



# Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue

Marcos Paulo Gomes Mol,<sup>1</sup> Josiane T. Matos Queiroz,<sup>2</sup> Júlia Gomes<sup>3</sup> e Léo Heller<sup>2</sup>

## Como citar

Mol MPG, Queiroz JTM, Gomes J, Heller L. Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. Rev Panam Salud Publica. 2020;44:e22. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.22>

## RESUMO

**Objetivo.** Verificar a existência de associação de indicadores de gestão de resíduos sólidos e socioeconômicos municipais com índices de incidência de dengue, Zika e Chikungunya nos municípios do estado brasileiro de Minas Gerais.

**Métodos.** Este estudo de caráter exploratório, quantitativo e transversal abrangeu os 853 municípios do estado de Minas Gerais. Todos os dados utilizados foram secundários, coletados e agrupados por regionais de planejamento. Como variáveis independentes, foram consideradas a cobertura de coleta de resíduos sólidos urbanos, cobertura de coleta seletiva e massa de resíduos sólidos urbanos, além de um indicador da qualidade da destinação final de resíduos, índices de desenvolvimento humano municipal e de Gini, renda mensal *per capita* e porcentagem de vulneráveis à pobreza. Os fatores potencialmente associados aos desfechos – incidências municipais de dengue, Chikungunya e Zika – foram selecionados inicialmente através de análises univariadas. Posteriormente, os modelos de regressão linear para as incidências de dengue, Chikungunya ou Zika foram gerados considerando os preditores selecionados pela análise univariada.

**Resultados.** Não foi observada associação entre gestão de resíduos sólidos e incidência de Chikungunya e Zika. Por sua vez, a incidência de dengue associou-se à gestão de resíduos sólidos e apresentou relação inversa significativa com o percentual de vulneráveis à pobreza. Houve também associação direta o índice de Gini, sugerindo que quanto maiores os registros de incidência de dengue de 2007 a 2016, maiores os valores de Gini dos municípios – ou seja, maior a desigualdade social. A cobertura da coleta seletiva apresentou relação inversa e significativa com os casos de dengue, sugerindo que quanto menor a cobertura da coleta de seletiva, maiores foram os casos registrados de dengue.

**Conclusões.** A gestão de resíduos sólidos pode influenciar os casos de dengue e, por isso, deve ser considerada nas ações de saúde pública.

## Palavras-chave

Dengue; vírus Zika; vírus Chikungunya; resíduos sólidos; Brasil.

Arboviroses como dengue, Zika e Chikungunya, transmitidas pelo mosquito *Aedes aegypti* e atualmente presentes no território brasileiro, têm como determinantes variáveis socioeconômicas, ambientais e sanitárias. Esses determinantes são considerados complexos e podem ser interdependentes, influenciando significativamente a saúde da população (1-3). Nesse sentido, as concentrações de populações em situação de vulnerabilidade, principalmente em áreas periféricas, e os

aglomerados subnormais das cidades estão sujeitos a maior risco de exposição e proliferação do vetor (4-10).

O *Aedes aegypti* se distingue de outras espécies por sua capacidade de se dispersar amplamente por diversos ambientes, inclusive locais de descarte de resíduos sólidos que podem acumular água. Assim, a ocupação urbana desordenada, a precariedade da limpeza pública, o acúmulo de resíduos sólidos urbanos, os sistemas públicos falhos de abastecimento de

<sup>1</sup> Fundação Ezequiel Dias (FUNED), Belo Horizonte (MG), Brasil. ✉ [marcos\\_mol@yahoo.com.br](mailto:marcos_mol@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Instituto René Rachou, Belo Horizonte (MG), Brasil.

<sup>3</sup> Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Belo Horizonte (MG), Brasil.



água e esgotamento sanitário, a insuficiência dos sistemas de drenagem e os deslocamentos frequentes da população (11, 12), além da aglomeração populacional de indivíduos suscetíveis e infectados, favorecem aspectos relacionados à propagação do vetor. No caso da dengue, evidências robustas relacionam a incidência da doença com a oferta de saneamento, tanto no Brasil como em outros países (4-10, 13-17). Nessa realidade, são fundamentais as intervenções em infraestrutura e as melhorias nos serviços de saneamento (13, 18, 19).

No estado brasileiro de Minas Gerais, dados do Sistema de Informação dos Agravos de Notificação (SINAN) mostravam, até 17 de dezembro de 2019, números alarmantes de prováveis casos das arboviroses. Foram registrados 483 733 casos prováveis de dengue com 171 óbitos confirmados em 50 municípios; 103 óbitos permanecem em investigação para esse agravo. Com relação à Chikungunya, foram registrados 2 805 casos prováveis, com 15 óbitos confirmados. Para casos de Zika, foram 725 casos prováveis, sendo 168 em gestantes (20). Portanto, o presente estudo tem como objetivo verificar a associação dos indicadores de gestão de resíduos sólidos e socioeconômicos municipais com os índices de incidência de dengue, Zika e Chikungunya nos municípios do estado de Minas Gerais, Brasil.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo de caráter exploratório, quantitativo e transversal abrangeu os 853 municípios do estado de Minas Gerais, região Sudeste do Brasil. As variáveis foram selecionadas a partir da premissa de que o processo saúde-doença deve considerar diferentes aspectos, como social, econômico e ambiental,

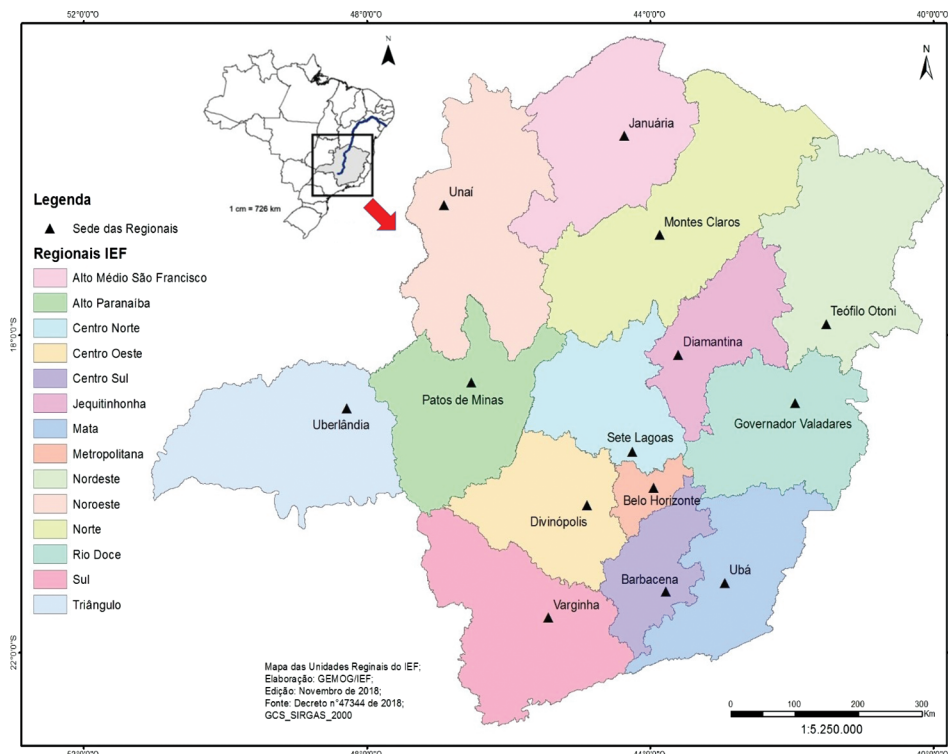
além de informações sobre incidência. Todos os dados utilizados foram secundários, coletados e agrupados por regionais de planejamento, conforme informado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) (figura 1), órgão que disponibiliza uma divisão regional ambiental do Estado.

As seguintes variáveis municipais foram analisadas:

- incidência de dengue por 100 000 habitantes, conforme dados da Secretaria de Saúde do Estado de Minas Gerais (SES-MG) (série histórica de 2007 a 2016);
- incidência de Chikungunya por 100 000 habitantes, conforme dados da SES-MG para 2016;
- incidência de Zika por 100 000 habitantes (incidência = suspeita de caso por 100 000 habitantes), conforme dados da SES-MG para 2016;
- tríplice arbovirose (dados agrupados das incidências de dengue, Zika e Chikungunya), conforme SES-MG para a série histórica de 2007 a 2016.

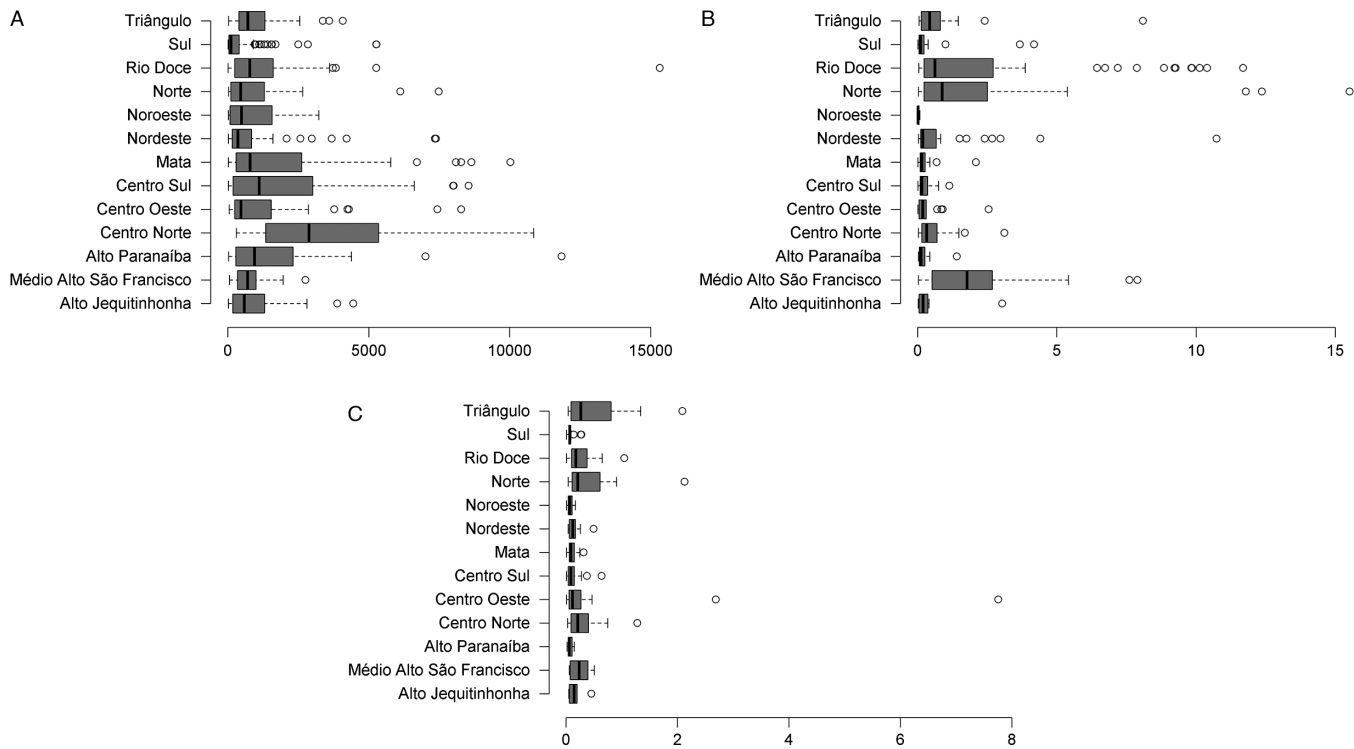
Como variáveis independentes, foram consideradas a cobertura de coleta de resíduos sólidos urbanos, cobertura de coleta seletiva e massa de resíduos sólidos urbanos, informações que foram obtidas do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para 2014; o indicador de qualidade de destinação final de resíduos, correspondente aos escores gerados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEAM) em 2013; e os índices de desenvolvimento humano municipal (IDHM) e de Gini, valor do rendimento nominal mediano mensal *per capita* e porcentagem de vulneráveis à pobreza conforme o Instituto Brasileiro

**FIGURA 1. Localização do estado de Minas Gerais, Brasil, e regionalização segundo o Instituto Estadual de Florestas para o ano base de 2012**



Fonte: adaptado do Instituto Regional de Florestas (IEF). Disponível em <http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/2018/REGIONAIS/mapa-regionais-2018.jpg> Acessado em 21 de outubro de 2019.

FIGURA 2. Casos de A) dengue, B) Zika e C) Chikungunya por regional em Minas Gerais, Brasil, 2016



de Geografia e Estatística (IBGE), o Atlas do Desenvolvimento Humano (<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e o Atlas da Vulnerabilidade Social ([http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/Ivs/publicacao\\_atlas\\_ivs.pdf](http://ivs.ipea.gov.br/images/publicacoes/Ivs/publicacao_atlas_ivs.pdf)) para 2010.

Para o indicador de qualidade da destinação final dos resíduos sólidos, utilizou-se a base gerada pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), cuja metodologia inclui visitas técnicas aos municípios. Conforme essa metodologia, cada tipo de empreendimento que destina resíduos sólidos é visitado e recebe uma nota de zero (extremamente precário) a 10 (condições adequadas de operação) para as variáveis inspecionadas. Na experiência dos fiscais da FEAM, o gerenciamento dos resíduos nos municípios tende a refletir os serviços de limpeza pública como um todo. Portanto, o indicador da FEAM, construído para avaliar a qualidade da disposição final em um dado município, foi validado de forma a garantir que refletisse a qualidade das etapas do gerenciamento de resíduos sólidos e que pudesse ser associado a casos de doenças transmitidas por mosquitos, cuja procriação depende de potenciais criadouros em resíduos descartados irregularmente. As variáveis independentes *proxy* para validar o indicador da FEAM foram a coleta de resíduos sólidos urbanos e a presença de lixo nos logradouros conforme o censo de 2010 do IBGE. Para essa validação foram realizadas regressões lineares do indicador da FEAM com as variáveis “presença de lixo nos logradouros” e “percentual de coleta de resíduos sólidos”, disponíveis no censo brasileiro de 2010. Para as análises estatísticas, utilizou-se o software R, versão 3.4.2.

Para a descrição dos dados, utilizaram-se estatísticas descritivas incluindo médias, intervalos interquartis e intervalos de confiança, calculadas a partir da metodologia *bootstrap*. Os dados também foram testados quanto à normalidade através

do modelo de Shapiro-Wilk, que foi aplicado em todas as variáveis e indicou que os dados são não paramétricos. Portanto, para as comparações múltiplas entre as variáveis, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis como critério de seleção das variáveis que entrariam nas regressões múltiplas.

Os fatores potencialmente associados aos desfechos – incidências de dengue, Chikungunya e Zika – foram selecionados inicialmente através de análise univariada. O nível de significância para a seleção foi de 25%. Posteriormente, os modelos de regressão linear para as incidências de dengue, Chikungunya ou Zika foram gerados considerando os preditores selecionados pela análise univariada, adotando-se a variância robusta. O processo de regressão *stepwise* considera a exclusão de todas as variáveis que apresentaram o nível de significância de 5%, sendo esse processo realizado por etapas, ou seja, através da exclusão de uma variável por vez. Para verificar a adequação do modelo, calculou-se o  $R^2$ ; para medir a multicolinearidade entre os preditores, calculou-se o fator de inflação de variância (*variance inflation factor*, VIF), assegurando, assim, a representatividade estatística dos modelos gerados.

## RESULTADOS

No período analisado da tríplice arbovirose, o ano de 2016 apresentou os maiores índices registrados em Minas Gerais após a introdução dos vírus Zika em 2014 e Chikungunya em 2015. Apenas três dos 853 municípios mineiros não apresentaram notificações da tríplice arbovirose.

Conforme a figura 2, a regional do estado com maior incidência de dengue em 2016 foi a Centro Norte, seguida pela Centro Sul, Mata e Alto Paranaíba. Já para os casos de Zika, constatou-se que as regionais com maiores incidências foram

**TABELA 1. Indicador da Fundação Estadual do Meio Ambiente de desempenho da destinação final dos resíduos sólidos em função de cada regional de Minas Gerais**

Regional	N <sup>a</sup>	Média <sup>b</sup>	LI <sup>c</sup>	LS <sup>c</sup>	1Q <sup>d</sup>	2Q <sup>d</sup>	3Q <sup>d</sup>
Alto Jequitinhonha	34	6,98	6,01	7,95	4,01	8,22	9,41
Alto Médio São Francisco	29	3,69	2,67	4,78	1,89	2,95	3,56
Alto Paranaíba	29	5,88	4,66	7,12	2,55	6,41	9,45
Centro Norte	47	6,67	5,77	7,52	3,13	8,26	9,62
Centro Oeste	49	7,11	6,19	7,99	3,43	8,75	9,68
Centro Sul	87	7,31	6,68	7,91	5,58	8,81	9,58
Mata	99	6,25	5,73	6,75	3,46	7,20	8,42
Nordeste	51	4,82	3,84	5,80	1,89	2,78	8,61
Noroeste	14	5,93	4,16	7,62	2,37	7,97	8,50
Norte	49	5,00	4,06	5,92	2,04	3,36	8,48
Rio Doce	87	6,26	5,54	6,97	2,42	7,98	9,38
Sul	115	6,10	5,50	6,66	2,92	6,42	9,39
Triângulo	24	5,26	3,88	6,65	1,69	4,78	8,69

<sup>a</sup> Número de municípios agrupados na regional.

<sup>b</sup> Escores atribuídos conforme critérios de fiscalização definidos pela FEAM.

<sup>c</sup> Limites inferior e superior calculados via *bootstrap*. LI: limite inferior; LS: limite superior.

<sup>d</sup> Q: quartil.

Médio Alto São Francisco e Norte. Essas regionais são próximas do Nordeste brasileiro, área em que se registrou o maior número de casos de Zika no Brasil em 2015. Em relação aos casos de Chikungunya em 2016, as regionais que apresentaram maior incidência foram Centro Oeste, Triângulo e Norte.

Em relação aos indicadores da FEAM, conforme a tabela 1, a regional com pior média nos valores de verificação de desempenho operacional dos empreendimentos de destinação de resíduos sólidos urbanos foi Alto Médio São Francisco, com valor médio de 3,69 pontos, seguida pela regional Nordeste, com valor médio de 4,82 pontos. Em contraponto, a regional com melhor média foi a Centro Sul, com 7,31 pontos.

O indicador da FEAM foi validado em relação às respostas do censo do ano de 2010 sobre cobertura de coleta de resíduos sólidos e sobre presença de lixo nos logradouros através de regressão linear. A regressão em relação à cobertura de coleta de resíduos apresentou coeficiente estimado de 0,6379 (valor  $P = 0,00335$ ) e  $R^2 = 0,0335$ , sugerindo relação positiva, ou seja, quanto maior a cobertura da coleta de resíduos sólidos, melhor o valor estipulado no indicador da FEAM. Da mesma maneira, a regressão em relação à presença de lixo nos logradouros apresentou coeficiente estimado de  $2,59 \times 10^{-6}$  (valor  $P = 0,0476$ ) e  $R^2 = 0,0409$ , sugerindo que quanto menor o registro da presença de resíduos sólidos nos logradouros, maior o valor do indicador da FEAM. Os modelos foram validados para regressões com elevado número de dados, como é o caso deste estudo; ou seja, o indicador da FEAM, construído para avaliar a qualidade da disposição final em um dado município, de fato refletiu a qualidade das etapas do gerenciamento de resíduos sólidos e pode ser considerado para avaliar a associação com casos de doenças transmitidas por mosquitos.

O primeiro modelo abrangeu os casos de dengue somados de 2007 a 2016 e indicou associação significativa entre o indicador FEAM e as incidências de casos de dengue. O coeficiente da associação aponta para uma relação inversa, em que quanto maior o número de casos de dengue no período investigado, menor o valor do indicador FEAM. Portanto, o gerenciamento adequado de resíduos sólidos pode ser apontado como fator de proteção para o número de casos de dengue (tabela 2).

A variável “percentual de vulneráveis à pobreza” também apresentou relação inversa significativa. Já a variável “índice de Gini” apresentou associação direta, sugerindo que quanto maiores os registros de incidência de dengue de 2007 a 2016, maiores os valores de Gini dos municípios, ou seja, maior a desigualdade social.

Para o segundo modelo de regressão múltipla, considerando os casos da triplíce arbovirose, avaliou-se o ano de 2016, conforme a tabela 3. Valores de VIF inferiores a 5 auxiliam na validação dos modelos gerados, pois garantem a ausência de multicolinearidade. Nesse modelo, os registros das doenças não tiveram associação estatisticamente significativa com o indicador FEAM. A única relação significativa associando ocorrência de dengue foi com o fator socioeconômico “percentual de vulneráveis à pobreza”, que demonstrou relação inversa, ou seja, quanto mais casos de dengue registrados, menor foi esse percentual. A distribuição regional no estado de Minas Gerais indicou que as únicas diferenças significativas em relação à regional Alto do Jequitinhonha foram associadas às regionais Sul, com número inferior de casos, e Centro Norte, com maior número de casos registrados.

Em relação aos casos de Zika, o indicador FEAM foi mantido, mesmo não sendo significativo, para evidenciar que não houve associação. As variáveis socioeconômicas não estiveram associadas aos casos de incidência de Zika neste modelo. A distribuição espacial indicou que os maiores registros de casos de Zika ocorrem nas regiões Alto Médio São Francisco, Rio Doce e Norte, com os maiores valores do coeficiente quando comparados com a regional de referência, com diferenças significativas.

O modelo para Chikungunya indicou uma relação inversa e estatisticamente significativa com o IDHM, ou seja, quanto mais casos registrados da doença, menor o IDHM dos municípios. O coeficiente da regressão múltipla foi -4,11; portanto, para cada unidade do IDHM que se adiciona ao modelo, há uma redução de 4,11 casos suspeitos de Chikungunya. O coeficiente representa a mudança média na variável resposta para uma unidade de mudança na variável preditora, mantendo as outras preditoras constantes no modelo. Destaca-se que o indicador FEAM não esteve associado à incidência dos casos da doença. Sobre a distribuição geográfica do desfecho, as regionais do estado de Minas Gerais cujas diferenças foram significativas se comparadas à regional de referência foram Alto Paranaíba, Noroeste e Sul, que apresentaram relações inversas, ou seja, valores inferiores de casos registrados em relação à regional de referência.

Realizaram-se, também, regressões univariadas para as variáveis associadas à gestão de resíduos disponibilizadas pelo SNIS 2016, conforme a tabela 4. Consideraram-se a cobertura da coleta seletiva, a cobertura da coleta de todos os resíduos sólidos urbanos e a massa total de resíduos sólidos urbanos por população. Observou-se que a cobertura da coleta seletiva apresentou relação inversa e significativa com os casos de dengue, tanto para o acumulado de 2007 a 2016, quanto para os casos registrados em 2016, sugerindo que quanto menor a cobertura da coleta de seletiva, maior o número de casos registrados de dengue. Portanto, esse modelo sugere que a presença da coleta seletiva é um *proxy* da qualidade geral do gerenciamento dos resíduos sólidos. Já o modelo de cobertura da coleta de resíduos urbanos apresentou relação direta com os casos de dengue e inversa com os casos de Zika e Chikungunya.

**TABELA 2. Modelo de regressão múltipla dos casos de dengue em função das variáveis sociais e escore da Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2007 a 2016**

Variáveis <sup>a</sup>	Dengue total <sup>b</sup>					
	Modelo inicial			Modelo final		
	Coef	EP <sup>c</sup>	P	Coef	EP <sup>c</sup>	P
(Intercepto)	6,360	1,786	<0,001	8,446	0,973	<0,001
IDHM	2,977	2,180	0,173	-	-	-
Gini	1,543	1,091	0,158	1,656	0,859	0,054
Percentual pobreza	-0,021	0,011	0,062	-0,014	0,004	<0,001
Rendimento médio familiar	-0,002	0,001	0,061	-	-	-
Escore FEAM para destinação de resíduos	-0,031	0,015	0,045	-0,030	0,014	0,031
Regional Alto Médio São Francisco	0,965	0,328	0,003	1,036	0,269	<0,001
Regional Alto Paranaíba	0,874	0,331	0,008	0,957	0,284	0,001
Regional Centro Norte	2,027	0,292	<0,001	2,114	0,246	<0,001
Regional Centro Oeste	1,186	0,290	<0,001	1,257	0,279	<0,001
Regional Centro Sul	0,359	0,260	0,168	0,394	0,287	0,170
Regional Mata	0,558	0,254	0,028	0,594	0,268	0,027
Regional Nordeste	0,980	0,286	<0,001	1,043	0,253	<0,001
Regional Noroeste	1,049	0,407	0,010	1,144	0,457	0,012
Regional Norte	0,746	0,288	0,009	0,835	0,303	0,006
Regional Rio Doce	0,931	0,260	<0,001	1,017	0,257	<0,001
Regional Sul	-0,806	0,255	0,001	-0,739	0,274	0,007
Regional Triângulo	1,660	0,346	<0,001	1,747	0,268	<0,001
Regional Alto Jequitinhonha	-	-	-	-	-	-
VIF máximo		13,47			1,36	
R <sup>2</sup>		27,16%			26,77%	

<sup>a</sup> FEAM: Fundação Estadual do Meio Ambiente; IDHM: índice de desenvolvimento humano municipal; VIF: *variance inflation factor*.

<sup>b</sup> Coef: coeficiente; EP: erro padrão; R<sup>2</sup>: coeficiente de regressão.

<sup>c</sup> Heterocedasticidade consistente.

## DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo apontam uma associação significativa entre a dengue e a gestão de resíduos sólidos no primeiro modelo multivariado e nos modelos univariados. As relações apontadas na tabela 4 reforçam a associação entre dados de gerenciamento de resíduos e o número de casos da tríplice arbovirose, especialmente para dengue, em comparação à cobertura da coleta de resíduos urbanos e à cobertura da coleta seletiva. Isso comprova a importância de implantar uma gestão adequada para os resíduos sólidos nos municípios como importante fator de proteção contra a dengue. Salienta-se que outras variáveis, tais como índices de coleta e descarte peridomiciliar de resíduos sólidos, também podem estar associadas com os desfechos estudados. No entanto, essas variáveis ainda não são coletadas e disponibilizadas cotidianamente no país.

Estudos específicos e localizados, como os realizados em uma comunidade de Fortaleza, no Ceará (7), e na comunidade de Pau da Lima, Salvador (16), apontam os resíduos sólidos descartados irregularmente e encontrados na área peridomiciliar como os principais causadores de doenças como a dengue. Em estudo realizado na Rocinha, no Rio de Janeiro, concluiu-se que o risco sanitário e ambiental ao qual a população está exposta deve receber atenção prioritária. Essa demanda não se restringe apenas a grupos de moradores, mas ao direito a uma cidade sustentável, oficial, inclusiva, igualitária e participativa (9).

O primeiro modelo multivariado ainda apontou que a variável “coeficiente de Gini” tem relação direta com os índices de dengue somados dos anos de 2007 a 2016. Já a variável

“percentual de vulneráveis à pobreza” apresentou relação inversa com os índices de dengue somados dos anos de 2007 a 2016. Portanto, pode-se sugerir que a desigualdade de renda se associou a maior desigualdade de acesso a serviços de saneamento básico, no caso dos resíduos sólidos, conforme modelo estatístico apresentado. Na segunda análise multivariada, a relação foi inversa para o IDHM e para a incidência de Chikungunya. Apontou-se, também, uma associação inversa entre o índice de vulneráveis à pobreza e a dengue.

Os resultados deste artigo diferem daqueles de estudos que constataram ausência de relação entre incidência de dengue e o rendimento financeiro da população (21-23). Por outro lado, outros estudos relataram relação direta entre maiores incidências e melhor poder aquisitivo (24), ou concluíram que as áreas de maior risco ou incidência foram as de baixo rendimento (25-35). Essas discordâncias envolvendo aspectos socioeconômicos devem ser avaliadas considerando o caráter heterogêneo que envolve a transmissão da tríplice epidemia.

Por outro lado, a agregação dos dados, utilizada para identificar a associação espacial entre transmissão da tríplice epidemia e os fatores socioeconômicos e ambientais, também pode ser uma possível explicação para os resultados divergentes encontrados na literatura. Certos autores ponderam que mesmo a análise de unidades de amostra pequenas, como o bairro, pode ser pouco conclusiva, devido a possíveis heterogeneidades internas (32, 33). Portanto, na análise da realidade de cada território, deve-se considerar a variedade de situações que resulta de processos político-sociais que podem modular o processo saúde-doença em cada localidade (34, 35).

**TABELA 3. Modelos de regressão múltipla dos casos de dengue, Zika e Chikungunya em função das variáveis sociais e escore da Fundação Estadual do Meio Ambiente, Minas Gerais, Brasil**

Variáveis <sup>a</sup>	Dengue 2016 <sup>b</sup>						Zika 2016 <sup>b</sup>						Chikungunya 2016 <sup>b</sup>					
	Modelo inicial		Modelo final		Modelo final		Modelo inicial		Modelo final		Modelo inicial		Modelo final		Modelo inicial		Modelo final	
	Coef	EP <sup>c</sup>	P	Coef	EP <sup>c</sup>	P	Coef	EP <sup>c</sup>	P	Coef	EP <sup>c</sup>	P	Coef	EP <sup>c</sup>	P	Coef	EP <sup>c</sup>	P
(Intercepto)	7,024	1,940	<0,001	6,872	0,322	<0,001	-2,709	2,571	0,293	-1,708	0,548	0,002	4,302	2,851	0,133	0,930	0,994	0,350
IDHM	0,270	2,420	0,911	-	-	-	1,242	3,187	0,697	-	-	-	-6,555	3,587	0,069	-4,112	1,394	0,004
Gini	0,188	1,104	0,865	-	-	-	-0,029	1,481	0,985	-	-	-	-1,351	1,825	0,460	-	-	-
Percentual pobreza	-0,015	0,012	0,195	-0,012	0,004	0,002	0,000	0,015	0,977	-	-	-	-0,017	0,019	0,379	-	-	-
Rendimento médio familiar	-0,001	0,001	0,636	-	-	-	0,000	0,002	0,816	-	-	-	-0,001	0,002	0,609	-	-	-
Escore FEAM (resíduos)	-0,026	0,016	0,106	-0,027	0,016	0,100	0,024	0,026	0,368	0,028	0,026	0,277	0,001	0,026	0,958	0,003	0,026	0,902
Alto Médio São Francisco	0,061	0,312	0,844	0,074	0,306	0,810	1,895	0,629	0,003	1,837	0,640	0,004	0,263	0,502	0,601	0,076	0,460	0,869
Alto Paranaíba	0,259	0,344	0,452	0,280	0,339	0,410	-0,434	0,604	0,473	-0,351	0,617	0,570	-0,887	0,429	0,040	-0,923	0,379	0,016
Centro Norte	1,612	0,276	<0,001	1,626	0,270	<0,001	0,371	0,572	0,517	0,387	0,589	0,512	0,244	0,463	0,600	0,226	0,399	0,573
Centro Oeste	0,037	0,300	0,903	0,051	0,297	0,863	-0,327	0,652	0,616	-0,290	0,663	0,662	-0,022	0,536	0,967	0,044	0,515	0,933
Centro Sul	0,495	0,295	0,094	0,499	0,293	0,089	-0,318	0,591	0,590	-0,311	0,604	0,607	-0,574	0,434	0,188	-0,671	0,374	0,075
Mata	0,319	0,279	0,254	0,325	0,277	0,240	-0,252	0,595	0,673	-0,298	0,615	0,628	-0,556	0,421	0,188	-0,604	0,374	0,108
Nordeste	-0,024	0,298	0,935	-0,010	0,294	0,973	0,646	0,608	0,289	0,545	0,613	0,375	-0,314	0,420	0,456	-0,459	0,359	0,203
Noroeste	-0,178	0,529	0,736	-0,155	0,526	0,768	-1,901	0,684	0,006	-1,854	0,688	0,007	-1,198	0,552	0,031	-1,263	0,478	0,009
Norte	-0,237	0,319	0,458	-0,223	0,317	0,481	1,376	0,593	0,021	1,311	0,609	0,032	0,465	0,466	0,320	0,473	0,417	0,258
Rio Doce	0,107	0,287	0,711	0,126	0,282	0,656	1,470	0,586	0,013	1,409	0,595	0,019	0,068	0,453	0,881	-0,014	0,412	0,973
Sul	-1,404	0,284	<0,001	-1,392	0,280	<0,001	-0,551	0,603	0,362	-0,530	0,612	0,387	-0,758	0,416	0,070	-0,818	0,364	0,026
Triângulo	0,163	0,338	0,631	0,180	0,334	0,589	0,355	0,660	0,591	0,433	0,674	0,521	0,538	0,556	0,335	0,488	0,527	0,356
Alto Jequitinhonha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VIF máximo	-	13,57	-	-	1,33	-	-	15,39	-	-	1,21	-	-	16,08	-	-	-	1,39
R <sup>2</sup>	-	19,70%	-	-	20,03%	-	-	23,24%	-	-	23,83%	-	-	14,23%	-	-	-	14,04%

<sup>a</sup> IDHM: índice de desenvolvimento humano municipal; VIF: variance inflation factor; R<sup>2</sup>: coeficiente de regressão.

<sup>b</sup> Coef: coeficiente; EP: erro padrão.

<sup>c</sup> Heterocedasticidade consistente.

**TABELA 4. Modelos de regressão univariada para variáveis associadas a gestão dos resíduos sólidos e incidência da tríplice epidemia, Minas Gerais, Brasil, 2016**

Variável	Dengue 2016 <sup>a</sup>			Zika 2016 <sup>a</sup>			Chikungunya 2016 <sup>a</sup>			Dengue 2007-2016 <sup>a</sup>		
	Coef	EP <sup>b</sup>	P	Coef	EP <sup>b</sup>	P	Coef	EP <sup>b</sup>	P	Coef	EP <sup>b</sup>	P
(Intercepto)	7,194	0,264	<0,001	-1,812	0,337	<0,001	-2,817	0,250	<0,001	8,643	0,209	<0,001
Cobertura da coleta seletiva	-0,012	0,004	0,002	0,003	0,005	0,490	0,004	0,004	0,216	-0,014	0,003	<0,001
(Intercepto)	4,696	0,262	<0,001	-0,482	0,401	0,231	-0,517	0,379	0,174	5,916	0,249	<0,001
Cobertura da coleta de resíduos	0,020	0,003	<0,001	-0,008	0,005	0,086	-0,020	0,004	<0,001	0,021	0,003	<0,001
(Intercepto)	6,388	0,112	<0,001	-1,082	0,169	<0,001	-2,262	0,152	<0,001	7,646	0,108	<0,001
Massa coletada de resíduos por população	-0,166	0,110	0,130	-0,116	0,162	0,475	0,070	0,168	0,677	-0,094	0,105	0,373

<sup>a</sup> Coef: coeficiente; EP: erro padrão.  
<sup>b</sup> Heterocedasticidade consistente.

Os resultados divergentes encontrados podem ser explicados pela complexidade das variáveis determinantes dos agravos e pelas limitações deste estudo: não utilização de outras variáveis (tais como dados populacionais envolvendo compreensão sobre os riscos do vetor *Aedes*, faixa etária, escolaridade, dados microespaciais, locais de acúmulo natural de água), amostra por regional que engloba vários municípios e dados com diferentes anos base que podem conter dados discordantes no ano de 2016. Agrega-se ainda a intensa mobilidade populacional para trabalho, estudo ou lazer, que dificulta a análise das áreas de maior transmissão da tríplice arbovirose, pois o indivíduo pode ser infectado em localidades vizinhas ou distantes, e as bases consultadas não permitiram esse detalhamento. Outro importante viés deste estudo, característico de pesquisas epidemiológicas que utilizam dados secundários decorrentes de notificação de doenças, é a subnotificação. A respeito disso, é importante ressaltar a necessidade da fidelidade nas notificações para conhecimento da realidade local e para viabilizar o estabelecimento de prioridades e a melhoria no planejamento das ações de controle por parte dos gestores em saúde. Erros de diagnóstico, problemas no acesso aos serviços de saúde e frequência de infecções assintomáticas são problemas comumente associados à subnotificação.

Entretanto, o estudo apresenta resultados importantes quanto à existência de uma associação significativa entre gestão de resíduos sólidos e incidência de dengue no primeiro modelo multivariado e nos modelos univariados. Ressalta-se que a associação encontrada não esgota a explicação para a presença de mais casos de dengue em Minas Gerais, mas serve para alertar sobre o papel da gestão de resíduos sólidos, que deve ser incluída nas ações de saúde pública.

As abordagens ecossistêmicas em saúde pública devem ser sempre levadas em consideração no desenvolvimento de metodologias capazes de identificar e agir sobre determinantes sociais e ambientais. A escolha de unidades espaciais de agregação de dados que melhor destaquem processos sociais e ambientais pode permitir a apreensão desses processos em escalas diferentes da divisão político-administrativa para formulação de ações e políticas públicas no enfrentamento das arboviroses. Por fim, ressalta-se a importância de ações organizadas em conjunto com a sociedade, privilegiando outros modelos além dos verticalizados – tais modelos, atualmente adotados pelo poder público, dificultam a participação efetiva da população na elaboração das políticas e, conseqüentemente, no enfrentamento do controle e combate do vetor.

**Contribuição dos autores.** MPGM, JTMQ, JG e LH conceberam a ideia original. MPGM, JTMQ e JG coletaram os dados. Todos os autores analisaram os dados, interpretaram os resultados e escreveram e revisaram o artigo. Todos os autores revisaram e aprovaram a versão final.

**Conflitos de interesse.** Nada declarado pelos autores.

**Financiamento.** Os autores agradecem à Secretaria Estadual de Saúde de Minas Gerais e à FIOTEC pelo gerenciamento de bolsa de pós-doutorado de JTMQ.

**Declaração.** As opiniões expressas no manuscrito são de responsabilidade exclusiva dos autores e não refletem necessariamente a opinião ou política da RPSP/PAJPH ou da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS).

## REFERÊNCIAS

- Honório NA, Nogueira RM, Codeço CT, et al. Spatial evaluation and modeling of Dengue seroprevalence and vector density in Rio de Janeiro, Brazil. *PLoS Negl Trop Dis*. 2009;3(11):e545. Published 2009 Nov 10. doi:10.1371/journal.pntd.0000545
- Alirol E, Getaz L, Stoll B, Chappuis F, Loutan L. Urbanisation and infectious diseases in a globalised world. *Lancet Infect Dis*. 2011;11(2):131–141. doi:10.1016/S1473-3099(10)70223-1
- Nunes MRT, Faria NR, Vasconcelos JM, Glding N, Kraemer MU, Oliveira LE, et al. Emergence and potential for spread of Chikungunya virus in Brazil. *BMC Med* 2015 Apr;13(102):1-11. doi:10.1186/s12916-015-0348-x
- Delmelle E, Hagenlocher M, Kienberger S, Casas I. A spatial model of socioeconomic and environmental determinants of dengue fever in Cali, Colombia. *Acta Trop*. 2016;164:169–176. doi:10.1016/j.actatropica.2016.08.028
- Kienberger S, Hagenlocher M, Delmelle E, Casas I. A WebGIS tool for visualizing and exploring socioeconomic vulnerability to

- dengue fever in Cali, Colombia. *Geospat. Health* 2013;8(1):313-16. doi:10.4081/gh.2013.76
6. Almeida CAP, Silva RM. Análise da ocorrência dos casos de dengue e sua relação com as condições socioambientais em espaços urbanos: os casos de João Pessoa, Cabedelo e Bayeux, no estado da Paraíba – Brasil. *Hygeia- Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde* 2018;14(27): 56 -79.
  7. Wahid B. Current status of dengue virus, poliovirus, and chikungunya virus in Pakistan. *Journal of Medical Virology* 2019;91(10):1725-28. doi:10.1002/jmv.25513
  8. Stewart-Ibarra AM, Muñoz ÁG, Ryan SJ, Borbor MJ, Beltrán E. Spatio temporal clustering, climate periodicity, and social- ecological risk factors for dengue during an outbreak in Machala, Ecuador, in 2010. *BMC Infect Dis* 2014;14:610. doi:10.1186/s12879-014-0610-4
  9. Vilani RM, Machado JS, Rocha ETS. Saneamento, dengue e demandas sociais na maior favela do Estado do Rio de Janeiro: a Rocinha. *Vig Sanit Debate* 2014;(3):18-29.
  10. Castro-Bonilla L, Coronel-Ruiz C, Parra-Alvarez S, Castellanos JE, Porras-Ramírez A, Velandia-Romero ML. Factors Associated with Dengue Virus Infection and Reinfection in Asymptomatic Children in Two Colombian Municipalities. *Am J Trop Med Hyg.* 2018;99(6):1422-1429. doi:10.4269/ajtmh.17-0617.
  11. Lagrotta MT, Silva Wda C, Souza-Santos R. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. *Cad Saude Publica.* 2008;24(1):70-80. doi:10.1590/s0102-311x2008000100007
  12. Corrêa FV, Palhares JM. Aumento de casos de dengue relacionados com fatores climáticos e o meio socioambiental no município de Oiapoque-AP - Brasil: período de 2008 a 2013. *Ciência Geográfica* 2016; 20(1):58-70.
  13. Sommerfeld J, Kroeger A. Eco-bio-social research on dengue in Asia: a multicountry study on ecosystem and community-based approaches for the control of dengue vectors in urban and peri-urban Asia. *Glob Health.* 2012;106(8):428-435. doi:10.1179/20477732.12Y.00000000055.
  14. Sobral MFF, Sobral AIGP. Casos de dengue e coleta de lixo urbano: um estudo na Cidade do Recife, Brasil. *Cienc Saude Colet.* 2019;24(3):1075-1082. doi:10.1590/1413-81232018243.1070201
  15. Zara ALdSA, 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:10.5123/S1679-49742016000200017
  16. Kikuti M, Cunha GM, Paploski IA, Kasper AM, Silva MM, Tavares AS, et al. Spatial distribution of dengue in a Brazilian urban slum setting: Role of socioeconomic gradient in disease risk. *PLoS. Negl. Trop. Dis* 2015;9(7):383-97. doi:10.1371/journal.pntd.0003937
  17. Silva EB, Nóbrega PRC. Dengue: reflexões sobre a incidência da doença no município de Palmares, Pernambuco no pós-enchente (2010, 2011) *J Manag Prim Health Care* 2012;3(2):106-13.
  18. Pan American Health Organization. Dengue and dengue haemorrhagic fever in the Americas: guidelines for prevention and control. Washington, D.C: PAHO; 1997.
  19. World Health Organization. Dengue guidelines for diagnosis, treatment prevention and control. Geneva: WHO; 2009 Disponível em [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44188/1/9789241547871\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44188/1/9789241547871_eng.pdf) Acessado em 11 de outubro de 2019.
  20. Minas Gerais, Secretaria Estadual de Saúde. Boletim Epidemiológico das Doenças Transmitidas pelo *Aedes* Dengue, Chikungunya e Zika, no. 159, semana epidemiológica 51. 2019. Disponível em: [http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Boletim\\_Aedes\\_18.12.2019.pdf](http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/Boletim_Aedes_18.12.2019.pdf) Acessado em 26 de dezembro de 2019.
  21. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira LDA, Vasconcelos P. Dinâmica de circulação do vírus da dengue em uma área metropolitana do Brasil. *Epidemiol Serv Saude* 2003;12(2):87-97.
  22. Mondini A, Chiaravalloti Neto F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. *Rev Saude Publica.* 2007;41(6):923-930. doi:10.1590/s0034-89102007000600006
  23. Pessanha JEM, Caiaffa WT, Kroon EG, Proietti FA. Dengue em três distritos sanitários de Belo Horizonte, Brasil: inquérito soropidemiológico de base populacional, 2006 a 2007. *Rev Panam Salud Publica* 2010;27(4):252-8.
  24. Peruch PC, Souza NO, Guimarães DL, Cortelette NA, Freitas RR, Pancoto JAT. Epidemiological analysis of dengue cases in the city of São Mateus, Espírito Santo. *Brazilian Journal of Production Engineering* 2019;5(3):54-66.
  25. Almeida MCM, Caiaffa WT, Assunção RM, Proietti FA. Spatial vulnerability to dengue in a Brazilian urban area during a 7-year surveillance. *J Urban Health* 2007;84(3):334-45. doi:10.1007/s11524-006-9154-2
  26. Almeida RB, Castro MB. Espacialização da dengue: indicadores socioespaciais e aspectos climáticos no processo saúde-doença. *Raega- O Espaço Geográfico em Análise* 2019;45:200-13. doi:10.5380/raega.v45i1.52530
  27. Leite M. E. Análise da correlação entre dengue e indicadores sociais a partir do SIG. *Hygeia- Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde* 2010;6(11):44-59.
  28. Lucena LC, Souto AA, Lucena LC, Marques TN. Avaliação do perfil epidemiológico dos casos de dengue no município de Porto Nacional, Tocantins. *Revista de Patologia do Tocantins* 2019;6(1):18-23.
  29. Costa JV, Donalísio MR, Silveira LV de A. Spatial distribution of Dengue incidence and socio-environmental conditions in Campinas, São Paulo State, Brazil, 2007. *Cad Saude Pública* 2013;29:1522-32. doi:10.1590/0102-311x00110912
  30. Johansen EC, Carmo RL, Alves LC, Bueno MCD. Environmental and demographic determinants of dengue incidence in Brazil. *Rev Salud Pública* 2018;20(3): 346-51. doi:10.15446/rsap.V20n3.54315
  31. Braga C, Luna CF, Martelli CM, de Souza WV, Cordeiro MT, Alexander N, et al. Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socio-economically distinct areas of Recife, Brazil. *Acta Trop* 2010;113(3):234-40. doi:10.1016/j.actatropica.2009.10.021
  32. Machado JP, Oliveira RM, Souza-Santos R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saude Publica* 2009;25(5):1025-34. doi:10.1590/s0102-311x2009000500009
  33. Seidamed OM, Hassan SA, Soghaier MA, Siam HA, Ahmed FT, Elkarsany MM, et al. Spatial and temporal patterns of dengue transmission along a red sea coastline: a longitudinal entomological and serological survey in port Sudan City. *PLoS Negl Trop Dis* 2012;6(9):e1821. doi:10.1371/journal.pntd.0001821
  34. Flauzino RF, Souza-Santos R, Barcellos C, Gracie R, Magalhães MAFM, Oliveira RM. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais, Niterói, RJ. *Rev Saude Publica* 2009;43(6):1035-43. doi:10.1590/S0034-89102009005000064.
  35. San Pedro A, Souza-Santos R, Sabroza PC, Oliveira RM. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itaípu, região oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica* 2009;25(9):1937-46. doi:10.1590/s0102-311x2009000900008

---

Manuscrito recebido em 19 de junho de 2019. Aceito em versão revisada em 8 de novembro de 2019.



---

## Adequate solid waste management as a protection factor against dengue cases

### ABSTRACT

**Objective.** To investigate whether solid waste management and municipal socioeconomic indicators are associated with incidence rates of dengue, Zika, and Chikungunya in municipalities located in the state of Minas Gerais, Brazil.

**Methods.** This exploratory, quantitative, cross-sectional study included all the 853 municipalities of Minas Gerais. Only secondary data were used, collected and grouped according to planning regions. Independent variables included regular urban solid waste collection, separated waste collection, and urban solid waste mass, in addition to a quality indicator of final waste disposal, municipal human development and Gini indices, monthly *per capita* income, and percentage of population vulnerable to poverty. The factors potentially associated with outcomes – municipal incidence of dengue, Chikungunya, and Zika – were initially selected by univariate analysis, followed by linear regression analysis for the incidence of dengue, Chikungunya, or Zika using the predictors selected through univariate analysis.

**Results.** Solid waste management was not associated with incidence of Zika or Chikungunya. In turn, the incidence of dengue was associated with solid waste management and had a significant inverse association with percent population vulnerable to poverty. A direct association was also observed with Gini index, suggesting that the higher the incidence of dengue from 2007 to 2016, the higher the municipal Gini coefficient and thus social inequality. Selective waste collection was inversely and significantly correlated with dengue cases, suggesting that the lower the coverage by regular separated waste collection, the higher the number of dengue cases.

**Conclusions.** Solid waste management may influence the occurrence of dengue cases, and therefore should be considered in the planning of public health actions.

### Keywords

Dengue; Zika virus; Chikungunya virus; solid waste; Brazil.

---

---

## Gestión adecuada de los residuos sólidos como factor de protección contra los casos de dengue

### RESUMEN

**Objetivo.** Investigar si el manejo de los residuos sólidos y los indicadores socioeconómicos municipales están asociados con las tasas de incidencia de dengue, zika y chikunguña en los municipios del estado de Minas Gerais, Brasil.

**Métodos.** Estudio exploratorio, cuantitativo y transversal que incluyó los 853 municipios de Minas Gerais. Sólo se utilizaron datos secundarios, recopilados y agrupados según las regiones de planificación. Las variables independientes incluyeron la recolección urbana regular de residuos sólidos, la recolección separada de residuos y la masa de residuos sólidos urbanos, además de un indicador de calidad de la eliminación final de desechos, el desarrollo humano municipal y los índices de Gini, el ingreso mensual per cápita y el porcentaje de población vulnerable a la pobreza. Los factores potencialmente asociados con los resultados –incidencia municipal de dengue, zika y chikunguña– se seleccionaron inicialmente mediante un análisis univariado, seguido de un análisis de regresión lineal para la incidencia del dengue, zika o chikunguña utilizando los predictores seleccionados mediante el análisis univariado.

**Resultados.** El manejo de residuos sólidos no se asoció con la incidencia de zika o chikungunya. A su vez, la incidencia del dengue se asoció con un manejo sólido y tuvo una asociación inversa significativa con el porcentaje de población vulnerable a la pobreza. También se observó una asociación directa con el índice de Gini, lo que sugiere que cuanto mayor sea la incidencia del dengue entre 2007 y 2016, mayor será el coeficiente de Gini municipal y, por lo tanto, la desigualdad social. La recolección selectiva de residuos se correlacionó de manera significativa e inversa con los casos de dengue, lo que sugiere que cuanto menor sea la cobertura de la recolección regular selectiva de residuos, mayor será el número de casos de dengue.

**Conclusiones.** La gestión de los residuos sólidos puede influir en la aparición de casos de dengue y, por lo tanto, debe considerarse en la planificación de las medidas de salud pública.

### Palabras clave

Dengue; virus Zika; virus Chikungunya; residuos sólidos; Brasil.

---