

EncBioMat

6º

ENCONTRO DE

BIOMATEMÁTICA

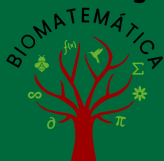


LOCAL:
UFMT - CUIABÁ / MT

DATA:
27 a 30 de Maio de 2025

Boletim Digital do 6º Encontro de Biomatemática

REALIZAÇÃO



COMITÊ TEMÁTICO
SBMAC



SIGA O EncBioMat



/encbiomat



@encbiomat

APOIO



Saneamento Básico, temperatura e precipitação em um modelo matricial de projeção populacional do *Aedes aegypti*

Luana Tais Bassani¹, Pedro da Silva Peixoto²

¹Departamento de Ensino, Instituto Federal de Mato Grosso, Guarantã do Norte, Mato Grosso, Brasil

²Departamento de Matemática Aplicada, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil

Resumo

Doenças transmitidas por vetores são disseminadas pela fêmea adulta de *Aedes aegypti*. A fim de modelar a dinâmica populacional, utilizamos de uma abordagem estruturada por idade e estágio, que permite investigar o comportamento da dinâmica populacional de *Aedes aegypti* e estimar sua abundância em municípios brasileiros. Existem quatro estágios, correspondentes aos ovos quiescentes, ovos não quiescentes, o estágio de desenvolvimento aquático como larva e pupa, assim como o estágio de fêmea adulta [1].

Modelos populacionais de matriz estruturada em estágios foram adequados para investigar a dinâmica populacional. Uma vantagem desse modelo foi que a estrutura de blocos produz uma matriz esparsa que governa o sistema dinâmico. Em seguida, estudamos as propriedades do modelo enquanto assumimos uma matriz de projeção independente do clima para cada cidade, com base no histórico de temperatura e precipitação, e dados de saneamento básico. Além disso, o modelo populacional de matriz permite calcular um número reprodutivo, que subsidia a análise da dinâmica assintótica da população [3].

Desenvolvemos um modelo para investigar o comportamento da dinâmica populacional de *Aedes aegypti*. Cada coordenada do vetor mosquito representa o número de indivíduos no estágio atual na mesma idade. Consideramos uma matriz de projeção populacional composta por funções de oviposição, transição e mortalidade, que dependem da temperatura média diária ou acumulada, da idade e estágio do indivíduo, bem como da precipitação diária ou acumulada e do saneamento básico de uma cidade. Semelhante a [3], construímos a matriz de projeção, onde $P_t \in \mathbb{R}^{m \times m}$ inclui blocos para as matrizes de transição e fertilidade conforme figura (6.18),

¹luana.bassani@ifmt.edu.br

²ppeixoto@usp.br

$$P_t = \begin{bmatrix} V_t & 0 & 0 & Z_t \\ S_t & X_t & 0 & 0 \\ 0 & W_t & Q_t & 0 \\ 0 & 0 & R_t & U_t \end{bmatrix}. \quad (6.18)$$

Organizamos funções da literatura e usamos experimentos biológicos para modelar e criar novas funções para o desenvolvimento de *Aedes aegypti*. Encontramos funções que envolveram temperatura, precipitação e saneamento [1]. Através de referenciais biológicos de *Aedes aegypti*, bem como dados experimentais, construímos um modelo e comparamos os resultados da simulação com dados reais coletados de armadilhas para mosquitos. As projeções permitiram validar o modelo com correlações significativas, para um período de um ano, que pode ser considerado médio prazo, mas permite a existência de várias gerações de mosquitos.

Com efeito, foi possível estimar a abundância de ovos e fêmeas adultas [1]. Essas variáveis nos permitiram verificar a interferência do clima e do saneamento básico para o desenvolvimento e manutenção da população [1].

A contribuição da abordagem do nosso modelo foi que relacionamos o clima com as características de saneamento da cidade e os estágios biológicos da população de *Aedes aegypti*. O modelo considerou o panorama do saneamento básico como uma saída de um sistema de base de regras *fuzzy*, e usou dos estágios de desenvolvimento que combinam características de ovos quiescentes, além de dados climáticos, temperatura e precipitação em média diária e acumulada.

Essas descobertas propiciaram a construção de um modelo que capturou a dinâmica populacional de cidades em diferentes regiões, calculando o parâmetro relacionado às características de saneamento básico da cidade e a média das precipitações anuais em milímetros. Assim, inserimos o histórico de temperatura e precipitação como entradas, assim como as porcentagens de população atendida com saneamento básico relatadas pelo sistema nacional. Esse modelo pode ser aprimorado usando dados reais coletados, para alimentar as entradas do sistema, e promover alertas de surtos em período de médio prazo.

Infelizmente, os esforços humanos não podem alterar diretamente as chuvas e a temperatura, enquanto o saneamento básico pode ser avaliado e melhorado. Dessa forma, a saúde pública não precisa conviver com um problema, sendo uma alternativa na previsão e prevenção de surtos.

Mentes famosas estudaram maneiras de melhorar a saúde pública por meio de melhorias no saneamento básico [4]. No entanto, no Brasil, os programas de vigilância de *Aedes* são esporádicos. Além disso, o sistema brasileiro de saneamento básico organizou recentemente informações de todos os estados em uma plataforma *online* [5]. Percebemos limitações para previsão, devido à falta de dados. Ainda há dados que contrastam as pequenas cidades das grandes cidades, especialmente ao estudar as regiões Norte e Nordeste.

Ao melhorar serviços de saneamento municipais, sistemas de dados de saneamento online, políticas governamentais, vigilância sanitária e ações humanas, podemos melhorar a saúde pública [5].

Investir em campanhas para coletar dados recentes permite melhorar a previsão futura do modelo, que por sua vez incentiva a detecção de períodos e cidades com potenciais criadouros, para obter alarmes de regiões endêmicas e períodos para intervir. O modelo construído permite acoplar a modelos preditivos de doenças disseminadas por *Aedes aegypti*. Afinal, ao prever a abundância de fêmeas, é possível estudar a dinâmica de transmissão das doenças que elas causam. Por meio da modelagem, avaliamos a flutuação de *Aedes aegypti*, o impacto das melhorias de saneamento necessárias para atingir as metas do Plano Nacional de Saneamento [2] e a importância de coletar dados mensais de regiões endêmicas urbanas, para apoiar campanhas de vigilância contínuas.

Referências

- [1] Bassani, L. T. A matrix population forecasting model for *Aedes aegypti* considering basic sanitation environment, daily weather, and its impact over the dormancy state. (Tese de Doutorado) IME/USP, 2024.
- [2] Brasil. Plansab - Plano Nacional de Saneamento Básico. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento, Brasília, 2019.
- [3] Cushing, J. M. and Yicang, Z. The net reproductive value and stability in matrix population models. *Natural Resource Modeling*, volume 8, number 4, pages 297-333, 1994, doi = 10.1111/j.1939-7445.1994.tb00188.x
- [4] Kone, D. Why focus on water, sanitation, and hygiene?. 2021. Bill & Melinda Gates Foundation <https://www.gatesfoundation.org/our-work/programs/global-growth-and-opportunity/water-sanitation-and-hygiene>. Online. Acessado em 10/08/2023.
- [5] SNSA. Série Histórica - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2024. Online. Acessado em 25/03/2024, <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>.