

ARTIGO ORIGINAL

Fatores associados a casos de Dengue na área industrial brasileira: um estudo ecológico

Factors associated with dengue cases in brazilian industrial area: an ecological study

Danilo Correa Cordeiro¹, Fernando Luiz Affonso Fonseca², Claudia Arab³, Francisco Naildo Cardoso Leitão⁴, Juliana Zangirolami-Raimundo⁵, Rodrigo Daminello Raimundo⁴



¹Departamento de Sustentabilidade da Faculdade de Medicina do ABC (FMABC) - Santo André (SP), Brasil.

²Laboratório de Análises Clínicas, Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina do ABC. Av. Lauro Gomes, 2000 - Vila Sacadura Cabral - Santo André / SP - Brasil.

³Departamento de Cardiologia da Universidade Federal de São Paulo, Rua Sena Madureira, n.º 1.500 - Vila Clementino - São Paulo - SP - Brasil.

⁴Laboratório de Delineamento de Estudos e Escrita Científica, Centro Universitário Saúde ABC. Av. Lauro Gomes, 2000 - Vila Sacadura Cabral - Santo André / SP - Brasil.

⁵Faculdade de Medicina FMUSP, Universidade de São Paulo. Av. Dr. Arnaldo, 455 - Cerqueira César, São Paulo - SP - Brasil.

Autor correspondente
danilo.gsa@live.com

História do artigo
Recebido: Janeiro 2020
Analisado: Maio 2020
Aceito: Setembro 2020

Resumo

Introdução: A dengue é uma doença infecciosa viral sistêmica aguda, estabelecida mundialmente em ciclos de transmissão epidêmica e endêmica. Altos níveis de precipitação, temperaturas adequadas, proximidade entre centros urbanos e peri-urbanos, movimento humano entre centros populacionais e produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) podem facilitar a transmissão e a disseminação da dengue.

Objetivo: Identificar a relação entre casos diagnosticados de dengue e fatores socioeconômicos, geração de massa de RSU e índice pluviométrico.

Método: Estudo ecológico, com coleta secundária de dados de 2010 a 2016 para cada município da Região do Grande do ABC, em São Paulo, Brasil. Foram investigados a população total, o produto interno bruto (PIB) per capita, RSU, número de casos de dengue e índice pluviométrico. Os dados foram coletados nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os municípios da Região do Grande ABC, o Consórcio Intermunicipal do Grande ABC, a Agência de Desenvolvimento Econômico do Grande ABC, o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo e o Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. As relações entre variáveis foram testadas pela correlação de Spearman.

Resultados: A análise dos dados de todos os municípios mostrou correlação positiva entre casos de dengue com população total ($r = 0,675$, $p < 0,01$), produto interno bruto per capita ($r = 0,539$, $p < 0,01$) e RSU por habitante por ano ($r = 0,492$, $p < 0,01$). Também foram observadas correlações positivas entre população total e produto interno bruto per capita ($r = 0,583$, $p < 0,01$), RSU / dia ($r = 0,302$, $p < 0,05$) e RSU / ano ($r = 0,961$, $p < 0,01$); produto interno bruto per capita e RSU / dia ($r = 0,849$, $p < 0,01$), RSU / ano ($r = 0,410$, $p < 0,05$) e índice de precipitação (IR) ($r = 0,416$, $p < 0,05$); RSU / dia e RSU / ano ($r = 0,389$, $p < 0,01$) e IR ($r = 0,388$, $p < 0,05$).

Conclusão: Quanto maior a população total, poder de compra ou condição socioeconômica (PIB per capita) e a geração de RSU, maior o número de casos de dengue. O descarte adequada dos RSU parece ser uma maneira de ajudar no controle dos casos de dengue.

Palavras-chave: dengue, vírus da dengue, fatores socioeconômicos, resíduos sólidos.

Suggested citation: Cordeiro DC, Fonseca FLA, Arab C, Leitão FNC, Zangirolami-Raimundo J, Raimundo RD. Factors associated with dengue cases in brazilian industrial area: an ecological study. *J Hum Growth Dev.* 2020; 30(3):451-460. DOI: <http://doi.org/10.7322/jhgd.v30.11113>

Síntese dos autores

Por que este estudo foi feito?

Para identificar a relação entre casos diagnosticados de dengue e fatores socioeconômicos, geração de massa de Resíduos Sólidos Urbanos e índice pluviométrico.

O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Foi realizado um estudo com coleta secundária de dados do ano de 2010 a 2016 para cada município da Região do Grande ABC, em São Paulo, Brasil. Foram coletados informações de População total, produto interno bruto (PIB) per capita, número de casos de dengue, índice pluviométrico, resíduos sólidos urbanos por município kg/dia e Resíduos Sólidos Urbanos tonelada/mês.

O que essas descobertas significam?

Quanto maior a população total, poder de compra ou condição socioeconômica (PIB per capita) e a geração de RSU, maior o número de casos de dengue. O descarte adequado dos Resíduos Sólidos Urbanos é uma maneira de ajudar no controle dos casos de dengue.

INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença viral sistêmica aguda que foi estabelecida em todo o mundo em ciclos de transmissão epidêmica e endêmica em Bhatt *et al.*¹. Entre 1990 e 2013, foram estimadas aproximadamente 9221 mortes por dengue ao ano Stanaway *et al.*². A incidência de dengue apresentou um grande aumento nesse período. Os casos de dengue quase dobraram a cada década, passando de 8,3 milhões de casos em 1990 para 58,4 milhões de casos em 2013 Stanaway *et al.*². A dengue é uma doença infecciosa causada pelo vírus do genoma do RNA e os sorotipos são comumente chamados de dengue tipo 1, tipo 2, tipo 3 e tipo 4 de acordo com a FUNASA³. Essa doença é caracterizada tanto pela febre variável, clinicamente classificada como dengue (DF) quanto pela dengue clássica, e manifestações graves como hemorragia, febre hemorrágica da dengue (DHF) e síndrome do choque da dengue (SCD), podendo levar à morte³.

O principal vetor do vírus da dengue é o mosquito *Aedes aegypti*, adaptado ao ambiente doméstico e associado ao crescimento demográfico, além de trocas nacionais e internacionais. Esses fatores, mais variações no índice de precipitação, umidade e temperatura no ambiente, aumentam a dispersão de mosquitos e a disseminação de sorotipos virais, pois as populações humanas possuem recipientes receptivos para a reprodução de vetores, como água parada em pneus e vasos de acordo com Donalísio e Glasser⁴. O pico de transmissão da dengue pode estar relacionado ao aumento da sobrevivência do vetor adulto, sob condições de temperatura e umidade da estação chuvosa e não de sua densidade. A maior sobrevivência do mosquito permite que as fêmeas infectadas completem o período de replicação do vírus em Glasser e Gomes⁵.

Áreas com altos níveis de precipitação e temperaturas adequadas estão fortemente associadas a altos riscos de dengue Bhatt *et al.*¹. Além disso, a proximidade entre áreas urbanas e centros periurbanos (ou seja, regiões periféricas em grandes cidades com baixa renda e alta quantidade de pessoas com condições insatisfatórias de higiene e saneamento) também está associada a altos riscos de dengue, especialmente em áreas altamente interconectadas¹. Isso indica que o movimento humano entre centros populacionais é um facilitador da transmissão e disseminação da dengue Bhatt *et al.*¹ e Carneiro *et al.*⁶.

O gerenciamento de resíduos pode ser uma estratégia eficaz e sustentável de controle de vetores de dengue Abeyewickreme *et al.*⁷. O resíduo sólido pode ser

definido como qualquer material, substância, objeto ou bem descartado como resultado de atividades humanas na sociedade, cujo destino final é feito, proposto para prosseguir ou necessário, no estado sólido ou semi-sólido, como gases. Contidos em contêineres e líquidos cujas particularidades impossibilitam que sejam despejadas no sistema público de esgoto ou em corpos d'água ou para exigir soluções tecnicamente ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Os resíduos sólidos são agrupados em Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e classificados de acordo com a origem da seguinte forma: Resíduos Sólidos Domésticos, originários de atividades domésticas em residências urbanas; ou Resíduos sólidos públicos, provenientes de varredura, limpeza de ruas e ruas e outros serviços de limpeza urbana conforme o Ministério do Meio Ambiente em 2010⁸.

O objetivo do estudo é identificar a relação entre os casos diagnosticados de dengue e fatores socioeconômicos, geração de massa RSU e índice pluviométrico na área industrial brasileira, de 2010 a 2016.

MÉTODO

Este estudo é um estudo ecológico, com coleta de dados secundária. A coleta de dados ocorreu entre 2016 e 2017 e os dados referem-se aos anos de 2010 a 2016 para cada município da Grande região do ABC. Sete municípios compõem esta região: Santo André, São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra. As variáveis investigadas foram população total, produto interno bruto (PIB) per capita, resíduos sólidos urbanos (RSU), número de casos de dengue e índice de chuvas. A região do Grande ABC é composta por sete municípios (Santo André, São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra), no sudeste da cidade de São Paulo, e concilia a presença de importantes indústrias complexas, alto grau de urbanização e também espaços verdes e preservação ambiental, cuja produção de água é uma parte importante do sistema metropolitano de abastecimento.

Variáveis de Estudo

A população total refere-se às estimativas anuais da população feitas pelo IBGE e, no presente estudo, as estimativas totais da população (soma dos municípios) foram usadas de 2010 a 2016 e por cada município investigado. PIB per capita é definido como a divisão do

valor atual do PIB pela população residente no meio do ano⁹.

Os RSU compreendem o agrupamento de Resíduos Sólidos Domésticos, provenientes de atividades domésticas em residências urbanas, e Resíduos Sólidos Públicos, provenientes de varredura, limpeza de ruas e ruas e outros serviços de limpeza urbana⁸. No presente estudo, foram utilizados os RSU em quilogramas por habitante por dia (Kg / Hab / Dia) e o peso total da tonelada. RSU em Kg / Hab / Dia é definido pela fórmula mostrada na Figura 1. Para este índice, é feito um cálculo da massa coletada, ou seja, a soma de resíduos sólidos domésticos e comerciais (RDO) e resíduos sólidos públicos (RPU) por per capita em relação à população urbana total atendida pelo serviço de coleta conforme o SNIS¹⁰.

$$\frac{CO116 + CO117 + CS048 + CO142}{CO164} \times \frac{1.000}{365}$$

Figura 1. Indicador número 28 - Massa coletada per capita em relação à população urbana total atendida pelo serviço de coleta. Fonte: Glossário de Indicadores - Resíduos Sólidos - Indicadores de Despesas e Trabalhadores(SNIS 2018).

CO116: Quantidade de RDO e RPU coletadas pelo agente público
CO117: Quantidade de RDO e SPS coletadas por agentes privados

CO142: Quantidade de RDO e RPU coletadas por outros agentes de execução

CO164: População total atendida no município

CS048: Montante coletado da coleta seletiva realizada por colecionadores ou cooperativas de colecionadores com parceria / apoio da Prefeitura

O número de casos de dengue é definido por todos os casos suspeitos confirmados em laboratório (sorologia IgM, NS1, isolamento viral, PCR, imuno-histoquímica). Após verificação laboratorial da circulação viral na área pesquisada, a confirmação é feita por critérios clínicos e epidemiológicos³. Finalmente, o índice de chuva é a quantificação da precipitação da água (chuva, granizo) medida em mililitros e foi utilizado o índice anual de chuva.

Instrumentos

Utilizamos fontes secundárias de banco de dados. A caracterização dos municípios (população e PIB per capita) e as informações do último censo do Índice

de Desenvolvimento Humano (IDH) foram obtidas consultando o site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁹. Todos os outros dados sobre os municípios foram pesquisados nos seguintes sites: Região Grande ABC (Santo André 2018)¹¹, (São Caetano do Sul 2018)¹², (São Bernardo do Campo 2018)¹³, (Diadema 2018)¹⁴, (Mauá 2018)¹⁵, (Ribeirão Pires 2018)¹⁶ e (Rio Grande da Serra 2018)¹⁷; o Consórcio Intermunicipal do Grande ABC¹⁸ e a Agência de Desenvolvimento Econômico da Grande ABC em 2012¹⁹.

Os dados da gestão de resíduos foram obtidos no Relatório do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, intitulado Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos urbanos (SNIS)¹⁰. Os dados dos casos de dengue foram obtidos no site de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo²⁰. As informações sobre o índice de chuvas em cada município, exceto Rio Grande da Serra (não disponível), foram obtidas no banco de dados hidrológico do DAEE²¹.

Análise estatística

Os programas Excel 2013 foram utilizados para elaboração do banco de dados e o Statistical Package for the Social Research (SPSS) versão 22.0 para análise estatística. Os dados foram plotados e distribuídos em uma tabela de frequências simples, expressa em números absolutos. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. As variáveis não foram paramétricas e o teste de correlação estatística utilizado foi o de Spearman. Utilizamos um nível de significância de 0,05 (5%) com intervalos de confiança de 95%.

RESULTADOS

Todos os municípios da região do Grande ABC entre 2010 e 2016 foram analisados. Os valores absolutos da população total, PIB per capita, RSU coletados por dia e por ano, casos diagnosticados de dengue, índice de precipitação e IDH em todas as cidades são apresentados na Tabela 1. A população total aumentou a cada ano durante esse período de sete anos em todos os municípios. Em Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul, o PIB per capita diminuiu anualmente. A produção de RSU / dia e RSU / ano mostra uma queda em todos os municípios no período analisado. Em 2015, Diadema, Santo André e São Bernardo do Campo apresentaram um grande aumento nos casos de dengue em comparação aos anos anteriores.

Tabela 1: População total, Produto Interno Bruto per capita, Resíduos sólidos municipais coletados por dia, Resíduos sólidos urbanos por ano, Casos de dengue, Índice de chuvas e IDH em todas as cidades presentes neste estudo entre 2010 e 2016.

	População total	PIB per capita	RSU / dia	RSU / ano	Casos de Dengue	IP	IDH
Diadema							0.757
2010	386.039	27.716,85	0,84	118.779,00	177	2144,5	
2011	388.576	30.015,43	0,82	116.977,00	295	966,4	

Continuação - Tabela 1: População total, Produto Interno Bruto per capita, Resíduos sólidos municipais coletados por dia, Resíduos sólidos urbanos por ano, Casos de dengue, Índice de chuvas e IDH em todas as cidades presentes neste estudo entre 2010 e 2016.

	População total	PIB per capita	RSU / dia	RSU / ano	Casos de Dengue	IP	IDH
2012	390.980	30.687,72	0,83	117.928,00	26	1619,5	
2013	406.718	32.556,89	0,79	117.703,00	77	1333	
2014	409.613	34.296,61	0,79	118.067,0	432	1042,5	
2015	412.428	33.592,70	0,78	118.115,0	2714	1477,8	
2016	415.180	NI	0,75	113.030,0	471	1155,6	
Total	2.809.534	188.866	6	820.599	4.192	9.739	
Mauá							0.766
2010	444.136	22.343,28	0,86	131.067,00	21	662,4	
2011	421.184	23.298,86	0,79	121.624,30	19	333,3	
2012	425.169	21.862,74	0,79	121.921,90	12	352,6	
2013	444.136	23.639,95	0,75	122.059,00	16	575,1	
2014	448.776	24.947,60	0,74	120.471,6	56	507,9	
2015	453.286	27.421,26	0,72	119.750,4	421	1039,6	
2016	457.696	NI	0,70	117.106,0	407	1011,5	
Total	3.094.383	143.514	5	854.000	952	4.482	
Ribeirão Pires							0.784
2010	113.043	15.956,76	0	55.588,30	7	914,1	
2011	113.726	17.814,10	0,71	29.379,80	1	816,3	
2012	114.361	19.345,71	0,8	33.480,00	2	1119,8	
2013	118.871	21.616,67	0,74	31.970,80	3	610,3	
2014	119.664	22.922,43	0,74	32.339,3	16	481,2	
2015	120.396	23.368,18	0,85	37.400,70	21	578,3	
2016	121.130	NI	0,52	22.900,80	14	452,1	
Total	821.191	121.024	4	243.060	64	4.972	
Rio Grande da Serra							0.749
2010	44.084	8.722,33	NI	NI	3	NI	
2011	44.503	9.551,40	NI	NI	3	NI	
2012	45.014	10.041,13	NI	NI	0	NI	
2013	47.142	11.236,99	NI	NI	3	NI	
2014	47.731	10.903,94	0,57	7.562,0	4	0	
2015	48.302	11.039,99	0,56	7.562,4	0	0	
2016	48.861	NI	0,56	8.035,5	2	0	
Total	325.637	61.496	2	23.160	15	0	
Santo André							0.815
2010	673.900	28.437,62	0,91	224.003,00	180	1275,6	
2011	678.486	32.043,18	0,92	226.678,00	71	682,4	
2012	680.496	35.037,66	0,95	234.375,90	40	1823,8	
2013	704.942	37.906,32	0,87	223.877,50	106	1548,3	
2014	707.613	37.791,08	0,86	222.105,0	383	636,8	
2015	710.210	36.948,06	0,90	232.814,0	1383	600,1	
2016	712.749	NI	0,83	214.939,0	378	624,7	
Total	4.868.396	208.164	6	1.578.792	2.541	7.192	

Continuação - Tabela 1: População total, Produto Interno Bruto per capita, Resíduos sólidos municipais coletados por dia, Resíduos sólidos urbanos por ano, Casos de dengue, Índice de chuvas e IDH em todas as cidades presentes neste estudo entre 2010 e 2016.

	População total	PIB per capita	RSU / dia	RSU / ano	Casos de Dengue	IP	IDH
São Bernardo do Campo							0.805
2010	810.203	55.615,87	NI	251.584,20	158	1391,9	
2011	770.253	60.357,30	0,94	263.994,40	158	893,4	
2012	774.886	58.460,99	0,94	266.409,60	36	1417,8	
2013	805.895	60.540,53	0,9	264.221,20	170	1061,5	
2014	811.489	58.492,19	0,90	265.459,9	606	669,1	
2015	816.925	52.324,92	0,91	271.774,8	2828	1065,2	
2016	822.242	NI	0,83	246.791,2	1222	767,5	
Total	5.611.893	345.792	5	1.830.235	5.178	7.266	
São Caetano do Sul							0.862
2010	149.295	81.600,94	1,34	73.131,00	31	1355	
2011	149.962	88.554,07	1,53	83.735,00	30	826,6	
2012	150.638	100.204,28	1,51	82.827,00	9	1306,1	
2013	156.362	102.024,95	1,13	64.697,00	27	1036,3	
2014	157.205	98.811,07	1,11	63.507,8	82	987,3	
2015	158.024	84.177,85	1,06	61.368,8	348	1541,2	
2016	158.825	NI	1,06	61.731,8	104	1070	
Total	1.080.311	555.373	9	490.998	631	8.123	
Todas as cidades	18.611.345	1.624.228,40	37,4	5.840.844,90	13573	41774,4	

Produto Interno Bruto (PIB); Resíduos sólidos municipais coletados per capita em relação à população total atendida Kg / Hab / Dia (RSU / Dia); Índice de Desenvolvimento Humano (IDH); Toneladas de resíduos sólidos municipais no ano (RSU / Ano); Índice de chuvas (IR); NI: não informado;

A tabela 2 apresenta os resultados dos casos diagnosticados de dengue correlacionados a fatores socioeconômicos, geração de massa de USW e índice de chuvas na região do Grande ABC, de 2010 a 2016. Na região do Grande ABC (todos os sete municípios analisados como uma região importante), casos de dengue apresentaram correlação positiva e significativa com a

população total, PIB per capita e geração de massa de RSU por habitante por ano. Além disso, de acordo com o teste de Spearman, houve uma correlação positiva entre: população total com PIB per capita, RSU por dia e RSU por ano; PIB per capita com RSU por dia, RSU por ano e PI; e RSU por dia com IP e RSU por ano.

Tabela 2: Correlação entre População Total, Produto Interno Bruto per capita, Resíduos Sólidos Municipais coletados per capita por dia, Resíduos Sólidos Municipais por ano, Casos de Dengue e Índice de Chuvas em todas as cidades presentes neste estudo entre 2010 e 2016.

	PIB per capita	RSU/DIA	RSU/Ano	Casos de dengue	IP
Todas as cidades					
População total	-	0,583**	0,302*	0,961**	0,675**
PIB per capita	0,583**	-	0,849**	0,410*	0,539**
RSU/Dia	0,302*	0,849**	-	0,389**	0,129
RSU/Ano	0,961**	0,410*	0,389**	-	0,492**
Casos de dengue	0,675**	0,539**	0,129	0,492**	-
IP	0,059	0,416*	0,388*	0,108	0,261
DIADEMA					
População total	-	0,943**	-0,955**	-0,321	0,679
PIB per capita	0,943**	-	-0,841*	0,029	0,486

Continuação - Tabela 2: Correlação entre População Total, Produto Interno Bruto per capita, Resíduos Sólidos Municipais coletados per capita por dia, Resíduos Sólidos Municipais por ano, Casos de Dengue e Índice de Chuvas em todas as cidades presentes neste estudo entre 2010 e 2016.

	População total	PIB per capita	RSU\Dia	RSU\Ano	Casos de dengue	IP
RSU\Dia	-0,955**	-0,841*	-	0,432	-0,739	0,432
RSU\Ano	-0,321	0,029	0,432	-	0,000	0,643
Casos de dengue	0,679	0,486	-0,739	0,000	-	-0,357
IP	-0,286	-0,371	0,432	0,643	-0,357	-
MAUÁ						
População total	0,000	0,783	-,0836*	-0,667	0,829*	0,847*
PIB per capita	0,783	-	-0,899*	-0,714	0,771	0,486
RSU\Dia	-0,836*	-0,899*	-	0,883**	-0,685	-0,559
RSU\Ano	-0,667	-0,714	0,883**	-	-0,714	-0,357
Casos de dengue	0,829*	0,771	-0,685	-0,714	-	0,750
IP	0,847*	0,486	-0,559	-0,357	0,750	-
PIRES RIBEIRÃO						
População total	-	1,000**	-0,058	-0,393	0,679	-0,857*
PIB per capita	1,000**	-	0,667	-0,029	0,657	-0,771
RSU\Dia	-0,058	0,667	-	0,986**	0,377	0,377
RSU\Ano	-0,393	-0,029	0,986**	-	0,286	0,500
Casos de dengue	0,679	0,657	0,377	0,286	-	-0,679
IP	-0,857*	-0,771	0,377	0,500	-0,679	-
RIO GRANDE DA SERRA						
População total	-	0,829*	-0,866	1,000**	0,185	#
PIB per capita	0,829*	-	-1,000**	1,000**	0,395	#
RSU\Dia	-0,866	-1,000**	-	-0,866	0,000	#
RSU\Ano	1,000**	1,000**	-0,866	-	-0,500	#
Casos de dengue	0,185	0,395	0,000	-0,500	-	#
IP	#	#	#	#	#	#
SANTO ANDRÉ						
População total	-	0,771	-0,750	-0,429	0,643	-0,679
PIB per capita	0,771	-	-0,714	-0,429	0,257	-0,086
RSU\Dia	-0,750	-0,714	-	0,893**	-0,679	0,571
RSU\Ano	-0,429	-0,429	0,893**	-	-0,393	0,321
Casos de dengue	0,643	0,257	-0,679	-0,393	-	-0,857*
IP	-0,679	-0,086	0,571	0,321	-0,857*	-
SÃO BERNARDO DO CAMPO						
População total	-	-0,600	-0,794	-0,107	0,847*	-0,357
PIB per capita	-0,600	-	-0,316	-0,371	-0,174	-0,543
RSU\Dia	-0,794	-0,316	-	0,441	-0,618	0,618
RSU\Ano	-0,107	-0,371	0,441	-	0,090	0,321
Casos de dengue	0,847*	-0,174	-0,618	0,090	-	-0,523
IP	-0,357	-0,543	0,618	0,321	-0,523	-
SÃO CAETANO DO SUL						
População total	-	0,257	-,883**	-,857*	0,643	0,107
PIB per capita	0,257	-	0,086	0,086	-0,657	-0,429
RSU\Dia	-,883**	0,086	-	,991**	-,811*	-0,378

Continuação - Tabela 2: Correlação entre População Total, Produto Interno Bruto per capita, Resíduos Sólidos Municipais coletados per capita por dia, Resíduos Sólidos Municipais por ano, Casos de Dengue e Índice de Chuvas em todas as cidades presentes neste estudo entre 2010 e 2016.

	População total	PIB per capita	RSU\Dia	RSU\Ano	Casos de dengue	IP
RSU\Ano	-,857*	0,086	,991**	-	-,821*	-0,429
Casos de dengue	0,643	-0,657	-,811*	-,821*	-	0,321
IP	0,107	-0,429	-0,378	-0,429	0,321	-

Correlação de Spearman; Produto Interno Bruto (PIB); Resíduos sólidos municipais coletados per capita em relação à população total atendida Kg / Hab / Dia (RSU / Dia); Toneladas de resíduos sólidos municipais no ano (RSU / Ano); Índice pluviométrico (IP); ** A correlação é significativa no nível 0,01; * A correlação é significativa no nível 0,05.

No município de Diadema, não foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre os casos de dengue e os fatores analisados. O PIB per capita foi correlacionado com a população total e inversamente correlacionado com o RSU por dia. Em Mauá, os casos de dengue foram positivamente correlacionados com a população total, sem correlação significativa com os outros fatores analisados. Nesse município, o RSU por dia foi inversamente correlacionado com a população total e o PIB per capita, e diretamente com o RSU por ano. O IP foi diretamente correlacionado com a população total de Mauá. Em Ribeirão Pires, não houve correlação significativa entre os parâmetros analisados e os casos de dengue. Houve, no entanto, uma correlação positiva entre população total e PIB per capita e RSU por ano e RSU por dia. O IP foi inversamente correlacionado com a população total.

A tabela 2 também mostra que, segundo o teste de correlação de Spearman, os casos de dengue não se correlacionam com os parâmetros estudados no município do Rio Grande da Serra. A correlação dos parâmetros com o IP não foi calculada porque o município não fornece dados do índice de precipitação para cada ano. RSU por ano foi diretamente correlacionado com a população total e o PIB per capita, enquanto RSU por dia foi inversamente correlacionado com a população total. Em Santo André, os resultados mostraram que os casos de dengue estavam inversamente relacionados ao IP. Em São Bernardo do Campo, verificou-se que os casos de dengue se correlacionavam inversamente com a população total. Os casos de dengue foram inversamente correlacionados com RSU por ano e por dia no município de São Caetano do Sul.

Não houve correlação entre população ($p = 0,337$), número de casos de dengue ($p = 0,294$) e índice de desenvolvimento humano (IDH), exceto PIB per capita ($p = 0,023$ com coeficiente de correlação de 0,821).

■ DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a relação entre os casos diagnosticados de dengue e os fatores socioeconômicos, geração de massa de RSU e índice pluviométrico na região do Grande ABC e seus municípios, no período de 2010 a 2016. Verificou-se que, na Grande Região do ABC, o diagnóstico os casos de dengue foram correlacionados com a população total, o PIB per capita e a geração de resíduos coletados por habitante por ano. Esses resultados

sugerem que quanto maior a população total, o poder de compra ou o status socioeconômico (PIB per capita) e a geração de resíduos sólidos urbanos, maior o número de casos de dengue. A análise de cada município revelou que em Mauá, os casos de dengue estavam positivamente correlacionados com a população total, enquanto em São Bernardo do Campo, essa correlação era inversa. Em Santo André, uma correlação inversa foi encontrada entre os casos de dengue e IP. Em São Caetano do Sul, a produção de resíduos sólidos por ano e por dia por habitante se correlacionou inversamente com os casos de dengue. Nos municípios de Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e Diadema não houve correlação de casos de dengue com os fatores analisados.

Existem evidências suficientes para argumentar que é mais provável que a dengue seja influenciada por uma combinação complexa de fatores em vez de um único fator patogênico, incluindo fatores ambientais, demográficos, entomológicos e epidemiológicos Yue *et al.*²², Udayanga *et al.*²³, Udayanga *et al.*²⁴. As várias esferas do governo direcionaram esforços para aumentar a conscientização da população para reduzir a criação de mosquitos, como a eliminação da água parada. No entanto, os programas de controle e prevenção de vetores costumam ser insuficientes, ineficazes ou ambos como diz Guzman *et al.*²⁵. Isso se deve em parte ao fato de o vetor da dengue, *Aedes aegypti*, ter uma grande adaptabilidade e poder se reproduzir mesmo em águas poluídas e em grandes altitudes Thammapalo *et al.*²⁶.

Nossos resultados demonstraram correlação significativa entre o aumento de casos de dengue e a população total no município de Mauá. A densidade humana pode ser crítica para a propagação da doença, particularmente nas paisagens urbanas Romeo-Aznar *et al.*²⁷. Diadema, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra não mostraram correlação entre os casos de dengue e outros fatores. Isso pode dever-se a indivíduos infectados que podem registrar a doença em outros municípios, principalmente porque a maior facilidade para unidades de saúde, indígenas ou importadas¹⁹. Segundo ten Bosch *et al.*²⁸, a maioria das infecções por dengue é clinicamente assintomática e as infecções inaparentes podem contribuir significativamente para o ônus da doença em áreas endêmicas.

No município de Santo André, não houve significância dos parâmetros estudados nos casos de dengue, exceto no IP, correlacionado inversamente

com os casos de dengue. Contrariamente aos nossos resultados, um estudo em outra região metropolitana brasileira mostrou que a quantidade total de chuvas estava significativamente associada ao número de incidentes de dengue conforme Santos *et al.*²⁹. Focks & Barrera³⁰, Patz *et al.*³¹ afirmaram que a densidade do vetor aumenta devido à chuva, causando um aumento nos casos de dengue, pois a maior umidade durante a estação chuvosa proporciona um ambiente ideal para o crescimento e a sobrevivência dos mosquitos da dengue. Neste estudo, não houve associação entre índice de chuva e casos de dengue. Isso pode nos levar a supor que fatores não climáticos podem influenciar diretamente os casos de dengue na região do Grande ABC.

O aumento dos casos de dengue esteve diretamente relacionado à geração de RSU e PIB per capita, ou seja, quanto maior o poder de compra, maior o consumo e, conseqüentemente, maior a produção de resíduos. Com uma população¹⁹ de 827 km², a região da Grande ABC atualmente se destaca por sua variedade de cadeias produtivas, aumentando a participação nas atividades do setor de serviços e o aumento do comércio varejista, representando um dos maiores mercados consumidores do país. Quanto maior a produção de resíduos sólidos urbanos por dia e ano em São Caetano do Sul, menor o número de casos de dengue. Esse resultado pode ser devido à coleta diária de lixo municipal. A existência de contêineres perto de residências está associada a uma alta incidência de dengue Gama *et al.*³² e quanto menor o PIB da região, maior a incidência de casos de dengue Qu *et al.*³³. Em um estudo recente, foi demonstrado o impacto econômico no controle de doenças transmitidas por mosquitos, revelando que a epidemiologia da dengue reduziu a renda bruta anual do país (ie Maldivas) em US \$ 110 por morador Bangert *et al.*³⁴.

Considerando as características de cada município analisado, grande parte da população vive em áreas de difícil acesso e, embora a coleta seja realizada em 100% da área, 100% dos resíduos gerados podem não ser coletados em Franca *et al.*³⁵, conseqüentemente, pode haver acúmulo de resíduos em locais inadequados e acúmulo de água, facilitando a proliferação do *Aedes Aegypti*. Outra característica importante é a presença de

espaços e reservas naturais para preservação ambiental, que representam aproximadamente 50% do território, sendo um dos principais reservatórios de água e reserva natural do Estado de São Paulo²⁰. Um estudo realizado no norte de Queensland, na Austrália, descobriu que recipientes com matéria orgânica abundante tendem a produzir um mosquito adulto maior e de rápido desenvolvimento conforme Thammapalo *et al.*²⁶. Nesse contexto, a suposição de que o lixo doméstico influencia o volume da população é forte, não apenas pela existência de criadouros, mas porque fornece um suprimento de comida exigido pelo mosquito ao longo de seu ciclo de vida. Estudos já mostraram que existe um grande volume de criadouros positivos de resíduos domésticos Zara *et al.*³⁶, o que gera a necessidade de atenção sobre a importância de uma embalagem adequada de resíduos Souza-Santos³⁷. Porém, tão importante quanto o descarte adequado dos resíduos é a coleta eficiente e regular, pois está diretamente relacionada ao controle do *Aedes aegypti* Lefèvre *et al.*³⁸. Estudos destacaram a importância de melhorar a educação e a coleta de lixo na redução de casos^{23,24}.

Estudos futuros devem investigar a relação dos casos de dengue com outros fatores, como mudança no status de urbanização / uso da terra, controle de vetores e programa de proteção individual (qualidade da moradia) e descarte e armazenamento incorretos de resíduos.

Na área industrial brasileira, os casos diagnosticados de dengue foram relacionados à população total, PIB per capita e geração de resíduos por ano, sem relação entre casos de dengue e índice pluviométrico, índice de desenvolvimento humano e coleta de resíduos sólidos urbanos por dia. Os resultados do presente estudo sugerem que o acondicionamento correto dos resíduos pode ser uma maneira de auxiliar no controle dos casos de dengue.

Agradecimentos

A viabilidade financeira deste artigo se deve ao Projeto Acre - Projeto Saúde na Amazônia Ocidental (convênio multi-institucional processo nº 007/2015 SESACRE-UFAC-FMABC).

REFERÊNCIAS

1. Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013;496(7446):504-7. DOI: <http://doi.org/10.1038/nature12060>
2. Stanaway JD, Shepard DS, Undurraga EA, Halasa YA, Coffeng LE, Brady OJ, et al. The global burden of dengue: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet Infect Dis*. 2016;16(6):712-23. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)00026-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00026-8)
3. Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Instituído em 24 de julho de 2002. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.
4. Donalísio MR, Glasser CM. Vigilância entomológica e controle de vetores da dengue. *Rev Bras Epidemiol*. 2002;5(3):259-79. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2002000300005>
5. Glasser CM, Gomes AC. Infestação do Estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. *Rev Saúde Pública*. 2000;34(6):570-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102000000600002>
6. Carneiro MAF, Alves BCA, Gehrke FS, Domingues JN, Sá N, Paixão S, et al. Fatores climáticos podem influenciar nos casos de notificação de dengue. *Rev Assoc Med Bras*. 2017;63(11):957-61. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.63.11.957>

7. Abeyewickreme W, Wickremasinghe AR, Karunatilake K, Johannes Sommerfeld J, Kroeger A. Community mobilization and household level waste management for dengue vector control in Gampaha district of Sri Lanka; an intervention study. *Pathog Glob Health*. 2012;106(8):479-87. DOI: <https://doi.org/10.1179/2047773212Y.0000000060>
8. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília: 2010.
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2010. [internet] [cited 2020 Jun 09] Available from: <https://censo2010.ibge.gov.br/>
10. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2018 [internet] 2018. [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2018>
11. Prefeitura de Santo André [internet] 2018 [cited 2020 Jun 09] Available from: <https://www2.santoandre.sp.gov.br/>
12. Prefeitura Municipal de São Caetano do Sul [internet] 2018 [cited 2020 Jun 09] Available from: <https://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/>
13. Prefeitura de São Bernardo [internet] 2018 [cited 2020 Jun 09] Available from: <https://www.saobernardo.sp.gov.br/>
14. Prefeitura de Diadema [internet] 2018 [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://www.diadema.sp.gov.br/>
15. Prefeitura do Município de Mauá [internet] 2018 [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://www.maua.sp.gov.br/>
16. Prefeitura Municipal de Ribeirão Pires [internet] 2018 [cited 2020 Jun 09] Available from: <https://www.ribeiraopires.sp.gov.br/>
17. Prefeitura de Rio Grande da Serra [internet] 2018 [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://www.riograndedaserra.sp.gov.br/>
18. Consórcio Intermunicipal Grande ABC (GIGABC) [internet] 2017. [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://consorcioabc.sp.gov.br>
19. Agência Desenvolvimento Econômico Grande ABC (ADEG) [internet] 2012. [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://www.agenciagabc.com.br/grandeabc0709br>
20. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE) [internet] 2018. [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://www.saude.sp.gov.br/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica-prof.-alexandre-vranjac/>
21. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE). Rede Hidrológica Básica do Estado de São Paulo [internet] 2018. [cited 2020 Jun 09] Available from: <http://www.dae.sp.gov.br/>
22. Yue Y, Sun J, Liu X, Ren D, Liu Q, Xiao X et al. Spatial analysis of dengue fever and exploration of its environmental and socio-economic risk factors using ordinary least squares: A case study in five districts of Guangzhou City, China, 2014. *Int J Infect Dis* 2018;75:39-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2018.07.023>
23. Udayanga L, Gunathilaka N, Iqbal MCM, Lakmal K, Amarasinghe US, Abeyewickreme W. Comprehensive evaluation of demographic, socio-economic and other associated risk factors affecting the occurrence of dengue incidence among Colombo and Kandy Districts of Sri Lanka: a cross-sectional study. *Parasit Vectors*. 2018;11(1):478. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3060-9>
24. Udayanga L, Gunathilaka N, Iqbal MCM, Pahalagedara K, Amarasinghe US, Abeyewickreme W. Socio-economic, Knowledge Attitude Practices (KAP), household related and demographic based appearance of non-dengue infected individuals in high dengue risk areas of Kandy District, Sri Lanka. *BMC Infect Dis*. 2018;18:88. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12879-018-2995-y>
25. Guzman MG, Halstead SB, Artsob H, Buchy P, Farrar J, Gubler DJ, et al. Dengue: a continuing global threat. *Nat Rev Microbiol*. 2010;8 (12 Suppl):S7-16. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrmicro2460>
26. Thammapalo S, Chongsuvivatwong V, Geater A, Dueravee M. Environmental factors and incidence of dengue and hemorrhagic fever in an urban area, southern Thailand. *Epidemiol Infect*. 2008;136(1):135-43. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0950268807008126>
27. Romeo-Aznar V, Paul RE, Telle O, Pascual M. Mosquito-borne transmission in urban landscapes: the missing link between vector abundance and human density. *Proc Biol Sci*. 2018;285(1884):20180826. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0826>
28. ten Bosch QA, Clapham HE, Lambrechts L, Duong V, Buchy P, Althouse BM, et al. Contributions from the silent majority dominate dengue virus transmission. *PLoS Pathog*. 2018;14(5):e1006965. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006965>

29. Santos CAG, Guerra-Gomes IC, Gois BM, Peixoto RF, Keesen TSL, Silva RM. Correlation of dengue incidence and rainfall occurrence using wavelet transform for João Pessoa city. *Sci Total Environ.* 2019;647:794-805. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.019>
30. Focks DA, Barrera R. Dengue Transmission Dynamics: Assessment and Implications for Control. Technical Report, Scientific Working Group, Report on Dengue. World Health Organization on Behalf of the Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. Geneva: 2007.
31. Patz JA, Martens W, Focks DA, Jetten TH. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation models of global climate change. *Environ Health Perspect.* 1998;106(3):147-53. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.98106147>
32. Gama RA, Alves KC, Martins RF, Eiras AE, Resende MC. Effect of larvae density on adult size of *Aedes aegypti* reared under laboratory conditions. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2005;38(1):64-6. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0037-86822005000100014>
33. Qu Y, Shi X, Wang Y, Li R, Lu L, Liu Q. Effects of socio-economic and environmental factors on the spatial heterogeneity of dengue fever investigated at a fine scale. *Geopast Health.* 2018;13(2). DOI: <https://doi.org/10.4081/gh.2018.682>
34. Bangert M, Latheef AT, Pant SD, Ahmed IN, Saleem S, Rafeeq FN, et al. Economic analysis of dengue prevention and case management in the Maldives. *PLoS Negl Trop Dis.* 2018;12(9):e0006796. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006796>
35. Franca FPO, Leis FS, Boro I, Importa RF, Azevedo SAS, Carvalho TD, et al. Correlação entre rendimento e geração de recursos econômicos na Região Metropolitana de São Paulo. *Saúde Meio Ambient.* 2013;2(1): 84-92. DOI: <https://doi.org/10.24302/sma.v2i1.428>
36. Zara ALSA, Santos SM, Fernandes-Oliveira ES, Carvalho RG, Coelho GE. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiol Serv Saúde.* 2016;25(2):391-404. DOI: <https://doi.org/10.5123/s1679-49742016000200017>
37. Souza-Santos R. Fatores associados à ocorrência de formas imaturas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop.* 1999;32(4):373-82. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0037-86821999000400007>
38. Lefèvre AMC, Ribeiro AF, Marques GRAM, Serpa LLN, Lefèvre F. Representações sobre dengue, seu vetor e ações de controle por moradores do Município de São Sebastião, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública.* 2007;23(7):1696-1706. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2007000700022>

Abstract

Introduction: Dengue is an acute systemic viral infectious disease, established worldwide in epidemic and endemic transmission cycles. High levels of precipitation, adequate temperatures, proximity between urban and peri-urban centers, human movement between population centers and urban solid waste (USW) production may facilitate dengue transmission and spread.

Objective: To identify the relationship between diagnosed dengue cases and socioeconomic factors, USW mass generation and rainfall index.

Methods: Ecological study, with secondary data collection from 2010 to 2016 for each municipality of the Greater ABC Region in São Paulo, Brazil. Total population, gross domestic product (GDP) per capita, USW, number of dengue cases and rainfall index were investigated. Data were collected on the websites of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the municipalities of the Greater ABC Region, the Greater ABC Intermunicipal Consortium, the Greater ABC Economic Development Agency, the National Sanitation Information System, Surveillance Epidemiological Survey of the State of São Paulo and the Department of Water and Electric Energy of the State of São Paulo. Relationships between variables were tested by Spearman correlation.

Results: Data analysis of all municipalities showed a positive correlation between dengue cases with total population ($r=0.675$, $p<0.01$), gross domestic product per capita ($r=0.539$, $p<0.01$) and MSW by inhabitant per year ($r=0.492$, $p<0.01$). Positive correlations were also observed between total population and gross domestic product per capita ($r=0.583$, $p<0.01$), MSW / Day ($r=0.302$, $p<0.05$) and MSW/year ($r=0.961$, $p<0.01$); gross domestic product per capita and MSW/day ($r=0.849$, $p<0.01$), MSW/year ($r=0.410$, $p<0.05$) and rainfall index (RI) ($r=0.416$, $p<0.05$); MSW / day and MSW / year ($r=0.389$, $p<0.01$) and RI ($r=0.388$, $p<0.05$).

Conclusion: The larger the total population, purchasing power or socioeconomic status (GDP per capita) and the generation of MSW, the greater the number of dengue cases. Proper packaging of MSW seems to be a way to help in dengue cases control.

Keywords: dengue, dengue virus, socioeconomic factors, solid waste.

©The authors (2020), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.