



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Estudo da relação entre variáveis meteorológicas e ocorrência de casos de dengue em Londrina – PR

Daniela S. de Almeida¹, Anderson Paulo Rudke², Natalia Cristina Martini³, Silvano César da Costa⁴, Alexandra Beal⁵, Marcos Ribeiro⁶, Leila Droprinchinski Martins⁷

¹Dra. em Engenharia Química, Pós-Doutoranda, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luiz, km 235, SP310, 13565-905, São Carlos – SP, dannyutpr@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4878-7880>. ²Msc. em Engenharia Ambiental, Doutorando, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte – MG. rudke@alunos.utfpr.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2970-5453>. ³Engenheira Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Dos Pioneiros, 3131, 86036-370, Londrina – PR. natitini@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3177-2751>. ⁴Dr. em Agronomia, Professor, Departamento de Estatística, Universidade Estadual de Londrina, Campus Universitário - PR 445 - km 380 Caixa Postal: 6001 CEP: 86051-990 Londrina – Paraná. silvano@uel.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3531-3555>. ⁵Dra. em Química, Pós-Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Dos Pioneiros, 3131, 86036-370, Londrina – PR. alexandraeal@yahoo.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7156-6955>. ⁶Dr. em Pneumologia, Professor, Departamento de Clínica Médica no Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Londrina, Campus Universitário - PR 445 - km 380 Caixa Postal: 6001 CEP: 86051-990 Londrina – Paraná. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4169-5262>. ⁷Dra. em Ciências, Professora, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Dos Pioneiros, 3131, 86036-370, Londrina – PR. leilamartins@utfpr.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2176-6534>.

Artigo recebido em 02/04/2021 e aceite em 25/11/2021

RESUMO

A dengue é uma doença viral transmitida pela fêmea do mosquito *Aedes aegypti*. A ocorrência de sucessivas epidemias de dengue tem se tornado um problema à saúde pública, que é recorrente em locais de climas tropical e subtropical, em função de suas características ambientais, climáticas e sociais. Assim, compreender a relação entre os casos de dengue e variáveis meteorológicas, como temperatura, precipitação e umidade relativa do ar, é de grande importância. Desta forma, esse estudo consistiu em investigar essa relação para Londrina, uma cidade do sul do Brasil. O estudo foi realizado por meio de Modelos Lineares Generalizados, considerando-se a série temporal de 2010 a 2014. Dados semanais de casos confirmados de dengue e das variáveis meteorológicas foram utilizados para analisar as possíveis associações. O modelo que se mostrou mais adequado foi o Binomial negativo. Os resultados indicaram que no período houve uma elevação de aproximadamente 1°C na temperatura mínima, e que este foi suficiente para influenciar o comportamento do mosquito fazendo com que os casos se concentrassem entre a 11ª e a 21ª semanas do ano, período correspondente ao outono no sul do Brasil. Além disso, a umidade e principalmente a temperatura mínima apresentaram associações positivas, tanto quando analisado individualmente os anos, como o conjunto completo de dados. Desta forma, pode-se concluir que o aumento das temperaturas mínimas leva ao aumento de casos de dengue na região.

Palavras-chave: Dengue; Temperatura; Análise de regressão; Clima.

Study of the relationship between meteorological variables and the occurrence of dengue cases in Londrina - PR

ABSTRACT

Dengue fever is a viral disease transmitted by the female mosquito *Aedes aegypti*. The occurrence of successive dengue epidemics has become a public health problem, which typically occurs in tropical and subtropical climates, due to its environmental, climatic and social characteristics. Thus, to understand the relationship between the reported cases of dengue and the meteorological variables, such as temperature, rainfall and relative humidity of air is of great importance. This study aims to investigate such relationship for Londrina, a southern Brazilian city, by using a Generalized Linear Models for the period 2010 to 2014. Weekly data of confirmed dengue cases and the meteorological variables were used to analyze the possible associations. The Binomial Negative model presented the best fit. The results indicated that in the period there was an increase of 1 °C in the minimum temperature, which was enough to cause changes in the mosquito behavior, so that the cases would concentrate between the 11th and 21st weeks of the year, corresponding to Autumn in

Brazil. Furthermore, the humidity and mainly the minimum temperature presented positive associations, when years were individually analyzed, but also for the complete dataset. Thus, it can be concluded that the increase in minimum temperatures leads to the increase of dengue cases in the region.

Keywords: Dengue, Temperature, Regression analysis, Climate.

Introdução

A dengue é uma doença endêmica transmitida, principalmente, por mosquitos do gênero *Aedes aegypti*, encontrado predominantemente em meio urbano e desenvolvido em depósitos de armazenamento e pequenas coleções de água (Braga and Valle, 2007; Michael J. Nelson, 1986; Tauil, 2002). O mosquito alimenta-se, essencialmente, da seiva de plantas, exceto a fêmea da espécie que é hematófaga. Consequentemente, quando ela ingere o sangue de um hospedeiro infectado com o vírus, ela se torna um vetor da doença. O tempo de vida médio do mosquito é de 30 dias e as fêmeas, durante a sua vida, podem depositar entre 150 e 200 ovos (Sousa et al., 2007; Watts et al., 1987).

Segundo Medronho, existem diversos fatores que justificam a intensa proliferação do mosquito nos últimos anos em diversos locais do Brasil, tais como, o processo de urbanização desordenado, que resulta em regiões com alta densidade demográfica e com deficiências no abastecimento de água e limpeza urbana, constante fluxo de pessoas entre áreas urbanas e ineficiência de campanhas de combate ao vetor (Da Costa and Natal, 1998; Medronho, 2006; Tauil, 2001). A combinação de todos esses fatores compõe a classe dos fatores sócio - demográficos, porém eles não são os únicos que contribuem para a proliferação da dengue. Existe também outro conjunto de elementos que envolvem as condições meteorológicas.

A condição climática, envolvendo fatores como aumento da temperatura, a precipitação e a umidade relativa do ar tem influência direta na incidência da dengue, pois favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis e também o desenvolvimento do vetor (Ribeiro and Marques, 2006; Ribeiro et al., 2008; Viana and Ignotti, 2013). No entanto, a relação entre as variáveis climáticas e os fatores que influenciam na transmissão da dengue são complexos (Hopp and Foley, 2001; Morin et al., 2013; Otero et al., 2006; Shope, 1991).

Desde a reprodução dos ovos depositados pela fêmea do mosquito *Aedes aegypti* até a sua forma adulta, o meio em que eles estão inseridos deve ser favorável para que completem o seu ciclo

de vida. O principal fator que compõe esse ambiente favorável é a temperatura, pois nos meses mais quentes do ano o metabolismo do vetor aumenta. A reprodução e maturação do vírus no inseto, período que é compreendido como extrínseco, são acelerados com o aumento de temperatura. Por esse motivo a maior incidência da doença ocorre em geral no verão. As maiores taxas de desenvolvimento encontram-se em uma faixa térmica de 20 a 30°C (Câmara et al., 2007; Rueda et al., 1990).

Além da dengue, o *Aedes aegypti* também é transmissor de doenças como a Chikungunya e o Zika vírus, as quais todos estão sujeitos, independentemente das condições socioeconômicas (Brito et al., 2021; Jeffery et al., 2009; Rodrigues et al., 2016; Rodriguez-Barraquer et al., 2019; Vega-rúa et al., 2014). Os estudos a respeito destas duas doenças são mais recentes, e os registros existentes são poucos para uma possível associação de variáveis meteorológicas e a sua ocorrência.

Diante desses fatos, o presente trabalho explorou a relação entre a incidência dos casos de dengue e os fatores meteorológicos como precipitação, temperatura máxima e mínima e umidade relativa do ar em uma cidade de média porte do Sul do Brasil, Londrina. O trabalho teve como objetivo encontrar um modelo estatístico de associação entre as variáveis explicativas (meteorológicas) e o desfecho (caso confirmados de dengue), além de identificar quais variáveis apresentam maior influência.

Material e métodos

O estudo iniciou-se com a seleção da cidade a ser analisada no Estado do Paraná. Foi verificado por meio do Serviço de Alerta Climático de Dengue do Laboratório de Climatologia – Laboclima - da Universidade Federal do Paraná que o norte do Paraná em relação ao restante do estado encontra-se com maior risco de incidência de dengue ao longo do ano (Mendonça et al., 2009). Devido à escassez de dados do número de casos de dengue, não foi possível realizar o estudo para a região norte do Paraná como um todo, portanto foi

selecionada a maior cidade do norte do estado para a análise, Londrina.

O município de Londrina, localizado no norte do Paraná (Figura 1), possui densidade demográfica de 327,78 hab./km² e população de 506.701 habitantes, com mais de 90% residindo na área urbana de 109,3 km² (IBGE, 2016). Apresenta

grau de urbanização com cerca de 97,40% (IPARDES, 2015). Além disso, a cidade de Londrina apresenta elevado número de casos de dengue (Luiz et al., 2014; Mendonça et al., 2009; Oliveira, 2006).

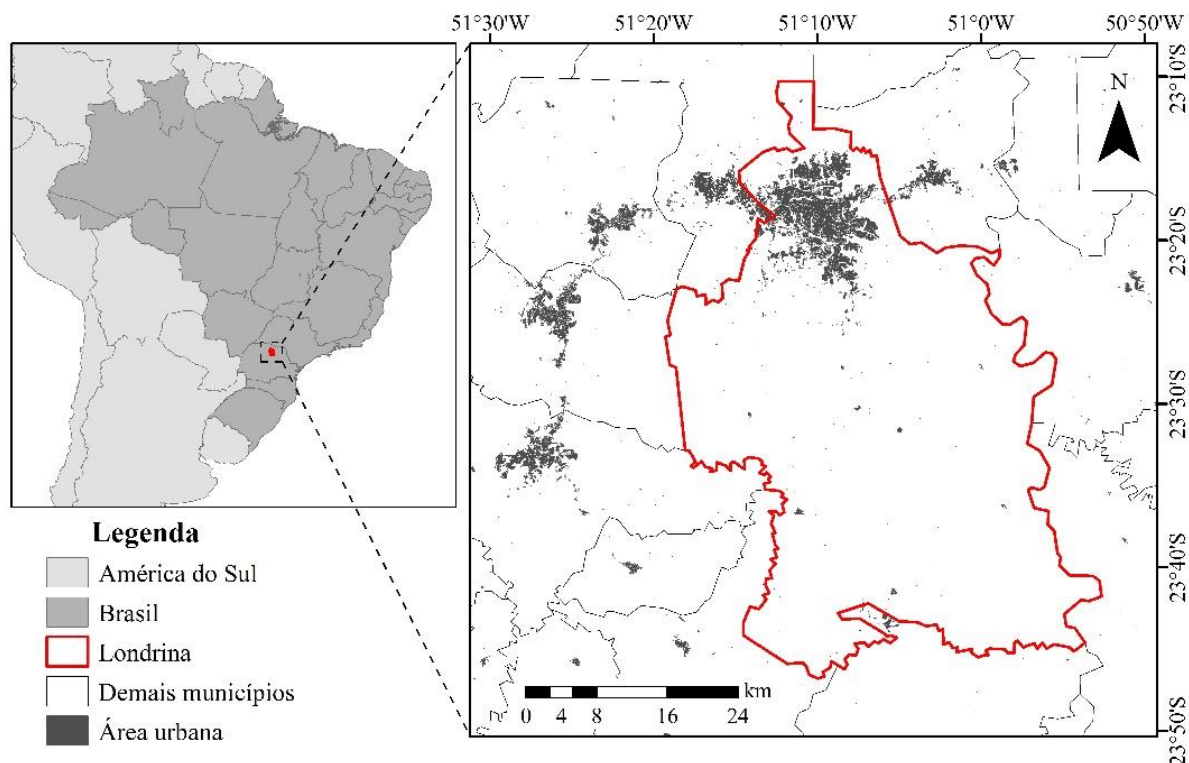


Figura 1: Localização do município de Londrina, Paraná.

O clima de Londrina é classificado como subtropical, sendo apropriado para a proliferação do mosquito (Câmara et al., 2007). As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de dezembro a março, enquanto as mais baixas ocorrem nos meses de maio a agosto. As médias mensais das temperaturas mínimas e máximas ficam acima de 16 °C e abaixo de 27,9 °C, respectivamente. A temperatura média anual da cidade é de 21,3 °C. Já para a precipitação, as maiores ocorrências são observadas nos meses de dezembro e janeiro e as mínimas ocorrem em julho e agosto, apresentando média anual de 130 mm. A precipitação acumulada média anual da cidade é de 1.564,9 mm. Os meses onde há maior umidade relativa do ar são maio e julho, apresentando médias em torno de 70 % e os com menores umidades são agosto e setembro, com médias da ordem de 60 %. A média anual desta variável meteorológica para Londrina é de 73 % (Almeida, 2016; Beal, 2015).

Para a análise, os números de casos confirmados de dengue, por semana, no período de 2010 a 2014 na cidade de Londrina foram utilizados, sendo estes disponibilizados pela Secretaria de Saúde de Londrina. Como variáveis explicativas foram utilizadas as médias semanais das variáveis meteorológicas de precipitação, temperaturas máxima, média e mínima e umidade relativa do ar. As médias semanais foram calculadas a partir dos dados diários da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Londrina (Latitude: -23,32°; Longitude: -51,13°), sendo estas calculadas para as mesmas semanas da variável resposta.

Com o auxílio do software de estatística R (versão 3.2.1) procedeu-se a análise descritiva do conjunto de dados por meio do cálculo das médias aritméticas, desvio padrão, valores máximos e valores mínimos. Determinou-se também a correlação de Pearson entre os casos de dengue e as variáveis meteorológicas para todos os anos.

Por fim, aplicou-se a análise de regressão por meio de modelos MLG (Modelos Lineares Generalizados) que tem como objetivo avaliar a associação entre uma variável resposta e uma variável explicativa. Foram testados os modelos com distribuição de Poisson e Binomial Negativa (Conceição et al., 2001; Tadano et al., 2009). Para a escolha do modelo mais apropriado ao conjunto de dados, foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) que oferece uma medida relativa da qualidade do ajuste do modelo estatístico. Foi escolhido o modelo com o AIC de menor valor. Outro critério utilizado para verificar o ajuste foi o gráfico normal de probabilidade com envelope que, no caso dos modelos lineares generalizados aplicados são construídos com os resíduos do

modelo ajustado (Marciano, 2009; Weisberg, 2005).

Resultados

De acordo com a Figura 2, é possível observar que as distribuições temporais dos casos confirmados de dengue em Londrina, em todos os anos selecionados para o estudo, compartilham do mesmo comportamento, com maior incidência entre a 11ª e 21ª semana, exceto o ano de 2011 que exibe números elevados já nas primeiras semanas do ano. O ano de 2012 também apresentou maiores valores nas primeiras semanas, porém com número bem menor de casos.

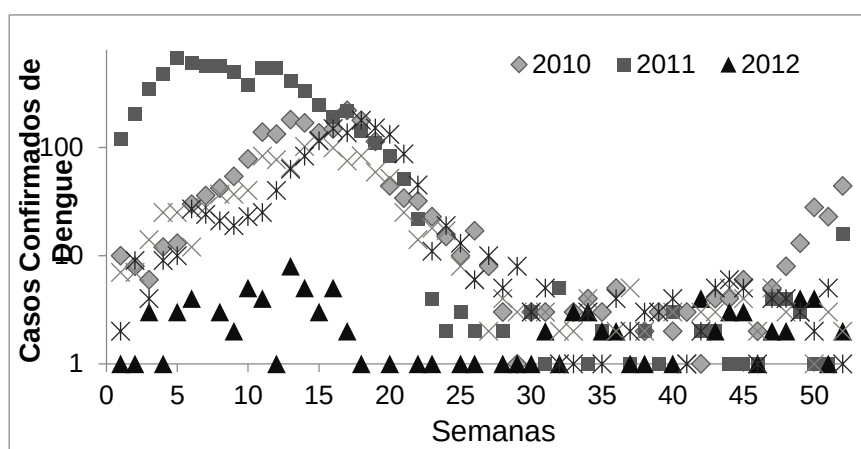


Figura 2: Distribuição semanal dos casos confirmados de dengue para os anos de estudo.

As temperaturas máximas e mínimas de acordo com os desvios padrão, não apresentaram variações significativas, como mostrado na Tabela 1. A média da temperatura máxima mais alta ocorreu no ano de 2012 com 29,3°C. Já a média da temperatura mínima mais alta, foi de 17,1 °C no ano de 2014. A umidade relativa do ar também não apresentou um desvio padrão significativo e manteve-se em torno de 72 % em todos os anos, exceto no ano de 2010 em que a umidade relativa média foi de 84 %. A precipitação, por sua vez, apresentou desvio padrão significativo e valores totais distintos entre os anos.

Os gráficos de distribuição da precipitação semanal acumulada e dos casos de dengue confirmados, para todos os anos são mostrados na Figura 3. É possível observar a não normalidade da distribuição da precipitação, com valores atípicos para 2010 e 2013 em relação a normal climatológica (1564 mm) e com padrão distinto de

distribuição em relação aos de casos de dengue. Além disso, como mencionado 2011 e 2012 foram casos extremos em relação ao número de casos confirmados de dengue.

A correlação de Pearson aplicada às variáveis meteorológicas em relação aos casos de dengue indicou que as variáveis não apresentam correlação linear, como esperado. As correlações foram fracas entre as variáveis. Portanto, assegurando a não linearidade dos dados foi executada a análise de regressão por Modelos Lineares Generalizados. De acordo com os valores de AIC, o modelo selecionado foi a Binomial Negativa, pois apresentou valores de AIC inferiores aos de Poisson, exceto o ano de 2012 que exibiu valor maior, porém com diferença ínfima o que não afetou na escolha do modelo.

Tabela 1: Médias e desvios padrão dos dados meteorológicos de 2010 a 2014 para a cidade de Londrina

		Precipitação (mm)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Umidade Relativa (%)
2010	Média	1.813,6	28,3	16,3	84,4
	^a D.P.	41,2	3,1	3,6	4,8
2011	Média	1.460,3	28,4	16,2	72,2
	D.P.	36,8	3,5	3,7	7,9
2012	Média	1.611,7	29,3	16,9	71,1
	D.P.	46,3	3,8	3,5	10,1
2013	Média	2.101,4	28,0	16,4	73,8
	D.P.	52,0	3,5	3,5	9,2
2014	Média	1.545,5	29,1	17,1	72,2
	D.P.	37,6	3,7	3,3	9,5

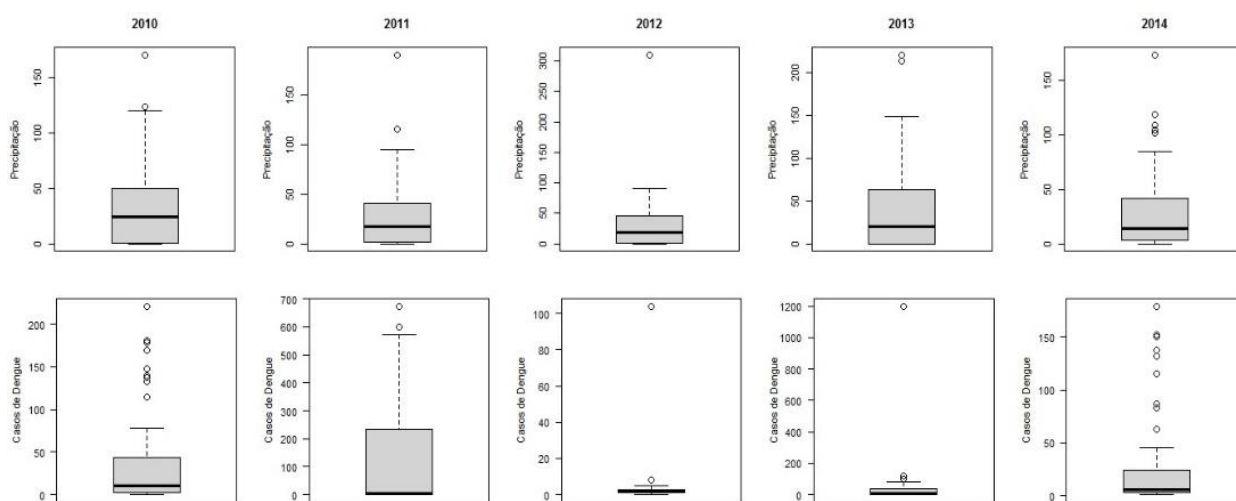
^a=Desvio Padrão

Figura 3: Distribuição da Precipitação e Casos confirmados de Dengue para os anos de 2010 a 2014. Parte superior precipitação semanal acumulada (mm) e parte inferior casos de dengue confirmados.

A Tabela 2 mostra os coeficientes de associação entre as variáveis meteorológicas e os casos de dengue confirmados, obtidos da regressão. As variáveis Umidade Relativa e Temperatura Mínima mostraram as associações mais elevadas,

que ocorreram nos anos de 2013 e 2010, respectivamente. Além disso, para a série completa de 2010 a 2014 a temperatura média e a mínima as associações foram significativas.

Tabela 2: Coeficientes de associações entre as variáveis meteorológicas e os casos de dengue

	P-valor				
	Precipitação	Temperatura Máxima	Temperatura Média	Temperatura Mínima	Umidade Relativa
2010	-	-	-	0,09398	-
2011	0,01920	0,00303	-	$1,39 \times 10^{-10}$	$1,58 \times 10^{-06}$
2012	-	$5,65 \times 10^{-5}$	-	-	-
2013	-	-	-	0,06762	0,06195
2014	-	-	-	$2,08 \times 10^{-08}$	0,01678
2010 a 2014	-	-	0,08682	0,00597	-

A Figura 4 mostra a tendência de temperatura mínima, média e máxima da série de 1961 a 2014 para Londrina na estação do INMET. É possível

observar claramente a tendência de aumento das temperaturas, principalmente das mínimas.

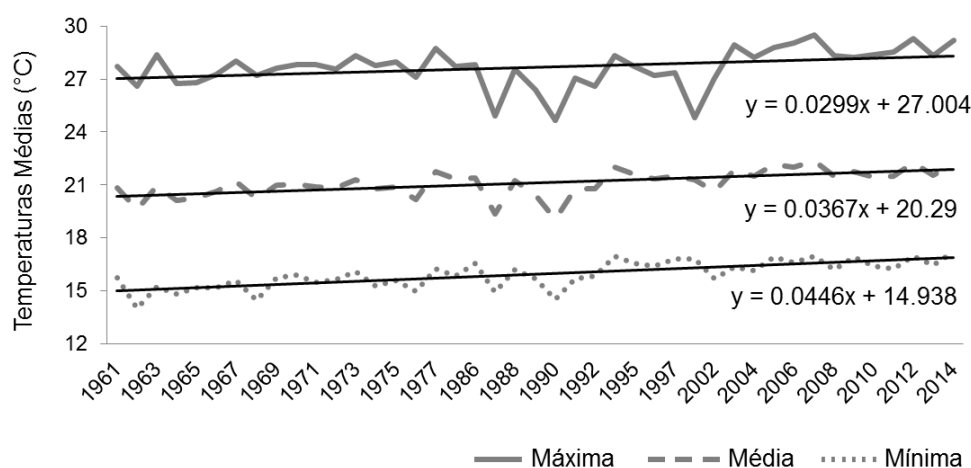


Figura 4: Valor médio anual para os valores máximos, médios e mínimos de temperatura e seu correspondente ajuste linear para o período de 1961-2014 em Londrina.

Discussão

A partir da análise da distribuição temporal dos casos confirmados de dengue, é possível evidenciar que o ano de 2011 foi o que apresentou maior incidência de casos confirmados de dengue com 142,5 casos por semana, totalizando em 7.411 casos no ano, o maior número de casos notificados do estado neste ano (Figura 5). Em contraponto, o ano seguinte apresentou média semanal de 2 casos confirmados de dengue, com o total de 104 casos no ano. O ano de 2011 e 2012 podem ser considerados anos atípicos em relação aos demais,

pelos altos e baixos valores de casos registrados, respectivamente. O grande aumento em 2011 já nas primeiras semanas, pode estar associado aos altos índices de precipitação ocorrido em dezembro de 2010 (340,2 mm), e a menor prevenção tomada pela população e órgãos públicos responsáveis. Já em 2012, o baixo número de casos pode ser em decorrência da intensificação nas políticas preventivas contra o mosquito da dengue, após a epidemia de 2011 que se refletiu no ano seguinte, portanto com a menor influência exercida pelas variáveis socioeconômicas ocorreu o esperado, maior número de casos nas primeiras semanas do ano correspondentes ao verão.

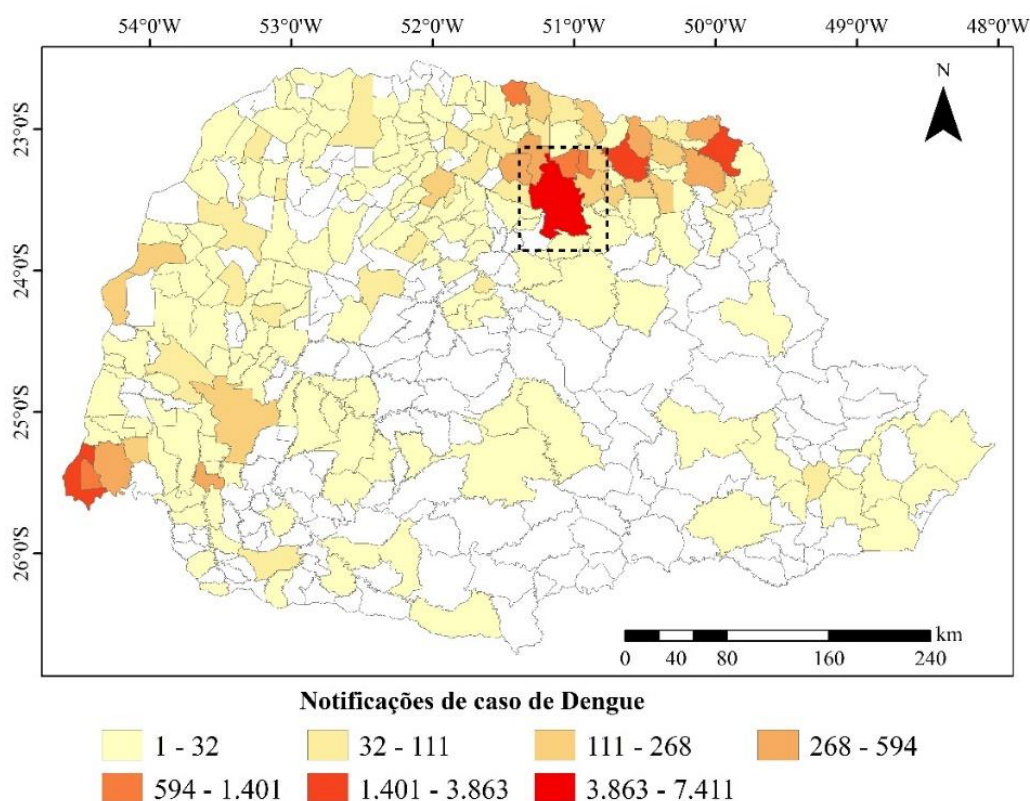


Figura 5: Distribuição espacial dos casos de dengue notificados nos municípios paranaenses no ano de 2011, com destaque para o município de Londrina/PR (linha pontilhada).

Assim como ocorreu em 2012, (Oliveira et al., 2007) também observaram a redução de casos de dengue após anos com surto no Município de Toledo (PR). Os autores estudaram o período de 2001 a 2006 e observaram que após um surto de dengue em 2002 (72 casos notificados) houve redução significativa no ano seguinte (49 casos notificados) e nenhum caso confirmado em 2004, sendo a redução atribuída campanha realizada junto à população em 2002.

Os anos de 2011 e 2012, portanto na análise individual por ano não foram considerados os resultados de associação como representativos das condições médias, pois foram atípicos em relação número de casos de dengue, justificando a realização da análise individual por ano, além da série completa do período. Para 2011, por exemplo, todas as variáveis analisadas apresentaram associação positiva com o número de casos de dengue, assim não foi possível, com esse estudo, analisar qual exerceu maior influência e sua justificativa. Além disso, o ano de 2011 é caracterizado como influenciado pelo evento de *La Niña* (“NOAA/CPC - National Oceanic and Atmospheric Administration/Climate Prediction Center.”, 2019), que tem uma pequena contribuição no aumento da precipitação no Sul do

Brasil e está relacionada a verões mais quentes (Borsato, 2011).

Os anos restantes de 2010, 2013 e 2014 apresentaram associação positiva com a temperatura mínima e umidade relativa (anos de 2013 e 2014), sendo que foi verificado um aumento de aproximadamente 1°C na temperatura, durante os anos analisados. Juntamente com o aumento da temperatura mínima foi constatada uma intensificação no valor da associação da variável em relação aos casos confirmados de dengue no decorrer dos anos. O aumento da temperatura mínima configura em uma desordem no padrão de comportamento do mosquito possibilitando que seu ciclo de vida se estenda, já que a temperatura se aproxima da faixa térmica do vetor. A variação da temperatura também contribui para que a maturação do vírus no mosquito acelere (Brady et al., 2014; Ribeiro and Marques, 2006). Por esse motivo, os casos de dengue nos anos 2010, 2013 e 2014 concentram-se entre as 11ª e 21ª semanas, correspondentes a estação do outono. É importante, mencionar que mesmo 2011 sendo um ano atípico, este apresentou associação positiva com a temperatura mínima e valores altos de número de casos também no outono.

Outros estudos que investigaram a relação entre variáveis climáticas e casos de dengue também identificaram correlação com a variável temperatura (Gomes et al., 2012; Li et al., 2020; Oliveira et al., 2007; Silva et al., 2016; Stolerma et al., 2019). Estes estudos mostram que de forma geral o padrão de incidência da dengue coincide com o verão devido ao aumento da ocorrência de chuvas e a maior temperatura. Além disso, assim como para Londrina, Oliveira et al. (Oliveira et al., 2007) observaram correlação entre a variável Umidade Relativa e o aumento de casos de dengue para o Município de Toledo, também localizado no estado do Paraná.

A partir da análise da distribuição temporal dos casos confirmados de dengue, é possível evidenciar que o ano de 2011 foi o que apresentou maior incidência de casos confirmados de dengue com 142,5 casos por semana, totalizando em 7.411 casos no ano. Em contraponto, o ano seguinte apresentou média semanal de 2 casos confirmados de dengue, com o total de 104 casos no ano. O ano de 2011 e 2012 podem ser considerados anos atípicos em relação aos demais, pelos altos e baixos valores de casos registrados, respectivamente. O grande aumento em 2011 já nas primeiras semanas, pode estar associado aos altos índices de precipitação ocorrido em dezembro de 2010 (340,2 mm), e a menor prevenção tomada pela população e órgãos públicos responsáveis. Já em 2012, o baixo número de casos pode ser em decorrência da intensificação nas políticas preventivas contra o mosquito da dengue, após a epidemia de 2011 que se refletiu no ano seguinte, portanto com a menor influência exercida pelas variáveis socioeconômicas ocorreu o esperado, maior número de casos nas primeiras semanas do ano correspondentes ao verão.

Conclusão

Analisando a série de tendência histórica da temperatura para Londrina, fica evidente o aumento das temperaturas, principalmente das mínimas, com aumento de cerca de 2,3 °C no período de 1961-2014. No entanto, não é foco desse estudo a atribuição das causas dessas alterações, ou seja, a mudanças climáticas global, à urbanização ou ainda à ambos.

Os resultados obtidos com o modelo de regressão Binomial Negativa, que melhor se ajustou aos dados, indicaram que o aumento das temperaturas mínimas, principalmente está associado aos casos de dengue tanto para a série

completa, como na análise por ano, e não as temperaturas máximas, concordando com o trabalho de Câmara et al. (2007). A disponibilidade de água bem como o nível do desenvolvimento da região também são fatores importantes na proliferação ou incubação do mosquito, porém já bem estabelecido (Monaghan et al., 2016; Nisha et al., 2020; Viana and Ignotti, 2013).

Assim, pode-se concluir que o aumento das temperaturas mínimas leva ao aumento de casos de dengue na região, e que deve ser considerado como um fator de risco não controlável a curto e médio prazo em políticas públicas, sendo necessário, portanto, maior controle dos outros fatores de risco.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Este trabalho foi aprovado pelo comitê de ética (30166214.9.0000.5547). Os autores agradecem à Secretaria de Saúde de Londrina e INMET pelos dados fornecidos. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa e apoio financeiro (processo 404104/2013-4).

Referências

- Almeida, D.S. de, 2016. Estudo da exposição pessoal ao material particulado atmosférico em londrina. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- Beal, A., 2015. Avaliação inorgânica de material particulado atmosférico inalável na região norte do paraná. Universidade Tecnológica Federal do Paraná
- Borsato, V. da A., 2011. A dinâmica atmosférica no Centro-sul do Brasil no verão e as influências do el niño oscilação Sul (enos). Rev. do Dep. Geogr. 22, 135–157. <https://doi.org/https://doi.org/10.7154/RDG.2011.0022.0007>
- Brady, O.J., Golding, N., Pigott, D.M., Kraemer, M.U.G., Messina, J.P., Jr, R.C.R., Scott, T.W., Smith, D.L., Gething, P.W., Hay, S.I., 2014. Global temperature constraints on Aedes aegypti and Ae . albopictus persistence and competence for dengue virus transmission. Parasit. Vectors 7, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-338>

- Braga, I.A., Valle, D., 2007. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiol. e Serviços Saúde* 16, 113–118
- Brito, A.F., Machado, L.C., Oidtmann, R.J., Siconelli, M.J.L., Tran, Q.M., Fauver, J.R., Carvalho, R.D. de O., Dezordi, F.Z., Pereira, M.R., de Castro-Jorge, L.A., Minto, E.C.M., Passos, L.M.R., Kalinich, C.C., Petrone, M.E., Allen, E., España, G.C., Huang, A.T., Cummings, D.A.T., Baele, G., Franca, R.F.O., da Fonseca, B.A.L., Perkins, T.A., Wallau, G.L., Grubaugh, N.D., 2021. Lying in wait: the resurgence of dengue virus after the Zika epidemic in Brazil. *Nat. Commun.* 12, 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22921-7>
- Câmara, F.P., Theophilo, Lúcia Gonçalves, R., Santos, G.T. dos, Pereira, S.R.G., Câmara, D.C.P., Matos, R.C. De, 2007. Estudo retrospectivo (histórico) da dengue no Brasil : características regionais e dinâmicas. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 40, 192–196. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822007000200009>
- Conceição, G.M. de S., Saldiva, P.H.N., Singer, J. de M., 2001. Modelos MLG e MAG para análise da associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbimortalidade : uma introdução baseada em dados da cidade de São Paulo. *Rev. Bras. Epidemiol.* 4, 206–219. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2001000300007>
- Da Costa, A.I.P., Natal, D., 1998. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Rev. Saude Publica* 32, 232–236. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101998000300005>
- Gomes, A.F., Nobre, A.A., Cruz, O.G., 2012. Temporal analysis of the relationship between dengue and meteorological variables in the city of Rio de Janeiro , Brazil , 2001-2009. *Cad. Saude Publica* 28, 2189–2197. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2012001100018>
- Hopp, M.J., Foley, J.A., 2001. Global-scale relationships between climate and the dengue fever vector, *aedes aegypti*. *Clim. Change* 48, 441–463
- IPARDES, I.P. de D., 2015. MUNICÍPIO DE LONDRINA 2015
- Jeffery, J.A., Lu, G., Pyke, A.T., Hedges, L.M., Moreira, L.A., Rocha, B.C., Hall-mendelin, S., Day, A., Riegler, M., Hugo, L.E., Johnson, K.N., Kay, B.H., McGraw, E.A., Hurk, A.F. Van Den, Ryan, P.A., Neill, S.L.O., 2009. A Wolbachia Symbiont in *Aedes aegypti* Limits Infection with Dengue , Chikungunya , and Plasmodium. *Cell* 139, 1268–1278. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2009.11.04>
- Li, Y., Dou, Q., Lu, Y., Xiang, H., Yu, X., Liu, S., 2020. Effects of ambient temperature and precipitation on the risk of dengue fever: A systematic review and updated meta-analysis. *Environ. Res.* 191, 110043. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110043>
- Luiz, A., Melo, D.A., Paulino, R.C., Castro, E.A. De, Soccol, V.T., 2014. Distribuição espacial da dengue no estado do Paraná , Brasil , em 2009-2012. *Rev Epidemiol Control Infect* 4, 223–228
- Marciano, F.W.P., 2009. Principais tipos de resíduos utilizados na análise de diagnóstico em MLG com aplicações para os modelos : Poisson , ZIP e ZINB. Universidade Federal do Ceará
- Medronho, R. de A., 2006. Dengue e o ambiente. *Rev. Bras. Epidemiol.* 9, 159–161. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2006000200002>
- Mendonça, F. de A., Souza, A.V. e, Dutra, D. de A., 2009. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. *Soc. Nat.* 21, 257–269
- Michael J. Nelson, 1986. nelson.pdf. Organizacion Panamericana de la salud, Washington D.C
- Monaghan, A.J., Morin, C.W., Steinhoff, D.F., Wilhelmi, O., Hayden, M., Quattrocchi, D.A., Reiskind, M., Lloyd, A.L., Smith, K., Schmidt, C.A., Scalf, P.E., Ernst, K., 2016. On the Seasonal Occurrence and Abundance of the Zika Virus Vector Mosquito *Aedes Aegypti* in the Contiguous United States. *PLoS Curr.* 8. <https://doi.org/10.1371/currents.outbreaks.50dfc7f46798675fc63e7d7da563da76>
- Morin, C.W., Comrie, A.C., Ernst, K., 2013. Climate and Dengue Transmission : Evidence and Implications. *Environ. Health Perspect.* 1264, 1264–1272. <https://doi.org/doi:10.1289/ehp.1306556>
- Nisha, R.R., Saravanabavan, V., Balaji, D., 2020. Knowledge, Attitude and Practice in Dengue Endemic Areas in Madurai District. *Int. J. Contemp. Med. Res. [IJCMR]* 7. <https://doi.org/10.21276/ijcmr.2020.7.3.4>
- Oliveira, C.L. de, Bier, V.A., Maier, C.R., Rorato, G.M., Frost, K.F., Barbosa, M.A., Schnorrenberge, S.C.W., Lando, T.T., 2007. Incidência da dengue relacionada às condições climáticas no município de Toledo – PR. *Arq. Ciências da Saúde da UNIPAR* 11, 211–216.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.25110/arqsaud.e.v11i3.2007.2041>
- Oliveira, M.M.F. de, 2006. Condicionantes sócio-ambientais urbanos da incidência da dengue na cidade de Londrina/PR. Universidade Federal do Paraná
- Otero, M., Solari, H.G., Schweigmann, N., 2006. A Stochastic Population Dynamics Model for *Aedes Aegypti*: Formulation and Application to a City with. *Bull. of Mathematical Biol.* 68, 1945–1974. <https://doi.org/10.1007/s11538-006-9067-y>
- Ribeiro, A.F., Marques, G.R.A.M., 2006. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev. Saude Publica* 40, 671–676
- Ribeiro, P. da C., Souza, D.C. de, Araújo, T.E. de, 2008. Perfil clínico-epidemiológico de los casos sospechosos de Dengue en un distrito de la zona sur de Teresina, PI, Brasil. *Rev. Bras. Enferm.* 61, 227–232
- Rodrigues, F.S.M., Bouças, R.I., Errante, P.R., 2016. Clinical and epidemiological aspects and congenital microcephaly correlation by Zika virus infection in Brazil. *Sci. Heal.* 7, 38–49
- Rodriguez-Barraquer, I., Costa, F., Nascimento, E.J.M., Júnior, N.N., Castanha, P.M.S., Sacramento, G.A., Cruz, J., Carvalho, M., De Olivera, D., Hagan, J.E., Adhikarla, H., Wunder, E.A., Coêlho, D.F., Azar, S.R., Rossi, S.L., Vasilakis, N., Weaver, S.C., Ribeiro, G.S., Balmaseda, A., Harris, E., Nogueira, M.L., Reis, M.G., Marques, E.T.A., Cummings, D.A.T., Ko, A.I., 2019. Impact of preexisting dengue immunity on Zika virus emergence in a dengue endemic region. *Science* (80-.). 363, 607–610. <https://doi.org/10.1126/science.aav661>
- Rueda, L.M., Patel, K.J., Axtell, R.C., Stinner, R.E., Carolina, N., 1990. Temperature-Dependent Development and Survival Rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Entomol. Soc. Am.* 90, 892–898
- Shope, R., 1991. Global Climate Change and Infectious Diseases 96, 171–174
- Silva, F.D., Santos, A.M. dos, Corrêa, R. da G.C.F., Caldas, A. de J.M., 2016. Temporal relationship between rainfall, temperature and occurrence of dengue cases in São Luís, Maranhão, Brazil. *Cien. Saude Colet.* 21, 641–646. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232015212.09592015>
- Sousa, N.M.N., Dantas, R.T., Limeira, R., 2007. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em João Pessoa-PB. *Rev. Bras. Meteorol.* 22, 183–192. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862007000200004>
- Stolerman, L.M., Maia, P.D., Nathan Kutz, J., 2019. Forecasting dengue fever in Brazil: An assessment of climate conditions. *PLoS One* 14, 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.022010>
- Tadano, Y.D.S., Ugaya, C.M.L., Franco, A.T., 2009. Método de regressão de Poisson: metodologia para avaliação do impacto da poluição atmosférica na saúde populacional. *Ambient. Soc.* XII, 241–255
- Tauil, P.L., 2002. Critical aspects of dengue control in Brazil. *Cad. Saude Publica* 18, 867–871. <https://doi.org/S0102-311X2002000300035> [pii]
- Tauil, P.L., 2001. Urbanization and dengue ecology. *Cad. saude publica / Minist. da Saude, Fund. Oswaldo Cruz, Esc. Nac. Saude Publica* 17 Suppl, 99–102. <https://doi.org/S0102-311X2001000700018> [pii]
- Vega-rúa, A., Zouache, K., Girod, R., Failloux, A., Lourenço-de-oliveira, R., 2014. High Level of Vector Competence of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* from Ten American Countries as a Crucial Factor in the Spread of Chikungunya Virus. *J. Virol.* 88, 6294–6306. <https://doi.org/10.1128/JVI.00370-14>
- Viana, D.V., Ignotti, E., 2013. A ocorrência da dengue e variações meteorológicas no Brasil: revisão sistemática. *Rev. Bras. Epidemiol.* 16, 240–256
- Watts, D.M., Burke, D.S., Harrison, B.A., Whitmire, R.E., Nisalak, A., 1987. Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for dengue 2 virus. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 36, 143–152
- Weisberg, S., 2005. Applied Linear Regression, 3rd ed. New York: John Wiley.