

CORRELAÇÃO ENTRE O USO E COBERTURA DE SOLO E INCIDÊNCIA DE DENGUE E CHIKUNGUNYA NO MUNICÍPIO DE QUIRINÓPOLIS, GOIÁS

Nivaldo M. C. Rezende^{1*} (PG - nivaldomcrezende@gmail.com), Pedro R. Giongo¹ (PQ)

¹Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Sudoeste – Sede Quirinópolis. Avenida Brasil, n° 435, Conjunto Hélio Leão, CEP 75862-196, Quirinópolis, Goiás.

Resumo: As patologias da Dengue e Chikungunya tem em comum o mesmo transmissor o *Aedes aegypti*, como responsável por transmitir as doenças que chamamos de Arboviroses. O rápido processo de urbanização e agricultura contribuiu para o desmatamento de áreas e a criação de locais com acúmulo de água favorecendo a proliferação de vetores dessas doenças. Este trabalho objetivou correlacionar os casos confirmados de dengue e Chikungunya com as modificações no uso do solo no município de Quirinópolis, Goiás. O estudo utilizou informações sobre a distribuição dos casos notificados de dengue e Chikungunya, obtidas através de consultas às bases de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), no período de 2019 a 2023. Os dados de uso e cobertura do solo foram obtidos na plataforma de Terra Brasilis, do projeto mapeamento do Brasil –Mapbiomas, que após obtido foram identificadas e quantificadas as classes no software Qgis 3.34. os dados foram exportados para planilhas eletrônicas para cálculo de correlação entre as classes de uso do solo com os casos de dengue e Chikungunya. Para Chikungunya houve uma correlação negativa, com R^2 de 72,6%, ou seja, quanto menor a área com savana, mais casos de Chikungunya. Uso do solo com a soja também apresenta correlação negativa, com R^2 de 72,9%. Para dengue não há correlação estatística significativa, sendo o efeito da intensidade das correlações para dengue como baixo, e/ou possa não ter sido capturado pelo n amostral baixo de apenas 5 anos. As variáveis preditoras do estudo demonstram diferentes padrões de correlação, como as áreas urbanas têm padrão negativo forte associado ao uso do solo com savana, indicando correlação inversa.

Palavras-chave: Mapbiomas. SIG. Arbovirose. Infecção viral. Epidemia.

Introdução

As patologias da Dengue e Chikungunya tem em comum o mesmo transmissor o *Aedes aegypti*, como responsável por transmitir as doenças que chamamos de Arboviroses. O rápido processo de urbanização e agricultura contribuiu para o desmatamento de áreas e a criação de locais com acúmulo de água favorecendo a proliferação de vetores dessas doenças (Gouveia, 1999).

O Sistema de informações Geográficas (SIG) representa uma ferramenta fundamental para a análise da correlação entre dados epidemiológicos e de uso do solo, permitindo avaliar a dinâmica espacial e temporal dessas variáveis que exibem significativas variações em diferentes escalas temporais (Cromley; McLafferty, 2002).

Estudos como o de Martins e Silva (2016) ressaltam o rápido avanço da urbanização e as transformações nas paisagens de Quirinópolis, Goiás, fatores que podem estar diretamente relacionados a propagação de doenças como a dengue e Chikungunya, devido às alterações no ambiente e ao aumento de áreas propícias a

proliferação de doenças virais. O SIG se apresenta como uma ferramenta eficiente na espacialização da ocorrência dessas arboviroses, possibilitando a análise detalhada do padrão de distribuição de doenças e sua correlação com outras variáveis espaciais (Júnior et al, 2023).

Este trabalho teve como objetivo correlacionar os casos confirmados de dengue e Chikungunya com as modificações no uso do solo no município de Quirinópolis, Goiás.

Considerações Metodológicas

O município de Quirinópolis está localizado na região sudoeste do estado de Goiás, com coordenadas geográficas a uma latitude 18° 26' 54" S", longitude 50° 27' 06" W., possui clima tropical sazonal, com duas estações bem definidas: um período chuvoso, que ocorre entre os meses de outubro e março, e uma estação seca entre abril e setembro. A temperatura média anual varia entre 22°C e 24°C, e a precipitação média anual é em torno de 1.500 mm (Alvares et al., 2013).

O estudo utilizou informações sobre a distribuição dos casos notificados de dengue e Chikungunya, obtidas através de consultas às bases de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN, 2024) e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS, 2024), no período de 2019 a 2023.

Para os dados de cobertura do solo, foi utilizada a coleção 9 do MapBiomas (Mapbiomas 2024), sendo reclassificado no nível 3 da mesma, em 6 classes (Formação Florestal, Formação Savânica, Pastagem, Cana, Soja e Área Urbanizada). Após o download dos dados foram processados no software Qgis 3.34, e exportados os valores de área das classes para planilhas eletrônicas.

Para análise estatística de dados, inicialmente conduzimos análise de estatística descritiva e teste de normalidade para todas as 8 variáveis quantitativas utilizadas no estudo (Krzywinski & Altman 2013). Utilizou-se o teste de *qui-quadrado* para testar se as frequências de casos que diferiam significativamente entre os anos (McHugh 2013). Em seguida foi gerado as matrizes de correlação de spearman (Genest et al. 2013) para investigar o padrão de correlação entre as variáveis do estudo. E por fim, obtenção dos modelos regressivos (Altman & Krzywinski 2015) tendo como variáveis resposta número de casos, de dengue, e de Chikungunya. As

análises foram conduzidas no software R 4.4.1, com uso dos pacotes corrplot, readxl, dplyr e ggplot2.

Resultados e Discussão

Por meio da Tabela 1, é apresentada os valores da estatística descritiva para os casos de dengue e Chikungunya, e das classes de uso e cobertura do solo no período de 2019 a 2023.

Tabela 1. Estatísticas descritivas para as variáveis do estudo.

Estatísticas Descritivas para as variáveis do estudo					
Variável	Anos	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Dengue	5	1532	621	3988	1396
Chikungunya	5	16	2	57	24
Floresta (km ²)	5	457,64	452,92	462,5	450
Savana (km ²)	5	120,81	103,26	136,24	126,8
Pastagem (km ²)	5	123,83	112,28	133,54	841,8
Cana (km ²)	5	803,23	731,82	852,07	476,2
Soja (km ²)	5	370,37	351,04	391,61	161,7
Area Urbanizada (km ²)	5	165,98	158,99	173,53	542,3

A Figura 1a demonstra a dinâmica dos casos de dengue por ano, de 2019 a 2023. Notamos um aumento muito considerável no ano de 2022 em comparação com os demais anos ($p < 0.0001$). Já Chikungunya menor número de casos em comparação com dengue, e um pico no ano de 2023 (Figura 1b).

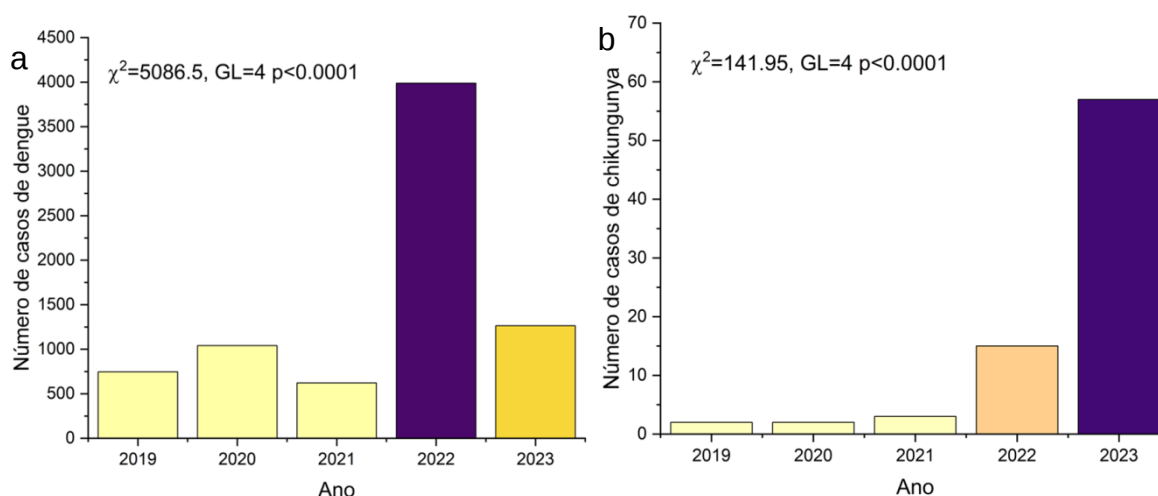


Figura 1. Número de casos de dengue (a) e Chikungunya (b) por ano, no período de 2019 a 2023 em Quirinópolis, GO.

χ^2 : qui-quadrado, GL: grau de liberdade, p : valor de p .

Segundo o teste de normalidade de Shapiro Wilk, ao testar a normalidade das variáveis do estudo, as duas variáveis resposta, número de casos de dengue, e número de casos de Chikungunya, não seguiram normalidade ($p<0.01$), para as demais variáveis sim. Assim, as variáveis de área dos usos do solo como formações vegetais, área urbanizada, soja e cana, conduzimos uma análise de correlação de Spearman entre tais variáveis e o número de casos de dengue e Chikungunya (Figura 2). Encontramos correlações significativas fortes entre as variáveis preditoras, e alguma correlações significativas para os casos de Chikungunya e as variáveis preditoras. Para dengue, não encontramos correlações significativas para as variáveis preditoras. Dado o pequeno n amostral, de apenas 5 anos, é possível que a intensidade do efeito dessa correlação, caso exista na natureza, não tenha sido capturada pelo tamanho da amostra (Serdar 2021).

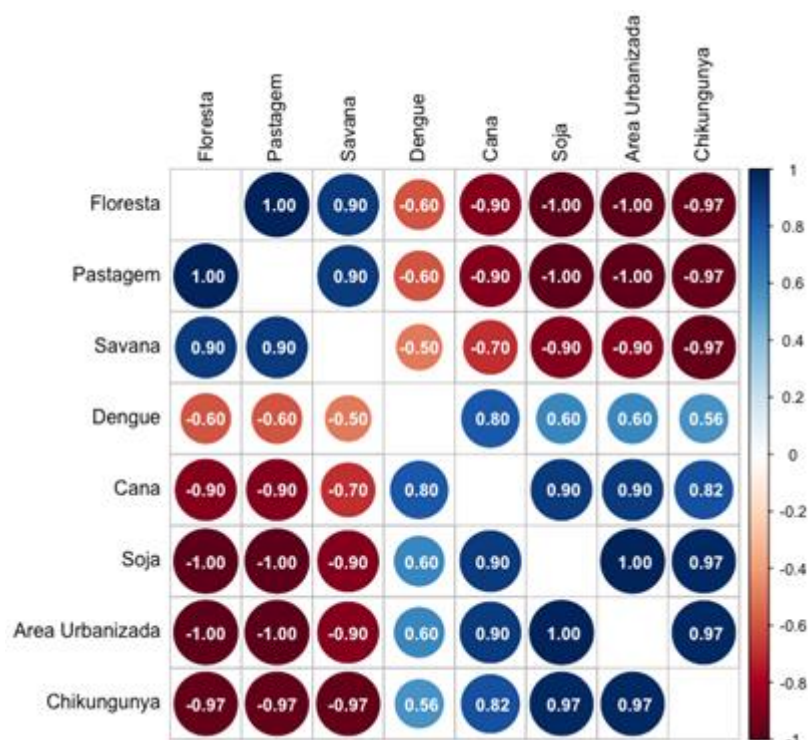


Figura 2. Matriz de correlação de Spearman entre Dengue e Chikungunya e as classes de uso do solo, em Quirinópolis, GO

Nota-se que os casos de dengue têm correlação negativa com os usos de área por floresta, pastagem e savana, e correlação positiva com as demais (Figura 2). No entanto, as correlações para dengue não apresentam significância estatística (todas com p acima de 0.05) (Tabela 2). As demais correlações são estatisticamente significativas ($p < 0.05$).

Tabela 2. Correlação entre Dengue e as demais variáveis do estudo

Correlação de Spearman				
	Anos	Rhô de Spearman	t(N-2)	p
Dengue & Chikungunya	5	0,564	1,18	0,322
Dengue & Floresta	5	-0,600	-1,30	0,285
Dengue & Savana	5	-0,500	-1,00	0,391
Dengue & Pastagem	5	-0,600	-1,30	0,285
Dengue & Cana	5	0,800	2,31	0,104
Dengue & Soja	5	0,600	1,30	0,285
Dengue & Area Urbanizada	5	0,600	1,30	0,285

t: Graus de liberdade do test t, p : valor de p .

Pensando em um modelo regressivo tendo como variável resposta a dengue, e em outro modelo tendo como variável resposta Chikungunya, nota-se que as variáveis preditoras são fortemente correlacionadas entre si, todas com coeficiente de correlação acima de 0.8 em módulo, ou seja, usar todas essas variáveis ao mesmo tempo em uma regressão, gera o problema de multicolinearidade no modelo regressivo. Portanto, foram geradas as regressões individuais, ao invés de uma única regressão múltipla, com as diferentes variáveis preditoras, e utilizamos o critério de Akaike (AIC) para definir o melhor deles.

Para casos de dengue, nenhuma das variáveis preditoras foi estatisticamente significativa (Tabela 2). Já para Chikungunya, as regressões foram significativas para Pastagem, Savana e Soja, sendo o modelo para Pastagem o de melhor R^2 (0.763) e menor AIC (43.5) (Tabela 3).

Tabela 3. Modelos de regressão linear predizendo Dengue com as classes de uso do solo em Quirinópolis, GO.

Variável Preditora	Beta	95% CI	<i>p</i>	R^2	AIC
Floresta	0,00	0,00; 0,00	0,3	0,386	89,0
Pastagem	0,00	0,00; 0,00	0,5	0,181	90,5
Savana	0,00	0,00; 0,00	0,7	0,06	91,1
Cana	0,00	0,00; 0,00	0,3	0,312	89,6
Soja	0,00	0,00; 0,00	0,4	0,246	90,1
Area Urbanizada	0,00	0,00; 0,01	0,6	0,100	91,0
Chikungunya	7,3	-100;115	0,8	0,01	91,4

Tabela 4. Modelos de regressão linear predizendo Chikungunya com as classes de uso do solo em Quirinópolis, GO.

Variável Preditora	Beta	95% CI	<i>p</i>	R^2	AIC
Floresta	$-3,8 \times 10^{-6}$	0,00; 0,00	0,1	0,550	46,7
Pastagem	$-2,4 \times 10^{-7}$	0,00; 0,00	0,025	0,763	43,5
Savana	$-2,4 \times 10^{-5}$	0,00; 0,00	0,032	0,726	44,3
Cana	$-2,4 \times 10^{-7}$	0,00; 0,00	0,1	0,495	47,3

Soja	$-1,2 \times 10^{-6}$	0,00; 0,00	0,031	0,729	44,2
Area Urbanizada	$-3,8 \times 10^{-5}$	0,00; 0,01	0,31	0,739	44,0
Dengue	0,002	-0,03;0,03	0,4	0,015	50,6

Beta: Coeficiente de regressão, CI: Limite inferior e limite superior do intervalo de confiança com 95% de confiança, p: valor de p, R²: Coeficiente de determinação, AIC: Critério de informação de Akaike.

Considerações Finais

Há correlação negativa entre savana e número de casos de Chikungunya. Encontramos essa relação negativa, com R² de 72,6%, ou seja, quanto menos savana, mais casos de Chikungunya. O uso do solo com a soja também demonstrou correlação negativa, com R² de 72,9%.

Para dengue não houve correlação estatística significativa, tendo menor efeito da intensidade das correlações para dengue, ou devido ao *n* amostral baixo.

As variáveis preditoras do estudo demonstram diferentes padrões de correlação, como as áreas urbanas têm padrão negativo forte associado ao uso do solo com savana, indicando correlação inversa.

Ainda que em uma janela temporal de 5 anos, é possível encontrar padrões de associação entre áreas vegetais, área urbanizada, e áreas de exploração agrícola, com número de casos de dengue e Chikungunya, o que pode ser muito útil na construção de modelos preditivos que podem auxiliar no manejo destas doenças.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

Altman, N., Krzywinski, M. Simple linear regression. **Nat Methods** v. 12, p. 999 – 1000. 2015. <https://doi.org/10.1038/nmeth.3627>. Acesso em: 09 out. 2024.

Alvares C. A., Stape J. L., Sentelhas P. C., De Moraes Gonçalves J. L. & Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Zeitschrift** v.22, p. 711–728. 2013. Acesso em: 05 out. 2024.

Barbier EB. Habitat loss and the risk of disease outbreak. **J Environ Econ Manage**. Jul. 2021. doi: 10.1016/j.jeem.2021.102451. Acesso em: 09 out. 2024.

Cromley, E.K.; MC Lafferty, S.L. GIS and public health. **Guilford Press**, New York, 2002. Acesso em: 09 out. 2024.

DATASUS. Data SUS Tecnologia da Informação a serviço do SUS. **Notificações Registradas no Sistema de Informações de Agravos de Notificação – Brasil**. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: 01 out. 2024.

Genest, Christian, Johanna G. Nešlehová, Bruno Rémillard. On the estimation of Spearman's rho and related tests of independence for possibly discontinuous multivariate data. **Journal of Multivariate Analysis**, v.117, 2013, p. 214-228. Acesso em: 09 out. 2024

Gouveia N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde Soc**. v.8, p. 49-61. 1999. Acesso em: 06 out. 2024.

Júnior, M. A.P, Giongo, P. R., Cardoso, R. L., Coelho, K. O., Ponciano, I. de M., Corioletti, N. S. D., de Oliveira, M. S., & Backes, C. (2023). Sistema de informação geográfico aplicado na espacialização de ocorrência de dengue em São Luís de Montes Belos-GO. **Caderno Pedagógico**, 21(1), 98–118. <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n1-006>. Acesso em: 14 out. 2024.

Krzywinski, M., Altman, N. Significance, P values and t-tests. **Nat Methods** v.10, p. 1041–1042. 2013. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2698> .Acesso em: 09 out. 2024.

MapBiomas. Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/map/colecao-9/>. Acesso em: 01 out. 2024.

Martins, B, A; Silva, L, G. O agronegócio e as transformações socioespaciais no município de Quirinópolis/Goiás, Brasil. **Revista de Geografia da UEG**, 2016. Disponível em: www.revista.ueg.br/index.php/elisee/article/view/7241/5048&ved=2ahUKEwi36Jvy2PyIAxUzqpUCHY-oFh0QFnoECBYQAQ&usg=AOvVaw1g-EzONBhCszFLeC6zaOvv. Acesso em 07 out. 2024.

McHugh ML. The chi-square test of independence. **Biochem Med (Zagreb)**. doi: 10.11613/bm. 2013. Acesso em: 09 out. 2024.

SINAN. Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN. Ministério da Saúde. **SINAN Dengue/Chikungunya**. Disponível em: <http://portalsinan.saude.gov.br/sinan-dengue-chikungunya>. Acesso em: 01 out. 2024.