

**ÍNDICE ESTEGÔMICO MODIFICADO CRÍTICO: NOVO CRITÉRIO DE
DECISÃO PARA AÇÕES DE MONITORAMENTO E CONTROLE VETORIAL DE
*Aedes Aegypti***

MODIFIED ESTEGOMIA INDEX CRITICAL: NEW DECISION CRITERION FOR THE
MONITORING AND VECTOR CONTROL ACTIONS OF *Aedes Aegypti*

MODIFICADO ESTEGOMIA INDEX CRITICAL: NUEVO CRITERION DECISION
PARA EL CONTROL Y LAS MEDIDAS DE CONTROL DEL VECTOR DE *Aedes*
Aegypti

PAIVA JÚNIOR, Edmar Franco¹

VAZ, Tânia da Silva^{1*}

ROSA, Marcello^{1**}

GARCIA, Ivana Lúcia Borges e^{1***}

1. Secretaria Estadual de Saúde de Goiás, Superintendência de Vigilância em Saúde, Coordenação de Vigilância e Controle Ambiental de Vetores, Goiânia-GO, Brasil. Endereço para correspondência:

Edmar Franco de Paiva Júnior – Avenida 136, Qd. F44 Lts 22 e 24. Ed. Cesar Sebba. Setor Sul. Goiânia-GO, Brasil. CEP: 74093250 - E-mail: edmar.junior@saude.go.gov.br

* ttaniavaz@gmail.com

** marcello.rosa@saude.go.gov.br

***ivana.garcia@saude.go.gov.br

RESUMO: Objetivo: Desenvolver, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas – SIG e a luz da estatística espacial, um novo índice de adulto de *Aedes aegypti* vinculado a patamares epidemiológicos intramunicipais, para monitoramento e direcionamento modular das ações de controle desse vetor. **Métodos:** Efetuou-se monitoramento entomológico, de fêmeas de *Aedes aegypti*, utilizando-se armadilhas Adultrap[®] semanalmente, em 287 áreas preestabelecidas em Morrinhos-GO. Calculou-se o Índice Estegômico Modificado para Adultos, ISA. Utilizou-se a regressão espacial temporal para relacionar ISA e Notificações de Casos de Dengue. **Resultados:** Houve dependência espacial das ocorrências de dengue avaliado pelo Índice Global de Moran. O ISAc variou nas 287 áreas entre 4,8 fêmeas/1000 hab. e 43,9 fêmeas/1000 hab.. **Conclusão:** Foi proposto um novo indicador, o Índice Estegômico Modificado Crítico - ISAc. Sua adoção prevê diferentes gatilhos para ações de

controle. Esse modelo é posto como alternativa aos programas vigentes, representando patamares operacionais, com significância epidemiológica e simplicidade operacional para as ações de vigilância e controle ambiental dos vetores do complexo *Aedes*.

Palavras-Chave: Índice Estegômico Modificado, análise espacial, *Aedes aegypti*.

ABSTRACT: Objective: To develop, in a Geographic Information Systems (GIS) environment and in the light of spatial statistics, a new *Aedes aegypti* adult index linked to intramunicipal epidemiological levels for monitoring and modulating the control actions of this vector. **Methods:** Entomological monitoring of *Aedes aegypti* females was performed using Adultrap® traps weekly, in 287 pre-established areas in Morrinhos-GO. The Modified Adult Staged Index, ISA, was calculated. We used temporal spatial regression to correlate ISA and Dengue Case Reports. **Results:** There was spatial dependence of dengue occurrences evaluated by the Moran Global Index. The ISAc varied in the 287 areas between 4.8 females / 1000 hab. and 43.9 females / 1000 hab.. **Conclusion:** A new indicator was proposed, the Critical Modified Statistical Index - ISAc. Its adoption provides for different triggers for control actions. This model is an alternative to current programs, representing operational levels, with epidemiological significance and operational simplicity for the surveillance and environmental control actions of *Aedes* complex vectors.

Keywords: Modified Estegomic Index, spatial analysis, *Aedes aegypti*.

RESUMEN: Objetivo: Desarrollar, en ambiente de Sistemas de Información Geográfica - SIG y la luz de la estadística espacial, un nuevo índice de adulto de *Aedes aegypti* vinculado a niveles epidemiológicos intramunicipales, para monitoreo y dirección modular de las acciones de control de ese vector. **Métodos:** Se realizaron monitoreo entomológico, de hembras de *Aedes aegypti*, utilizando trampas Adultrap® semanalmente, en 287 áreas preestablecidas en Morrinhos-GO. Se calculó el Índice Estegómico Modificado para Adultos, ISA. Se utilizó la regresión espacial temporal para relacionar ISA y notificaciones de casos de dengue. **Resultados:** Hubo dependencia espacial de las ocurrencias de dengue evaluado por el Índice Global de Moran. El ISA varió en las 287 áreas entre 4,8 hembras / 1000 hab. y 43,9 hembras

Paiva Júnior EF, Vaz TS, Rosa M, Garcia IL. Índice Estegômico Modificado Crítico: Novo critério de decisão para ações de monitoramento e controle vetorial de *Aedes Aegypti*. Rev Cient Esc Estadual Saúde Pública Goiás "Cândido Santiago" 2019;5(3):20-37.

/ 1000 hab. **Conclusión:** Se propuso un nuevo indicador, el Índice Estegómico Modificado Crítico - ISAc. Su adopción prevé diferentes disparadores para acciones de control. Este modelo es puesto como alternativa a los programas vigentes, representando patrones operativos, con significancia epidemiológica y simplicidad operacional para las acciones de vigilancia y control ambiental de los vectores del complejo *Aedes*.

Palabras clave: Índice Estegómico Modificado, análisis espacial, *Aedes aegypti*.

INTRODUÇÃO

O controle vetorial é um eixo do Programa Nacional de Combate à Dengue no Brasil e, considerando o volume de recurso financeiro investido, é um dos mais importantes do país¹. Suas características marcantes são os comandos para controle sistemático da fase larvária e, em períodos de transmissão de dengue, da fase alada de *Aedes aegypti*. Com modelo de trabalho centralizado, militarizado e dotado de forte viés disciplinar foi eficaz nas décadas de 1950 e 1960. Foi registrada, à época, a erradicação do vetor no território nacional¹⁻³. Entretanto, o processo de municipalização das ações de vigilância ambiental, no âmbito do Sistema Único de Saúde, introduziu importantes mudanças estruturais. Atualmente a sistemática de controle de vetores guarda apenas traços de seus atributos originais e tem indicado insuficiência dos métodos tradicionais para o controle de *Aedes*².

Desde então, o Brasil passou por profundas modificações sociais, urbanas e demográficas, acompanhadas por um processo dinâmico e complexo de antropização de *Aedes aegypti*, que se adaptou amplamente a criadouros artificiais. Contudo, a estratégia *campanhista* continua vigente e a necessidade de sua revisão tem sido sistematicamente apontada⁴⁻¹⁰.

Um dos pilares do programa de controle vetorial nacional é o monitoramento entomológico, cujas técnicas remontam aos primórdios da década de 1960 e perdura até os dias atuais. Baseia-se em índices obtidos pela identificação da fase imatura do vetor, predominantemente de larvas. Esse modelo pressupõe a imprescindível capacidade do agente de saúde no

reconhecimento e mensuração da produtividade dos focos nos domicílios além da dependência permissiva do morador.

Entretanto, são inúmeras evidências que põe em xeque, indicadores assim obtidos, como ferramenta de monitoramento e força motriz das ações de controle. A nova dinâmica social das cidades, os problemas de saneamento básico e de manipulação e destinação dos resíduos sólidos tornam o ambiente urbano extremamente complexo, heterogêneo e favorável à prevalência do vetor. Os focos tradicionais, cuja metodologia se ancorou historicamente, provavelmente foram, pelo menos em parte, substituídos em um novo contexto de uso e ocupação do solo brasileiro.

Gomes¹¹ aponta ainda outros inconvenientes de se estruturar o monitoramento exclusivamente na fase imatura do vetor. Segundo esses autores a praticidade dos índices larvários escolhidos para medir o impacto das ações sobre esse vetor, calculados a partir de domicílios, não vem atendendo a esse princípio, tampouco à predição de epidemias: seus limites, de 1,0%, para o índice de infestação predial (IIP) ou de 5 para o índice de Breteau, não são indicadores precisos para nortear o sucesso do controle empregado ou garantir a interrupção da transmissão da doença. Adicionam ainda que criadouros na residência têm caráter focal diferente para o adulto que se dispersa; portanto, a primeira informação subestima a dimensão da infestação de uma área urbana.

Alternativas entomológicas para vigilância de *Aedes aegypti* são fartas. O monitoramento da forma alada do vetor, com uso de armadilhas de captura, pode produzir índices mais representativos da área mensurada¹¹⁻¹³. Esses trabalhos também apontam vantagens de dispositivos de captura como possibilidade de inserção em programas de monitoramento, com maior sensibilidade entomológica, especialmente em período seco e menor invasividade amostral.

A tendência restritiva para adesão de novos métodos de vigilância para *Aedes aegypti* foi relatada há mais de 20 anos, sugerindo a necessidade de romper a barreira entre os índices larvários e de adultos¹¹. Essa discussão ganhou notoriedade com a publicação da Nota

Técnica nº 03/2014 do Instituto Oswaldo Cruz. Foi notável a performance superior das armadilhas de alados testadas frente aos índices larvários.

Todavia, a inserção operacional de dispositivos de captura de alados de *Aedes aegypti* nos programas oficiais de vigilância entomológica ainda carece de validação. Significância epidemiológica dos índices produzidos e modulação de protocolos de controle exequíveis e gradativo são fundamentais e necessários. A escolha do indicador que reflita um estado de transmissão deve contemplar a condição de reprodutividade, representatividade, simplicidade operacional e custo-benefício compatível. O emprego do indicador de transmissão, a partir do índice, tem sido um recurso rotineiramente usado; contudo, as imprecisões neles assinaladas deixam dúvidas quanto ao momento de desencadeamento das ações preventivas¹¹.

Ainda são escassos os trabalhos que correlacionam níveis vetoriais e indicadores de transmissão de dengue na perspectiva operacional. Soneghet¹⁵ encontrou correlação positiva e significativa entre índice larvário e casos de dengue tendo como escala de detalhamento o município. Gomes¹² principiou as discussões sobre significância epidemiológica dos índices de adultos produzidos. Naquela ocasião, propôs o Índice Estegômico Modificado para adultos – ISA (nº fêmeas capturadas por 1000 habitantes). Mesmo sem a devida tratativa estatística, que fugia dos objetivos precípuos daquela pesquisa, observaram a ocorrência de notificações em áreas com (ISA) acima de 25 fêmeas para 1000 habitantes.

O modelo institucional vigente de estratificação de risco e planejamento das ações de controle não conseguiu romper a barreira entre a análise tabular e a espacial. É necessário considerar os efeitos de proximidade, dependência e padrão espacial das determinantes de dengue para completa compreensão desses fenômenos. A consciência dos problemas causados pela estrutura e dependência espacial não são recentes, sendo relatados por Student em 1914¹⁶. Entretanto, o desenvolvimento de índices que detectam a presença da autocorrelação espacial surgiu apenas em 1948 (Moran), 1949 (Krishna), 1954 (Geary) e 1968 (Dacey). O estudo dos efeitos da dependência espacial é reconhecido em várias áreas do conhecimento como geologia, ecologia, biologia, epidemiologia, sociologia, demografia e antropologia¹⁶.

A utilização de técnicas de análise espacial, viabilizada com advento dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG, para avaliação da distribuição de vetores e das doenças por eles transmitidas, aumentou nos últimos anos, proporcionando ferramentas importantes para vigilância e controle. A sua maior vantagem está em tratar o município como composto de várias realidades, merecendo abordagens distintas, ao contrário do que se tem visto, onde as propostas de ação podem diferenciar-se segundo os municípios, mas sempre uniformes dentro deles⁹. Os SIG, do modo com vêm sendo utilizados, têm proporcionado apenas uma exposição visual de sua ocorrência, mas poderiam ser úteis para a confirmação da existência de agrupamento de casos ou de correlação espacial¹⁹.

O objetivo desse trabalho é desenvolver, em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas – SIG e a luz da estatística espacial, um novo índice de adulto de *Aedes aegypti* vinculado a patamares epidemiológicos intramunicipais, para monitoramento e direcionamento modular das ações de controle desse vetor.

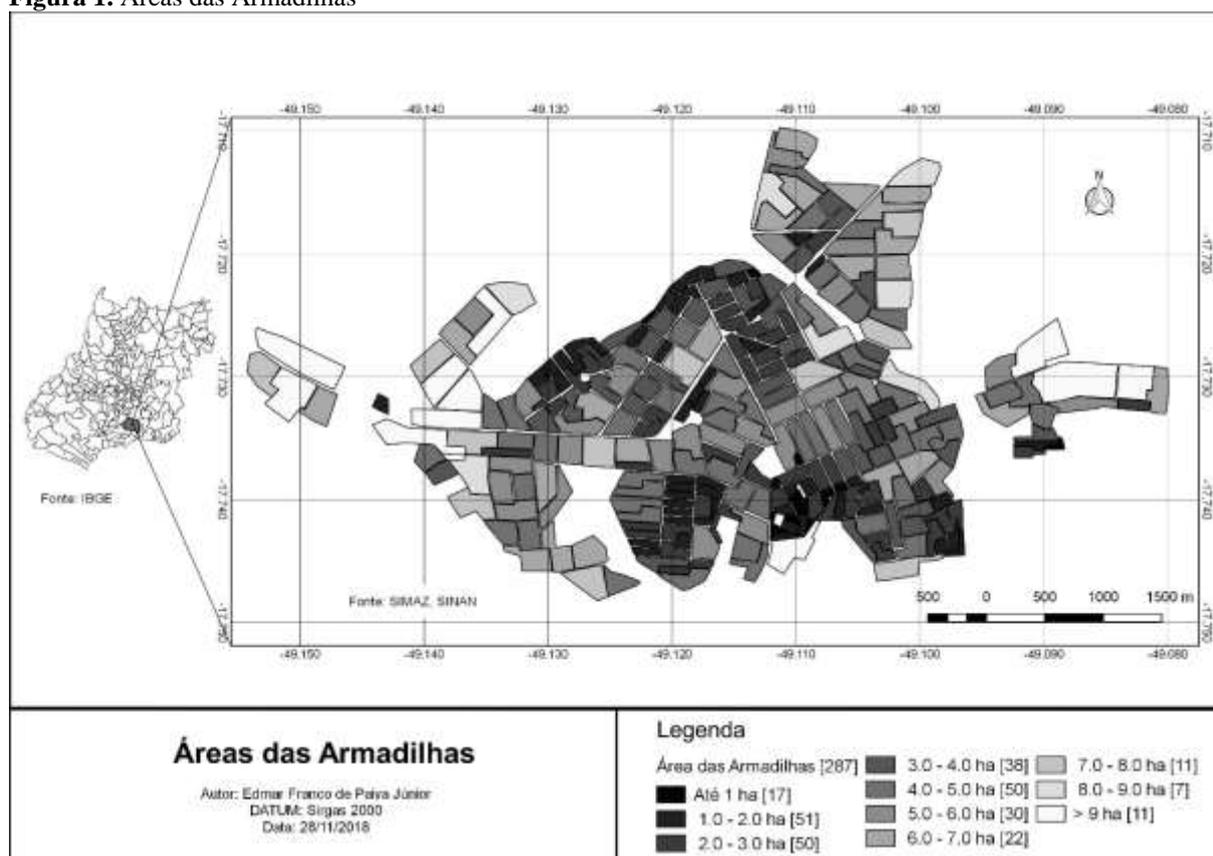
Metodologia

Realizou-se pesquisa ecológica entre as semanas epidemiológicas 12 e 27 de 2018, em Morrinhos - GO. Trata-se de um município da região sul do estado de Goiás e com população estimada para 2018 em 45.716 habitantes¹⁷. A malha urbana municipal é composta por 1.228 quadras e aproximadamente 21.000 edificações. O índice de infestação larvário foi de 0,25%, 0,57%, 0,26%, 0,22% e 0,10% nos cinco primeiros meses de 2018¹⁸. Ocorreram 344, 79 e 724 notificações de casos de Dengue em 2016, 2017 e 2018 respectivamente¹⁹.

Efetuuou-se monitoramento entomológico com a armadilha para captura de fêmeas de *Aedes aegypti* Adultrap[®]. Descrição detalhada desta pode ser encontrada em Donatti e Gomes¹³. As notificações de dengue foram obtidas através do Boletim Epidemiológico da Dengue de Goiás¹⁹. O *shapefile* das quadras urbanas, com a respectiva tabela de atributos, foi importado do SIMAZ (Sistema Integrado de Monitoramento Aedes Zero) para análise espacial em ambiente SIG.

A distribuição das armadilhas em campo foi conforme estratificação proposta por Paiva Júnior²⁰, utilizando arranjos mais densos em áreas com Índice de Deslocamento da Fêmea de *Aedes* – IDFAedes mais favoráveis à permanência da fêmea de *Aedes aegypti*. As 1.228 quadras foram divididas em 287 unidades de agregação denominadas Área da Armadilha – AA. Cada AA passou a ser um espaço de vigilância fixo, sede de peculiar perfil de interação entre densidade populacional, histórico de focos do vetor *Aedes aegypti* e padrão epidemiológico. Cada AA foi anfitriã de uma unidade de Adultrap®, variando de 1 a 5 quadras conforme IDF *Aedes*²⁰ e sua localização e dimensão em hectares pode ser verificada na Figura 1.

Figura 1. Áreas das Armadilhas



Avaliou-se perfis dos moradores em cada AA quanto ao engajamento no projeto mediante triagens e entrevistas realizadas pelos agentes de saúde e selecionou-se 287 imóveis que

hospedaram inicialmente os dispositivos de captura além de outros com potencial para suplência. A Adultrap[®] foi preenchida com água de torneira, instalada sempre no peridomicílio, predominantemente suspensa e altura preferencial de 80 cm, e em locais abrigados de extremos de temperatura, insolação, produtos químicos ou equivalentes que produzam fortes odores repulsivos. Padrão de instalação semelhante foi sugerido por Gomes¹¹.

As Adultrap[®] foram inspecionadas semanalmente, ocasião em que computou-se também a quantidade de fêmeas de *Aedes aegypti*. Higienizou-se, trocou-se a água e rotacionou-se esses dispositivos dentro do imóvel sempre que as condições domiciliares permitiam. Cada imóvel hospedou a armadilha por no máximo 4 inspeções sequenciais, ocasião em que foi modificada para imóveis reserva dentro de cada AA no intuito de conferir maior representatividade e identidade entomológica. Com esse conjunto de estratégias buscou-se proporcionar ao banco de dados geográficos sincronia espaço temporal entre os fatores sob monitoramento como premissa basilar para o estabelecimento de índices de decisão vetorial com representatividade epidemiológica.

Calculou-se semanalmente (semanas 12 a 27) o Índice Estegômico Modificado para Adultos, ISA, conforme proposto por Gomes¹¹ para cada unidade de agregação deste trabalho - AA. A técnica estatística utilizada para relacionar ISA e Notificações de Casos de Dengue foi regressão espacial temporal. O modelo genérico pode ser representado pela Equação 1.

$$\text{Equação 1. } NOT = \rho WY + b ISA + \varepsilon$$

NOT = Notificações de Dengue na AA

ρ = Coeficiente espacial autoregressivo

WY = Matriz de proximidade espacial

b = Coeficiente de regressão linear

ISA = Índice Estegômico Modificado

$\varepsilon = \text{erro não modelado}$

A aferição de correlação espacial da variável NOT (notificações de dengue) foi realizada através do Índice Global de Moran – IGM, haja vista que tal condição é imprescindível na abordagem da estatística espacial. Análises semelhantes foram por realizadas por Machado²¹ e são recomendadas por Câmara²². Utilizou-se o software *GeoDa*[®] 1.12.1.59 e matriz de vizinhança com distância de 300m para o cálculo do IGM. Realizou-se o teste de pseudo-significância computado sobre 999 permutações aleatórias na avaliação da significância do IGM.

Foi gerada, com o mesmo software, a análise de regressão espacial com os modelos *Classical*, *Spatial Lag Model* e *Spatial Error*. A comparação entre modelos foi feita segundo o Critério de Informação de Akaike – AIC. Nessa avaliação, o modelo que apresentar menor valor de AIC possui melhor poder preditivo²⁴. Exportou-se a matriz de proximidade de cada AA juntamente com os demais coeficientes do modelo para ambiente tabular e calculou-se, no Software Excel[®] 2013, para cada unidade de agregação o *ISAcritico*, índice proposto nesse trabalho. Sua fórmula de cálculo deriva da Equação 1, assumindo o argumento *NOT* como sendo 1 para todas unidades de agregação e pode ser vista na Equação 2:

$$\text{Equação 2. } ISAcritico = \frac{1 - \rho WY}{b}$$

ISAcritico = ISA equivalente a 1 unidade de NOT na AA

ρ = Coeficiente espacial autoregressivo

WY = Média de NOT dos vizinhos da AA conforme matriz de vizinhança

b = Coeficiente de regressão linear

RESULTADOS

Figura 2. Análise exploratória utilizada na modelagem da estatística espacial.

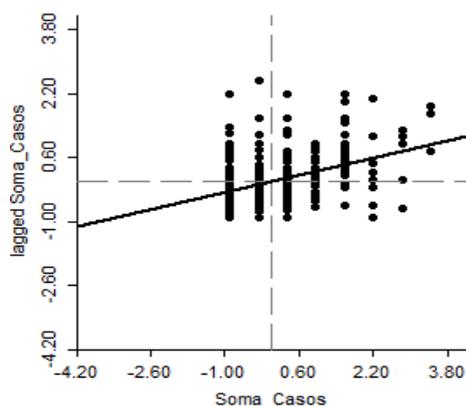


Figura 2.1 Diagrama de Espalhamento de Moran para a variável Notificações de Dengue



Figura 2.2 Lisa Map (Local Indicators of Spatial Association) para variável Notificações de Dengue

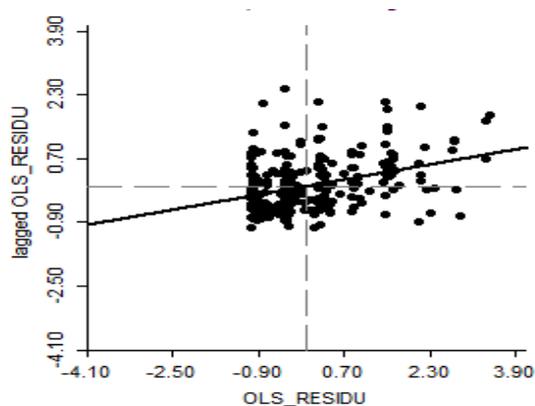


Figura 2.3 Diagrama de Espalhamento de Moran para os erros não modelados



Figura 2.4 Lisa Map (Local Indicators of Spatial Association) para os resíduos

A Figura 2 traz os resultados de análise exploratória.

O Índice Global de Moran - IGM foi de 0,263 e 0,238 para as notificações de dengue e resíduos respectivamente. Ambos foram significativos com pseudo p-value de 0,001 no teste de pseudo-significância computado sobre 999 permutações aleatórias. A comparação entre modelos *Classical*, *SpatialLagModel* e *SpatialError* estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos dos modelos de regressão utilizados

Modelo de Regressão	Critério de Informação de Akaike (AIC)	R ² (Coeficiente de Determinação)
Regressão Clássica	1082,83	0,03
SpatialLag (SAR)	1053,33	0,16
SpatialError (CAR)	1055,02	0,15

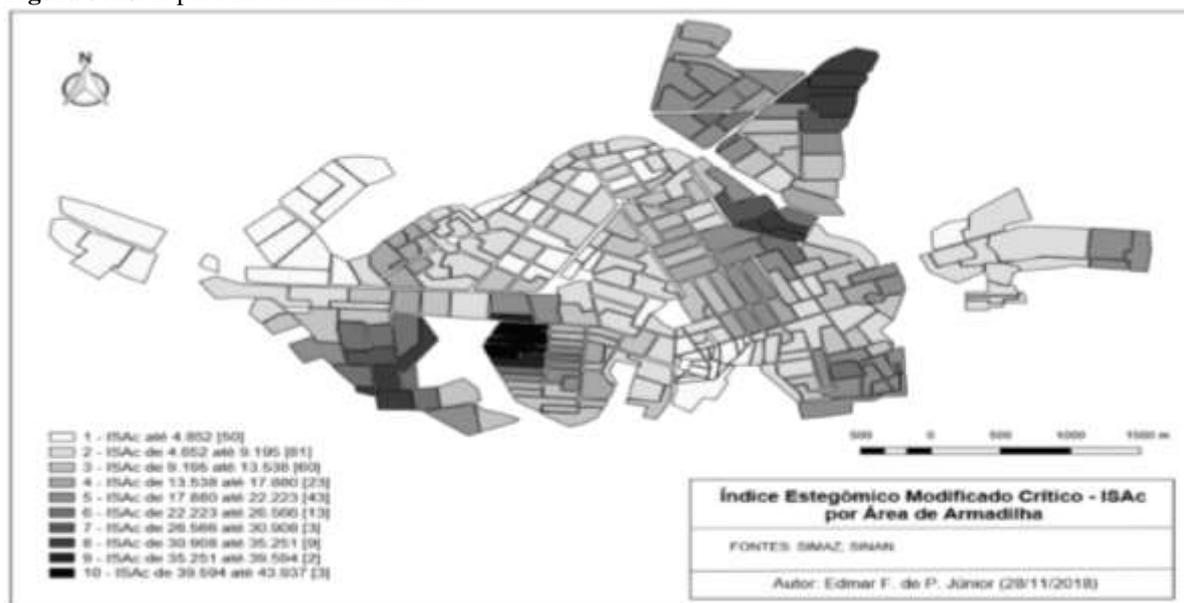
O modelo com melhores características preditivas foi o SAR. Os resultados da estatística SAR podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado do modelo SAR - *SpatialLag*

Variável	Coefficiente	Probabilidade
Notificações da Vizinhança	0,384	0,0000
Constante	1,024	0,0000
Índice Estegômico Modificado	-0,047	0,0135
Equação	NOT = 1,024 + 0,384 * WY - 0,047 ISA	

O resultado do Índice Estegômico Modificado Crítico (ISA crítico) calculado pelo modelo SAR está expresso na Figura 3.

Figura 3. ISAc por Área de Armadilha



DISCUSSÃO

É natural admitirmos, em especial para eventos de saúde pública, que há sinergismos e antagonismos entre as ocorrências e que esta relação é modulada pelo ambiente urbano. A detecção de dinâmica espacial própria da variável resposta viola as premissas da estatística clássica, tornando apropriada a avaliação sob a perspectiva da estatística espacial. Em muitas situações onde é aplicada a análise de regressão, as externalidades espaciais conduzem a dependência dos resíduos e ignorar os efeitos espaciais pode conduzir a sérios erros de interpretação do diagnóstico da regressão clássica e dos testes de verificação de erros¹⁶.

As técnicas de análise exploratória aplicadas a dados espaciais são essenciais ao desenvolvimento da modelagem em estatística espacial²¹. Um aspecto fundamental na análise exploratória espacial é a caracterização da dependência espacial, que mostra como os valores estão correlacionados no espaço²². Para o caso em tela, o IGM das Notificações de Dengue (0,263) e de seus resíduos obtidos pelo modelo clássico de regressão (0,238) foram significativos (pseudo p-value de 0,001), o que legitimam o uso de modelos espaciais como os adotados nesse trabalho.

Em estudos similares, não foi verificada autocorrelação espacial para incidência de dengue em Itu-SP, na avaliação acumulada entre 2005 e 2014, com Índices Globais de Moran não significativos e variando entre 0,0218 e 0,045²⁵. Ressalta-se que a agregação temporal utilizada no atual trabalho foi bem menor (de 2016 a meados de 2018) obtendo índices significativos tanto da variável em si (0,263) quanto de seus resíduos (0,238). Nos parece mais razoável trabalhar com recortes temporais curtos, ou que, pelo menos, agregue anos com características epidemiológicas e/ou períodos climáticos semelhantes. Sugere-se que diferentes arranjos temporais sejam testados na avaliação do perfil de agregação espacial das ocorrências de dengue. Outros autores também avaliaram a dinâmica espacial de ocorrência de dengue através das técnicas de análises exploratórias aqui adotadas^{21; 23; 25-26}.

Como os modelos matemáticos são recortes da realidade e, portanto, associados a erros é necessário fazer a seleção do “melhor” modelo, dentre aqueles que foram ajustados, para

explicar o fenômeno sob estudo²⁷. Em geral, esses critérios consideram a complexidade do modelo no critério de seleção, e, essencialmente, penalizam a verossimilhança utilizando o número de parâmetros do modelo, além de eventualmente, o tamanho da amostra²⁸.

Entre os modelos testados o SpatialLag (SAR) apresentou o menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC), e portanto foi eleito para a modelagem espacial utilizada. Esse critério é uma forma usual de julgamento desses tipos de modelo e os indicadores de qualidades da regressão clássica como o Coeficiente de Determinação (R^2) deixa de ter aplicabilidade para esses casos²⁰. A estimação tendenciosa da variância do erro, dos níveis de significância do teste T, e do R^2 tornam-os enganosos sob a interferência de efeitos espaciais¹⁶.

As tentativas de modelagem da ocorrência de dengue têm crescido na última década e por isso relações ambientais, sociais e até climáticas têm sido investigadas. Entretanto, por mais que se alcance significância estatística entre os determinantes propostos, muitas das vezes sua mensuração não é oportuna. Outra característica que impede que um modelo preditivo reflita um posicionamento operacional dinâmico é o nível de agregação da informação, frequentemente consolidada em áreas extensas, implicando na miscigenação de diferentes realidades intramunicipais. Há nítida demanda reprimida por novos gatilhos operacionais no controle da dengue e o modelo proposto nesse trabalho lança as bases de relacionamento entre alguns determinantes. Buscou-se o levantamento de dados primários (Infestação de fêmeas adultas de *A. aegypti*), que estejam dentro da perspectiva e competência do setor de vigilância municipal (inspeções semanais em aproximadamente 1, 5% da malha urbana) e agregado por áreas homogêneas.

Outra vertente para modelagem da dengue é a da Defasagem Distribuída (MDD)²⁹, que não leva em consideração a sincronia temporal dos determinantes. O trabalho aqui proposto guarda estrita temporalidade semanal e geográfica entre as variáveis preditiva e resposta. Entretanto sugere-se a avaliação de outros arranjos de defasagem finita da variável preditora e

o comportamento dos atributos de qualidade do modelo obtido no intuito de aprimorar a capacidade preditiva.

Os resultados apresentados expressam uma nova forma de planejamento das ações, em âmbito municipal, para enfrentamento da dengue. Foi nítida a observação das diferentes realidades e demandas de risco, a julgar pela existência de áreas com níveis de infestação crítica de 4,8 fêmeas/1000 hab. e outras com 43,9 fêmeas/1000 hab. A adoção desta estrutura conduzirá a respostas precoces e eventuais prioridades de certas áreas em detrimento de outras. Sugere-se a ruptura com rotinas indistintas de trabalhos, relacionadas às unidades de agregação sem vínculo epidemiológico, mas sim direcionadas por conjuntura pretérita traçada sob a ótica da dependência espacial e pela aferição do status semanal da infestação de alados.

A opção pela infestação medida por dispositivos de captura se mostrou promissora. A aceitação e operação por parte dos agentes de vigilância municipal foi satisfatória. A setorização adotada nesse trabalho, como unidade de vigilância entomológica, permitiu que a pequena amostragem semanal proposta (em torno de 1,5% dos imóveis) fosse dotada de significância epidemiológica, e expressa nos atributos significativos do modelo obtido.

CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou fundamentar as bases para a modelagem da ocorrência de dengue na perspectiva da estatística espacial, setORIZADA e incorporando determinantes factíveis visando à produção de modelo com forte viés operacional. Foi proposto um novo indicador, o ISAc (Índice Estegômico Modificado Crítico). Nesse contexto, abrem-se perspectivas para incorporação de mais determinantes (índices larvários, outros indicadores de alados, indicadores sociais, econômicos, climáticos). Nesse sentido, o perfil sorológico da população sob análise e mobilidade urbana também podem ser efetivos na composição da modelagem³⁰.

Esse modelo é proposto como alternativa ao programa vigente, dotado de significância epidemiológica, simplicidade operacional e modernização gerencial para tomada de decisões de vigilância e controle ambiental do complexo *Aedes*. Em especial, a esfera municipal pode

se beneficiar dessa ferramenta, reordenando o sistema de comandos e direcionando a força de trabalho existente para áreas onde há interação significativa entre os preditores utilizados.

Agradecimentos

Ao Sr. André Luiz Mattos, Secretário Municipal de Saúde de Morrinhos-GO, grande entusiasta dessa pesquisa e facilitador de todos os meios necessários a sua condução;

Ao Departamento Municipal de Endemias de Morrinhos e a Regional de Saúde Sul/SES-GO, pelo apoio logístico e operacionalização dos dispositivos de captura de alados de *Aedes aegypti*;

A Evelyn de Castro Cruvinel, Matemática e Estatística, da Gerência de Sistematização e Disseminação de Informações Socioeconômicas do Instituto Mauro Borges-SEGPLAN/GO, pelo auxílio na concepção e estruturação da abordagem estatística desse trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Tauil PL. Critical aspects of dengue control in Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2002;18(3):867-871.
2. Zara ALDSA, Santos SMD, Oliveira ESF, Carvalho RG, Coelho GE. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 2016;25:391-404
3. Braga IA, Valle D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e serviços de saúde*. 2007;16(2):113-118.
4. Silva JS, Scopel I. A dengue no Brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*. 2008;4(6).

5. Santos RS, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. Cadernos de saúde Pública. 2000;16:31-42.
6. Pessanha JEM, Caiaffa WT, César CC, Proietti FA. Avaliação do plano nacional de controle da dengue. Cadernos de Saúde Pública. 2009;25:1637-1641.
7. Resendes APDC, Silveira NAPRD, Sabroza PC, Santos RS. Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue. Revista de Saúde Pública; 2010;44:274-282.
8. Cavalcante MPR, Oliveira C, Simão FB, Lima PR, Sadi PM. Análise geoespacial: um estudo sobre a dengue. Acta Paulista de Enfermagem. 2013;26(4).
9. Defavari ER, Fonseca EP, Silva RP, Moreira RS, Pereira AC, Batista MJ. Análise espacial da incidência da dengue em um município de médio porte do estado de São Paulo de 2008 a 2015. Revista de Saúde Coletiva da UEFS. 2017.
10. Barbosa IR, Tavares ADM, Torres UPDS, Nascimento CAD, Moura MCBDM, Vieira VB, Gama RA. Identificação de áreas prioritárias para a vigilância e controle de dengue e outras arboviroses transmitidas pelo *Aedes aegypti* no município de Natal-RN: Relato de experiência. Epidemiologia e Serviços de Saúde. 2017;26:629-638.
11. Gomes ADC, Silva NND, Bernal RTI, Leandro ADS. Estimção da infestação predial por *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae) por meio da armadilha Adultrap. Epidemiologia e Serviços de Saúde. 2008;17(4):293-300.
12. Gomes ADC. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica. Informe epidemiológico do SUS. 1998;7(3):49-57.
13. Donatti JE, & Gomes ADC. Adultrap: description of adult trap of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). Revista Brasileira de Entomologia. 2007;51(2):255-256.

14. Araújo JRD, Ferreira EF, & Abreu MHNGD. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. *Revista brasileira de epidemiologia*. 2008;11:696-708.

15. Soneghet GP. Análise da correlação entre índices de controle vetorial e coeficientes de incidência de dengue no município de Anchieta, Espírito Santo, Brasil, 2009 a 2011. Master's thesis, Universidade Federal do Espírito Santo. 2013.

16. Anselin L, Griffith DA. Do spatial effects really matter in regression analysis? *Papers in Regional Science*, 1988;65(1):11-34.

17. Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos. Banco de Dados Estatístico de Goiás. Disponível em: <<http://www.imb.go.gov.br/bde/>>. Acesso em 05 fev. 2019.

18. Sistema Integrado de Monitoramento Aedes Zero (SIMAZ). Disponível em: <<https://extranet.saude.go.gov.br/sacd/EstatisticaQuadrasVisitadas.jsf>> Acesso em 11 nov. 2018.

19. Secretaria Estadual de Saúde de Goiás. Boletim Epidemiológico da Dengue. Disponível em: <<https://extranet.saude.go.gov.br/public/dengue.html>> Acesso em 11 nov. 2018.

20. Paiva Júnior EF, Vaz TS, Garcia ILB, Rosa M. Estratificação automática de áreas prioritárias para controle da Dengue utilizando o Model Builder do QGIS em uma análise multicritério. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. No prelo 2019.

21. Machado JP, Oliveira RMD, Santos RS. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*. 2009;25:1025-1034.

22. Câmara G, Monteiro AM, Fucks SD, Carvalho MS. Análise espacial e geoprocessamento. In: Druck S, Câmara G, Carvalho MS, Monteiro AMV, organizadores. *Análise espacial de*

dados geográficos. Brasília: EMBRAPA Cerrados; 2002.
<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>.

23. Galli B, Chiaravalloti Neto F. Modelo de risco tempo-espacial para identificação de áreas de risco para ocorrência de dengue. *Revista de Saúde Pública*. 2008;42:656-663.

24. Lopes SB. Efeitos da dependência espacial em modelos de previsão de demanda por transporte (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo). 2005.

25. Ferreira HH, Lopes ERN, Souza JC, Sousa JAP, Lourenço RW. Avaliação Espacial da Dengue na Área Urbana de Itu-São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*. 2017;33:106-116.

26. Almeida ASD, Medronho RDA, Valencia LIO. Análise espacial da dengue e o contexto socioeconômico no município do Rio de Janeiro, RJ. *Revista de Saúde Pública*. 2009;43:666-673.

27. Emiliano PC, Veiga EP, Vivanco MJ, Menezes FS. Critérios de informação de Akaike versus Bayesiano: análise comparativa. 19º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. 2010.

28. Emiliano PC. Critérios de informação: como eles se comportam em diferentes modelos (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras). 2013.

29. Souza ICAD, Vianna RPDT, Moraes RMD. Modelagem da incidência do dengue na Paraíba, Brasil, por modelos de defasagem distribuída. *Cadernos de Saúde Pública*. 2007;23:2623-2630.

30. Louis VR, Phalkey R, Horstick O et al. Modeling tools for dengue risk mapping - a systematic review. *Int J Health Geogr*. 2014;13:50 doi:10.1186/1476-072X-13-50