
ARTIGO ORIGINAL

ANÁLISE TEMPORAL DA RELAÇÃO ENTRE LEPTOSPIROSE, NÍVEIS PLUVIOMÉTRICOS E SAZONALIDADE, NA REGIÃO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA, BRASIL, 2005-2015**TEMPORAL ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LEPTOSPIROSE, PLUVIOMETRIC LEVELS AND SEASONALITY, IN THE REGION OF GRANDE FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA, BRAZIL, 2005-2015**

João Ghizzo Filho¹
Paulo Fontoura Freitas²
Nazaré Otília Nazário³
Gustavo de Araújo Pinto⁴
Rodrigo Dias Nunes⁵
Aline Daiane Schindwein⁶

O objetivo do estudo é analisar a tendência temporal da incidência de leptospirose, de acordo com índices pluviométricos na Região da Grande Florianópolis, conforme sazonalidade - 2005 a 2015. Trata-se de estudo ecológico de séries temporais, com dados de leptospirose, índices pluviométricos e população. Foram analisadas taxas de incidência de leptospirose, excesso relativo da incidência, coeficiente de correlação de Pearson (r), coeficiente angular (β), a partir do ajuste da regressão linear, com nível de significância de 95%. Apresenta distribuição dos casos de leptospirose, índices pluviométricos e razão casos/índices pluviométricos, estratificados por mês de ocorrência. Foram registrados 1.001 casos de leptospirose, média mensal de 83 casos, com variação de 43, nos meses de agosto, a 146, nos meses de fevereiro. A taxa média de leptospirose foi 8,24/100 mil habitantes. O índice pluviométrico médio foi 154,83 mm, os índices mais baixos ocorreram nos meses de junho, média de 99,48 mm, e, os mais elevados nos meses de janeiro, média de 226,16 mm. Uma correlação positiva entre taxas de leptospirose e níveis pluviométricos, ao longo do período, janeiro a dezembro ($r=0,64$; $p=0,003$), aponta para associação temporal positiva entre quantidade de chuva e casos da doença. A doença ocorreu o ano todo e apresentou nítida sazonalidade no período de outubro a março.

Descritores: Leptospirose. Zoonose. Incidência Temporal.

¹ Cordenador do Curso de Medicina da UNISUL, desde 2003. Mestre em Ciências da Saúde UNISUL, 2017. Doutorando em Ciências da Saúde UNISUL. E-mail: aquilesjoao.joao@gmail.com

² Médico, Doutor em Epidemiologia; Professor do Programa de Pós Graduação em Ciências Médicas (PPGCM) da UFSC. Professor do Curso de Medicina da UNISUL, Santa Catarina, Brasil. E-mail: pfreitas.epidemiologo@gmail.com

³ Doutora em Filosofia, Saúde e Sociedade; Professora do Curso de Medicina e do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde (PPGCS) da Universidade do Sul de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. E-mail: nazare.nazario@unisul.br

⁴ Professor de Doenças Infecciosas e Parasitárias da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) e médico infectologista da Secretaria da Saúde do Estado de Santa Catarina.

⁵ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Universidade do Sul de Santa Catarina. E-mail: rodrigo.dias.nunes@hotmail.com

⁶ Professora da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), docente no Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde (PPGCS) e na graduação nos cursos de Medicina e Naturologia.

ABSTRACT

The aim of the study is to analyze the temporal trend of the incidence of leptospirosis, according to rainfall levels in Great Florianopolis area, according to seasonality - 2005 to 2015. This is an ecological study of time series, with data of leptospirosis, rainfall levels and population. The incidence rates of leptospirosis, relative excess of incidence, Pearson's correlation coefficient (r) and angular coefficient (β) were analyzed from the linear regression adjustment, with a significance level of 95%. It presented a distribution of leptospirosis cases, pluviometric levels and cases/pluviometric levels, stratified by month of occurrence. There were 1001 cases of leptospirosis, a monthly average of 83 cases, ranging from 43 in August to 146 in January. The mean rate of leptospirosis was 8.24 / 100 thousand habitants. The average rainfall level was 154.83 mm, the lowest level occurred in August, average of 99.48 mm, and the highest in January, with an average of 226.16 mm. A positive correlation between leptospirosis rates and rainfall levels, during the period from January to December ($r = 0.64$, $p = 0.003$), indicated a positive temporal association between the amount of rainfall and the cases of the disease. The disease occurred all year round and presented a distinct seasonality from October to March.

Keywords: Leptospirosis. Zoonosis. Temporal Incidence.

INTRODUÇÃO

A leptospirose é uma zoonose de ocorrência mundial, de ampla distribuição, com significativo impacto social, econômico e sanitário¹. Segundo o Ministério da Saúde (MS), a doença tem grande importância social e econômica devido à sua alta incidência e percentual significativo de internações, alto custo hospitalar e perdas de dias de trabalho, como também por sua letalidade^{1,2}.

Trata-se, ainda, de importante problema de saúde pública no Brasil, devido à alta incidência nas populações que vivem em aglomerações urbanas sem adequada infraestrutura sanitária e com altas infestações de roedores³. Estes fatores, associados às estações chuvosas e às inundações, induzem a disseminação e a persistência da leptospira no ambiente e predispõem ao contato com águas contaminadas, as quais facilitam a ocorrência de surtos da doença²⁻⁴.

A leptospirose tem distribuição endêmica no país, torna-se epidêmica nos períodos de chuva, com ocorrência durante todos os meses do ano² e coeficiente médio de incidência anual da doença de 1,9/100 mil habitantes por ano¹. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), o número de casos de leptospirose em humanos, no mundo, não está bem documentado. É muito provável que possa variar de 0,1 a 1/100 mil habitantes ao ano, em localidades com climas temperados, e, de 10 a 100 /100 mil habitantes ao ano, nos países de clima tropical^{5,6}.

No Brasil, entre 1996 e 2008, foram notificados e confirmados 45.028 casos de leptospirose, com a ocorrência de 4.653 óbitos¹. Durante esse período, aconteceram surtos relacionados a desastres naturais de grande magnitude, como, por exemplo, as inundações no município do Rio de Janeiro, em 1996, com 1.790 casos; no Acre, em 2006, com 460 casos; e, em Santa Catarina, em

2008, com 953 caso^{1,6}. Embora a leptospirose no Brasil seja de notificação compulsória, conforme determinação da Portaria nº 1.461, de 1999⁷, apresenta significativa subnotificação devido à variação na sua apresentação clínica, confundida muitas vezes com outras enfermidades endêmicas^{6,8-10}.

O ser humano, hospedeiro acidental e terminal na cadeia de transmissão, é infectado por meio de contato direto com sangue, tecidos, órgãos de animais, ou contato indireto com água de solo contaminado pela urina ou outros fluidos de animais portadores^{11,12}. A leptospira atinge a corrente sanguínea através da mucosa da boca, olhos ou pele lesada, mas é capaz de ultrapassar a pele e a mucosa íntegra^{1,6,11}.

A proliferação dos casos de leptospirose e o agravamento da doença estão associados a constantes inundações de áreas urbanas e moradias, bem como à ocupação de áreas irregulares, com alta ocorrência de enchentes, falta de saneamento e de coleta de lixo, o que propicia a infestação por roedores^{3,13}.

Considera-se, assim, que as enchentes e inundações são as principais facilitadoras da dispersão da leptospirose e que a sua incidência aumenta quando ocorre maior precipitação pluviométrica, variável em cada região do Brasil. Evidências apontam para uma relação entre o aumento da precipitação e o aumento das taxas de incidência de leptospirose^{3,13}.

Além disso, a incidência da leptospirose é sazonal, geralmente com pico no verão e outono, em países de clima temperado e, durante as estações chuvosas, nas áreas tropicais¹⁴. Após as atuais mudanças climáticas, nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, a leptospirose é considerada uma doença infecciosa emergente devido às constantes ondas de desastres naturais^{6,14}.

Os conhecimentos referentes ao regime de chuva de determinada região são importantes e contribuem para a tomada de decisão em diversas áreas estratégicas, principalmente nas relacionadas à ocupação humana, que envolve falta de saneamento básico, grandes centros urbanos, alta densidade demográfica e comunidades carentes. Estas condições ambientais propícias contribuem para os aspectos explosivos das epidemias de veiculação hídrica, com destaque para leptospirose^{8,15}. É importante estudar esta variável meteorológica, pois permite prevenir vários transtornos causados pela chuva e possibilita o planejamento das ações preventivas, reduzindo, desta forma, a morbidade por leptospirose^{15,16}.

O objetivo do presente estudo foi analisar o comportamento da leptospirose de acordo com os índices pluviométricos e a evolução temporal da doença na Região da Grande Florianópolis, conforme a sazonalidade, no período de 2005 a 2015

MÉTODOS

Foi realizado um estudo ecológico de séries temporais analítico, a partir de dados de notificações de pacientes com leptospirose na Região da Grande Florianópolis, no período de 2005 a 2015. A nova organização gerencial e administrativa da Política de Saúde do Estado de Santa Catarina foi estruturada em 16 Regiões de Saúde, conforme Deliberação nº 348, de 30 de agosto de 2012¹⁷. A Região de Saúde da Grande Florianópolis é composta por 22 (vinte e dois) municípios, conforme descrito abaixo, com uma população de referência de 1.041.828 habitantes: Águas Mornas, Alfredo Wagner, Angelina, Anitápolis, Antônio Carlos, Biguaçu, Canelinha, Florianópolis, Garopaba, Governador Celso Ramos, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Palhoça, Paulo Lopes, Rancho Queimado, Santo Amaro da Imperatriz, São Bonifácio, São João Batista, São José, São Pedro de Alcântara, Tijucas^{17,18}.

O estudo consiste em uma coleta de dados sobre a leptospirose, os índices pluviométricos e a população dos municípios da Região da Grande Florianópolis, no período entre 2005 e 2015. A amostra garante que o tamanho é significativo, porque foi utilizada uma série histórica de 11 anos. O levantamento das informações sobre os casos de leptospirose confirmados foi realizado no banco de dados de acesso restrito da Diretoria de Vigilância Epidemiológica (DIVE) do Estado de Santa Catarina. Os dados pluviométricos, ou de precipitação em milímetros, dos municípios da Região da Grande Florianópolis foram obtidos junto à Agência Nacional de Águas (ANA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)/Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM). Foram utilizados dados de precipitação diária de 17 estações pluviométricas distribuídas pelos municípios da Região da Grande Florianópolis e, nesse estudo, objetivamente, dados registrados no período de 2005 a 2015. A partir desses dados, foram calculadas as médias mensais de precipitação por município e para a Região da Grande Florianópolis.

A variável de desfecho está representada pelo número de casos mensais de leptospirose, agrupados para cada um dos meses específicos (janeiro a dezembro), para o período (2005-2015). As taxas mensais de incidência de leptospirose para a Região da Grande Florianópolis como um todo foram calculadas para cada grupo de meses, no período, tendo como numerador a soma de casos em cada um dos doze grupos mensais, divididos pela população no meio do período estudado (2010), calculado para 100 mil habitantes. O ajuste para potenciais variações na estrutura etária e por sexo, ao comparar diferentes períodos, utilizou o método de padronização direta das taxas, tendo como referência a população para a Região da Grande Florianópolis no ano de 2010. São apresentados o número de casos de leptospirose, sua média mensal e a taxa da doença no período estudado. Optou-se por apresentar as taxas não padronizadas, sempre que uma correlação

importante ($r > 0,90$) fosse encontrada ao comparar as taxas brutas e padronizadas, conservando assim o valor original das taxas, entendido como mais representativo e interpretável.

Uma primeira fase exploratória da análise, utilizando a visualização gráfica das tendências mensais ao longo do ano, buscou detectar a existência de períodos sazonais distintos, tendo como referência associações das taxas com índices pluviométricos, observadas mês a mês. Nesta fase da análise foi calculada e apresentada graficamente a evolução mensal dos casos de leptospirose, dos níveis pluviométricos e da razão de casos por unidade de índice pluviométrico, de janeiro a dezembro, em busca de padrões sazonais. As variações mensais dos casos de leptospirose e dos níveis pluviométricos ao longo do período são mostradas graficamente, calculadas e apresentadas as correlações (r) entre índices pluviométricos e razão de casos gerados por índice pluviométrico, de acordo com as taxas de leptospirose.

A existência de padrões de variabilidade na relação da quantidade de chuva e casos novos de leptospirose detectados, representada por dois períodos sazonais distintos, levou à exploração dos dados estratificados por períodos sazonais. Assim, a investigação de associações entre exposição (chuva) e desfecho (leptospirose) na presente análise, além da evolução mensal no período como um todo, teve como enfoque central a existência de dois períodos sazonais distintos (abril a setembro e outubro a março).

Primeiramente foi apresentada a distribuição dos casos de leptospirose, dos índices pluviométricos, da contribuição proporcional dos casos de leptospirose, da contribuição proporcional dos índices pluviométricos e a razão dos casos de leptospirose por índice pluviométrico, para a Região da Grande Florianópolis, no período de 2005-2015, estratificados por mês de ocorrência. Tendo como objetivo estimar o excesso relativo na incidência do diagnóstico, ao comparar os diferentes meses no período, foram calculadas as razões entre taxas mensais de leptospirose, tendo como referência o mês com a menor taxa no período (mês de agosto). A probabilidade de ocorrência de leptospirose, ao comparar cada um dos meses com aquele de referência, está representada pelo Risco Relativo (RR). Os mesmos cálculos foram então realizados e são apresentados estratificados de acordo com os dois padrões de sazonalidade (abril a setembro e outubro a março).

A regressão linear da associação entre casos de leptospirose e variação nos níveis pluviométricos foi conduzida para o período e população como um todo, de acordo com período mensal sazonal.

Na investigação da evolução temporal na ocorrência mensal de leptospirose, as taxas da incidência mensal da doença representam a variável dependente, ou seja, o desfecho (y); e, os meses no período estudado, a variável independente (x). Assim, no modelo proposto, variações mensais nas taxas de leptospirose são fornecidas pelo coeficiente angular (β), a partir do ajuste

da regressão linear, tendo como variável dependente os meses no ano calendário. A análise de tendência aplicou o método de Regressão Linear Generalizada de Prais-Winsten (Gaynor e Kirkpatrick, 1994)¹⁹, no qual os parâmetros de regressão são corrigidos para autocorreção de primeira ordem. Esta técnica permitiu estimar as Variações Percentuais Mensais (VPM) assim como tendências de decréscimo ou estabilidade nas taxas representados pelo coeficiente de regressão angular.

Na interpretação das tendências, além do cálculo do coeficiente Beta (B), que estima o acréscimo em unidades do desfecho (casos/100mil) para cada mudança na unidade de tempo (mês), optou-se também pela estimação da taxa VPM, que ajusta os pontos da série temporal através da transformação logarítmica dos valores de Y, ou seja, mede a inclinação mensal da reta que cruza o logaritmo de cada taxa, o que propicia vantagens adicionais na regressão linear pela redução da heterogeneidade da variância dos resíduos da regressão, obtida pela fórmula: $VPM = [-1 + 10^{b1}] * 100\%$.

Para cada período sazonal são apresentadas, além das taxas de leptospirose, a magnitude das associações, entre meses de ocorrência e taxa de leptospirose, representada pelo coeficiente de correlação (r) e a proporção da variação, na ocorrência da doença que pode ser explicada pela variável independente (R^2).

Os dados coletados nas fontes de informação foram digitados no Programa Excel e exportados para o programa IBM *Statistical Package for the Social Sciences* versão 18.0, no qual foram processadas as análises. Para significância estatística dos resultados, ficou estabelecido o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Este estudo fundamentou-se nos princípios éticos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido aprovado pelo CEP sob CAAE número 60174117.0.0000.5369.

RESULTADOS

No período de 2005 a 2015 ocorreram 1001 casos de leptospirose na Região da Grande Florianópolis, com média mensal no período de 83 casos, com variação de 43 casos, nos meses de agosto, a 146 casos, nos meses de fevereiro. A taxa média de leptospirose período estudado (2005-2015) foi de 8,24 casos por 100 mil habitantes. O índice pluviométrico médio para o período foi de 154,83 sendo que os índices mais baixos foram detectados nos meses de junho, com média de 99,48mm, enquanto os mais elevados ocorreram nos meses de janeiro, com média de 226,16mm. Uma correlação positiva entre as taxas de leptospirose e os níveis pluviométricos, ao longo do período, janeiro a dezembro ($r=0,68$; $p=0,023$), aponta para associação temporal positiva entre quantidade de chuva e casos de doença.

A tabela 1 apresenta a variação mensal das taxas de leptospirose, dos índices pluviométricos e da razão entre casos de leptospirose e índices pluviométricos, nos meses de janeiro a dezembro, para o período estudado (2005-2015). As taxas de leptospirose alcançaram seus valores mais altos nos meses de dezembro a março, com redução entre abril e agosto, voltando a elevar-se, linearmente, a partir dos meses de setembro e outubro, e retornando aos níveis mais altos em dezembro. Os índices pluviométricos mostraram-se mais elevados nos meses de pico das taxas de leptospirose (janeiro-março), comparados aos meses restantes do período.

Um padrão de variabilidade no volume das chuvas e ocorrência de casos de leptospirose define dois períodos sazonais. Um período foi evidenciado, de abril a setembro, com índices pluviométricos médios mais baixos (130,35 mm/mês) e com menor número de casos diagnosticados (339). Outro período foi de outubro a março, com índices pluviométricos médios mais elevados (179,32 mm/mês) e com maior número de casos de leptospirose (662). Ao comparar os dois períodos sazonais, as taxas de leptospirose variaram, negativamente, de 7,61 a 5,53/100 mil, de abril a setembro (queda de 27,3%), e, positivamente, de 6,42 a 14,32/100 mil, de outubro a março (aumento de 123,1%). Os meses de fevereiro somaram o maior número de casos de leptospirose (n=146) e a segunda maior média nos índices pluviométricos mensais (193,63 mm), representando a maior contribuição proporcional no número de casos de leptospirose (14,5%) e uma contribuição média no volume de chuva (10,42%). Os meses de janeiro e fevereiro responderam por 28,4% dos casos da doença e 22,6% da chuva no período estudado. Ainda, as maiores diferenças relativas nas taxas de incidência, ao comparar os meses entre si, tendo como referência os valores do mês com as menores taxas (agosto), evidenciaram incidência de leptospirose de mais de o triplo ($RR > 3,0$; $p < 0,001$) no período de janeiro a março. Da mesma forma, janeiro a março apresentou a maior razão de casos de leptospirose gerados para quantidade média de chuva, com aproximadamente o dobro na razão casos/índice pluviométrico para qualquer um destes meses, comparados ao restante do período. Foi detectada elevação média nos casos de leptospirose de outubro até março, seguida de declínio, a partir de abril, iniciando um período de queda até o início de agosto.

A relação entre a variação média mensal do número de casos e dos índices pluviométricos ao longo dos meses, pode ser identificada na figura 1. Estes resultados permitiram identificar e utilizar a estratificação proposta dos períodos sazonais para as análises posteriores.

A distribuição sazonal, para a Região da Grande Florianópolis, dos casos de leptospirose e dos índices pluviométricos encontra-se descrita na tabela 2.

No período de ascensão das taxas de leptospirose e dos índices pluviométricos médios (outubro a março), o conjunto destes meses foi responsável por quase 66,1% de todos os casos de leptospirose e 55,6% da chuva, entre 2005 a 2015. Este período apresentou taxa de incidência

média de leptospirose quase que o dobro ($RR=1,95$; $p<0,001$) quando comparado aos meses de abril a setembro; e, um excesso, nos casos de leptospirose de mais de 60% quando comparado à incidência média no período total ($RR=1,32$; $p<0,001$). A razão de casos gerados, de acordo com o aumento médio no índice pluviométrico, também mostrou valores mais elevados para o período de outubro a março, comparado aos meses de abril a setembro (média de 0,62 casos por variação média nos índices pluviométricos versus 0,43 casos, respectivamente). A relação entre o aumento na incidência cumulativa de casos de leptospirose, juntamente com um aumento na média pluviométrica, ao comparar os dois períodos sazonais, mostrou para o período de abril a setembro uma evolução contínua e paralela. Para o segundo período, de outubro a março, uma relação exponencial entre quantidade acumulada de chuva e maior geração de casos de leptospirose apontou para o efeito cumulativo da chuva na geração de casos da doença no período específico.

A figura 2 apresenta a variação mensal das taxas de leptospirose, dos níveis pluviométricos e da razão entre casos de leptospirose e níveis pluviométricos, nos meses de janeiro a dezembro, para o período estudado (2005-2015).

As taxas de leptospirose alcançam seus índices mais altos nos meses de janeiro a março, diminuindo de maneira importante a partir de abril até agosto, elevando-se linearmente nos meses de setembro/outubro e voltando aos níveis mais altos em dezembro. Os índices pluviométricos se mostram mais elevados nos meses de pico das taxas (outubro-março), comparados ao restante (abril-setembro), sugerindo a existência de dois períodos sazonais. Importante sobremaneira observar, na mesma figura, o incremento paralelo entre a razão de casos gerados por índice pluviométrico e o aumento nas taxas de leptospirose, no período das chuvas, apontando para um possível efeito cumulativo dos níveis pluviométricos nas taxas da doença, a par da simples associação entre chuva e leptospirose.

Finalmente, a regressão linear na tabela 3, ao investigar a associação entre casos de leptospirose e variação dos índices pluviométricos, de acordo com o período sazonal, demonstrou correlação positiva, entre a variação sazonal dos índices pluviométricos e o número de casos de leptospirose, no período total ($r=0,64$) e no período de outubro a março ($r=0,90$).

O poder explicativo do modelo sazonal (R^2) demonstrou que, para o período de outubro a março, o aumento na quantidade de chuva associou-se com o aumento no número de casos de leptospirose gerados ($R^2=0,80$). O Coeficiente Beta mostrou que, para o período total, foi encontrado um incremento médio de aproximadamente 68,4 casos de leptospirose/100 mil habitantes para cada acréscimo na unidade de tempo (meses), associados ao aumento nos níveis pluviométricos. Ao estratificar por período sazonal, entretanto, foram observados comportamentos opostos ao comparar os dois períodos. Enquanto, um incremento médio de quase 91,5 casos/100 mil habitantes, por acréscimo na unidade de tempo foi encontrado de outubro a março, para o

período de abril a setembro evidenciou-se uma relação negativa entre quantidade de chuva e geração de casos de leptospirose ($\text{Beta} = -4,5$). A análise do período total apontou para um crescimento médio mensal de 5,92% no número de casos de leptospirose. O período de outubro a março apresentou tendência temporal com variação média em torno de 27% de aumento nos casos de leptospirose a cada mês. Por outro lado, o período de abril a setembro demonstrou tendência temporal de queda média mensal em torno de 4,4%.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou uma série histórica contínua de casos confirmados de leptospirose, na Região da Grande Florianópolis por um período de 11 anos (2005-2015), com o objetivo de investigar sua relação com os índices pluviométricos e a sazonalidade no mesmo período. A incidência da doença, ao longo dos meses, durante o período analisado, mostrou que as taxas mais elevadas ocorreram nos períodos com os índices pluviométricos também mais elevados.

Resultados mostrando um incremento na razão entre o número de casos de acordo com aumento na quantidade de chuva, ao comparar os dois períodos sazonais, a favor do período mais chuvoso, sugerem uma relação direta entre a incidência de leptospirose e índices pluviométricos (em mm de chuva) na Região da Grande Florianópolis.

Uma revisão sistemática sobre a morbidade global realizada por Costa e colaboradores²⁰ reporta que a incidência anual de leptospirose seja de 1,03 milhões de casos em todo o mundo (IC95% 0,43-1,75), com taxas de incidência apresentando ampla variação (de 0,1 a 975,0 casos por 100 mil habitantes). O coeficiente médio na incidência anual da doença no Brasil é de 1,9/100 mil habitantes, em 2014⁷. Segurado e colaboradores²¹, em uma série temporal sobre a incidência de doenças infecciosas nas metrópoles brasileiras, identificaram que a incidência anual da leptospirose oscilou de 2 a 3,5/100 mil habitantes, entre 2001 e 2015. Estudo realizado em Minas Gerais por Dutra e colaboradores²², entre 1998 a 2012, identificou que a taxa de incidência da doença variou de 0,23 (2001) a 0,91/100 mil habitantes (2003). Guimarães e colaboradores³ no Rio de Janeiro encontraram taxas que variaram de 3,05 (2007-2009) a 2,75/100 mil habitantes (2010-2012). Estudo do perfil epidemiológico realizado por Buzzar²³ no Estado de São Paulo, entre 2007-2011, evidenciou taxas de 1,46 a 2,34/100 mil habitantes. Basso e colaboradores²⁴ encontraram taxa de incidência de 2,5 a 3,9/100 mil habitantes para a cidade de Porto Alegre e, para o Estado do Rio Grande do Sul, de 3,6 a 5,0/100 mil habitantes, no período de 2007 a 2011. Em Santa Catarina (2016), as taxas de incidência mais atuais mostram valores de 5,09 casos por 100 mil habitantes¹⁷, aproximadamente. É provável que a semelhança nas taxas encontradas entre Rio Grande do Sul e Santa Catarina esteja associada à existência de aspectos favoráveis à incidência de leptospirose nos

dois Estados, relacionados às condições socioeconômicas e ambientais. Diferença nos resultados obtidos a partir da curva de tendência neste estudo, comparado ao Brasil como um todo, e aos demais estudos apresentados, deve-se provavelmente a diferenças nas características regionais.

A variação mensal dos índices pluviométricos no presente estudo, obtida por médias diárias de precipitação, permitiu identificar o padrão das chuvas ao longo do ano, com índices maiores nos meses de outubro a março (179,32 mm/mês), quando comparados ao período de abril a setembro (130,35 mm/mês), tendo seu pico no mês de janeiro (226,16 mm por mês), e seus menores índices no mês de junho (99,48 mm/mês). Resultados de diferentes estudos no Brasil^{3,16,23,25-27} permitem comparar variações nos valores médios de precipitação. Vasconcelos e colaboradores¹⁶, no Estado de Pernambuco, observaram que os maiores índices pluviométricos aconteceram nos meses de abril, maio e junho. Ao analisar a pluviosidade na cidade de Salvador, Talarico²⁵ também identificou os meses de abril, maio e junho como aqueles que apresentam os maiores índices pluviométricos, porém observou a ocorrência de precipitações elevadas em outros meses, demonstrando não haver padrão regular de distribuição mensal de chuvas no período avaliado. Lima e colaboradores²⁶, na cidade de Belém, no período de 2006 a 2011, observaram que o período de maior precipitação ocorreu entre os meses de janeiro e maio.

Entretanto, Dutra e colaboradores²², em Minas Gerais, no período de 1988 a 2012, observaram que o período chuvoso ocorreu de outubro a março, semelhante ao padrão encontrado para o a Região da Grande Florianópolis, no atual estudo. Guimarães e colaboradores³ identificaram estreita associação entre os altos índices pluviométricos e a ocorrência de inundações, sendo que o período de chuvas ocorreu nos meses de outubro a abril, corroborando os achados do estudo em discussão.

Resultados obtidos pela razão de casos de leptospirose por índice pluviométrico deixam claro o papel potencializador da combinação volume e persistência das chuvas, representados pelas enchentes e inundações, na disseminação da doença, associada aos períodos sazonais. Por outro lado, naqueles períodos de menor volume de chuva, uma razão de casos por índice pluviométrico, ainda elevada, pode ser atribuída à impermeabilização do solo, que interfere na absorção da água, favorecendo o aumento das enchentes e, conseqüentemente, a ocorrência de casos novos da doença. Assim, da mesma forma que em estudos anteriores, uma alta incidência da leptospirose se mostrou relacionada aos aumentos nos índices pluviométricos. No estudo em discussão períodos de maior precipitação atuaram como fator potencializador da disseminação da doença, o que pode levar a ocorrência de epidemias.

A partir dos resultados do presente estudo, pode-se definir claramente dois períodos sazonais onde, mais do que o dobro dos casos de leptospirose, no período como um todo, ocorreu nos meses de outubro a março, com uma taxa de incidência da doença neste período acima de 10 casos por

100 mil habitantes comparado ao restante do período, abril a setembro, com incidência de 5,58 casos por 100 mil habitantes. A sazonalidade encontrada no estudo atual é semelhante a encontrado no Município do Rio de Janeiro³, no Estado de Pernambuco¹⁶, em Minas Gerais²², em São Paulo²³, na cidade de Salvador²⁵, na Região Autônoma dos Açores²⁸ e em municípios da Baixada Fluminense no RJ²⁹.

Ainda, ao comparar os dois períodos sazonais, afim de detectar a magnitude absoluta do efeito da chuva, no número de casos de leptospirose gerados em outubro-março, comparado a abril-setembro, foi encontrado um excesso absoluto em outubro-março, de 5,33 casos/100 mil habitantes, ao comparar incidências de leptospirose nos dois períodos. A fração etiológica, por sua vez, indica que um excesso de 55,6% na incidência entre os expostos ao período sazonal mais chuvoso, poderia ser imputado ao excesso de chuva naquele período. Assim, mais da metade dos 1.001 casos gerados no período de aumento das chuvas (outubro-março), ou seja, 662 casos de leptospirose podem ser atribuídos ao aumento nos níveis pluviométricos. O presente estudo, ao investigar a variabilidade sazonal da leptospirose, confirmou a assertiva que correlaciona períodos mais chuvosos ao aumento no número de casos da doença.

Ao investigar a tendência temporal das taxas de leptospirose de acordo com as variações dos índices pluviométricos e a sazonalidade, entre abril a setembro (5,58/100 mil), as taxas foram menores comparadas ao período outubro a março (10,91/100 mil), representando um aumento na incidência de leptospirose de 195% no período estudado. Observou-se que, de outubro a março, período dos índices pluviométricos mais elevados, houve tendência significativa de aumento nas taxas da doença, enquanto, no período de abril a setembro, a tendência foi de estabilidade. Uma correlação positiva forte entre o volume de chuva e a geração de casos foi encontrada para o período de outubro a março ($r=0,90$). A participação da chuva na geração de novos casos neste período, com mais de 2/3 da variabilidade nas taxas de leptospirose ($R^2=0,80$), explicada pelo aumento nos volumes da chuva naquele período, aponta também para a coparticipação de outros fatores socioambientais, saneamento básico e urbanização desordenada, entre outros.

Gonçalves e colaboradores³⁰ estudaram a distribuição temporal da leptospirose e fatores de risco, em Belém, Pará e verificaram que a tendência geral expressou o decréscimo da doença, entre 2007 a 2013, entretanto a maior notificação dos casos ocorreu nos primeiros semestres dos anos estudados, relacionados aos quadros de enchentes. Souza e colaboradores³¹ demonstraram, de acordo com os dados analisados, que a leptospirose tem nítida variação com os índices pluviométricos. Também, Oliveira e colaboradores²⁹ identificaram que a ocorrência de leptospirose nos municípios da baixada fluminense, Rio de Janeiro, no período de 2008 a 2013, tem relação com as fortes chuvas sazonais que provocam enchentes e inundações. Por outro lado, Pereira e colaboradores³², ao estudar a tendência e sazonalidade da leptospirose no Brasil (2008 a 2012),

verificaram que não houve crescimento da doença em toda a série, mas, ao realizar a decomposição sazonal ficou evidente que os picos da doença coincidem com os períodos de chuva ou inundações.

A doença ocorreu o ano todo e apresentou nítida sazonalidade. Os meses de dezembro a março apresentaram maior risco de desenvolvimento de leptospirose na população. Os maiores índices pluviométricos ocorreram nos meses de outubro a março, bem como a razão de casos por índice pluviométrico foram maiores nesse mesmo período. Foi identificado aumento das taxas da doença conforme o aumento nos índices pluviométricos ao longo do período.

REFERÊNCIAS

1. Ministério da Saúde (Brasil). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Leptospirose: diagnóstico e manejo clínico. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.
2. Souza VMM, Arsky MLNS, Castro APB, Araújo WN. Anos potenciais de vida perdidos e custos hospitalares da leptospirose no Brasil. *Rev Saúde Pública*. 2011;45(6):1001-08.
3. Guimarães RM, Cruz OG, Parreira VG, Mazoto ML, Vieira JD, Asmus CIRF. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. *Cien Saúde Colet*. 2014;19(9):3683-92.
4. Lau CL, Smythe LD, Craig SB, Weinstein P. Climate change, flooding, urbanisation and leptospirosis: fuelling the fire? *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2010;104(10):631-8.
5. Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la salud y sociedad internacional de Leptospira, Leptospirosis humana: guía para el diagnóstico, vigilancia y control, 2008, ISSN 0101-6970 <http://www.med.monash.edu.au/microbiology/staff/adler/guia-esp.pdf>.
6. Picardeau M. Diagnosis and epidemiology of leptospirosis. *Med Mal Infect*. 2013;43(1):1-9.
7. Ministério da Saúde (Brasil). Portaria nº 1.461, de 22 de Dezembro de 1999. Lista nacional de doenças de notificação compulsória - SciELO. [Internet] Brasília; 1999.[Acesso em 2018 Jun 12]. Disponível em: scielo.iec.gov.br/pdf/iesus/v9n1/v9n1a06.pdf
8. Oliveira TVS, Marinho DP, Costa Neto C, Kligerman DC. Variáveis climáticas, condições de vida e saúde da população: a leptospirose no município do Rio de Janeiro de 1996 a 2009. *Cien Saúde Colet*. 2012;17(6):1569-76.
9. Diament D, Lomar AV, Brito T. Leptospiroses. In: Veronesi R, Fogaccia R, editores. *Tratado de infectologia*. 5. ed. rev. e atual. São Paulo: Atheneu; 2015. p.1519-35.
10. Damasco PV, Menezes VM, Friedrich AW. Leptospirose. In: Tavares W, Marinho LAC, editores. *Rotinas de diagnóstico e tratamento das doenças infecciosas e parasitárias*. 4. ed. São Paulo: Atheneu; 2015. p. 753-60.

11. Ministério da Saúde (Brasil). Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. Guia de Vigilância em Saúde/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, p.705, 2017. portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/outubro/06/Volume-Unico-2017.pdf
12. Vijayachari P, Sugunan AP, Sriram AN. Leptospirosis: an emerging global public health problem. *J Biosci.* 2008. Nov; 33(4):557-69.
13. Pelissari DM, Elkhoury ANSM, Arsky MLNS, Nunes ML. Revisão sistemática dos fatores associados à leptospirose no Brasil, 2000-2009. *Epidemiol Serv Saúde.* 2011;20(4):565-74.
14. Lehmann JS, Matthias MA, Vinetz JM, Fouts DE. Leptospiral Pathogenomics. *Pathogens* [Internet] 2014 Jan [Acesso em 2016 Jun 30];2(3):280–308. Disponível em: <http://www.mdpi.com/journal/pathogens> doi:10.3390/pathogens3020280.
15. Barcellos C, Monteiro A M V, Corvalán C, Gurgel H C, Carvalho M S, Artaxo P, Hacon S, Ragoni V. Climatic and environmental changes and their effect on infectious diseases: scenarios and uncertainties for Brazil. *Epidemiol Serv Saúde.* 2009; 18(3):285-304.
16. Vasconcelos CH, Fonseca FR, Lise MLZ, Arsky MLNS. Fatores ambientais e socioeconômicos relacionados à distribuição de casos de leptospirose no Estado de Pernambuco, Brasil, 2001-2009. *Cad Saúde Colet.* 2012;20(1):49-56.
17. Governo do Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado da Saúde. Informações em Saúde. [Internet]. [Acesso em 2017 Ago 6]. Disponível em: www.cosemssc.org.br/wp-content/.../05/DELIBERACAO-457-CIB-08-11-12_.doc
18. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estados: Santa Catarina [Internet]. [Acesso 2018 Abr 6]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sc>.
19. Gaynor PE, Kirkpatrick RC. Introduction to time series modeling and forecasting in business and economics. New York: McGraw-Hill; 1994.
20. Costa F, Hagan JE, Calcagno J, Kane M, Torgerson P, et al. Global morbidity and mortality of leptospirosis: a systematic review. *Plos Negl Trop Dis.* 2015; 9(9): e0003898.
21. Segurado AC, Cassenote AJ, Luna EA. Saúde nas metrópoles - Doenças infecciosas. *Estudos Avançados* [Internet] 2016 [acesso em 2016 Jul 02];30(86):29-49. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142016.00100003>.
22. Dutra FRLS, Valadão RC, Confalonieri UE, Müller GV, Quadro MFL. The influence of rainfall variability in default distribution of cases leptospirosis in general Minas Gerais, the period 1998 – 2012. *Hygeia.* 2015;11(20): 106-126.
23. Buzzar MR. Perfil epidemiológico da leptospirose no estado de São Paulo no período de 2007 a 2011. In: *Anais da 1ª Conferência Internacional em Epidemiologia.* 2012; São Paulo.
24. Basso LA, Righi R. Cases of hepatitis a and leptospirosis in the municipality of Porto Alegre – RS between the years 2007 to 2011. *Hygeia.* 2015; 11(20): 66-84.
25. Talarico DC, Leptospirose e Pluviosidade: uma análise na cidade de Salvador-BA. In: *Jornada de Engenharia Sanitária e Ambiental.* 2013; Salvador, Bahia.

26. Lima RJS, Abreu EMN, Ramos FLP, Santos RD, Santos DD, Santos FAA, et al. Análise da distribuição espaço-temporal da leptospirose humana em Belém, Estado do Pará, Brasil. *Rev Pan-Amaz Saúde*. 2012; 3(2):33-40.
27. Coelho MZS, Massad E. The impact of climate on Leptospirosis in São Paulo, Brazil. *Int J Biometeorology*. 2012; 56(5): 233-41.
28. Mottola C, Alho AM, Rafael T, Gonçalves T, Seixas R. Leptospirose em Portugal: Situação actual e importância das medidas de controlo no contexto da Saúde Pública. *REDVET*. 2015; 16(2):1-16. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63641398004>. Fecha de consulta: 9 de julho de 2017.
29. Oliveira HH, Rodrigues MAM, Santos IS, Francischetti CN. Perfil epidemiológico e socioeconômico da ocorrência de casos de leptospirose em municípios da Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil. *Enciclopédia Biosfera*. 2016; 13(23); 1479-91.
30. Gonçalves NV, Araújo EN, Sousa Júnior AS, Miranda CSC, Campos PSS, Matos MWS, Palácios VRCM. Leptospirosis space-time distribution and risk factors in Belém, Pará, Brazil. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2016; 21(12):3947-55.
31. Souza AAT, Ferreira FC, Rezende HD, Arruda JFL, Paula Macêdo da Silva Eça PMS. Variação sazonal e aspectos clínico-epidemiológicos da leptospirose humana na cidade de Itaperuna-RJ. *Acta Biomédica*. 2013; 4(1):49-56.
32. Pereira CAR, Barata MML, Costa Neto C, Monteiro GTR. Leptospirosis trend and seasonality in Brazil: statistical analysis of notified cases between 2008 and 2012. *Rev Saúde e Pesquisa*. 2014; 7(3): 395-402.

Figura 1 – Evolução temporal média dos casos de leptospirose e dos níveis pluviométricos de acordo com o período sazonal. Região da Grande Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2005-2015.

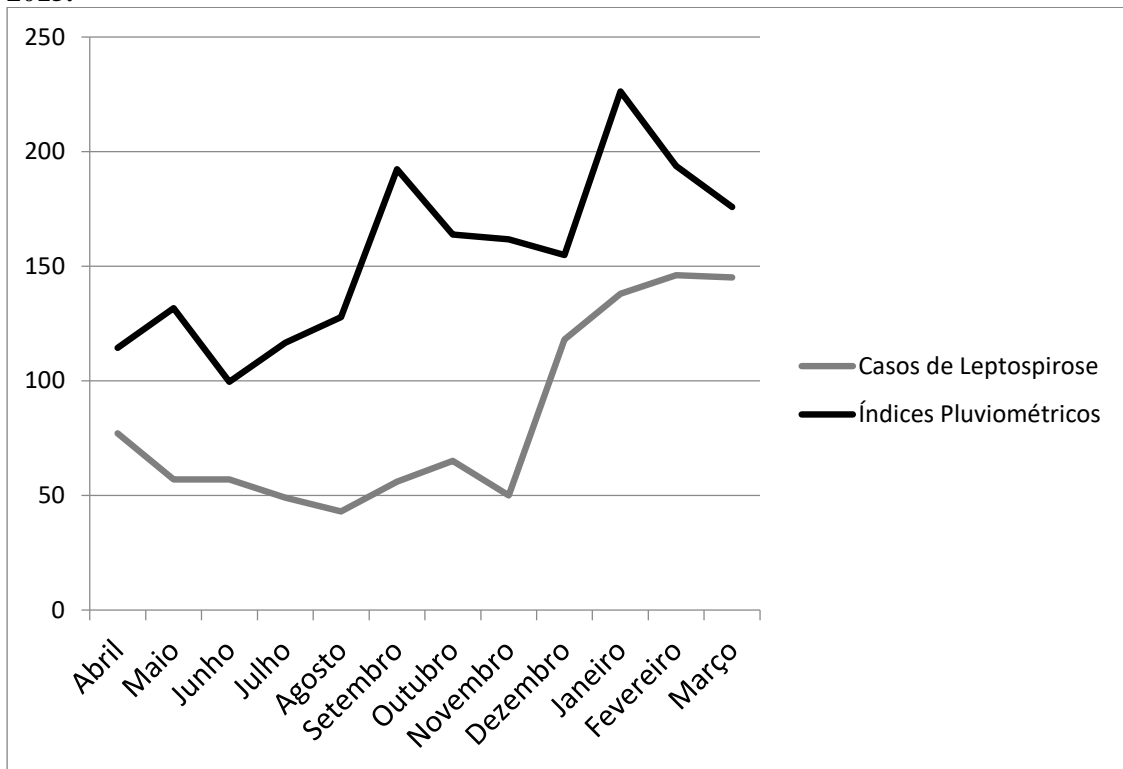


Figura 2 – Variação mensal das taxas de leptospirose, dos níveis pluviométricos e da razão casos por níveis pluviométricos. Região da Grande Florianópolis 2005-2015.

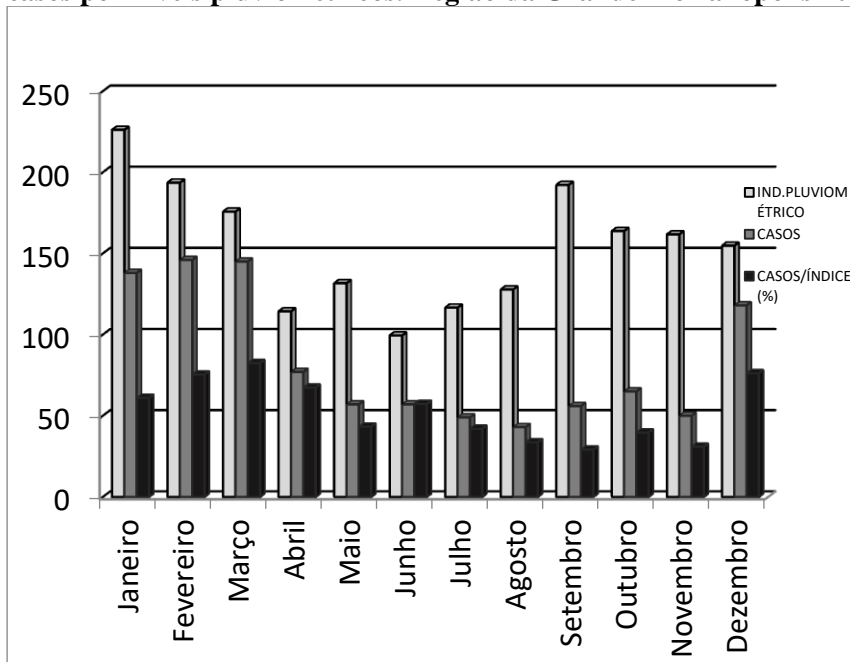


Tabela 1 – Distribuição mensal dos casos de leptospirose de acordo com os índices pluviométricos. Região da Grande Florianópolis. Santa Catarina, Brasil, 2005-2015.

Meses	Casos de Leptospirose					Índices Pluviométricos		
	n	(%)	Taxa	RR	(IC95%)	Média	(%)	C/IP
Janeiro	138	13,79	13,63	3,21	(1,08-9,53)	226,16	12,17	0,61
Fevereiro	146	14,59	14,42	3,39	(1,04-8,67)	193,63	10,42	0,75
Março	145	14,49	14,32	3,37	(1,03-8,72)	175,77	9,46	0,82
Abril	77	7,69	7,61	1,79	(0,55-5,87)	114,32	6,15	0,67
Mai	57	5,69	5,63	1,32	(0,38-4,67)	131,65	7,09	0,43
Junho	57	5,69	5,63	1,32	(0,38-4,67)	99,48	5,35	0,57
Julho	49	4,90	4,84	1,14	(0,31-4,19)	116,63	6,28	0,42
Agosto	43	4,30	4,25	1,00	-	127,80	6,88	0,34
Setembro	56	5,59	5,53	1,30	(0,33-4,61)	192,22	10,35	0,29
Outubro	65	6,49	6,42	1,51	(0,44-5,15)	163,81	8,82	0,40
Novembro	50	5,00	4,94	1,16	(0,32-4,25)	161,75	8,71	0,31
Dezembro	118	11,79	11,66	2,74	(0,90-8,33)	154,81	8,33	0,76

n=número de casos; taxa= Casos de leptospirose/população de 2010 a cada 100.000 habitantes; RR=Risco Relativo; IC95%=Intervalo de Confiança 95%; mm=milímetros; C/IP= Casos de leptospirose/ Índice pluviométrico.

Tabela 2 – Distribuição dos casos de leptospirose e dos índices pluviométricos de acordo com períodos sazonais. Grande Florianópolis. Santa Catarina, Brasil, 2005-2015.

Períodos	Casos de leptospirose			Índices pluviométrico	
	n (%)	Taxa	RR	Media (mm) (%)	C/IP
Abr-Set	339 (30,7)	5,58	1,00	130,35 (44,4)	0,45
Out-Mar	662 (69,3)	10,91	1,95 (1,71-2,23)	179,32 (55,6)	0,61
Jan-Dez	1001 (100,00)	8,2	-	154,83 (100,00)	0,53

n=número de casos; taxa= Casos de leptospirose/ população de 2010 a cada 100.000 habitantes; RR=Risco Relativo; mm=milímetros; C/IP=Casos de leptospirose/Índice Pluviométrico; Abr-Set = abril-setembro; Out-Mar = outubro-março; Jan-Dez = janeiro-dezembro.

Tabela 3 – Regressão linear da associação entre casos de leptospirose e variação nos índices pluviométricos, de acordo com período sazonal. Grande Florianópolis. Santa Catarina, Brasil, 2005-2015.

Períodos	Casos	Taxa	r	R	Beta	VPM (%)	Tendência
Jan-Dez	1001	8,24	0,64	0,41	68,4	5,92	Aumento
Abr-Set	339	5,58	-0,72	0,52	-4,5	-4,4	Estabilidade
Out-Mar	662	10,91	0,90	0,80	91,5	27,0	Aumento

Taxa: Casos de leptospirose/população de 2010 a cada 100.000 habitantes; r=Coeficiente de correlação; R^2 = coeficiente de determinação; VPM (%): Variação percentual mensal; Abr-Set=abril-setembro; Out-Mar=outubro-março; Jan-Dez= janeiro-dezembro.

Valor de p: Jan-Dez=0,003. Abr-Set=0,101. Out-Mar=0,017