pessoas infectadas se recupera dentro de uma a duas semanas sem a necessidade de tratamento médico. No entanto, nas crianças muito pequenas, idosos, gestantes, pessoas que apresentam doenças de base ou pertencem a grupos mais sujeitos à infecção (pessoas

providas de liberdade, indígenas, pessoas que vivem em ambientes aglomerados) a infecção pode levar a formas clinicamente graves, pneumonia e morte (FIORI, 2013). A OMS estima que cerca de 1,2 bilhões de pessoas apresentam risco elevado para complicações da influenza: 385 milhões de idosos acima de 65 anos de idade, 140 milhões de crianças, e 700 milhões de pessoas com doença crônica. Além disso, há necessidade de proteger os profissionais que atuam na assistência a doentes visando à preservação desta força de trabalho e secundariamente evitar a propagação da doença para a população de alto risco (WHO, 2014).

2.1.2. Aspectos Epidemiológicos

No século passado, ocorreram grandes pandemias como a gripe Espanhola, que em 1918-1919 levou a óbito aproximadamente 50 milhões de pessoas em todo o mundo, a gripe Asiática, em 1957, e a de Hong Kong, em 1968, que dizimaram, cada uma, entre 1-4 milhões de pessoas conforme Beigel et al. (2005) e Taubenberger (2006). Em 2009 ocorreu a primeira pandemia de influenza A do século XXI, pelo vírus influenza H1N1 (CARNEIRO, 2010).

Para Brasil (2013), a influenza ocorre durante todo o ano, mas é mais frequente no outono e no inverno, quando as temperaturas caem, principalmente no sul e sudeste do país. Com os modernos meios de transporte, a propagação do vírus da influenza tornou-se muito rápida, e hoje o mesmo vírus pode circular, ao mesmo tempo, em várias partes do mundo, causando epidemias quase simultâneas. Em anos epidêmicos, a taxa de ataque na comunidade atinge aproximadamente 15%, sendo ao redor de 2% em anos não epidêmicos. Em comunidades fechadas, este número sobe para 40 a 70%, sendo que a taxa de ataque secundário situa-se ao redor de 30%. Tanto a morbidade quanto a mortalidade, devido à influenza e suas complicações, podem variar ano a ano, dependendo de fatores como as cepas circulantes, o grau de imunidade da população geral e da população mais suscetível, entre outros (BRASIL, 2006).

2.1.3. Medidas preventivas e de controle

Para se reduzir o risco de adquirir ou transmitir doenças respiratórias, orienta-se que sejam adotadas medidas gerais de prevenção. Os profissionais de saúde devem realizar ações voltadas para educação em saúde junto às instituições e comunidades em que atuam, de forma que cada indivíduo tenha conhecimento sobre as principais medidas de precaução e controle de infecção (BRASIL, 2013). Desta forma o controle da influenza requer uma vigilância qualificada, somada às ações de imunizações anuais, direcionadas especificamente aos grupos de maior vulnerabilidade e com maior risco para desenvolver complicações.

A vacinação anual contra influenza é uma das medidas utilizadas para se prevenir a doença, porque pode ser administrada antes da exposição ao vírus e é capaz de promover imunidade efetiva e segura durante o período de circulação sazonal do vírus. Recomendada para os grupos alvos definidos pelo Ministério da Saúde, mesmo que já tenham recebido a vacina na temporada anterior, pois se observa queda progressiva na quantidade de anticorpos protetores. Esta recomendação é válida mesmo quando a vacina indicada contém as mesmas cepas utilizadas no ano anterior (BRASIL, 2014).

Nas últimas décadas, o Brasil passou por uma acelerada transição demográfica, sendo os idosos o segmento populacional que mais cresceu em termos absolutos e relativos (LIMA, 2008). Logo, em virtude do crescimento da população idosa e da sua vulnerabilidade, foi implantada pelo Ministério da Saúde em 1999 a vacinação contra a gripe por meio das campanhas anuais, que ocorrem em uma mesma época em todas as regiões, destinadas aos indivíduos com 65 anos ou mais de idade (Nieiro, 2005). Em 2000, a vacina passou a ser aplicada em idosos maiores de 60 anos, por meio de um acordo do Ministério da Saúde com o Instituto Butantan (RAW, 2008).

Para Cox e Subbaro (1999), o melhor período de vacinação contra influenza é o que antecede o período de maior circulação viral. A ocorrência sazonal de influenza é expressa pelo aumento na incidência de doenças respiratórias, pelo aumento do número de hospitalizações associadas à influenza e pela mortalidade que ocorre neste período epidêmico. No Brasil, o padrão de sazonalidade da influenza, varia entre as diversas regiões, sendo mais marcado naquelas que têm estações climáticas bem definidas, ocorrendo com maior frequência nos meses mais frios, em locais de clima temperado, ou no período chuvoso, em locais de clima tropical (BRASIL, 2004). Dada a disponibilidade da vacina produzida pelos laboratórios internacionais e com base nas evidências sobre o período de maior circulação viral no Brasil, padronizou-se a realização das campanhas de vacinação contra influenza em idosos entre a segunda quinzena do mês de abril e a primeira quinzena do mês de maio de cada ano. Desde sua implantação, as campanhas de vacinação contra influenza obtiveram níveis de cobertura vacinal geralmente acima de 70% (BRASIL, 2007)

Segundo (Brasil, 2010), a vacinação constitui um dos meios de prevenir a gripe e suas complicações, além de apresentar um impacto indireto na diminuição das internações hospitalares e da morbimortalidade evitável e nos gastos com medicamentos para tratamento e infecções secundárias. Segundo Harper (2004), o pico de casos de influenza coincide com a estação mais fria do ano, o inverno. E, de acordo com o Center for Disease Control and Prevention (CDC, Estados Unidos), um dos fatores que influenciam o sucesso da vacinação contra influenza é o seu emprego antes do pico sazonal de infecções respiratórias agudas.

Conforme Brasil (2014), em adultos saudáveis, a detecção de anticorpos protetores se dá entre 2 a 3 semanas, após a vacinação e apresenta, geralmente, duração de 6 a 12 meses. O pico máximo

de anticorpos ocorre após 4 a 6 semanas, embora em idosos os níveis de anticorpos possam ser menores. Os níveis declinam com o tempo e se apresentam aproximadamente 2 vezes menores após 6 meses da vacinação, em relação aos obtidos no pico máximo, podendo ser reduzidos mais rapidamente em alguns grupos populacionais, como indivíduos institucionalizados (asilos, creches, ambientes fechados e semi-fechados), doentes renais, entre outros. A proteção conferida pela vacinação é de aproximadamente 1 ano, devido às mudanças das características dos vírus influenza consequentes da diversidade antigênica e genômica a cada ano.

Em 2014, segundo Brasil (2014) o Ministério da Saúde, por meio da Coordenação Geral do Programa Nacional de Imunizações (CGPNI), do Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis, da Secretaria de Vigilância em Saúde, lança a 16ª Campanha Nacional de Vacinação contra a influenza. Para este ano, a meta é vacinar 80% da população das crianças de 6 meses a menores de 5 anos de idade (4 anos, 11 meses e 29 dias), das gestantes, das puérperas, dos povos indígenas, das pessoas com 60 anos de idade e mais, dos trabalhadores de saúde, da população privada de liberdade e funcionários penitenciários. O público alvo, portanto, representará aproximadamente 49,6 milhões de pessoas. Esta ação envolve as três esferas gestoras do Sistema Único de Saúde (SUS), contando com recursos da União, das Secretarias Estaduais de Saúde (SES) e Secretarias Municipais de Saúde (SMS). Estima-se o funcionamento de cerca de 65 mil postos de vacinação, com o envolvimento de 240 mil pessoas e a utilização de 27 mil veículos (terrestres, marítimos e fluviais).

Alguns estudos demonstram que a vacinação pode reduzir entre 32% a 45% do número de hospitalizações por pneumonias, e de 39% a 75% da mortalidade global. Entre os residentes em lares de idosos, pode reduzir o risco de pneumonia em aproximadamente 60%, e o risco global de hospitalização e morte, em cerca de 50% a 68%, respectivamente. Referem ainda a redução de mais de 50% nas doenças relacionadas à influenza (BRASIL, 2013).

Segundo Daufenbac (2009), estudo realizado no Brasil, sobre o perfil da morbidade hospitalar por causas relacionadas à influenza (incluindo os códigos do CID-9 e CID-10 referentes a pneumonias, influenza, bronquite crônica e não especificada e obstrução crônica das vias respiratórias para o período anterior (1992 a 1998) e posterior (1999 a 2006) à introdução das campanhas de vacinação contra a influenza, demonstram uma redução do coeficiente, principalmente para as regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste. No entanto, para a região Norte e Nordeste destaca-se a ausência de evidências do impacto das campanhas de vacinação contra influenza. O estudo sugere que para a interpretação desse achado é necessário se levar em consideração outras explicações possíveis, como por exemplo, a influência dos fatores ambientais.

2.2. Biometeorologia

Um dos ramos da meteorologia menos explorado até o presente momento no Brasil é o que trata da influência dos parâmetros atmosférico-meteorológicos sobre o organismo dos seres vivos denominado de Biometeorologia. Ainda assim, os poucos grupos que estão trabalhando nesta direção, têm explorado muito mais essa influência sobre as plantas e os animais que sobre os seres humanos (LIMA, 2005).

A fisiologia humana pode suportar a maioria das variações meteorológicas dentro de certos limites, mas flutuações meteorológicas pronunciadas de curta duração podem causar efeitos adversos à saúde humana. O clima apresenta influência direta sobre o meio ambiente e no desenvolvimento da vida em geral. Atua sobre organismos, regula a velocidade do metabolismo influenciado principalmente pelo aumento da temperatura e da umidade e, conseqüentemente, estimulando uma maior atividade das enzimas e necessidades energéticas dos organismos conforme Czuyet et al. (1999). E segundo Gonçalves (2010), as variações meteorológicas e climáticas têm impactos diretos na saúde pública, desde o tempo de Hipócrates, em seu livro *Ares, Águas e Lugares*, a cerca de 400 a.C., relaciona saúde e doenças humanas a diferentes condições atmosféricas. Esta relação entre tempo e clima com a saúde humana é chamado de Biometeorologia humana, que tem como objetivo principal avaliar o impacto das influências atmosféricas sobre o homem. Estas influências podem ser térmicas, hídricas, elétricas ou uma combinação destes e de outros fatores, entre os quais destaca-se a poluição atmosférica.

2.2.1. Biometeorologia e Influenza

A redução da umidade relativa do ar a valores abaixo de 30% é considerada de risco para a integridade das vias aéreas, dificultando a homeostase interna do aparelho respiratório. Nos meses de chuva, em contraposição à problemática vivenciada nos meses de seca, a alta umidade relativa do ar, aliada ao maior tempo de permanência nos ambientes internos, ao menor arejamento e exposição ao sol dos espaços domiciliares, com conseqüente crescimento de mofo e fungos, são fatores que podem contribuir para o aumento das doenças respiratórias, especialmente as alérgicas (MOLD, 2008). Além disso, alguns vírus apresentam comportamento altamente sazonal, com maior frequência no período frio em áreas de clima temperado e também no período de chuvas naquelas de clima tropical. Esses vírus são frequentemente causadores de infecções respiratórias, principalmente das vias aéreas superiores (THOMAZELLI, 2007). Entretanto, o conhecimento acerca do comportamento das doenças em áreas de clima tropical e da possível influência dos ciclos típicos de seca e chuva sobre a saúde humana é escasso.

Conforme Correia-Deur (2007), em áreas urbanas industrializadas e/ou nas regiões de queima de biomassa, a baixa umidade nos períodos de estiagem soma-se à elevação dos níveis de poluição atmosférica. Os poluentes do ar iniciam um processo inflamatório no aparelho respiratório, alterando a permeabilidade das vias aéreas e possibilitando, assim, o acesso e a progressão de microrganismos patogênicos. O material particulado presente na poluição do ar pode ainda interferir na depuração e inativação de bactérias que atinge o tecido pulmonar e contribuir para a ocorrência de doenças infecciosas (NEL, 2005). Além disso, as crianças representam o grupo mais sensível aos efeitos dos poluentes atmosféricos. Porém, as porcentagens mais elevadas de mortalidade, decorrentes da infecção pelo vírus da gripe, ocorrem em indivíduos maiores de 65 anos (GOMES, 2001).

Pesquisadores da Biometeorologia Humana têm descrito vários fatores que comprovam a ação da atmosfera sobre a saúde humana. Para Tromp (1980), uma atmosfera com baixos valores de umidade relativa do ar e velocidade do vento é um ambiente propício para o desenvolvimento do vírus *influenza* (vírus da gripe). Este autor, entre outras citações afirma que o corpo humano possui órgãos ou centros registradores de estímulos meteorológicos que podem iniciar um processo de enfermidade, agravar doenças pré-existentes ou até levar pessoas a óbito, conforme a intensidades destes estímulos. Em outro trecho de sua obra, classifica a gripe como uma doença de inverno. Esta classificação é confirmada pela literatura da medicina, em Sounis (1985), quando o autor afirma que a virose influenza, doença de distribuição mundial, tem marcada preferência para os meses mais frios do inverno.

2.3. Séries temporais

Uma série de temporal é uma sequência de observações de uma variável, consistindo tipicamente de sucessivas medições feitas ao longo de um intervalo de tempo. Exemplos de séries temporais são registros de marés, contagens de manchas solares, cotação de ações da bolsa de valores etc. As séries cronológicas são muito frequentemente plotadas via gráficos de linha. Séries temporais são frequentemente usados na estatística, processamento de sinais, reconhecimento de padrões, econometria, matemática financeira, previsão do tempo, previsão de terremotos, engenharia de controle, astronomia, engenharia de comunicações, e em grande parte em qualquer domínio de aplicação da ciência e da engenharia que envolve medições temporais (BOX e JENKINS, 1976).

A análise de séries temporais compreende no método de análise de dados de séries ao longo do tempo, a fim de extrair estatísticas significativas e outras características dos dados. A partir do uso de um modelo ainda é possível prever valores futuros com base nos valores observados anteriormente (BOX e JENKINS, 1976).

Werner e Ribeiro (2003), ainda destacam que a previsão é uma das principais razões da popularidade dos modelos BOX e JENKINS, genericamente conhecidos por modelos ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Averages*). Tais modelos matemáticos são caracterizados pela extração do comportamento da correlação seriada ou autocorrelação entre os valores da série temporal e com base nesses comportamentos torna-se possível realizar previsões futuras.

Modelos de dados de séries temporais podem apresentar diferentes formas e representam diferentes processos estocásticos. Ao modelar variações no nível de um processo, três grandes classes de importância prática, são os modelos auto-regressivos (AR), os modelos integrados (I), e os que são modelos de médias móveis (MA). Estas três classes dependem linearmente em pontos de dados anteriores. As combinações destas idéias produzem os modelos auto-regressivo de média móvel (ARMA) e auto-regressivos integrados ao modelo de média móvel (ARIMA) (LJUNG e BOX, 1978).

2.4. Modelos estatísticos

A modelagem estatística exige seleção e identificação de aspectos relevantes de uma situação no mundo real e, em seguida, usando diferentes tipos de modelos para diferentes objetivos, tais como modelos conceituais para entender melhor, modelos operacionais para operacionalizar, modelos matemáticos para quantificar e modelos gráficos para visualizar o assunto. Modelagem é uma parte essencial e inseparável da atividade científica, e muitas disciplinas científicas têm suas próprias idéias sobre tipos específicos de modelagem Greca e Santos (2005).

Um modelo estatístico é um conjunto de pressupostos relativos à geração de dados observados e dados semelhantes a partir de uma população. Esses modelos descrevem um conjunto de distribuições de probabilidades, alguns dos quais são assumidos para aproximar adequadamente a distribuição a partir do qual um conjunto de dados em particular é amostrado. Um modelo estatístico é normalmente especificado por equações matemáticas, que se relacionam uma ou mais variáveis aleatórias e outras variáveis (não-aleatórios). Ainda de acordo com Conceição et al. (2001), os modelos estatísticos constituem ferramentas extremamente úteis para resumir e interpretar dados. Em particular, eles podem facilitar a avaliação da forma e da intensidade de associações de interesse em estudos epidemiológicos.

Modelos estatísticos podem projetar como doenças infecciosas possam progredir para uma possível epidemia, servindo assim como ferramenta para a gestão em saúde pública. Esses modelos baseiam-se em alguns pressupostos básicos e alguma álgebra para estimar parâmetros associados a várias doenças infecciosas, conseqüentemente, utiliza-se as estimativas desses parâmetros para calcular os efeitos de possíveis intervenções, como os programas de vacinação.

2.5. Modelos lineares generalizados aplicados a biometeorologia

O modelo linear generalizado (MLG) é uma generalização flexível da regressão linear, que permite a modelagem de variáveis de resposta que não possuem as características da distribuição normal. O MLG generaliza a regressão linear, permitindo que o mesmo possa ser relacionado com outras variáveis de resposta por meio de uma função de ligação fazendo com que a amplitude da variação de cada medição torne-se uma função do seu valor previsto. Os modelos lineares generalizados foram formulados por John Nelder e Wedderburn Robert em 1972 como uma forma de unificar vários outros modelos estatísticos, incluindo regressão linear, regressão logística e regressão de Poisson. Entretanto, de acordo com Conceição et al. (2001) a relação da variável dependente e não dependentes não é tão óbvia. As relações entre as diversas variáveis intervenientes podem não apresentar o mesmo comportamento ao longo de todos os valores do seu domínio e, mesmo se o apresentarem, a intensidade da associação pode não ser constante; por exemplo, o número de óbitos pode variar linearmente numa determinada faixa de valores de temperatura, e quadrática ou exponencialmente em outras.

Dada a complexidade das relações de interesse, a escolha de modelos apropriados para a análise se reveste de bastante importância. Por exemplo, modelos de regressão linear servem para investigar se uma variável resposta Y está associada com variáveis explicativas X_1, X_2, \dots, X_n , mas este tipo de modelo avalia esta associação apenas sob a ótica linear, que nem sempre é aquela que rege os fenômenos considerados. Além disso, é importante ter em mente que as suposições usualmente empregadas na análise dificilmente corresponderão à realidade de modo exato, por mais sofisticado que seja o modelo em questão (TOMÉ e LATORRE, 2001). Todavia tais modelos podem constituir boas opções para representar tanto a sazonalidade quanto a relação entre o número de internações e as variáveis climáticas, como temperatura e umidade.

Estudos utilizando os MLGs no Brasil são datados da década de 70 por Coelho (2007), em que verificou a associação entre o número de atendimentos por infecções das vias aéreas superiores (IVAS) e bronquite asmática em crianças menores de 12 anos, nos postos de saúde da Região de Santo André (São Paulo), e as taxas mensais de sulfato e poeiras em suspensão, (entre agosto de 1967 e agosto de 1969). Saldiva et al. (1994) realizaram um estudo que evidenciou a associação

entre NO₂ (dióxido de nitrogênio) e mortalidade fetal tardia em São Paulo. Gouveia et al. (2006) avaliaram associação entre a hospitalização por causas respiratórias e cardiovasculares e a contaminação atmosférica no município de São Paulo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Tipo de estudo

É um estudo ecológico de séries temporais. Este tipo de delineamento é caracterizado por estudar grupos de indivíduos, geralmente por regiões geográficas. No caso deste trabalho, o local estudado foram municípios representativos das mesorregiões do Estado da Paraíba.

3.2. Localidades de estudo

O estudo foi realizado para os municípios da Região Metropolitana de João Pessoa (João Pessoa, Santa Rita, Bayeux e Cabedelo) na Mesorregião do Litoral e para um município de cada uma das demais Mesorregiões do Estado da Paraíba, conforme Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos municípios objeto do estudo

Mesorregiões	Município	Coordenadas Geográficas		
		Latitude	Longitude	Altitude (m)
Mata Paraibana	Região Metropolitana de João Pessoa	07 ^o 05'00''	34 ^o 50'00''	37m
Agreste Paraibano	Campina Grande	07 ^o 13'50''	35 ^o 52'52''	555 m
Borborema	Monteiro	07 ^o 53'20''	37 ^o 07'12''	599 m
Sertão Paraibano	Patos	07 ^o 01'28''	37 ^o 17'48''	242 m

3.2.1. Clima das localidades

Campina Grande possui um clima com temperaturas mais moderadas, considerado tropical com estação seca (As, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger), com chuvas concentradas nos meses de outono e inverno, principalmente entre abril e julho, sendo este último o mês de maior precipitação, com média de 154 milímetros (mm). No verão, as temperaturas ficam mais altas, com máximas entre 28 °C e 30 °C. Já no inverno, o tempo não chega a esquentar, com máximas entre 25 °C e 27 °C, e mínimas de 18 °C (INMET, 2015).

O clima de João Pessoa é tropical úmido (tipo Am na classificação climática de Köppen-Geiger), com índices relativamente elevados de umidade do ar, e temperaturas médias anuais em torno dos 26 °C. A principal estação chuvosa, conhecida como "inverno", inicia-se em março e termina em agosto. São duas estações climáticas definidas apenas pela quantidade pluviométrica, sem alteração significativa na temperatura. As chuvas ocorrem no período de "outono e inverno" e durante todo o resto do ano o clima é de muito sol (INMET, 2015).

O município de Monteiro tem um clima semiárido quente e seco (Bsh) com chuvas de verão, segundo a classificação de W. Köppen. É o clima típico de toda a mesorregião. As chuvas sobre o semiárido paraibano apresentam-se com melhor distribuição temporal e espacial a partir do mês de fevereiro, quando a Zona de Convergência Intertropical, principal sistema meteorológico gerador de chuvas nesse setor, passa a atuar com maior ênfase (INMET, 2015).

O clima de Patos é semiárido quente (tipo Bsh na Classificação climática de Köppen-Geiger), quente e seco, com poucas chuvas. A temperatura média anual é de 25,5 °C, sendo janeiro o mês mais quente (26,8 °C) e julho o mais frio (23,3 °C). A precipitação média anual é de 728 milímetros (mm). Os meses mais chuvosos são março (213 mm) e abril (177 mm), enquanto agosto (3 mm) e setembro (1 mm) são os mais secos. Patos se encontra na 18ª colocação no ranking 20 cidades mais quentes do Brasil (INMET, 2015).

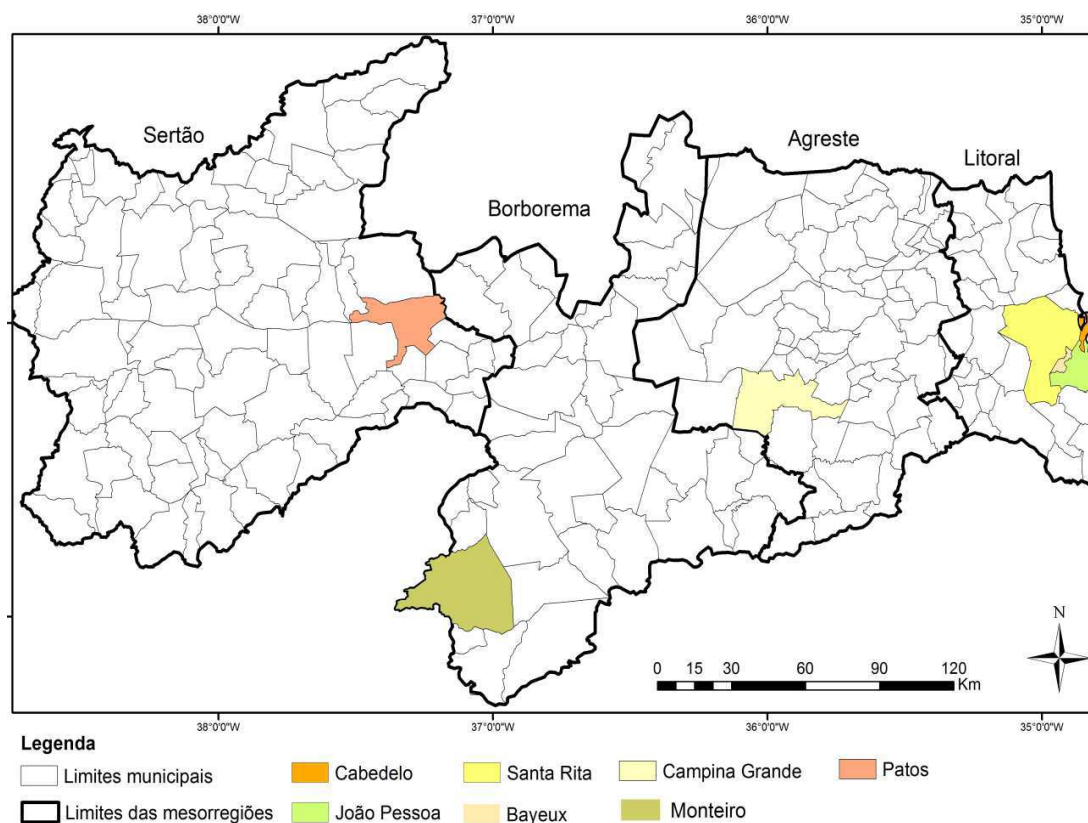


Figura 1. Localização dos municípios do estado da Paraíba a serem estudados

3.3 Dados de internações hospitalares

A população do estudo foi formada por idosos de 65 anos ou mais, que moram nos respectivos municípios das áreas de estudo, e foram internados por nfluenza ou Pneumonia (PI) no período de 2002 a 2013, faixa etária que apresenta maior mortalidade por PI, e é favorecida pelo Ministério da Saúde pela vacinação gratuita contra influenza desde o ano 1999. Foram analisadas todas as internações por PI nos idosos de 65 anos ou mais, segundo **Código Internacional de Doenças** CID 10, abrangendo as internações Hospitalares realizadas no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 no universo de atendimento dos municípios citados na Tabela 1. De todos os hospitais próprios e conveniados ao SUS (Sistema Único de Saúde) por meio do preenchimento das AIHs (autorização para internação hospitalar). Todas essas informações são registradas e arquivadas no banco de dados do SUS. Estes bancos de dados são compostos pelos registros de pagamentos efetuados pelo SUS aos prestadores de serviço. Dentre uma serie de informações contidas neste banco de dados, foram selecionadas para este trabalho a data da internação, o diagnóstico e idade do paciente. Esta análise de dados foi feita exclusivamente pela pesquisadora respeitando a necessidade da interpretação dos dados.

3.4 Dados Meteorológicos

Através da inclusão de variáveis meteorológicas, verifica-se a sua influência sobre a população que deu entrada nos hospitais com problemas respiratórios associados a PI. As variáveis utilizadas foram:

- i. Umidade relativa do ar (%)
- ii. Temperatura média do ar (°C)
- iii. Precipitação pluvial (mm)

Foram utilizadas as séries de dados médios e acumulados mensais no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 das variáveis supracitadas, obtidas na Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas – UACA/CTRN/UFCEG para os municípios estudados (Tabela 1).

3.5. Análise estatística

Em resumo, foram feitos os seguintes procedimentos:

a) Análise descritiva dos dados tomando-se como base porcentagens para as variáveis qualitativas. As quantitativas foram descritas por meio de tendência central (média, mediana), e dispersão (desvio padrão e percentis) e o coeficiente de variação (CV).

b) Construção do Modelo de Regressão de Poisson (MRP) com as variáveis meteorológicas. Para tanto foram confeccionados modelos de regressão de Poisson para a seleção das variáveis meteorológicas que apresentassem significância menor que 0,05 ($p < 0,05$), usando-se a Equação (1):

$$\ln(\mu_i) = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i X_i \quad (1)$$

em que: Y é a variável dependente número de internações por PI na localidade de estudo, α e β são os parâmetros a serem estudados e X_i são as variáveis independentes.

Nesta pesquisa foram ajustados modelos de regressão de Poisson (MRP) considerando como variável dependente às internações hospitalares por PI. E como variáveis independentes, foram utilizadas as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa e precipitação).

A distribuição de Poisson é muito utilizada para descrever dados de contagem. Uma importante propriedade dessa função de probabilidade é a igualdade entre a média e a variância. Em situações em que se tem uma variável resposta com dados de contagem e deseja-se estudar a relação com as variáveis explicativas, pode-se utilizar o modelo de regressão de Poisson que pertence a classe especial dos modelos lineares generalizados.

A variável resposta de uma regressão de Poisson deve seguir uma distribuição de Poisson onde a média da variável resposta deve ser igual a variância. No entanto, quando se trabalha com dados experimentais nem sempre isso acontece podendo ocorrer uma superdispersão (variância maior que a média) ou uma subdispersão (variância menor que a média). Mesmo assim, ainda é possível se aplicar o modelo de regressão de Poisson realizando-se transformações (TADANO et al., 2009).

c) O teste f da análise de variância (ANOVA) foi utilizado para verificar a significância das estimativas dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente p -valor para a variável dependente PI em relação à significância das variáveis independentes (variáveis meteorológicas).

d) Para avaliar o ajuste do modelo deve-se realizar uma análise dos resíduos. Esta análise pode ser através do gráfico dos desvios residuais de cada observação em relação aos valores ajustados pelo modelo. Um modelo bem ajustado possui o gráfico com pontos o mais próximo possível de zero no intervalo de -2 e 2.

e) A tendência temporal das séries mensais da variável dependente (registros de internações por PI) foi avaliada pelo teste não paramétrico de Mann-Kendall (MK) a 5% de probabilidade. O teste de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) consiste em comparar cada valor de uma série ao longo do tempo com os valores em ordem sequencial. O número de vezes em que os termos restantes são maiores do que em análise é computado. Sob a hipótese H_0 = “As observações da série são independentes e identicamente distribuídas” e H_1 = “As observações da série possuem tendência monótona no tempo”. Este teste baseia-se na estatística S definido a partir da Equação (2):

$$S = \sum_{i=2}^n \sum_{j=1}^{i-1} \text{sign}(x_i - x_j), \quad (2)$$

em que: x_j são os valores de dados sequenciais, n é o comprimento de a série de tempo e sinal $(x_i - x_j)$ é 1 para $(x_i - x_j) < 0$, 0 para $(x_i - x_j) = 0$, e -1 para $(x_i - x_j) > 0$. O tempo médio de $E[S]$ e a variância $V[S]$ de estatística S podem ser dadas de acordo com as Equações (3) e (4), respectivamente:

$$E[S] = 0 \quad (3)$$

$$\text{Var}[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5)}{18}, \quad (4)$$

em que t_p é o número de ligações para o valor de ordem p e q é a número de valores vinculados. O segundo termo representa um ajuste para os dados ligados ou censurados. O teste padronizado estatística (Z_{MK}) é calculado pela Equação (5):

$$Z_{MK} = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (5)$$

A presença de uma tendência estatisticamente significativa é avaliada utilizando-se o valor Z_{MK} . Esta estatística é utilizada para testar a hipótese nula de que não existe tendência. Um valor positivo Z_{MK} indica uma tendência de aumento, enquanto que um valor negativo indica uma tendência decrescente. Para testar tendência monotônica ao nível de significância p , a hipótese nula é rejeitada se o valor absoluto Z_{MK} é maior que $Z_{MK1-p/2}$, que é obtido a partir da tabela da normal padrão. Em geral, os níveis de significância $p = 0,01$ e $0,05$ são adotados. A magnitude do declive da tendência foi obtida como se segue (Hirschet al., 1982) pela Equação (6):

$$\beta = \text{Median} \left[\frac{(x_j - x_i)}{(j - i)} \right], \text{ para todo } i < j. \quad (6)$$

f) Teste de não-estacionaridade (Dickey-Fuller): testa a hipótese nula da existência de raiz unitária na série de acordo com a Equação 7.

$$y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \rightarrow \begin{cases} H_0: \phi = 1 \\ H_1: \phi < 1 \end{cases} \quad (7)$$

Caso esta hipótese não seja rejeitada a série possuirá raiz unitária, portanto, não será estacionária. Para evitar o problema da autocorrelação dos resíduos, recomenda-se a utilização do teste ADF (Dickey-Fuller Aumentado), que engloba a equação das defasagens para eliminação do problema de autocorrelação dos resíduos. Segundo Arêdes e Pereira (2008), o teste mais simples para analisar a estacionaridade em séries temporais é dado pela obtenção dos coeficientes de autocorrelação e autocorrelação parcial, a partir dos quais são construídos os respectivos correlogramas: FAC (função de autocorrelação) e FACP (função de autocorrelação parcial), que por sua vez representam as inspeções gráficas das defasagens.

g) Dentre as classes de modelos propostos por Box e Jenkins (1976), foi utilizado neste estudo o modelo ARIMA para estimativa de registros de internações por PI, que pode ser representado pela Equação (8):

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \beta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q} \quad (8)$$

Nesta equação, o termo a_0 representa uma constante no modelo estimado, a_1 até a_p são parâmetros que ajustam os valores passados de y_t do instante imediatamente anterior até o mais distante representado por p .

Os valores de ε , ou seja, o componente errático da série representa uma sequência de choques aleatórios e independentes uns dos outros, ε_t é uma porção não controlável do modelo é chamado comumente de ruído branco. Os parâmetros β_1 até β_q possibilitam escrever a série em função dos choques passados. Em geral, cada ε_t é considerado como tendo distribuição normal, com média zero, variância constante e não correlação.

h) Os critérios de seleção do modelo ARIMA utilizado tomou como base a variância estimada, e são descritos como AIC (*Akaike's Information Criterion*) e o BIC (*Bayesian Information Criterion*), que podem ser obtidos pelas Equações (9) e (10), respectivamente:

$$AIC = -2 \log L(\theta) + 2p \quad (9)$$

$$BIC = -2 \log L(\theta) + p \log(n) \quad (10)$$

em que: $\log L(\theta)$ denotam o valor da máxima verossimilhança como função objetiva para um modelo com p parâmetros de ajuste para n pontos de dados.

Em linhas gerais, dentre os vários modelos apresentados, escolhe-se aquele que apresenta o menor AIC e BIC. Salienta-se também que a escolha deverá levar em consideração os modelos parcimoniosos, ou seja, aqueles que apresentam o menor número de parâmetros. Por fim, é recomendável que esses critérios sejam avaliados conjuntamente, pois são complementares e não excludentes.

i) Verificação da qualidade do modelo para realizar previsão de registros de interações por PI.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software R (R Core Team, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos dados clínicos e meteorológicos

De acordo com a Figura (2a) verifica-se a distribuição dos registros de internações por causas associadas à influenza para localidade de Campina Grande no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013. Foram registradas no período em análise 3.137 casos de incidência de doenças respiratórias por influenza (PI), com média anual de 261 casos. O ano de 2013 foi responsável pelo maior registro com 378 casos, e o ano de 2002 pelo menor registro com 137 casos. A maior média mensal registrada foi no mês de julho com 27 casos sendo registrado no ano de 2013 o pico de 52 ocorrências e o mínimo no ano de 2002 com 13 registros mensais. Em contrapartida, o mês de abril apresenta as menores ocorrências. Verificou-se valor médio de 18 internações. Os valores máximos e mínimos foram da ordem de 40 e 7 intervenções, respectivamente.

Segundo Brasil (2012), as campanhas de vacinação contra influenza vêm contribuindo ao longo dos anos na prevenção do público alvo, apresentando impacto na redução das internações hospitalares, gastos com medicamentos para tratamento de infecções secundárias e mortes evitáveis. No entanto, Campina Grande vem apresentando aumento no número de casos de internações por influenza em idosos de 65 anos ou mais, ao longo da série estudada, o que pode significar uma ausência da efetividade da vacinação contra influenza para esta localidade. Uma vez que, os municípios da Paraíba têm atingido nos últimos anos a meta de 70% estabelecida pelo PNI (Programa Nacional de Imunização) para cobertura vacinal da população com 60 anos ou mais até 2007, e de 80% a partir de 2008.

Observou-se que a distribuição da precipitação pluvial para localidade de Campina Grande no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 (Figura 2b) apresentou média anual de 875,6 mm, a distribuição do acumulado anual é bastante irregular ao longo do período, a quadra chuvosa representou 55,5% do total anual, tal período é verificado entre os meses de abril a julho. Ao longo da série ainda verificou-se que os anos de máximos e mínimos acumulados foram 2011 e 2012, respectivamente.

A análise da distribuição da umidade relativa (UR) para a localidade de Campina Grande, no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013, é apresentada na (Figura 2c) observa-se a presença distinta de períodos de maior disponibilidade de umidade (outono-inverno) e períodos mais secos (primavera-verão). A média da UR foi da ordem de 78%, apresentando no ano de 2011 o maior registro (82,9%) e no ano de 2006 o menor registro (74,8%). A UR é condicionada por diversos fatores, tais como continentalidade e maritimidade, temperatura do ar e proximidade com florestas ou áreas irrigadas.

Para a localidade de Campina Grande, no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013, a distribuição da temperatura média do ar (°C) (Figura 2d) apresentou as temperaturas mais elevadas entre os meses de novembro a abril, com picos máximos no mês de março (24,8 °C). Os registros mais amenos foram observados de junho a agosto, com picos mínimos no mês de agosto (21,4 °C). A média anual para o período em análise foi de 23,5 °C, o máximo (23,9 °C) foi verificado para o ano de 2010. Enquanto o menor (23,1 °C) registro médio anual foi para o ano de 2002.

Ainda é possível verificar que os picos de maior incidência dos casos de PI, ocorrem entre os meses de junho a outubro, e que as campanhas de vacinação são realizadas de forma padronizada, para todas as Regiões brasileiras, no final do mês de abril de cada ano. No entanto, o melhor período da vacinação antecede o período de maior circulação do vírus, pois a detecção de anticorpos protetores se dá entre 2 a 3 semanas, após a vacinação e apresenta, geralmente, duração de 6 a 12 meses. O pico máximo de anticorpos ocorre após 4 a 6 semanas, embora em idosos os níveis de anticorpos possam ser menores. O que se pode sugerir que, talvez o melhor período para vacinação para Campina Grande, seja início de mês de abril para que, de fato, os indivíduos tenham adquirido a imunidade adequada.

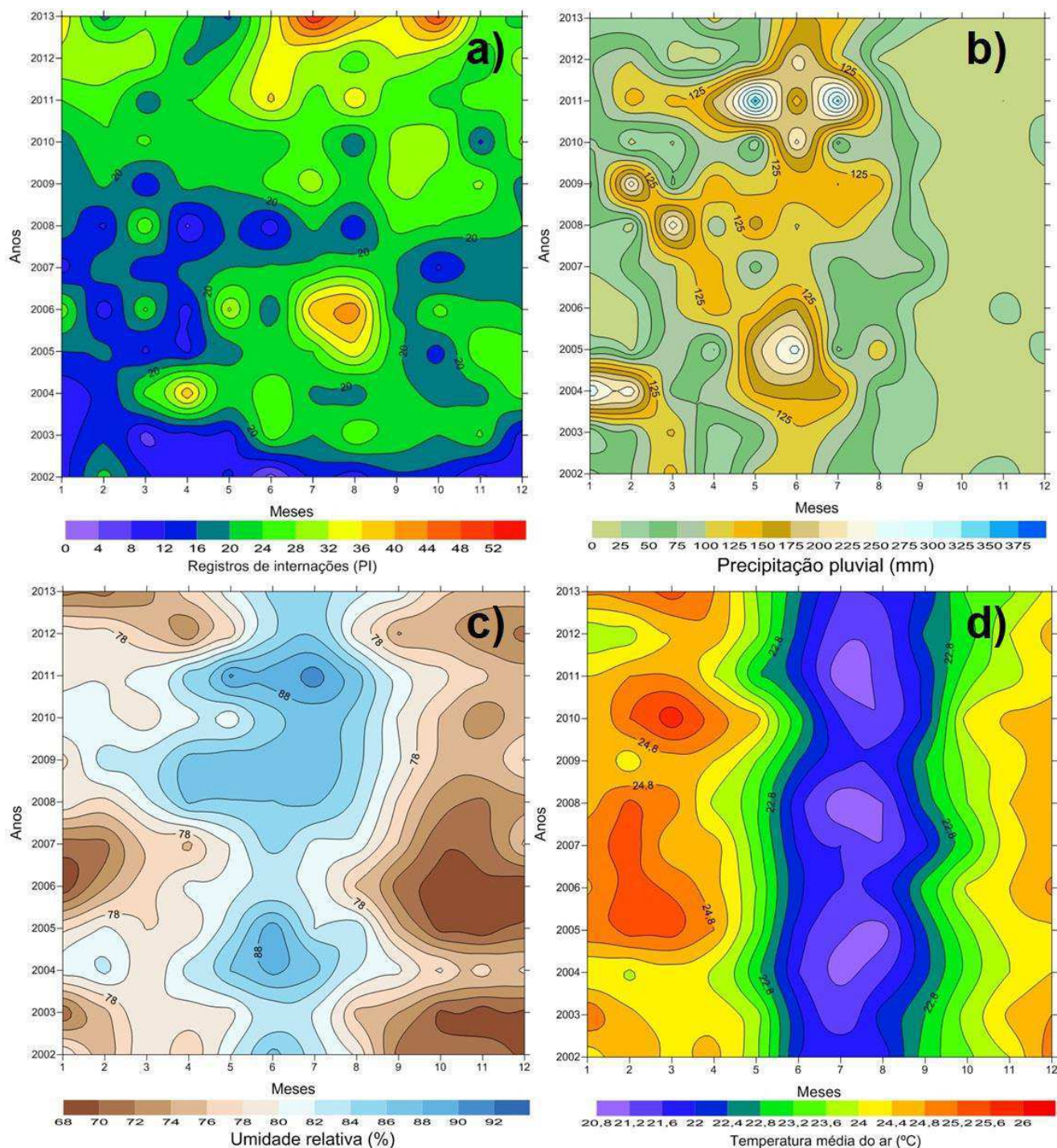


Figura 2. Distribuição dos registros de interações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para localidade de Campina Grande no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

De acordo com os resultados obtidos na ANOVA verificou-se, para localidade de Campina Grande, que a variável explicativa (temperatura média do ar) foi significativa ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere à explicação da taxa de (aumento/decrécimo) nos casos de PI. O coeficiente $\beta_1 = -0,08$ (Tabela 2) negativo, indicando a diminuição das interações em função do aumento da temperatura, ou seja, existe uma relação inversa entre as variáveis em análise. Logo se

espera que para os meses com maiores registros de temperatura média do ar observa-se os menores índices de internações. Ou seja, espera-se que para cada aumento de 1 °C seja verificado o decréscimo da ordem de 8% dos casos de internações por PI.

Tabela 2. Estimativa dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente *p* valor para a variável dependente PI na localidade de Campina Grande

Coefficientes	Estimativa	Desvio padrão	Teste t	p-valor
Intercepto (β_0)	5,07474	0,31343	16,191	< 0,001
Temperatura média do ar (β_1)	-0,08553	0,01339	-6,375	< 0,001

Ainda é possível verificar que a análise da relação entre os casos de PI e as variáveis climáticas (precipitação pluvial, temperatura do ar e umidade do ar) foi extremamente importante para avaliar as correlações inversas e diretas, sendo possível associar os efeitos das condicionantes climáticas na saúde humana. A Figura (3a) representa distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (°C) para localidade de Campina Grande no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013. É notória a relação direta entre a diminuição da temperatura média do ar e o aumento dos casos de PI, principalmente no período do outono-inverno, o mês de julho apresenta os menores registros de temperatura do ar, assim como discutidos anteriormente, em contrapartida verifica-se o pico máximo de internações por PI. A análise da climatologia de ambas variáveis ratifica os resultados gerados pelo teste da ANOVA. No entanto, as observações não são sempre consistentes em alguns estudos, mas em outros é possível verificar a sazonalidade das variações nos registros de internações por infecções do aparelho respiratório, mas em alguns estudos não se utilizam da análise estatística rigorosa (Milam e Smillie, 1991).

Tromp (1980) relata que o corpo humano possui órgãos ou centros registradores de estímulos meteorológicos que podem iniciar um processo de enfermidade, agravar doenças pré-existentes ou até levar pessoas a óbito, conforme a intensidades destes estímulos. Em outro trecho de sua obra, classifica a gripe como uma doença de inverno. Apesar da variação da temperatura ser pequena, a aglomeração populacional em decorrências de baixa temperatura, em determinadas épocas do ano, contribuem para a maior transmissibilidade do vírus (CDC, 2010).

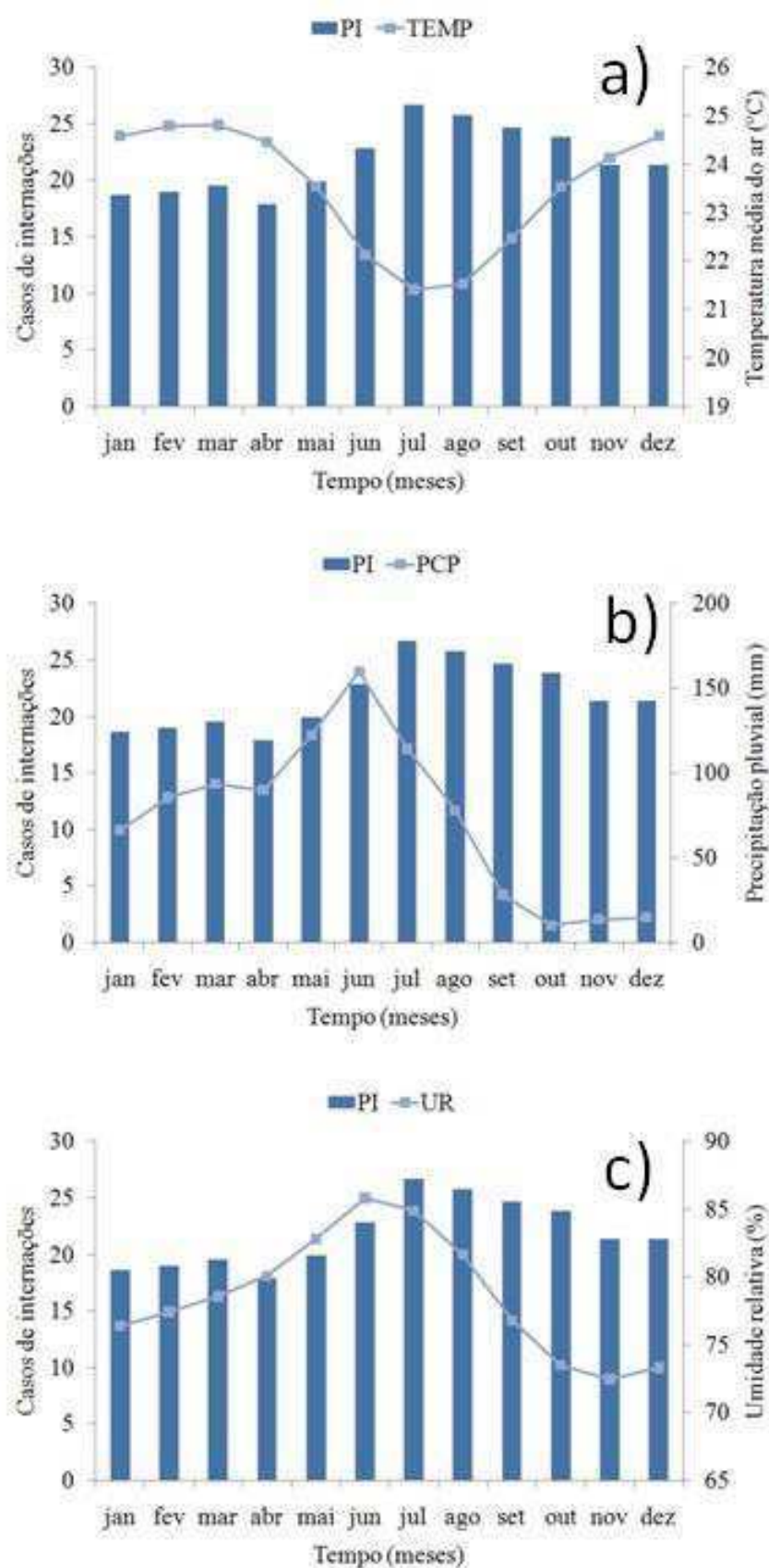


Figura 3. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para localidade de Campina Grande no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

De acordo com os registros de internações por causas associadas à influenza para Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP), no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 (Figura 4a), foram verificados no período em análise 7.082 casos de internações por PI, com média anual de 590 casos. O ano de 2013 foi responsável pelo maior registro com 913 casos, e o ano de 2002 pelo menor registro com 369 casos. As maiores médias mensais foram observadas nos meses de maio e junho com 55 casos. De acordo com os registros mensais para o mês de maio, no ano de 2013 verificou-se o pico de 90 ocorrências e o mínimo no ano de 2002 com 22 registros. Em contrapartida, o mês de fevereiro apresenta as menores ocorrências. Verificou-se valor médio de 43 internações. Os valores máximos e mínimos foram da ordem de 80 e 28 intervenções, respectivamente.

O padrão de sazonalidade da influenza varia entre as diversas regiões, sendo mais marcado naquelas que têm estações climáticas bem definidas, ocorrendo com maior frequência nos meses mais frios, em locais de clima temperado, ou no período chuvoso, em locais de clima tropical (BRASIL, 2009). Segundo GRUPO DE OBSERVAÇÃO REGIONAL DA GRIPE (GROC), no Brasil a epidemiologia do vírus influenza é atualmente bem conhecida nas regiões Sul e Sudeste onde a sazonalidade está bem caracterizada ocorrendo nos meses de outono e inverno. Não sendo bem conhecida nas demais regiões do país, como trata-se de um país com grande extensão territorial, é possível que mais de um padrão epidemiológico possa ser observado. Para a RMJP, a distribuição da precipitação pluvial e da umidade relativa, Figuras (4b e 4c), respectivamente, apresenta significativa correspondência para a RMJP no período estudado. Verifica-se que nos meses de maio a julho são registrados os maiores valores das variáveis supracitadas.

A precipitação pluvial (Figura 4b) apresentou média anual de 1986,8 mm, a distribuição do acumulado anual é bastante regular ao longo do período, a quadra chuvosa representou 63,5% do total anual, tal período é verificado entre os meses de abril a julho. Ao longo da série ainda verificou-se que os anos de máximos e mínimos acumulados foram 2009 (2544,5 mm) e 2006 (1178,3 mm), respectivamente.

Para RMJP, as temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de novembro a abril (Figura 4d), com picos máximos no mês de março (28,3 °C). Os menores registros foram observados de junho a agosto, com picos mínimos no mês de julho (25,2 °C). A amplitude térmica registrada é da ordem de 3,1 °C, ou seja, entre os meses de março e julho há um decréscimo significativo na temperatura média do ar. A média anual para o período em análise foi de 27 °C, o máximo (27,3°C) foi verificado para o ano de 2013. Enquanto o menor (26,7 °C) registro médio anual foi para o ano de 2004.

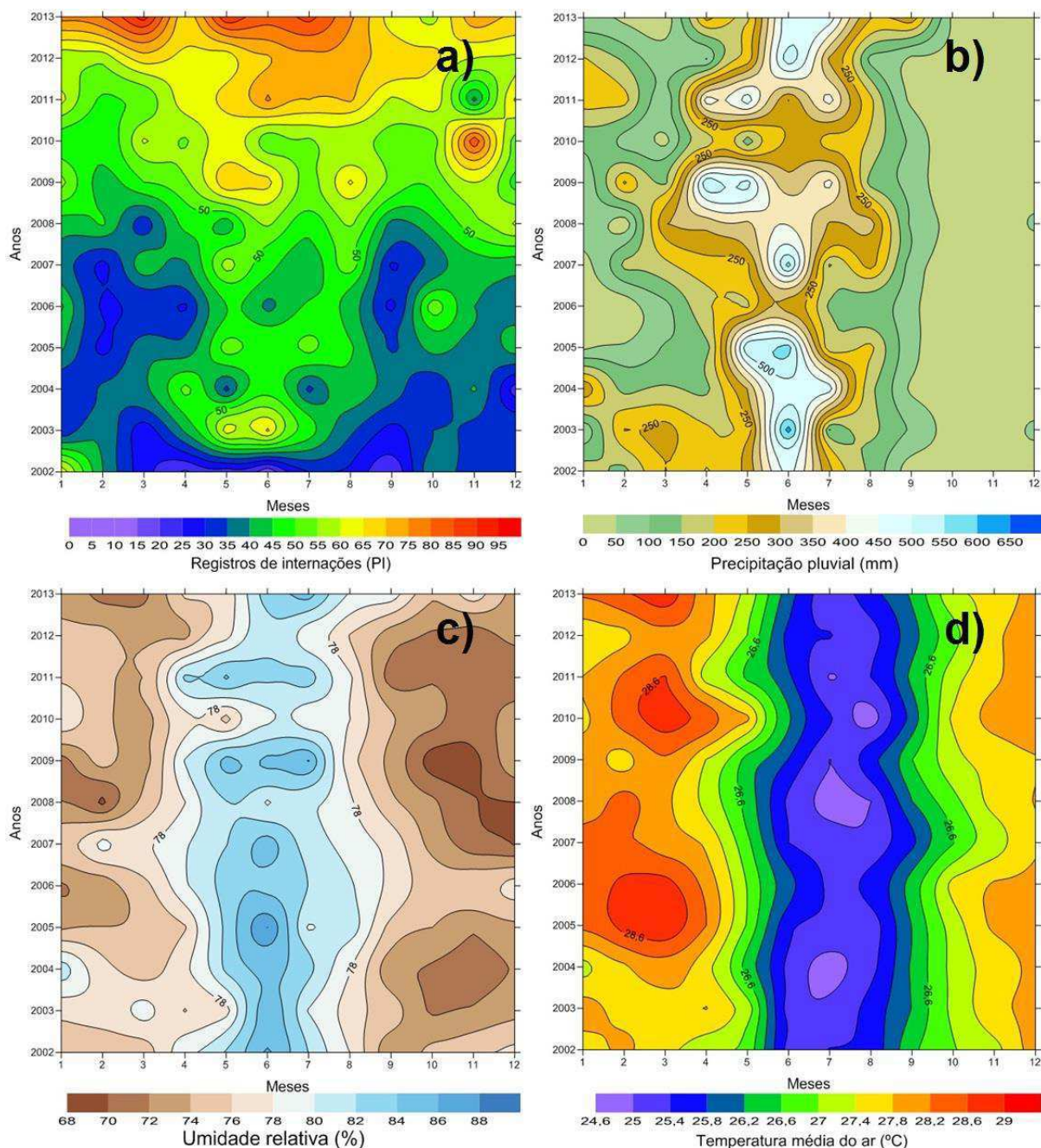


Figura 4. Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$) (d) para Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

Os resultados obtidos para a RMJP podem ser justificados por condições meteorológicas típicas associadas às estações do ano, pois das localidades estudadas é que apresenta estações mais bem definidas. No verão a alta temperatura, a baixa umidade relativa do ar, e o início do período chuvoso, no final da estação, coincidem com o aumento dos casos de PI. No outono, à medida que as temperaturas, média, máxima e mínima estão baixando e, a umidade relativa do ar e a precipitação, aumentando, o número de casos registrados desta doença começa a aumentar, e se mantém até o final desta estação, no que se refere ao pico de incidência desta enfermidade, durante

a estação chuvosa. E assim como para Campina Grande, o número de casos vem aumentando ao longo da série estudada, tornando duvidosa a eficácia das medidas gerais de prevenção. Sobretudo, a vacinação que vem sendo aplicada já no período de maior circulação do vírus da influenza.

No inverno, é possível que o aumento da temperatura juntamente, com a redução da umidade e da precipitação em meados deste período, favoreça o decréscimo do número de casos notificados nesta estação, nas duas localidades. A alta temperatura, a baixa umidade relativa do ar e a escassez de chuvas, durante a primavera, parecem contribuir discretamente na redução do número de casos no decorrer desta estação.

Os resultados obtidos pela ANOVA indicaram que as variáveis independentes (precipitação pluvial, temperatura média do ar e umidade relativa) foram significativas ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere à explicação da taxa de (aumento/decrécimo) nos casos de PI na RMJP. O coeficiente $\beta_1 = 0,00103$ (Tabela 3) indicando a aumento das internações em função do aumento da precipitação, ou seja, existe uma relação direta entre as variáveis em análise. Logo, se espera que para os meses com maiores registros de precipitação se observa os maiores índices de internações. Os coeficientes relacionados temperatura média do ar e umidade relativa, β_2 (-0,03622) e β_3 (-0,03669), respectivamente, foram negativos indicando a diminuição das internações em função do aumento da temperatura e aumento da umidade relativa, ou seja, existe uma relação inversa entre as variáveis em análise. Assim, se espera que para os meses com maiores registros de temperatura média do ar e da umidade relativa sejam observados os menores índices de internações. Sendo assim espera-se que para cada aumento de 1 mm e mantendo as demais variáveis constantes o acréscimo da ordem de 0,1% dos casos de internações por PI. Do mesmo modo e mantendo-se a precipitação pluvial e umidade relativa constantes, o aumento de 1 °C na temperatura média do ar representa o decréscimo de 3% dos casos de internações por PI. Por fim modificando apenas a variável umidade relativa em relação aos casos de internações por PI, tem-se a relação de decréscimo da ordem de 3% para cada acréscimo de 1% da UR.

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente *p* valor para a variável dependente PI na RMJP

Coeficientes	Estimativa	Desvio padrão	Teste t	p-valor
Intercepto (β_0)	7,51199	0,62923	11,938	< 0,001
Precipitação pluvial (β_1)	0,00103	0,00014	7,314	< 0,001
Temperatura média do ar (β_2)	-0,03622	0,01311	-2,763	< 0,001
Umidade relativa (β_3)	-0,03669	0,00548	-6,684	< 0,001

De acordo com a Figura (5a), é possível observar a distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (°C) para a RMJP no período de estudo. É evidente a relação direta entre a diminuição da temperatura média do ar e o aumento dos casos de PI, principalmente no período do outono-inverno, todavia os registros médios de internações apresentam valores superiores aos 40 casos mensais, e não apenas no período mais frio. Sendo assim, podemos inferir que a significância das demais variáveis meteorológicas (precipitação pluvial e umidade relativa) possa também está associados pela grande incidência de casos na RMJP, e, de acordo com Milam e Smillie (1991), por razões biológicas. A causa mais aceita entre os efeitos entre umidade do ar e as doenças respiratórias estão diretamente relacionados às alterações funcionais das vias aéreas, resultante do aumento da exposição de organismos patogênicos dispersos no ar e infecções intercorrentes do ambiente interno.

Stark (2000) sugere que o efeito da temperatura nos casos de internações por PI seja indireto, por influenciar outras variáveis como sobrevivência de microorganismos e concentração de gases e partículas em aerossóis, que são influenciadas por sedimentação diferenciada em relação a níveis de umidade variados. No nosso meio, existe a percepção de que as doenças respiratórias são mais frequentes e severas nos meses frios do ano, provavelmente porque os ambientes são mantidos mais fechados, por presença de excesso de gases, pó, bactérias em suspensão e endotoxinas. Existe também o efeito das flutuações de temperatura, comuns nas fases frias e de transição estacional durante o ano, que acabam por estressar os indivíduos, agravando o problema. Umidades altas demais prejudicam o trânsito de muco (por torná-lo excessivamente fluido) e umidades muito baixas prejudicam por torná-lo excessivamente viscoso. Para permitir um deslocamento adequado do tapete mucoso sobre os cílios do trato respiratório, uma umidade relativa do ar na faixa de 60-80% é considerada adequada.

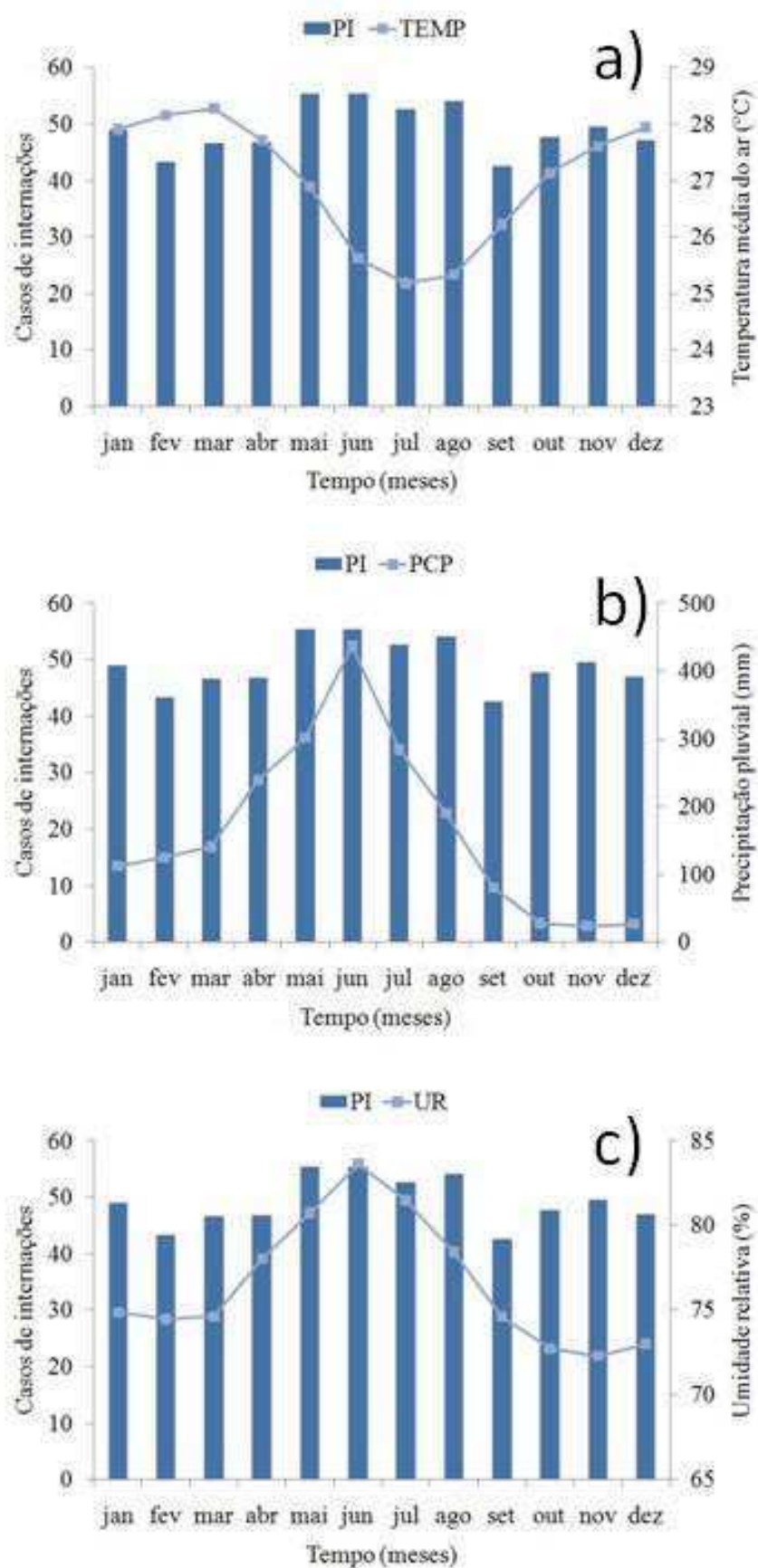


Figura 5. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para Região Metropolitana de João Pessoa (RMJP) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

Foram verificados na localidade de Monteiro (Figura 6a), no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013, cerca de 590 casos de internações por PI, com média anual de 49 casos. O ano de 2009 foi responsável pelo maior número de registro com 92 casos, e o ano de 2004 pelo menor número registros com 23 casos. A maior média mensal de registros de internações foi observada no mês de julho com 6 casos. De acordo com os registros mensais para o mês de julho, no ano de 2009, verificou-se o pico de 14 ocorrências e o mínimo no ano de 2004, com 2 registros. Em contrapartida, o mês de fevereiro apresenta as menores ocorrências. Verificou-se valor médio de 3 internações. Os valores máximos e mínimos foram da ordem de 8 e 1 intervenções, respectivamente. Diante do exposto se observa que a detecção de padrões de sazonais nos registros de internações por PI se torna extremamente complicado tendo em vista que os vírus para influenza 1, 2 e 3 não apresentaram sazonalidade anual significativa. Em estudos feitos em Cingapura (CHEW et al., 1998) detectaram que a maioria dos vírus que foram estudados era endêmica em todo o ano, detectada esporadicamente ou associado a epidemias. Arruda et al, (1991) identificou que no Nordeste do Brasil, para influenza atividade aumentou acentuadamente durante a estação chuvosa no segunda ano de estudo, mas foi insignificante durante o primeiro ano.

A precipitação pluvial no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013, para localidade de Monteiro (Figura 6b), apresentou média anual de 702,1 mm, a distribuição do acumulado anual é bastante irregular ao longo do período, a quadra chuvosa representou 61,2% do total anual, tal período é verificado entre os meses de fevereiro a maio. Ao longo da série ainda verificou-se que os anos de máximos e mínimos acumulados foram 2009 (1073,5 mm) e 2012 (218,7 mm), respectivamente. A análise da distribuição da umidade relativa (UR) é apresentada na (Figura 6c) observa-se a presença distinta de períodos de maior disponibilidade de umidade (2003-2005 e 2009-2010) e uma sensível redução da umidade a partir do ano de 2012. A variabilidade mensal apresenta os maiores valores entre os meses de maior precipitação (janeiro-maio), com uma secagem do ambiente a partir do mês de agosto (exceção do ano de 2003). A média da UR(%) foi próxima aos 70%. Apresentando no ano de 2004, o maior registro (79,2%) e, no ano de 2012, o menor registro (58,9%).

A distribuição da temperatura média do ar (°C) (Figura 6d) apresentou as temperaturas mais elevadas entre os meses de novembro a abril, com picos máximos no mês de fevereiro (26 °C). Os menores registros foram observados de junho a agosto, com picos mínimos no mês de julho (22 °C). A média anual para o período em análise foi de 24,5 °C, o máximo (25 °C) foi verificado para o ano de 2003. Enquanto o menor (23,9 °C) registro médio anual foi para o ano de 2011.

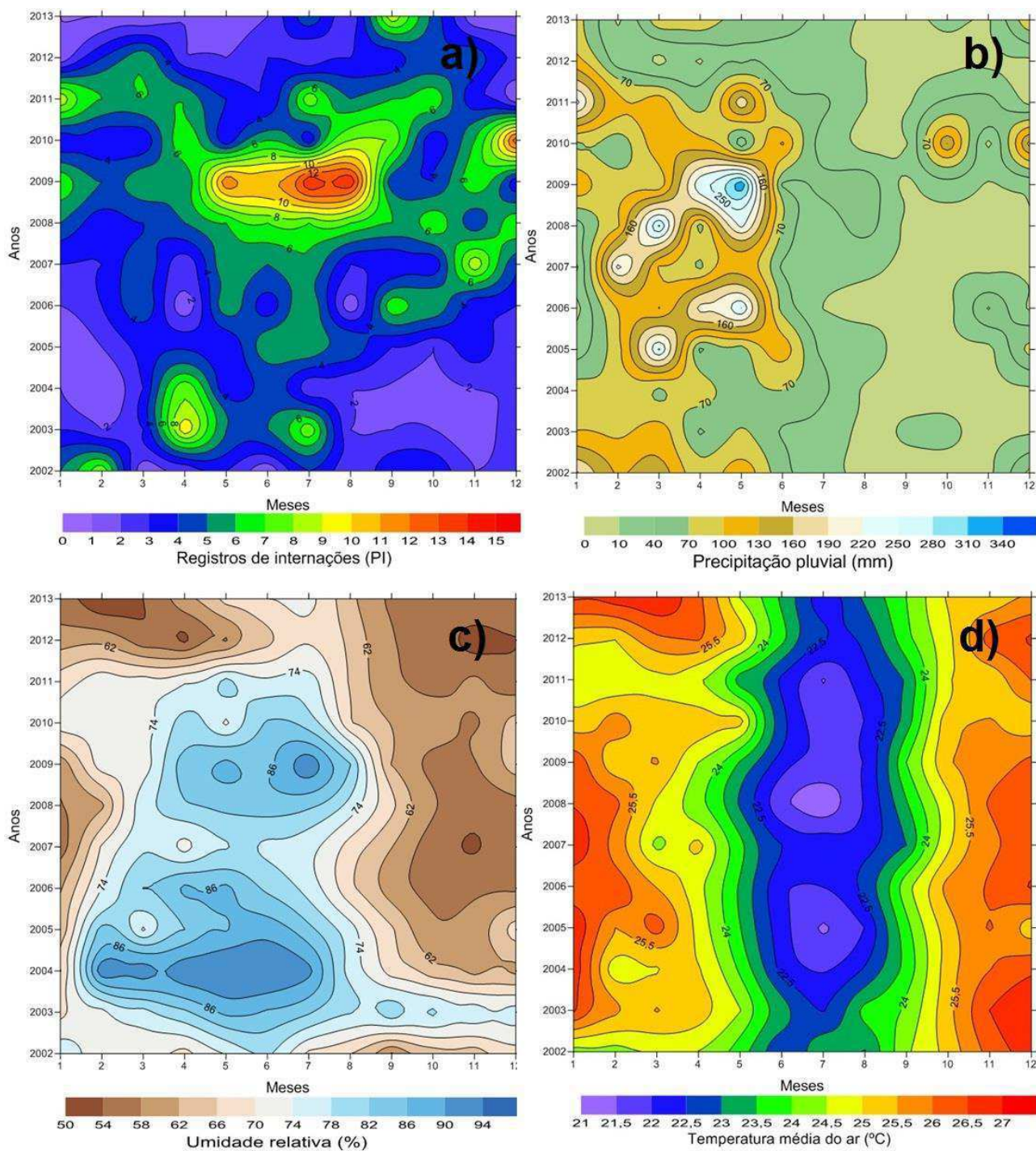


Figura 6. Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

De acordo com os resultados obtidos pela ANOVA verificou-se para localidade de Monteiro, que a variável explicativa, temperatura média do ar foi significativa ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere a explicação da taxa de (aumento/decrécimo) nos casos de PI. O coeficiente $\beta_1 = -0,14915$ (Tabela 4), indicando a diminuição das internações em 14% dos casos tendo em vista o aumento da temperatura média do ar em 1°C.

Tabela 4. Estimativa dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente *p* valor para a variável dependente PI na localidade de Monteiro

Coeficientes	Estimativa	Desvio padrão	Teste t	p-valor
Intercepto (β_0)	5,05746	0,54405	9,296	< 0,001
Temperatura média do ar (β_1)	-0,14915	0,02247	-6,638	< 0,001

A partir da Figura (7a) que representa a distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (°C) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013. É evidente a relação direta entre a diminuição da temperatura média do ar e o aumento dos casos de PI, entretanto não se observa a mesma correspondência para as Figuras (7b e 7c) que representam as variáveis meteorológicas precipitação pluvial e umidade relativa, respectivamente, tal fato é verificado principalmente no período do outono-inverno.

Todavia os registros médios de internações apresentam valores inferiores aos 6 casos mensais, o que pode ser justificado pelo tamanho da cidade e da população que procura o serviço de saúde, tendo em vista que, devido a magnitude da população de Campina Grande e RMJP os registros foram bem superiores aos de Monteiro. É importante ressaltar também, que municípios de pequeno porte tendem a subestimar o número de internações associadas à gripe visto que o diagnóstico de influenza é geralmente baseado nos sintomas e não na confirmação laboratorial (BEIGEL et al., 2005). Além disso, casos graves da doença são transferidos para os centros de referência (Campina Grande ou João Pessoa), devido à falta de recursos médico/hospitalares.

(BEIGEL et al., 2005) relacionou que aumento de sobrevivência do rinovírus e do vírus da influenza em superfícies duras, inanimadas esta diretamente relacionada a baixos índices de umidade relativa. Tais registros são verificados principalmente nos meses mais quentes, pois nesse período são registrados os maiores valores de temperatura média do ar. Todavia a forma de transmissão das doenças causadas por esses vírus é de pessoa a pessoa e não se conhece a influência da UR para essas patologias. Inversamente, estudos experimentais sobre a sobrevivência de patógenos no ar em vários níveis de UR e estudos epidemiológicos sobre doenças respiratórias, sugerem que a UR pode afetar a incidência de doenças transmitidas por patógenos de transmissão aérea principalmente por 2 razões: aumentando a sobrevivência dos patógenos e aumentando a taxa de colonização dos aerossóis. Porém isto vai depender da força relativa dos outros fatores que influem na incidência (como n° de infectados, n° de suscetíveis, duração da exposição e taxa de ventilação do ambiente). Baixas UR favorecem que os aerossóis permaneçam mais tempo em suspensão por reduzir seu tamanho e conseqüentemente também favorecendo que atinja as vias respiratórias inferiores.

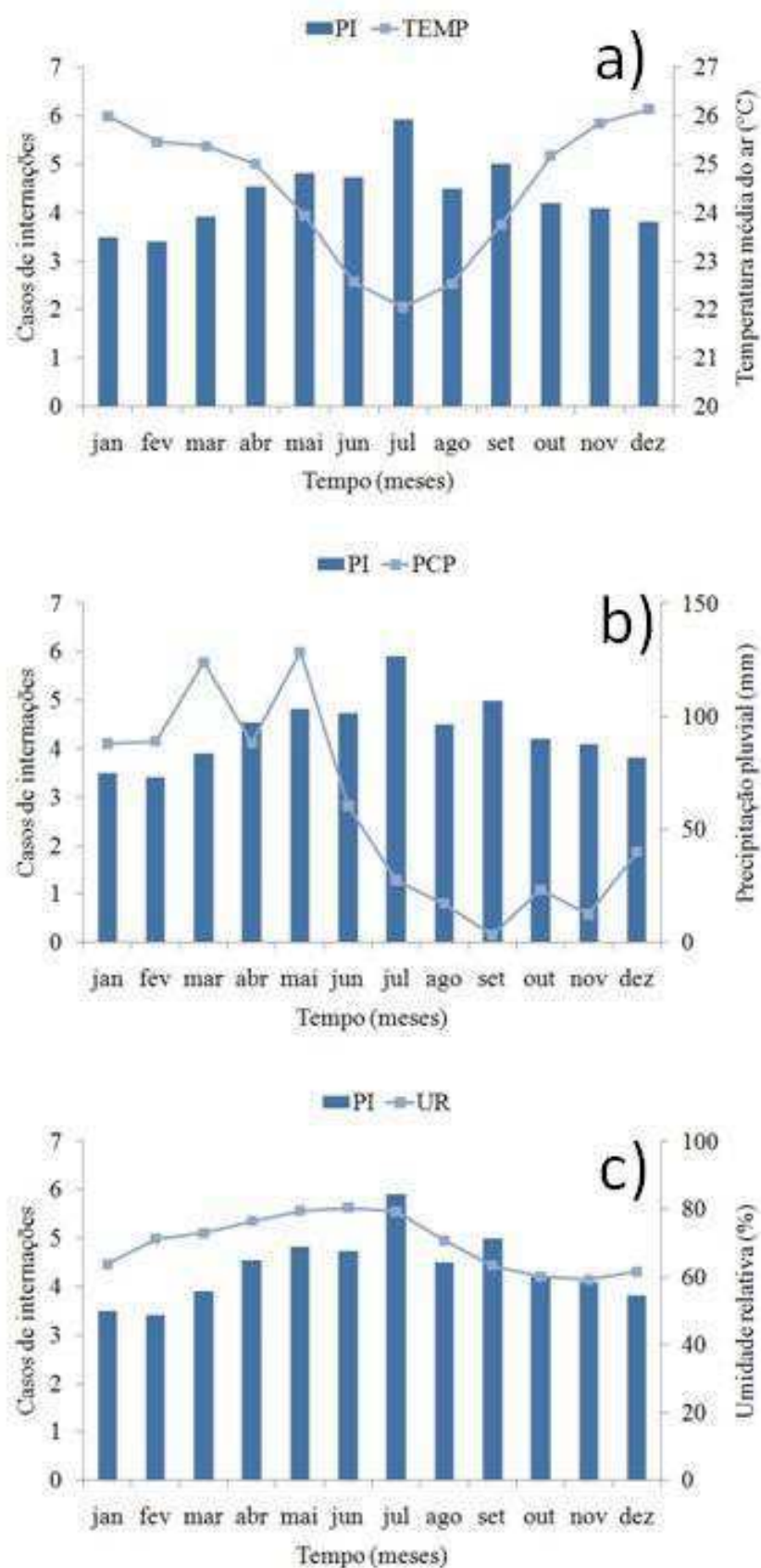


Figura 7. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para localidade de Monteiro no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

Foram verificados na localidade de Patos (Figura 8a) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 cerca de 1230 casos de internações por PI, com média anual de 102 casos. O ano de 2002 foi responsável pelo maior número de registro com 164 casos, e o ano de 2013 pelo menor número registros, com 11 casos. As maiores médias mensais de registros de internações foram observadas nos meses de fevereiro, abril e setembro com 11 casos cada mês. De acordo com os registros mensais para o mês de fevereiro, no ano de 2001 verificou-se o pico de 21 ocorrências e o mínimo no ano de 2008, com 3 registros.

A precipitação pluvial no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 para localidade de Patos (Figura 8b) apresentou média anual de 789,3 mm, a distribuição do acumulado anual é bastante irregular ao longo do período, a quadra chuvosa representou 74,4 % do total anual, tal período é verificado entre os meses de janeiro-abril. Ao longo da série ainda verificou-se que os anos de máximos e mínimos acumulados foram 2009 (1244,9 mm) e 2012 (219,6 mm), respectivamente. A análise da distribuição da umidade relativa (UR) é apresentada na (Figura 8c), se observa que a variabilidade mensal apresenta os maiores valores entre os meses de maior precipitação (janeiro-abril), com uma secagem do ambiente a partir do mês de julho. A média da UR(%) foi próxima aos 60%. Apresentando no ano de 2008 o maior registro (66,2%) e no ano de 2003 o menor registro (54,2%).

A distribuição da temperatura média do ar (°C) (Figura 8d) apresentou as temperaturas mais elevadas entre os meses de setembro a abril, com picos máximos no mês de dezembro (29 °C). Os menores registros foram observados de junho a agosto, com picos mínimos no mês de julho (26,1 °C). A média anual para o período em análise foi de 27,6 °C, o máximo (28,6 °C) foi verificado para o ano de 2013. Enquanto o menor (26,8 °C) registro médio anual foi para o ano de 2011.

Segundo Oliveira (2005), os elementos que compõem a abordagem dos aspectos fisiológicos e biológicos envolvidos na relação entre alterações em variáveis e fenômenos atmosféricos (elementos) meteorológicos e a saúde humana são numerosos, complexos e bastante diversificados. Mas é sabido que as alterações do tempo e do clima são percebidas através de “centros” existentes no corpo humano, os quais registram estímulos meteorológicos, sendo estes centros: a pele, vias respiratórias (pulmão e garganta), nariz, olhos e sistema nervoso. E estímulo meteorológico, por sua vez, se refere aos estímulos produzidos pelo corpo humano devido a mudanças no estado do tempo meteorológico ou qualquer alteração ocorrida em elementos meteorológicos.

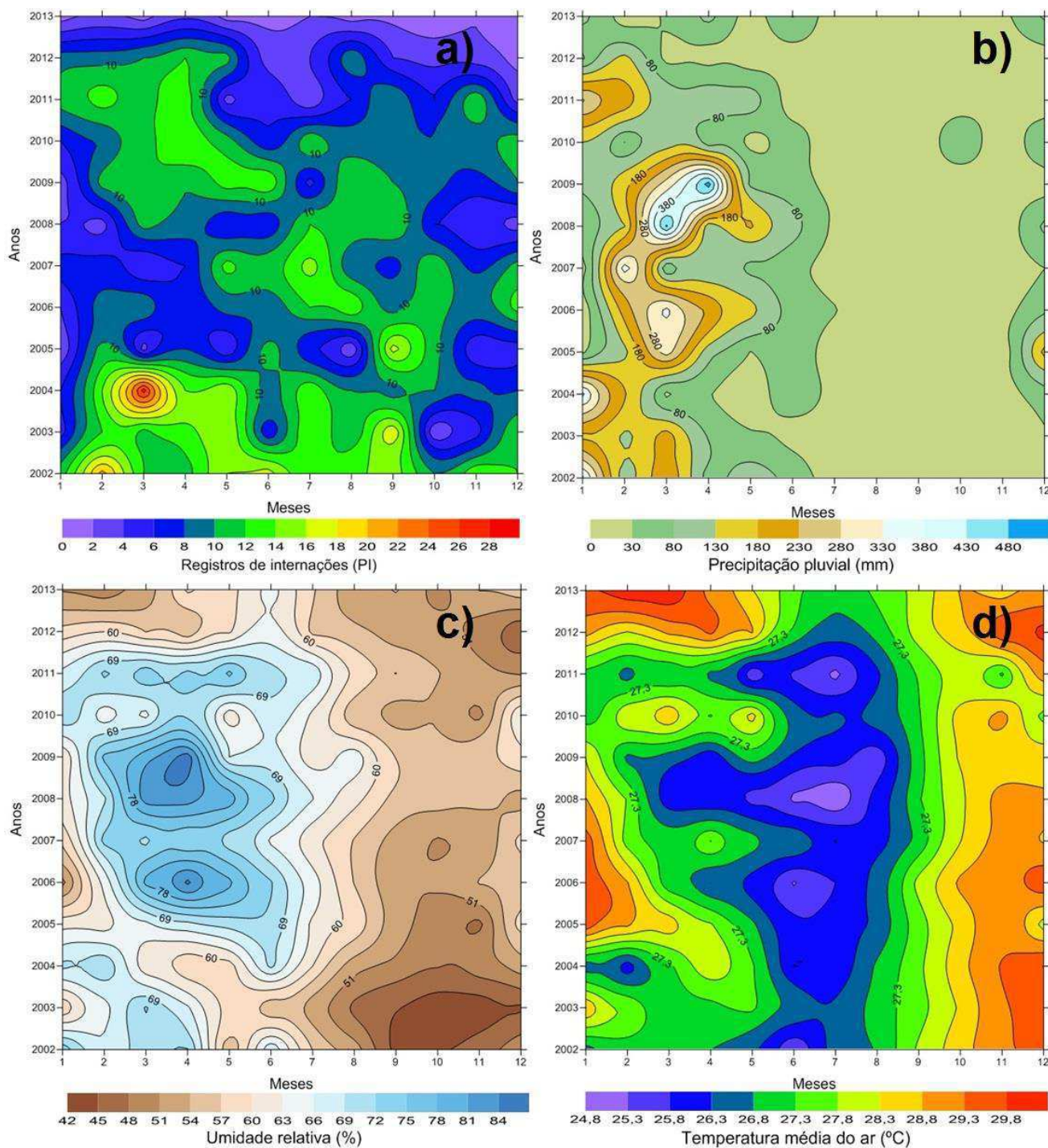


Figura 8. Distribuição dos registros de internações por causas associadas a influenza (a) precipitação pluvial (b), umidade relativa (%) (c), temperatura média do ar (°C) (d) para localidade de Patos no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

De acordo com os resultados obtidos pela ANOVA se verificou, para Patos, que a variável explicativa, temperatura média do ar foi significativa ao nível de 5% de probabilidade, no que se refere a explicação da taxa de (aumento/decrésimo) nos casos de PI. O coeficiente $\beta_1 = -0,12280$ (Tabela 5), indicando a diminuição das internações em função do aumento da temperatura, ou seja,

o aumento de 1°C representa a redução de 12% dos casos de internações esperadas para o período em análise.

Tabela 5. Estimativa dos parâmetros do modelo e seus respectivos desvios padrão, teste t e o correspondente *p* valor para a variável dependente PI na localidade de Patos

Coefficientes	Estimativa	Desvio padrão	Teste t	p-valor
Intercepto (β_0)	5,51828	0,59755	9,235	< 0,001
Temperatura média do ar (β_1)	-0,12280	0,02182	-5,627	< 0,001

A partir da Figura (9a) que representa a distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (°C) para localidade de Patos, no período estudado, não é evidente a relação direta entre a diminuição da temperatura média do ar e o aumento dos casos de PI, principalmente no período do outono-inverno, porém foi verificada relação direta entre as variáveis precipitação pluvial (Figura 9b) e umidade relativa (Figura 9c) com os casos de PI, no período chuvoso dessa localidade. Todavia os registros médios de internações apresentam valores inferiores aos 11 casos mensais. Fatores inerentes as localidades tais como a distribuição da população no espaço, características dos indivíduos e exposição a riscos diretos a saúde, associados às condições de tempo (temperatura do ar, umidade do ar e precipitação pluvial) podem caracterizar padrões de circulação viral e de transmissão do vírus influenza.

Diante de padrões associados às características locais e regionais os perfis epidemiológicos apresentam-se de forma diferenciada nas localidades utilizadas neste estudo. Sendo notórios os contrastes apresentados por Campina Grande e RMJP quando comparados a Monteiro e Patos. O aumento no número de internações pode indicar uma possível ineficácia das medidas de prevenção, sendo a vacinação contra a gripe a principal intervenção, para as duas primeiras localidades. No entanto, ao se analisar os dados das demais localidades percebe-se o quanto é complicado fazer esse tipo de associação. Uma vez que, o estudo indica que para localidade de Patos, os picos de internações por PI concentram-se entre os meses de fevereiro a maio, voltando a subir entre julho, agosto e setembro. Logo, o calendário vacinal não antecede o período de maior circulação do vírus. Mas, para Patos vem ocorrendo uma redução significativa no número de internações ao longo da série estudada. Portanto, pode-se sugerir que além de variáveis climáticas, outras variáveis ainda não exploradas (sociais, econômicas, nutricionais, sanitárias, susceptibilidade do indivíduo, entre outras) devem ter influência nas internações. Recomenda-se o aprofundamento dessas análises no sentido de detalhar as tendências temporais nas diversas localidades do país. Com o propósito de subsidiar, com evidências relevantes, os programas de promoção, prevenção e assistência à saúde desse segmento populacional.

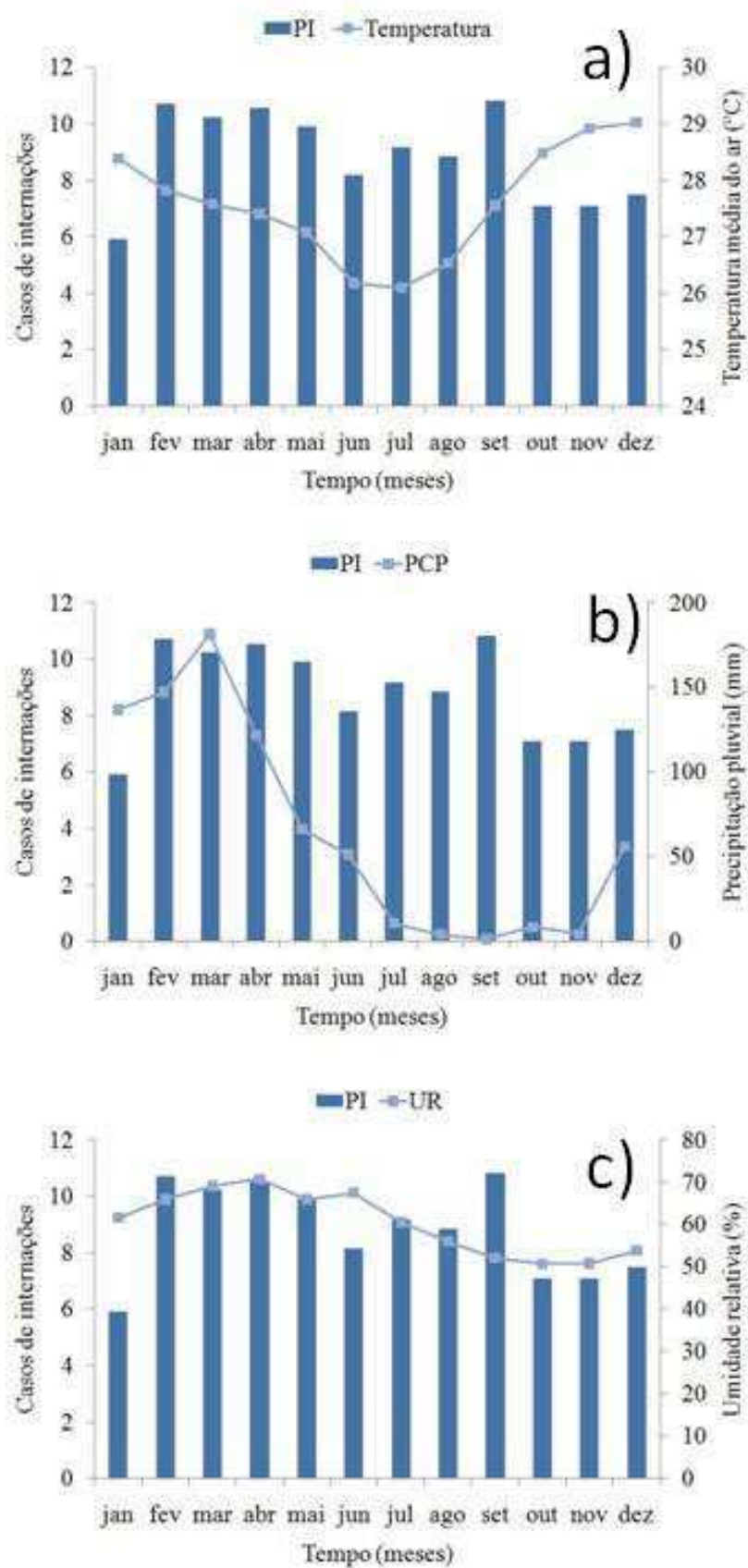


Figura 9. Distribuição média mensal dos casos de internações e da temperatura média do ar (a) precipitação pluvial (b) e umidade relativa (c) para localidade de Patos no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

Sazonalidade climática e infecções respiratórias nos trópicos

Em países de clima temperado, as epidemias de gripe são mais comuns no inverno (STEPHENSON e ZAMBON, 2002). Porém, observações em um número de países nos trópicos têm mostrado um padrão sazonal de infecções por influenza. CHEW et al. (1998) encontraram para Cingapura consistente picos anuais de influenza A (junho-julho e novembro-janeiro) no entanto os autores não encontraram associação direta com fatores meteorológicos. Todavia tais autores ainda identificaram que os surtos de gripe tendem a ocorrer durante a estação chuvosa.

Dosseh et al. (2000) em estudos durante um período de 2,5 anos na localidade de Dakar, Senegal, observaram que em pacientes que apresentaram sintomas de gripe foi identificado em cerca de 5,9% dos pacientes com vírus influenza, com picos registrados durante os períodos de alta pluviosidade, temperatura do ar e umidade relativa do ar.

No presente estudo, foi possível perceber um padrão sazonal não muito marcante da morbidade hospitalar por causas relacionadas à influenza nas localidades utilizadas, nos anos observados, sendo principalmente associados aos meses com menores registros de temperatura média do ar. Entretanto alguns anos apresentam-se de forma anômala, possivelmente em decorrência de fatores não descritos na composição do processo de modelagem do estudo. A RMJP apresentou para todos os anos os maiores registros de internações por PI, justificado pelo cômputo de ocorrências de 4 municípios (João Pessoa, Bayeux, Santa Rita e Cabedelo). Todavia as condições meteorológicas observadas para essa região se apresentam de forma mais homogênea, não apresentando grandes amplitudes em suas variáveis, com exceção a precipitação pluvial. Dessa forma fica evidente que localidades com estações climáticas mais definidas, os picos de internações foram geralmente identificados com os meses relacionados ao inverno. A aglomeração populacional em decorrências de baixa temperatura e alta pluviosidade, em determinadas épocas do ano, contribuem para a maior transmissibilidade do vírus.

Análise dos desvios residuais gerados pelo MLG

As internações por PI e a variáveis meteorológicas apresentaram respostas significativas principalmente para temperatura média do ar (°C) para todas as localidades em estudo. Entretanto para RMJP foi possível observar que a umidade relativa (%) e a precipitação pluvial (mm) também foram significativas na construção do MLG. Todavia as respostas dos modelos necessitam de ajustes para geração das melhores repostas possíveis, tornando-os o mais próximo da resposta real e satisfatória. As análises dos resíduos apresentam-se como a principal ferramenta de avaliação dos ajustes do modelo.

De acordo com Baxter et al. (1997), um modelo bem ajustado possui a distribuição dos pontos o mais próximo possível de zero no intervalo entre -2 e 2. Tal ajuste está diretamente associado à capacidade de explicação do modelo, no que se refere à variabilidade dos casos de internações (PI) para cada localidade utilizada neste estudo e as características das variáveis meteorológicas que descrevem as condições do tempo, identificados no modelo como variáveis independentes. A partir da Figura (10) verificou-se que as distribuições dos desvios residuais obtidos da regressão de Poisson para as localidades de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) apresentaram satisfatórias aderências, com poucos pontos saindo do intervalo, sem apresentar visivelmente estruturas temporais de tendência ou sazonalidade.

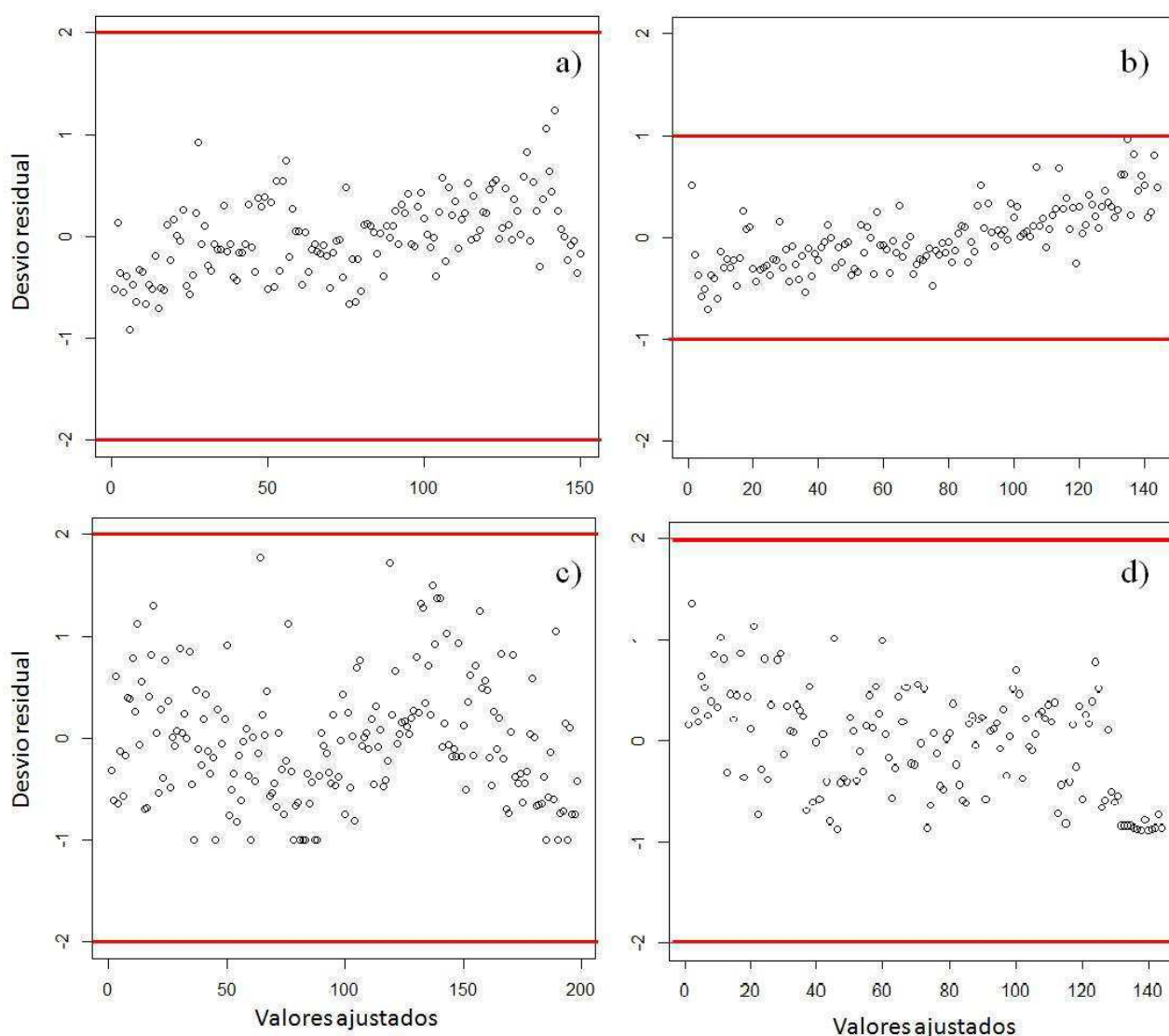


Figura 10. Distribuição dos desvios residuais obtidos da regressão de Poisson para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d)

Análise de tendência para os casos de internações

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises de tendência das séries temporais dos registros de internações por PI para as localidades de Campina Grande, RMJP, Monteiro e Patos utilizando o teste de Mann-Kendall, com nível de significância adotado de 0,05 como também os resultados de estacionariedade das séries temporais obtidos pelo teste de Dick-Fuller. A partir dos resultados do teste de Mann-Kendall pode-se verificar que a única localidade que não apresenta tendência significativa é Monteiro (p -valor $> 0,05$). Entretanto pelo teste da raiz unitária de Dick-Fuller que verifica a hipótese da série temporal de PI ser não estacionária (H_0) observa-se que H_0 foi rejeitada para todas as localidades. Sendo assim admite-se que todas as séries temporais são estacionárias.

Tabela 6. Análise descritiva do teste de Mann-Kendall (tendência) e Dick-Fuller (estacionariedade)

Localidade	Análise de tendência		Análise de estacionariedade	
	τ	p-valor	DF	p-valor
Campina Grande	0,383	$< 0,001$	-4,068	0,01
RMJP	0,592	$< 0,001$	-4,077	0,01
Monteiro	0,112	0,058	-3,470	0,04
Patos	-0,332	$< 0,001$	-3,628	0,03

A distribuição dos registros de internações e tendência obtida pelo teste de Mann-Kendall para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 ratificam os parâmetros obtidos nos testes discutidos anteriormente. Todavia as tendências de crescimento visualizadas, principalmente para Campina Grande (11a) e RMJP (11b), não necessariamente farão parte da composição da previsão para períodos próximos, pois se torna importante a análise das séries temporais observando a sucessão de períodos de acréscimo/decrécimo e tendência de valores próximos à média.

Todavia é importante ressaltar a grande contribuição nas análises apresentadas, principalmente no tocante do conhecimento da magnitude, distribuição e sazonalidade da morbidade hospitalar por causas relacionadas à influenza em idosos, nas localidades de estudo. Pois foram verificados padrões distintos, no que se refere a períodos que antecederam os picos de ocorrências das internações, principalmente para Campina Grande (11a) e RMJP (11b). Para Monteiro (11c) e Patos (11d) tais padrões na descrição da sazonalidade das internações por PI não são verificados. Observou-se para Monteiro tendência de aumento pouco significativo.

Sendo assim para as três localidades supracitadas existem possíveis justificativas para o aumento dos casos de internações em idosos se devem além do aumento da expectativa de vida e aos avanços na vigilância em saúde, ao fato de que o Sistema de Informações Hospitalares do SUS – SIH/SUS se apresentar como fonte de dados epidemiológicos, ainda que sujeito a distorções, vem

se aprimorando gradativamente (BITTENCOURT et al., 2006). O SIH/SUS é um sistema de informações em saúde desenhado para fins administrativos e seu uso prioritário está associado ao repasse de recursos (SILVA JUNIOR et al., 2000). Não se trata de um sistema de informações universal, haja vista não incluir os hospitais não conveniados ao SUS. Entretanto, o SIH/SUS conta com ampla inserção e reúne dados de grande parte das internações hospitalares contratadas e conveniadas ao SUS (Carvalho, 1997).

De acordo com Veras e Martins (1994), estudos de validação das informações contidas nas variáveis das AIH (o instrumento de coleta de dados desse sistema), ao compará-las com as dos prontuários, têm demonstrado mais de 80% de concordância para diagnósticos com códigos da CID de três dígitos, bem como para as variáveis demográficas. Desse modo, ainda se considerado vantajoso o uso desses dados para a obtenção de informações diagnósticas.

Sendo assim, o CDC (2007) relata outra condição relevante de limitação para este estudo, o que diz respeito à escolha das causas de internações estudadas. Estudos de análise da contribuição da influenza nas hospitalizações e óbitos, sem confirmação laboratorial de detecção de vírus influenza, podem apresentar imprecisões em seus diagnósticos. Não obstante reconhecíveis as limitações enfrentadas pelo estudo em mãos, é possível afirmar que as análises apresentadas contribuem para um maior conhecimento da magnitude, distribuição e sazonalidade da morbidade hospitalar por causas relacionadas à influenza em idosos (DAUFENBACH, 2009).

Segundo (BRASIL, 2006), tanto a morbidade quanto a mortalidade, devido à influenza e suas complicações, podem variar ano a ano, dependendo de fatores como as cepas circulantes, o grau de imunidade da população geral e da população mais suscetível, entre outras variáveis não descritas aqui neste estudo (BRASIL, 2006). Logo, em decorrência da multiplicidade de ocorrências de internações por PI na série analisada o ajuste do período das campanhas de vacinação contra influenza devem se adequar às características locais, no que remete a condições do clima. Pois se sabe que tais campanhas são realizadas de forma padronizada, para todas as Regiões brasileiras, no final do mês de abril de cada ano.

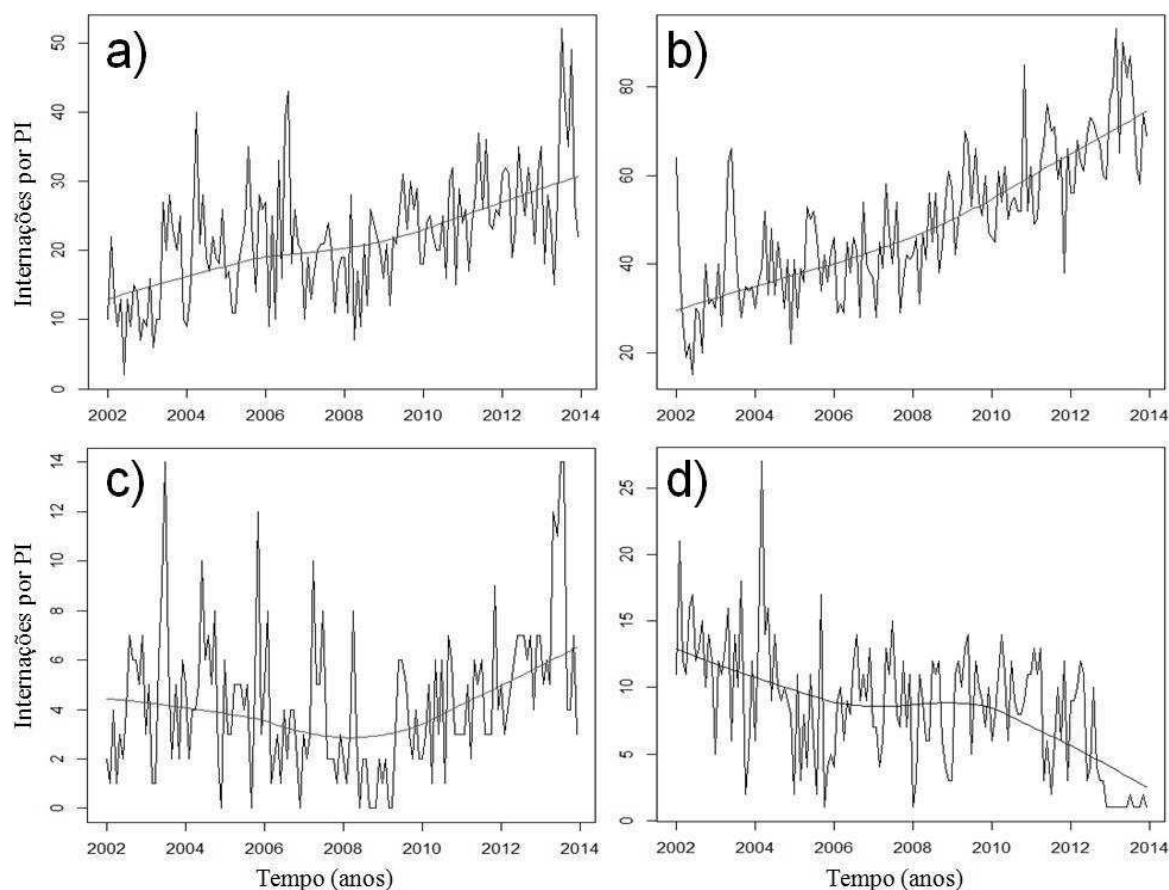


Figura 11. Distribuição dos registros de interações e tendência obtida pelo teste de Mann-Kendall para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

Teste de estacionariedade e função de autocorrelação

A identificação do potencial modelo para a previsão através das análises dos gráficos da função de autocorrelação parcial (FACP) dos registros de interações para localidade de Campina Grande (12a), RMJP (12b), Monteiro (12c) e Patos (12d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013. A série possui comportamento não aleatório, e tipicamente estacionário, na função de autocorrelação parcial existe um único grande pico de 0,4 e *lag1* no defasamento, o que é típico de um processo autoregressivo de ordem um. As defasagens estão apresentadas em unidade de tempo (meses), ou seja, nessa análise associa-se o grau de relação entre o tempo presente (t_1) com o tempo passado ($t-1$), da extração das componentes da FACP compõem-se os parâmetros do modelo ARIMA a ser definido para previsão da série temporal de PI. Os *lags* ou tempo de defasagem foram da ordem de 30 dias (1mês) para Campina Grande (12a) e RMJP (12b) e da ordem de 15 dias para Monteiro (12c) e Patos (12d). Podendo ser justificado pela análise de correspondência dos extratos da FACP da série para cada localidade, como também da definição do tipo de modelo autoregressivo a ser definido.

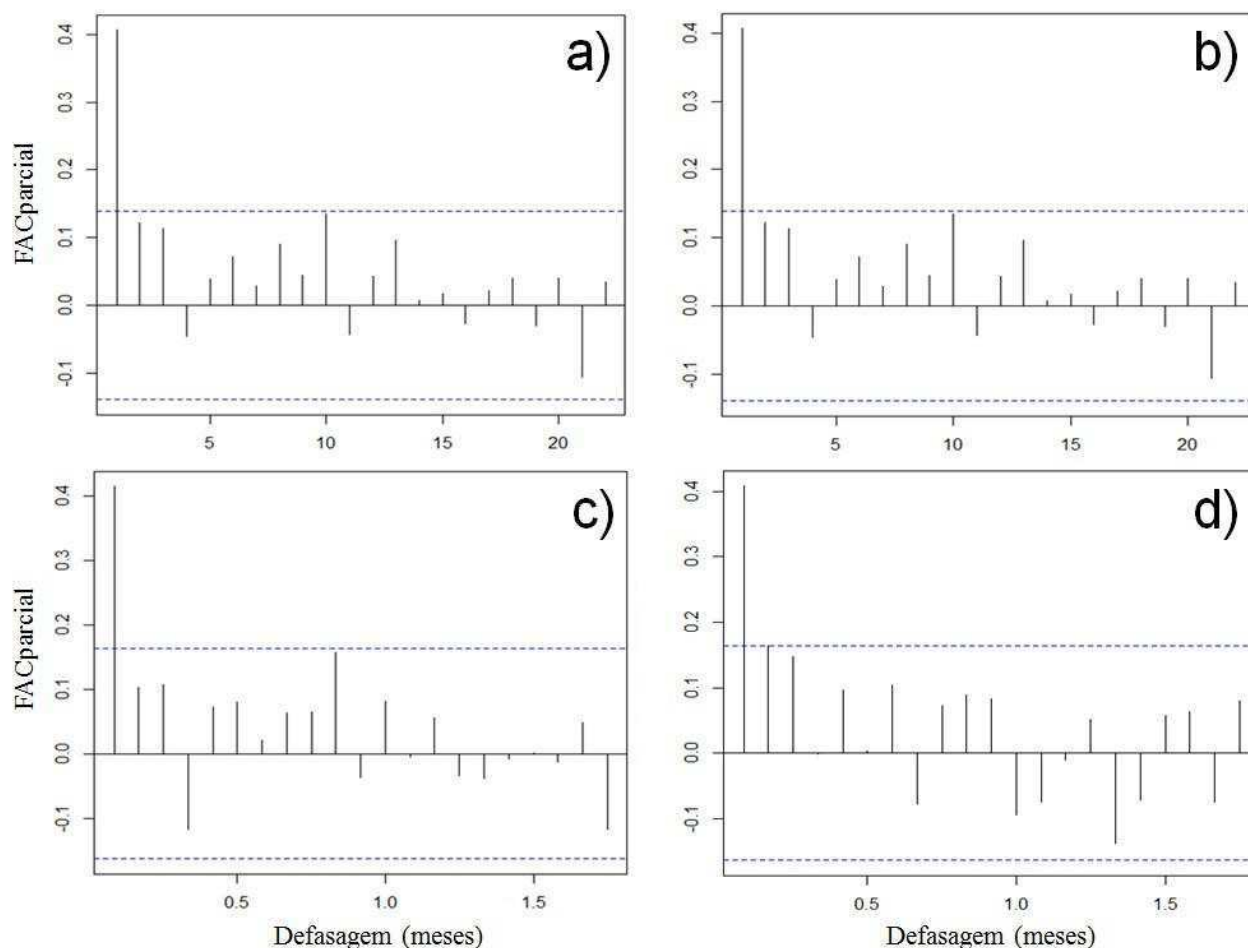


Figura 12. Distribuição da função de autocorrelação parcial (FACP) dos registros de internações para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013

Conforme se observa na Tabela 7 para localidade de Campina Grande, conclui-se que o potencial modelo ARIMA identificado é o AR(1), D(0) e MA(1), ou seja, com o parâmetro $p=1$, $d=0$ e $q=1$. Em que p representa o número de termos auto-regressivos, d é o número de diferenças, e q é o número de termos da média móvel.

Tabela 7. Resultados do modelo ARIMA para localidade de Campina Grande

Coeficientes	Modelo1	Modelo 2	Modelo 3
	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(1,0,2)	ARIMA(2,0,1)
Intercepto	21,9241	21,8998	21,7259
AR(1)	0,9734	0,9832	0,5642
AR(2)	-	-	0,1747
MA(1)	-0,8044	-0,7626	0,2929
MA(2)	-	-0,0775	-
AIC	997,12	998,09	1000,33
BIC	1009	1012,94	1015,17

Tais composições tomam como base o critério de análise dos índices penalizadores AIC e BIC, sendo assim procuram-se os menores valores de tais índices para escolha do modelo ideal para previsão da serie temporal de PI. Observa-se que a localidade de João Pessoa (RMJP) (Tabela 8), também apresentou um ARIMA (1,0,1), ou seja, $d=0$ o que representa o número de diferenças encontradas, modelos com essa característica tornam-se modelos ARMA(p,q). Outra característica dos modelos ARMA(p,q) é a presença do intercepto, que representa os deslocamento da origem do eixo Y, tanto para efeitos de tendência positiva quanto negativa.

Tabela 8. Resultados do modelo ARIMA para RMJP

Coeficientes	Modelo1	Modelo 2	Modelo 3
	ARIMA(1,0,1)	ARIMA(1,0,2)	ARIMA(2,0,1)
Intercepto	50,8233	51,8687	50,4183
AR(1)	0,9592	0,9899	0,3785
AR(2)	-	-	0,4341
MA(1)	-0,6198	-0,6871	0,0611
MA(2)	-	-0,1039	-
AIC	1088,82	1089,66	1090,05
BIC	1100,7	1104,51	1104,9

Conforme se observa nas Tabelas 9 e 10 para as localidades de Monteiro e Patos, respectivamente. Apresentaram modelos ARIMA identificado como AR(1), D(1) e MA(1), ou seja, com o parâmetro $p=1$, $d=1$ e $q=1$. Os valores de AIC foram de 686,71 para Monteiro e de 987,45 para Patos. Os valores de BIC também foram os menores para o Modelo 1, para ambas localidades.

Tabela 9. Resultados do modelo ARIMA para localidade de Monteiro

Coeficientes	Modelo1	Modelo 2	Modelo 3
	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(1,1,2)	ARIMA(2,1,1)
Intercepto	-	-	-
AR(1)	0,2766	0,3474	0,2754
AR(2)	-	-	0,0183
MA(1)	-0,9129	-0,9883	-0,9159
MA(2)	-	0,0658	-
AIC	686,71	688,66	688,67
BIC	695,6	700,51	700,52

Verifica-se ainda que tanto para Monteiro quanto para Patos a ausência do intercepto, e presença do termo da diferença (d). Tais características são inerentes aos modelos ARIMA, que utilizam do termo d para aproximação do modelo ARMA(p,q).

Tabela 10. Resultados do modelo ARIMA para localidade de Patos

Coeficientes	Modelo1	Modelo 2	Modelo 3
	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(1,1,2)	ARIMA(2,1,1)
Intercepto	-	-	-
AR(1)	0,1282	0,4786	0,1438
AR(2)	-	-	0,1381
MA(1)	-0,8841	-1,2258	-0,9135
MA(2)	-	0,2907	-
AIC	987,45	988,57	987,26
BIC	996,34	1000,42	999,11

A partir da Figura 13 observa-se a série original e com os valores previstos dos registros de internações para localidade de Campina Grande (a) João Pessoa (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 e previsão para o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015. As composições dos valores previstos estão dentro do intervalo de confiança na série original, entretanto o comportamento da série apresenta oscilações diferenciadas para cada localidade. Em Campina Grande (Figura 13a) verifica-se um pequeno e suave decréscimo nos valores de internações por PI, que não apresenta muitas oscilações em relação aos valores originais. Estes valores de certa forma também podem ser vistos como uma média das observações passadas, mas dentro de uma tendência de baixa, tal fato pode ser justificado pelo aumento das temperaturas médias do ar nos meses de maiores internações, ou ainda por campanhas de vacinação mais efetivas.

Os valores previstos apresentam tendência significativa de aumento para João Pessoa (Figura 13b), ainda é notório que o comportamento da previsão é bem melhor descrito quando comparado às demais localidades, justificado pela menor amplitude dos desvios. A aleatoriedade é extremamente associada às localidades de Monteiro (13c) e Patos (13d) fazendo com que o modelo de previsão seja suavizado em torno da média geral. Tal variabilidade na série temporal resulta em muitas possibilidades para o modelo fazendo com que sua interpretação limite-se a valores próximos a média dos valores passados.

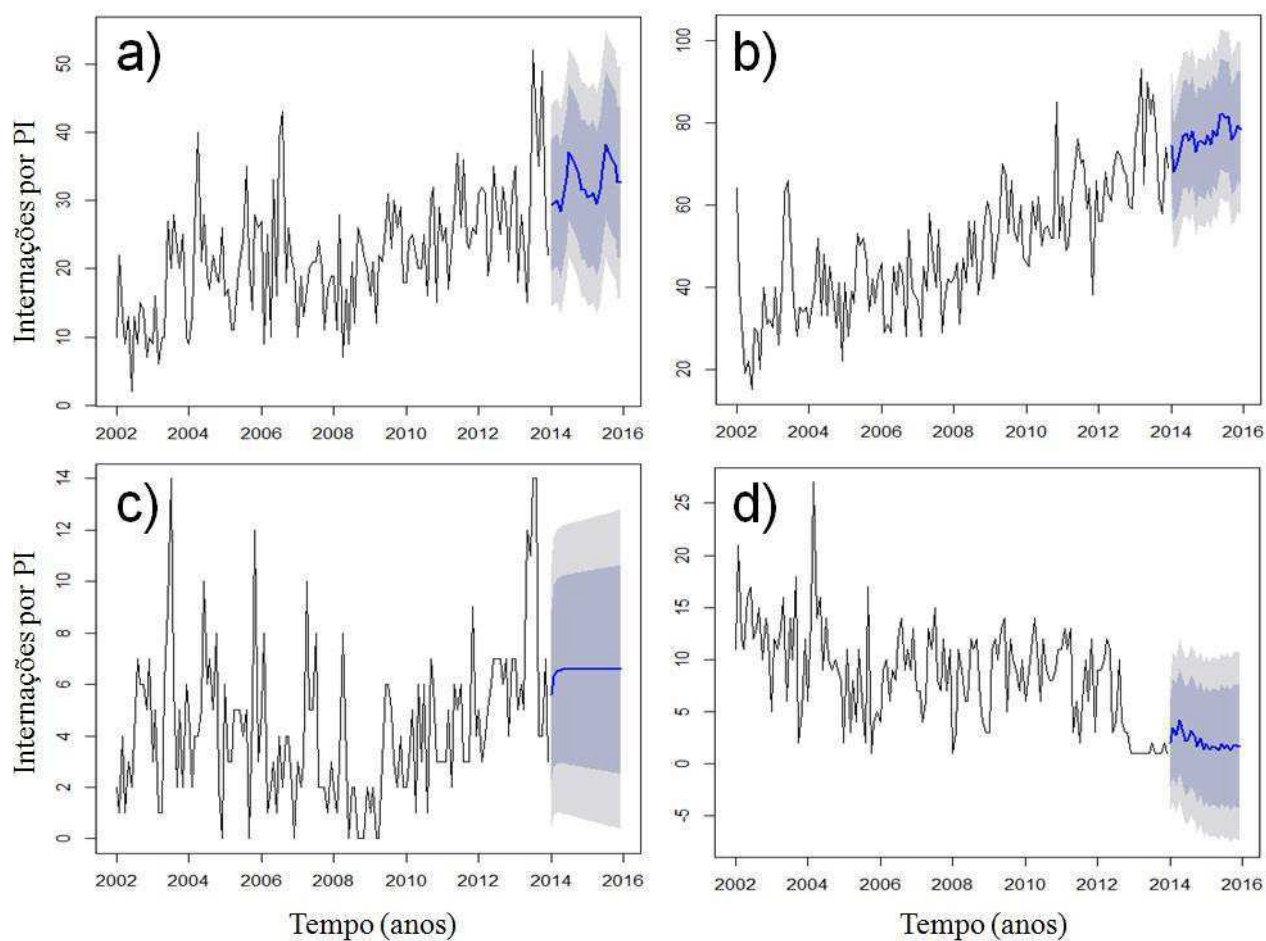


Figura 13. Distribuição dos registros de internações para localidade de Campina Grande (a) RMJP (b), Monteiro (c), Patos (d) no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2013 e previsão para o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015.

5. CONCLUSÕES

De forma geral pode-se verificar que os maiores picos de internações por PI ocorrem no outono e inverno. Embora as variáveis climáticas estudadas estejam interligadas entre si, esses resultados sugerem uma maior associação entre a redução da temperatura e as internações por influenza e causas associadas. Contudo, para PI a sazonalidade não é tão marcante para as localidades estudadas, exceto para a RMJP, que apresenta estações climáticas mais bem definidas.

O presente estudo foi capaz de identificar os picos de internações por influenza para cada município. No entanto, estabelecer um período adequado para realização das campanhas de vacinação contra influenza, torna-se extremamente complexo, em decorrência da multiplicidade de casos de internações por PI na série analisada, pois o ajuste do período das campanhas de vacinação contra influenza devem se adequar às características locais, no que remete a condições do clima. Ao invés de ser realizadas de forma padronizada, para todas as Regiões brasileiras, no final do mês de abril de cada ano.

A modelagem estatística se apresentou satisfatória para análise e previsão de casos de internações por PI, contribuindo para políticas públicas, ajudando nas tomadas de decisão evitando desperdícios econômicos e humanos. No entanto, é necessário o aprofundamento dessas análises temporais, pois a saúde não depende apenas de fatores ambientais. E sim, de vários outros fatores que são determinantes para o processo saúde-doença nos indivíduos. Sendo importante, explorar outras variáveis (sociais, econômicas, nutricionais, sanitárias, susceptibilidade dos indivíduos, entre outras) que possam ter influência nas internações com o propósito de subsidiar, com evidências relevantes, os programas de promoção, prevenção e assistência à saúde desse segmento populacional.

6. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Para estudos futuros, sugere-se:

- Estimar o efeito da poluição do ar sobre as doenças respiratórias.
- Estimar o efeito da poluição do ar sobre o número de internações hospitalares devido a doenças do aparelho respiratório em períodos mais recentes.
- Utilizar variáveis com informações sociais, econômicas, nutricionais, educacionais, residenciais, para calibração do modelo;
- Expandir esta modelagem para outras cidades.
- Diversificar as doenças a serem modeladas usando, por exemplo, doenças cardiovasculares entre outras.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÊDES, A. F.; PEREIRA, M. W. G. Potencialidade da utilização de modelos de series temporais na previsão no preço do trigo no estado do Paraná. *Revista de Economia Agrícola*, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 6376, jan./jun., 2008.

ARRUDA E.; HAYDEN, F.G.; MCAULIFFE, J. F. Acute respiratory viral infections in ambulatory children of urban northeast Brazil. *J Infect Dis* 1991; 164: 252–258.

ASSAAD F, COCKBURN W.C., Ministério da Saúde SUNDARESAN T.K., Use of excess mortality from respiratory diseases in the study of influenza. *Bulletin of the World Health Organization* 1973.

BAUTISTA E.; CHOTPITAYASUNONDH T.; GAO Z.; Harper S.A.; SHAW.M.; UYEKI T.M.; et al. Clinical aspects of pandemic 2009 influenza A (H1N1) virus infection. *N Engl J. Med* 2010:362 (May (18)):1708–19

BEIGEL J.H., FARRAR J, HAN A.M., HAYDEN F.G., HYER R, JONG M.D. et al. Avian influenza A (H5N1) infection in humans. The Writing Committee of the World Health organization (WHO) consultation on human Influenza A/H5. *N. Engl. J. Med.* 2005

BITTENCOURT, S. A.; CAMACHO, L. A. B.; LEAL, M. C. O Sistema de Informação Hospitalar e sua aplicação na saúde coletiva. *Cadernos de Saúde Pública* 2006; 22(1):19-30.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Protocolo de tratamento de Influenza: 2013. Brasília: *Ministério da Saúde*, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Informe Técnico da Campanha Nacional de Vacinação do Idoso. Brasília: *Ministério da Saúde*, 2013

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de vigilância epidemiológica. Guia de vigilância em saúde. *Caderno 1*, 7 ed., Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de vigilância epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias: *guia de bolso*. 6. ed. rev., Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de vigilância epidemiológica. Doenças infecciosas e parasitárias: *guia de bolso*. 8. ed. rev., Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Informe Técnico da Campanha Nacional de Vacinação do Idoso. Brasília: *Ministério da Saúde*, 2007.

BRASIL. Ministério da saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Informe técnico. Campanha Nacional de Vacinação contra a Influenza 2012. *Brasil*, 2012.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. O desafio da influenza: epidemiologia e organização da vigilância no Brasil. *Boletim Eletrônico Epidemiológico*. 2004

BOX, G. E. P.; PIERCE, D. A. Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models. *J. Am. Stat. Assoc.*, New York, v. 65, n. 332, p. 1509-1526, 1970.

- BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. Time series analysis forecasting and control. San Francisco: *Holden-Day*. Edição revisada, 1976.
- CARNEIRO M, TRENCH FJP, WAIB LF, PEDRO FL, MOTTA F. Influenza H1N1 2009: revisão da primeira pandemia do século XXI. *Rev. AMRIGS*. 2010.
- CARNEIRO M.; TRENCH F.J.P.; WAIB L.F.; PEDRO F.L.; MOTTA F. Influenza H1N1 2009: revisão da primeira pandemia do século XXI. *Rev. AMRIGS*. 54(2): 206-13, 2010.
- CARVALHO, D. M. Grandes sistemas nacionais de informação em saúde: revisão e discussão da situação atual. Informe Epidemiológico *do SUS* 1997;4:7-46.
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Prevention and control of seasonal influenza with vaccines. *MMWR Recomm Rep*. 2013
- CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Update: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP) regarding use of CSL seasonal influenza vaccine (Afluria) in the United States during, *CDC*, 2010.
- CHENG K.F., LEUNG P.V., What happened in China during the 1918 influenza pandemic? *Int J Infect Dis*. 2007
- CHEW, F. T.; DORAISINGHAM, S.; LING, A. E.; KUMARASINGHE, G.; LEE, B.W. Seasonal trends of viral respiratory tract infections in the tropics. *Epidemiol Infect* 1998; 121: 121–128.
- COELHO, Micheline de Sousa Zanotti Stagliório. Uma análise estatística com vistas a previsibilidade de internações por doenças respiratórias em função de condições meteorológicas na cidade de São Paulo. 2007.196f. *Tese (Doutorado em Meteorologia)– Programa de Pós-Graduação do Departamento de ciências atmosféricas, São Paulo, 2007.*
- CONCEIÇÃO, G. M. S.; SALDIVA, P. H. N.; SINGER, J. M.. Modelos GLM e GAM: uma tradução para leigos e aplicação a um estudo de mortalidade e poluição atmosférica na cidade de São Paulo. *Rev Bras Epidemiol.*, 2001; 4:206-19.
- CORREIA-DEUR, J. E. Contaminación del aire exterior y enfermedades alérgicas de lavía aérea. *Cienc Trab*. 2007
- COX, N.J.; SUBBARAO K. Influenza. *Lancet* 354: 1277-1282, 1999.
- CZUY, D. C.; BALDO, M. C.; MARTINS, M. L. O. F. & NERY, J. T., 1999. A incidência do *Aedes Aegypti* no município de Maringá associados às condições climáticas. In: *III Congresso Brasileiro de Biometeorologia*, Anais, CD-ROM. Maringá-PR. 1999.
- DAUFENBACH L.Z., CARMO E.H., DUARTE E.C, CAMPAGNA, A.S., TELES C.A.S. Morbidade hospitalar por causas relacionadas à influenza em idosos no Brasil, 1992 a 2006. *Epidemiol Serv. Saúde*, 2009
- DONALÍSIO M.R.; BERGAMO P.M.S.F.; LATTORRE D.O. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias antes e depois das campanhas de vacinação contra influenza no Estado de São Paulo – 1980 a 2004. *Rev. Bras. Epidemiol*. 2006

DOSSEH A, NDIAYE K, SPIEGEL A, SAGNA M, MATHIOT C. Epidemiological and virological influenza survey in Dakar, Senegal: 1996–1998. *Am J Trop Med Hyg* 2000; 62: 639–643.

DUBLINEAU, A., BATÉJAT, C., PINON, A., BURGUIÈRE, A. M., LECLERCQ, I., MANUGUERRA, J. C. Persistence of the 2009 pandemic influenza A (H1N1) virus in water and on non-porous surface. *Plos One*, 2011

EPSTEIN, P. Climate Change and Human Health. *NEJM*. 353:1433-1436, 2005.

FIORI, A.E.; BRIDGES C.B.; KATZ J.M.; COX N.J. Inactivated influenza vaccines. In: Plotkin S, Orenstein W, Offit P (Editors). *Vaccines*. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2013.

FREITAS M.P.D.; Estudo temporal da mortalidade de idosos por doenças respiratórias à influenza no Brasil, 1996-2001 [dissertação de Mestrado]. Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais; 2004.

GOMES L. Fatores de risco e medidas profiláticas nas pneumonias adquiridas na comunidade. *J Pneumol* 2001

GONÇALVES F.L.; COELHO M.S. Variação da morbidade de doenças respiratórias em função da variação da temperatura entre os meses de abril e maio em São Paulo. *Ciência e Natura*, 32:103-118, 2010

GOUVEIA, Nelson; FREITAS, Clarice Umbelino de; MARTINS, Lourdes Conceição; MARCILIO, Izabel Oliva. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no município de São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2006, vol.22, n.12, p. 2669-2677.

GRECA, I. M.; SANTOS, F. M. T. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 1, 2005. Online.

GROG - GRUPO DE OBSERVAÇÃO REGIONAL DA GRIPE. Epidemias de gripe. http://www.grograsil.com.br/gripe_epidemia.asp (acessado em 27/Jul/2014).

HAINES A.; PATZ J. Health effects of climate change. *J Am Med Assoc*, 291: 99–103, 2004.

HARPER A.S; FUKUDA K., UYEKI T.M.; COX N.J.; BRIDGES C.B. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). Prevention and control of Influenza. Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *MMWR Recomm Rep*. 2004; 53(RR-6):1-40. Erratum in: *MMWR Recomm Rep*. 2004; 53(32):743.

HERBERT P.L.; MCBEAN R.L.; Explaining trends in hospitalizations for pneumonia and influenza in the elderly. *Medical Care Research and Review* 2005.

HIRSCH, R. M., SLACK, J. R., SMITH, R. A. Techniques of trend analysis for monthly water quality data. *Water Resour. Res.* 18, 107–121. 1982.

IANNI, A. M. Z.; QUITÉRIO, L. A. A questão ambiental urbana no Programa de Saúde da Família: avaliação da estratégia ambiental numa política pública de saúde. *Ambiente & Sociedade*: 9(1), 169-182, 2006.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em :<<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>> Acesso: 20 de janeiro de 2015.

KENDALL, M.G., 1975. Rank Correlation Measures. *Charles Griffin*, p. 220.

LIMA, E.A. Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas – UACA, Dissertação de Mestrado tendo como título: “Previsão da distribuição espacial dos casos de Dengue no estado de Alagoas a partir da precipitação obtida por modelos atmosféricos regionais”. UFCG, Março de 2005

LIMA F.S.S, HAMMAN E.M. Impacto da vacinação antiinfluenza sobre a morbidade hospitalar e mortalidade por doenças respiratórias na população idosa do Distrito Federal. [*Dissertação de Mestrado*]. Brasília, DF: Universidade de Brasília; 2008. 104p.

LJUNG, G. M. & BOX, G. E. P. On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, v. 65, p. 297-303, 1978.

MANN, H.B., 1945. Nonparametric tests against trend. *Econometrica* 13, 245–259.

MARCHEZAN, A. Previsão do preço dos principais grãos do Rio Grande do Sul. *Monografia de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa*, UFSM, Santa Maria/RS, 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (Brasil). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Coordenação-Geral do Programa Nacional de Imunizações. Influenza: quanto mais prevenção mais proteção. Brasília: *Ministério da Saúde*; 2010

MILAM, D. F.; SMILLIE, W. G. A bacteriological study of “colds” on an isolated tropical island (St John, United States Virgin Islands, West Indies). *J Exp Med* 1991; 53: 733–752.

MOLD. Una breve guía para el moho y su hogar. Agency. [sitena internet]. Washington, DC, United States Environmental Protection; 2008. <http://www.epa.gov/mold/moldresources.html>. Acesso: 18/04/2008.

NEL, A. Atmosphere. Air pollution-related illness: *effects of particles*. Science. 2005

NIERO M.B.P.; ALENCAR G.P.; BERGAMASCHI D.P. Morbimortalidade por doenças do aparelho respiratório em idosos antes e após a introdução da vacina contra influenza – município de Cubatão, São Paulo, 1999- 2005. *São Paulo em Perspect*. 2008

OLIVEIRA, J. C. F. Biometeorologia: Estudo de casos em Maceió, Alagoas. Maceió, Edufal, 2005.

PEREIRA, J. C. R.; SALDIVA, P. H. N. & BRAGA, A. L. F., Poluição atmosférica e internação de crianças por doenças respiratórias. *Arquivos Brasileiros de Pediatria*, 2:65-66. 1995.

RAZÓN BEHAR R. Prevención de las infecciones respiratorias agudas: presente y futuro. *Revista Cubana de Pediatría*.

SALDIVA, P. H. N.; LICHTENFELS, A. J. F. S.; PAIVA, P. S. O.; BARONE, I. A.; MARTINS, M. A; MASSADE, E.;PEREIRA, J. C. R.; XAVIER, V. P.; SINGER, J. M.; BOAHM, J. M. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: a preliminary report. *Environmental Research*, v.65, p.218-25, 1994.

SILVA JUNIOR J. B.; MENDES, A. C. G.; CAMPOS NETA, T. J.; LYRA, T. M.; MEDEIROS, K. R, SÁ DA. Sistema de Informações Hospitalares – fonte complementar na vigilância e monitoramento de doenças transmitidas entre pessoas. *Informe Epidemiológico do SUS2000*;9(2):137-162.

SIMONSEN, L.; FUKUDA K.; SCHONBERGER, L. B., Cox NJ. The impact of influenza epidemics on hospitalizations. *Journal of Infectious Diseases*. 2000

SOUNIS, E. *Epidemiologia aplicada*. Livraria Atheneu. Rio de Janeiro. 1985

STARK, K. Epidemiological investigation of the influence of environmental risk factors on respiratory diseases in swine- a literature review. *The Veterinary Journal*. v.159, p. 37-56, 2000

TAUBENBERGER, J. K.; MORENS, D. M. 1918 Influenza: the mother of all pandemics. *Emerg. Infect.Dis.* 2006

WHO - World Health Organization. 2014.
<http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/en/> 10 Fev 2015.