

Influência de determinantes ambientais e socioeconômicos nos casos de dengue na cidade de Porto Alegre, RS

Eduardo Caldas¹
Daniel Martins dos Santos²
Moisés Gallas¹
Eliane Fraga da Silveira¹
Eduardo Périco^{2,3}

¹ Universidade Luterana do Brasil – ULBRA. Av. Farroupilha, 8001 CEP 92425-900- Canoas/RS
{eduardo_caldas, elianefraga3}@hotmail.com; mgallas88@gmail.com

² Centro Universitário UNIVATES - Museu de Ciências Naturais - Laboratório de Ecologia e Sensoriamento Remoto. Rua Avelino Tallini, 171 - Bairro Universitário - CEP 95900-000 - Lajeado - RS – Brasil.
dsantos1@universo.univates.br

^{2,3} Centro Universitário UNIVATES - Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento (PPGAD). Rua Avelino Tallini, 171 - Bairro Universitário - CEP 95900-000 - Lajeado - RS - Brasil
perico@univates.br

Abstract: The dengue is an arbovirose transmitted by the mosquito *Aedes aegypti*. In urban areas, the lack of environmental planning and difference in socioeconomic conditions have favored an increase in the disease cases even in places with milder weather, such as southern Brazil. In 2001, there was the introduction of *A. aegypti* in the city of Porto Alegre, RS. The aim of the study was to correlate cases of autochthonous dengue with socioeconomic and environmental variables in Porto Alegre. From January to July 2013, 712 traps for adult mosquitoes were monitored in 22 city neighborhoods. For analysis of environmental variables, data of use and land cover were obtained for each sampled neighborhood and separated into the following classes: vegetation cover (trees, shrubs and herbaceous), water, and human use (other uses). Besides the land use and cover the influence of rainfall, temperature, and average income have been verified. Multiple regression analysis was performed to assess the importance of each factor in the number of reported cases. The results indicated that precipitation did not significantly influence the number of females collected, but the temperature has a significant relationship. The number of females collected increases with increasing temperature. The multiple regression analysis indicates that the dependent variable (number of cases) was significantly influenced by the number of females ($p = 0.0420$), the vegetation cover ($p = 0.0005$) and human use ($p = 0.0003$), but the density and average income.

Palavras-chave: health, ArcGis, geoprocess, land cover, saúde, ArcGis, geoprocessamento, cobertura da terra.

1. Introdução

A dengue é uma arbovirose causada por um Flavivírus da família Flaviviridae, possuindo quatro sorotipos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. É uma doença febril aguda que afeta anualmente cerca de 100 milhões de pessoas em todo o mundo (Baroni e Oliveira, 2009), sendo transmitida pelos mosquitos *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1772) e *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Tauil, 2001). O mosquito *A. aegypti* desenvolve-se principalmente em áreas tropicais e subtropicais devido às condições climáticas e ambientais que beneficiam sua proliferação (Baroni e Oliveira, 2009).

O crescimento populacional, a urbanização sem planejamento, o aumento da desigualdade social e o inadequado ordenamento ambiental favorecem uma alta ocorrência do vetor em

áreas urbanas, processo conhecido por domiciliação (Forattini, 1992). Demais fatores ambientais, como temperaturas elevadas e grande incidência de chuva contribuem de forma significativa para a proliferação do mosquito, juntamente com o aumento do número de casos de dengue (Honório e Oliveira, 2001; Ribeiro et al., 2006). Outro fator determinante para a proliferação do *A. aegypti* são as condições socioeconômicas da população (Costa e Natal 1998; Mondini e Neto 2007; Flauzino et al., 2009). No Rio Grande do Sul os primeiros registros de casos autóctones ocorreram em 2007 na cidade de Giruá, localizada na região noroeste do Estado (Baroni e Oliveira, 2009). Em 2010 foram 4.922 com 3.285 casos autóctones. Em 2011 foram 1.539 com 197 casos foram autóctones. Em 2012 foram notificados 587 casos suspeitos de dengue e confirmados 122 casos, sendo 79 importados (casos contraídos em outras regiões) e 43 autóctones. Em 2013 foram confirmados 406 casos de dengue no Estado.

Em 2001 houve a introdução da espécie *A. aegypti* na cidade de Porto Alegre sendo notificados casos importados no verão do mesmo ano. Somente em 2010 foram confirmados os primeiros casos autóctones da doença na cidade, sendo todos os casos no bairro Jardim Carvalho. Em 2011 a cidade teve 12 casos autóctones da doença distribuídos pelos bairros Farroupilha, Santo Antônio e Azenha. Em 2012 a cidade não teve nenhum registro de caso autóctone. No ano de 2013, até o mês de setembro foram notificados 150 casos autóctones da doença, sendo 74 casos contraídos do bairro Partenon, zona Leste da cidade (Secretaria Municipal de Saúde, 2013).

Em abril de 2013 o LIRAA (Levantamento de Índice Rápido de *A. aegypti*) indicou que o nível de infestação do mosquito da dengue em Porto Alegre aumentou de 4,6% em janeiro para 5,8%, sendo que o ideal é que fique em até 1% (Secretaria Municipal de Saúde, 2013).

O objetivo do presente estudo foi correlacionar a proliferação e a distribuição do mosquito *A. aegypti* com variáveis ambientais e socioeconômicas em 22 bairros da cidade de Porto Alegre.

2. Metodologia

O estudo foi realizado na cidade de Porto Alegre, RS (Figura 1), com área total de 496,682 Km² e altitude média de 10 m acima do nível do mar. Porto Alegre apresenta clima subtropical úmido, com as quatro estações do ano bem definidas, apresentando grande variabilidade no clima (IBGE, 2013). A cidade tem uma temperatura média anual de 19,5 °C com pluviosidade média anual de 112 mm.

Anteriormente o monitoramento do vetor da dengue em Porto Alegre ocorria através do Levantamento de Índice Rápido do *A. aegypti* (LIRAA) com a verificação da presença de larvas da espécie para posterior levantamento nos bairros mais vulneráveis.

O monitoramento com armadilhas para mosquitos adultos foi implantado em 2012 pelo Controle Operacional da Dengue/Coordenadoria Geral de Vigilância em Saúde (COD/CGVS), em contrato com a empresa ECOVEC, que detém tecnologia patenteada para essa armadilha. A armadilha MosquiTRAP versão 2.0 imita um criadouro para as fêmeas adultas do mosquito *A. aegypti*.

O estudo avaliou 712 armadilhas dispersas em 22 bairros da cidade de Porto Alegre visando encontrar fêmeas de *A. aegypti*. As armadilhas foram instaladas pelo COD (Controle Operacional da Dengue) de acordo com o critério de vulnerabilidade do bairro para a dengue obtido pelo LIRAA. As armadilhas foram implantadas a 250 m de distância uma da outra, a fim de estabelecer uma cobertura homogênea nos bairros selecionados, e o endereço foi registrado pela sua localização com GPS. O estudo foi realizado de janeiro a julho de 2013.

Para verificar a influência da precipitação e da temperatura máxima por mês amostrado em relação ao número médio de fêmeas amostradas foi aplicada uma análise de regressão

múltipla. A diferença mensal entre o número médio de fêmeas foi calculada pelo teste de Kruskal-Wallis (H) e teste de Dunn.

Para a obtenção dos dados de variáveis climáticas foram utilizados os dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A renda média dos moradores de cada um dos 22 bairros foi obtida no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os dados de uso e cobertura da terra foram obtidos para cada bairro amostrado e, separados nas seguintes classes: cobertura vegetal (arbóreo, arbustivo e herbáceo), água, e uso antrópico (demais usos) (Tabela 1). Foram também obtidos os dados de renda média e densidade populacional (habitantes/Km²) por bairro e, número de fêmeas e casos autóctones de dengue confirmados (Figura 3). Foi realizada uma análise de regressão múltipla para verificar a importância de cada um desses fatores no número de casos registrados.

Os mapas foram elaborados no *software* ArcGis 10.2. O mapa de uso e cobertura do solo foi elaborado com base no diagnóstico ambiental realizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Hasenack e Weber, 2010). Para a elaboração do mapa de uso do solo, foi utilizado o *shapefile* do município de Porto Alegre. Para os 22 bairros selecionados foi utilizada a ferramenta *Clip* para extrair as classes de uso do solo de interesse, divididas em água, arbóreo, arbustivo, herbáceo e uso antrópico, em hectares (ha). O mapa de número de casos foi elaborado utilizando o *shapefile* do município de Porto Alegre com os bairros de estudo em destaque, com a utilização de um degrade de cores em cinza.

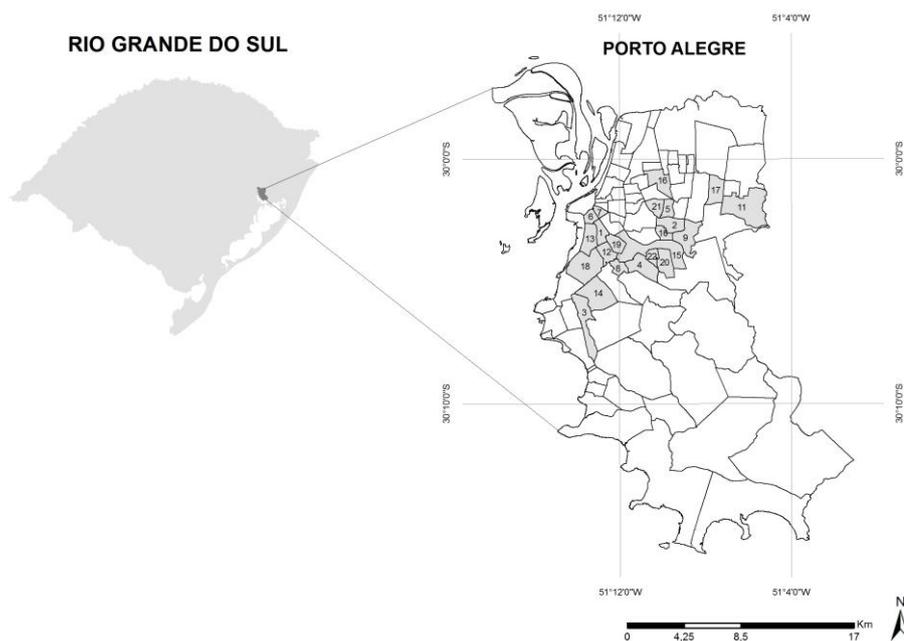


Figura 1: Localização da cidade de Porto Alegre, RS com os bairros estudados.

3. Resultados e Discussão

A análise da influência da precipitação e da temperatura máxima nos seis meses amostrados em relação ao número médio de fêmeas indicou que a precipitação não influencia significativamente o número de fêmeas coletadas ($p = 0,3505$), mas a temperatura apresenta uma relação significativa ($p = 0,0027$, $R^2 = 89,21\%$). O número de fêmeas coletadas aumenta com o aumento da temperatura

Ocorrem diferenças nas médias de fêmeas coletadas por mês de amostragem ($H = 91,04$, $p < 0,0001$). Foram observadas as seguintes diferenças nas médias entre os meses: janeiro ($X = 99,1$), fevereiro (122,5), março (94,5) e abril (93,6) não diferenciam entre si, mas diferenciam significativamente dos meses de junho (13,5) e julho (3,3). O mês de maio (53,5) difere de julho (13,5), mas não dos demais. Junho (13,5) não difere de julho.

A análise de regressão múltipla ($F = 4,11$; $p = 0,0118$; $R^2 = 62,47\%$) indica que a variável dependente (número de casos) sofreu influência significativa do número de fêmeas ($p = 0,0420$), da cobertura vegetal ($p = 0,0005$) e do uso antrópico ($p = 0,0003$). Este último apresentou o maior coeficiente de determinação ($R^2 = 13,78\%$). O número de casos aumenta com o aumento do número de fêmeas e com aumento do uso antrópico da terra e, diminui com o aumento da cobertura vegetal.

Tabela 1: Bairros, área (em ha) e percentual (%) das classes avaliadas. A classe “Antrópico” abrange todos os demais usos e coberturas do solo.

Nome dos bairros	Nr	Água		Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Antrópico		Total	
		ÁREA											
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Azenha	1	1,3	1,0	1,8	1,4	0,0	0,0	2,2	1,8	121,7	95,8	127,0	100,0
Bom Jesus	2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,4	193,6	99,6	194,4	100,0
Cavalhada	3	0,1	0,0	31,6	8,8	10,0	2,8	17,8	5,0	298,1	83,3	357,6	100,0
Aparacio Borges	4	0,0	0,0	19,5	6,7	3,4	1,2	29,5	10,2	236,9	81,9	289,3	100,0
Chác. Pedras	5	0,0	0,0	1,2	1,1	0,0	0,0	4,7	4,4	102,2	94,5	108,1	100,0
Cidade Baixa	6	0,0	0,0	0,5	0,6	0,0	0,0	0,3	0,4	83,1	99,1	83,9	100,0
Farroupilha	7	1,7	2,9	21,4	35,8	0,0	0,0	9,5	15,9	27,2	45,4	59,8	100,0
Glória	8	0,0	0,0	6,7	6,3	0,0	0,0	1,0	0,9	99,4	92,8	107,1	100,0
Jardim Carvalho	9	1,9	0,6	62,8	20,3	7,7	2,5	26,7	8,6	210,5	68,0	309,7	100,0
Jardim do Salso	10	1,5	1,6	5,8	6,3	13,3	14,3	19,9	21,4	52,8	56,6	93,3	100,0
Mario Quintana	11	0,0	0,0	32,6	4,9	137,7	20,6	244,6	36,5	254,4	38,0	669,3	100,0
Medianeira	12	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	3,6	2,4	150,4	97,4	154,4	100,0
Menino Deus	13	1,8	0,8	3,9	1,8	0,0	0,0	8,4	3,8	206,7	93,6	220,9	100,0
Nonoai	14	0,0	0,0	111,3	24,7	22,5	5,0	59,5	13,2	258,1	57,2	451,4	100,0
Partenon	15	0,1	0,0	25,2	4,4	8,5	1,5	48,8	8,5	490,4	85,6	572,9	100,0
Passo da Areia	16	0,0	0,0	15,5	6,2	1,1	0,4	21,6	8,7	211,1	84,7	249,3	100,0
Passo das Pedras	17	0,3	0,1	12,9	5,6	29,0	12,7	47,6	20,8	138,5	60,7	228,3	100,0
Santa Tereza	18	0,0	0,0	54,3	11,2	12,8	2,7	36,4	7,5	380,6	78,6	484,1	100,0
Santo Antônio	19	0,0	0,0	7,2	5,3	0,0	0,0	1,5	1,1	128,0	93,6	136,7	100,0
São José	20	0,0	0,0	3,8	1,8	0,0	0,0	5,3	2,5	205,2	95,7	214,3	100,0
Três Figueiras	21	0,0	0,0	2,6	1,9	13,3	10,0	8,5	6,4	109,0	81,7	133,4	100,0
V. João Pessoa	22	0,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,3	87,6	98,0	89,3	100,0
TOTAL		9,2	0,2	421,0	7,9	259,4	4,9	599,5	11,2	4045,2	75,8	5334,4	100,0

A expansão das áreas de ocorrência de dengue no mundo e no Brasil está associada tanto à urbanização, sem a devida estrutura de saneamento, quanto a fatores socioeconômicos. Em 2010 houve o primeiro caso de dengue autóctone na cidade de Porto Alegre e desde então tem ocorrido uma tendência de crescimento/ascensão: em 2013 foram confirmados 150 casos configurando-se como a maior incidência de dengue na cidade. (Secretaria Municipal de Saúde, 2013).

A incidência de casos de dengue também flutua com as condições climáticas e está associada com o aumento da temperatura e pluviosidade, condições que favorecem para o

aumento do número de criadouros disponíveis e também o desenvolvimento do vetor (Depradine e Lovell, 2004). As análises realizadas em Porto Alegre demonstraram que a pluviosidade não apresentou uma relação significativa, ao contrário da temperatura.

Estudos semelhantes como o de Câmara et al. (2009) no Rio de Janeiro, RJ, demonstrou que as temperaturas dos primeiros trimestres do período de 1986-2003, especialmente as mínimas, mostraram-se significativamente mais altas nos anos em que as epidemias de dengue tiveram início na cidade.

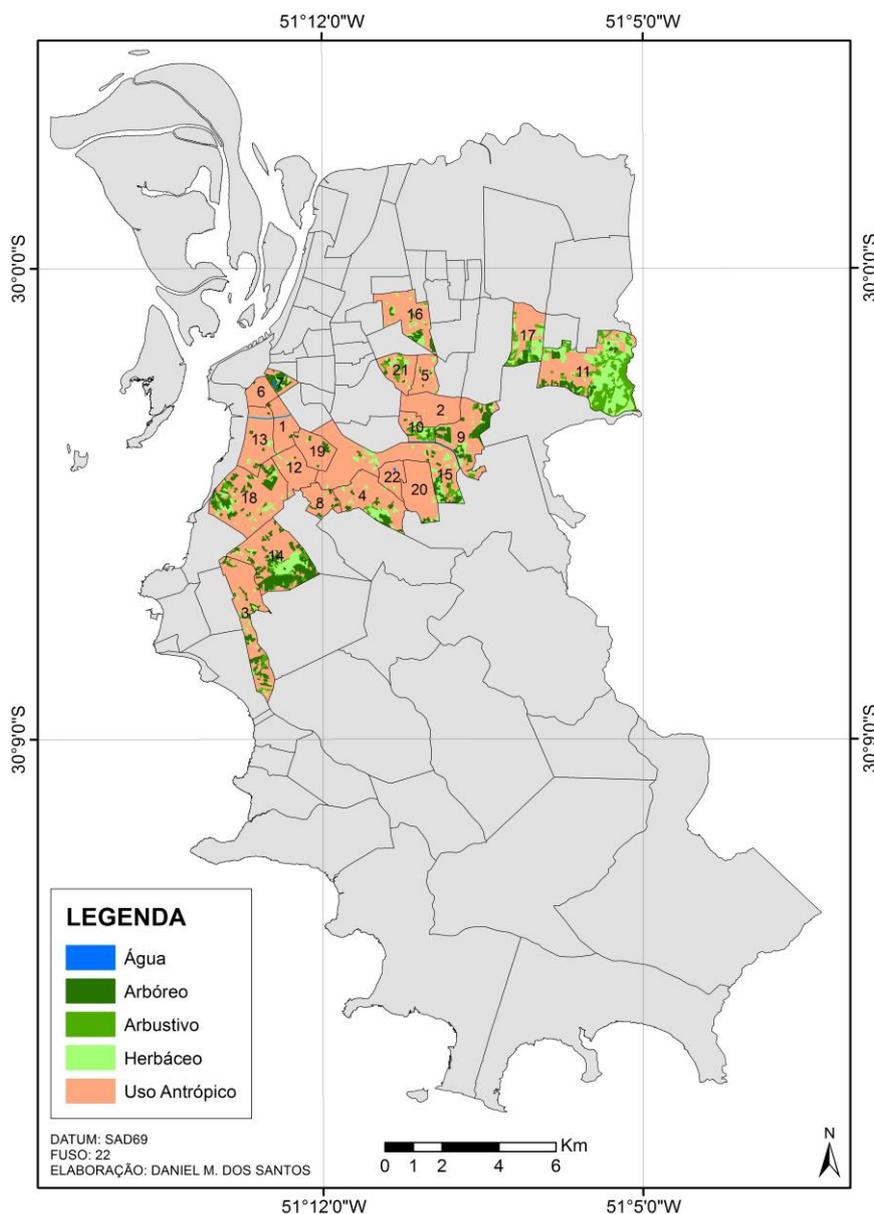


Figura 2. Classes de uso e ocupação do solo utilizadas, nos bairros analisados em Porto Alegre, RS.

Mondini e Neto (2007) em São José do Rio Preto, SP demonstraram a influência de fatores ambientais, principalmente a temperatura, que se faz marcante na dinâmica populacional da espécie em questão. Em climas caracterizados pelas variações sazonais, poderá haver períodos

favoráveis à intensa proliferação do mosquito. Essas flutuações fazem com que as epidemias manifestem-se em épocas até certo ponto previsíveis.

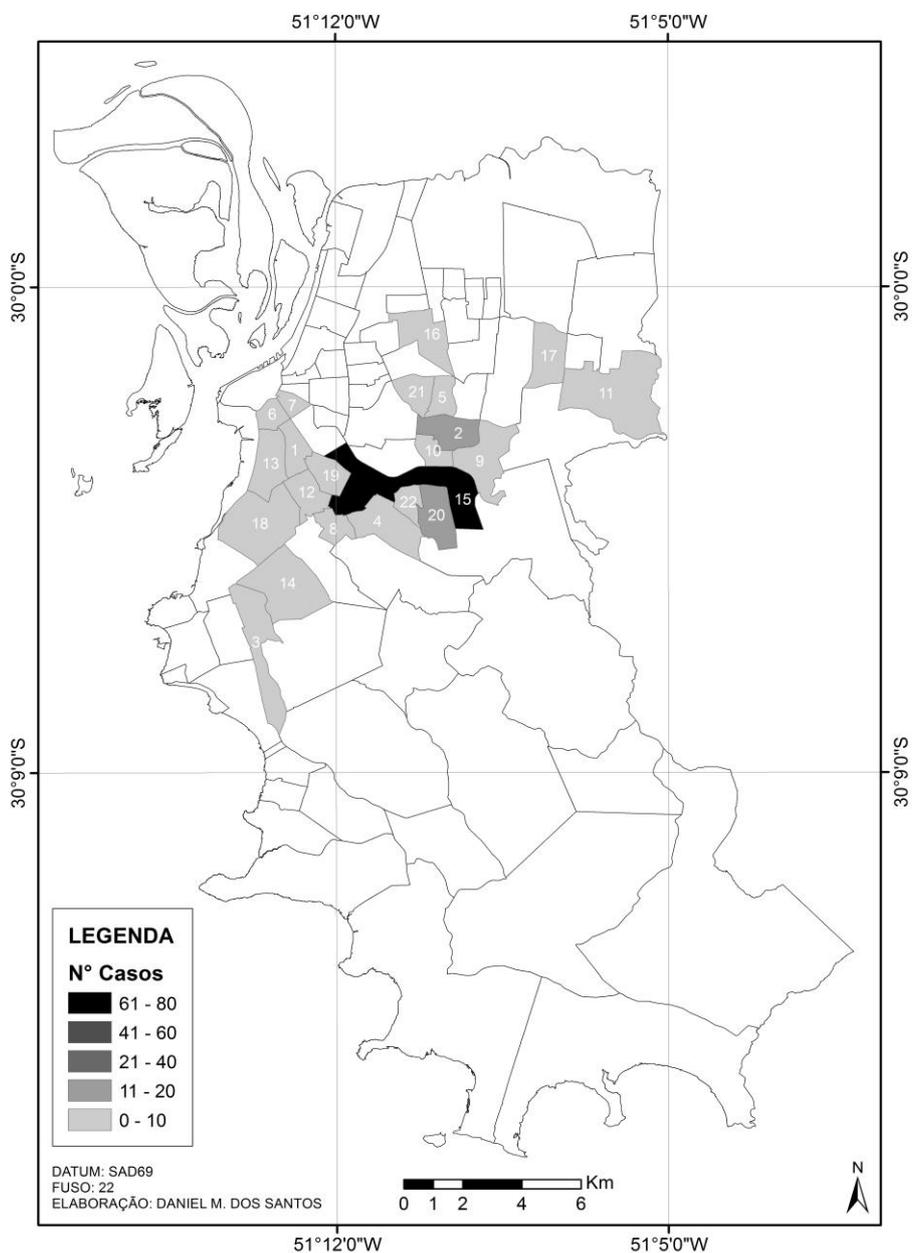


Figura 3. Intervalos com o número de casos autóctones de dengue, confirmados nos bairros analisados em Porto Alegre, RS.

Araújo e Nunes (2005) em São Luís do Maranhão, MA, observaram, durante o verão, um aumento circunstancial em decorrência de altas temperaturas, favorecendo assim o aumento dos índices de infestação e da densidade vetorial.

Com relação à pluviosidade, Moore (1985), analisando a abundância de *A. aegypti* em relação a dados climáticos, mostrou que a temperatura não foi um bom indicador, porém o volume e o número de dias com chuva podem constituir preditores úteis de sua abundância.

Rebêlo et. al. (1999), também encontraram ligação direta entre a pluviosidade e a proliferação do mosquito.

Os resultados obtidos neste trabalho não encontraram relação significativa com a pluviosidade, mas sim com a temperatura. Talvez por ser um estudo em uma região no sul do país, com características subtropicais, como estações bem definidas e regime de chuvas estável, a pluviosidade não exerça tanta influência sobre a proliferação do mosquito quanto a temperatura.

O nível socioeconômico também não se mostrou um fator significativo, embora haja uma tendência de aumento do número de fêmeas coletadas a medida que diminui a renda média dos moradores nos bairros amostrados ($p = 0,0819$; $R^2 = 14,36\%$). Mondini e Neto (2007) em estudos realizados em São José do Rio Preto, SP, observaram, utilizando análise de componentes principais, que o fator socioeconômico seria responsável por 87% da variação total nos anos de 1994-1995.

4. Conclusões

Os resultados indicam que o método de armadilhas é adequado para um levantamento dos casos de dengue em regiões urbanas. A precipitação não influenciou o número de fêmeas encontradas, mas a elevação da temperatura está diretamente correlacionada a um aumento no número de fêmeas. Nos 22 bairros analisados o número de casos autóctones de dengue apresenta influência significativa do número de fêmeas presentes, da cobertura vegetal e do uso antrópico do solo. Quanto maior a cobertura vegetal e menor o uso antrópico do solo, menor o número de casos registrados.

O parcelamento ordenado das classes de uso do solo podem ser fatores determinantes na presença de casos de dengue nos bairros avaliados.

5. Referências Bibliográficas

- Araújo, R.R.; Nunes, J.S.A. Relações geográficas entre o clima e a incidência de dengue na cidade de São Luís – MA. **Ciências Humanas em Revista**, v. 3, n. 2, p. 86-97, 2005.
- Baroni, C.J.; Oliveira T.B. Aspectos epidemiológicos da febre clássica da dengue, em Giruá – RS. **Revista Brasileira de Análises Clínicas**, v. 41, n. 4, p. 289-293, 2009.
- Câmara, F.P.; Gomes A.F.; Santos G.T.; Câmara D.C.P. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira e Medicina Tropical**, v. 42, n. 2, p. 137-140, 2009.
- Costa, A.I.P.; Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no sudeste do Brasil. **Revista Saúde Pública**. v. 32, p. 232-236, 1998.
- Depradine, C.A.; Lovell, E.H. Climatological variables and the incidence of dengue fever in Barbados. **International Journal of Environmental Health Research**. v. 14, p. 429-441, 2004.
- Flauzino, R.F.; Santos, R.S.; Oliveira, R.M. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. **Revista Panam Salud Publica/ Panam Journal Public Health**. v. 25, n. 5, p. 591-602, 2009.
- Forattini, O.P. **Ecologia, epidemiologia e sociedade**. São Paulo: Artes Médicas, 1992. 529 p.
- Hasenack, H.; Weber, E. (org.). **Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul** - escala 1:50.000. Porto Alegre, UFRGS-IB-Centro de Ecologia. 2010.
- Honório, N.A.; Oliveira, R.L. Frequência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. **Revista Saúde Pública**. v. 35, n. 4, p. 385-391, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=431490>>. Acesso em: 23 de setembro de 2013.

Mondini, A.; Neto F.C. Variáveis socioeconômicas e a transmissão da dengue. **Revista Saúde Pública**. v. 41, n. 6, p. 923-930, 2007.

Moore, C.G. Predicting *Aedes aegypti* abundance from climatological data. **Florida Medical Entomology Laboratory**. v.2, p. 223-233, 1985.

Ribeiro, A.F.; Marques, G.R.A.M.; Voltolini, J.C.; Condino, M.L.F. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 671-676, 2006.

Secretaria Municipal da Saúde. Secretaria Municipal da Saúde de Porto Alegre. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dengue/default.php?p_secao=11> Acesso em: 15 de setembro de 2013.

Tauil, P.L. Urbanização e ecologia do dengue. **Caderneta de Saúde Pública**. v. 17, p. 99-102, 2001.