

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

SABRINA SOARES SIMON

Espalhamento da febre amarela no contexto da crise migratória na América

Latina:

Um estudo de modelagem matemática de múltiplos cenários

SÃO PAULO
2023

SIMON, SS. Espalhamento da febre amarela no contexto da crise migratória na América Latina: Um estudo de modelagem matemática de múltiplos cenários [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública; 2023.

Aprovado em: 06 de março de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti Neto

Instituição: Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovada

Dr. Renato Pereira de Souza

Instituição: Instituto Adolfo Lutz

Julgamento: Aprovada

Prof. Dr. Sergio Muniz Oliva Filho

Instituição: Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo

Julgamento: Aprovada

RESUMO

Simon, SS. **Espalhamento da febre amarela no contexto da crise migratória na América Latina:** Um estudo de modelagem matemática de múltiplos cenários [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública; 2023.

INTRODUÇÃO: As doenças infecciosas desconhecem fronteiras e, com a crise climática, a disseminação de doenças sensíveis ao clima tende a aumentar em frequência, intensidade e expansão geográfica. Isso preocupa as organizações humanitárias pois as crises humanitárias são alteradas e entrelaçadas pelos padrões climáticos, cujas interações podem ser imprevisíveis. Com a pandemia da Covid19 agravou-se a estigmatização dos migrantes como meros vetores de doenças, negligenciando as circunstâncias determinantes para propagação de doenças perante a migração. **MÉTODOS:** A tese é composta por três manuscritos nos quais são aplicados modelos epidêmicos compartimentais: (i) modelo SEIRV-SEI para humanos e vetores aplicado à migração unidirecional de uma comunidade endêmica para uma comunidade hospedeira livre de doença; (ii) SEIRV-SEI para humanos e vetores aplicado a três diferentes populações acopladas - caravanas, comunidade endêmica e comunidade livre de doença, avaliando os efeitos da vacinação em comunidades endêmicas e em caravanas; (iii) o modelo SEIR-SEI para humanos, macacos e vetores onde o tempo gasto para atravessar a floresta é uma medida de exposição. **RESULTADOS:** O primeiro artigo mostra que o tipo de vetor e a cobertura vacinal nas comunidades hospedeiras são mais relevantes para a ocorrência de surtos do que as taxas de migração. O segundo estudo demonstra que quando as comunidades endêmicas são fonte de migração, a imunidade do rebanho é determinante, mas a vacinação de caravanas é de longe a intervenção mais significativa para proteger comunidades do risco de introdução da FA. Por fim, os resultados mostram que poderia haver mais de 23 mil casos humanos se ocorrer um surto de FA no Gap de Darién, e 19.000 deles deixariam a floresta ainda infectados. O número de mortes está fortemente relacionado ao tempo para atravessar a floresta. **CONCLUSÃO:** A prevenção de surtos de doenças infecciosas sensíveis ao clima no contexto da migração deve ser um esforço conjunto de interesse comum. Estabelecer corredores de migração oficiais e seguros onde seja possível vacinar os migrantes pode contribuir significativamente para o controle de doenças. Os migrantes são infinitamente mais vulneráveis a infecções, enquanto os responsáveis pela disseminação de doenças infecciosas sensíveis ao clima são a falta de vacinação consistente e as mudanças climáticas. Somente um esforço coletivo deliberado e consistente de vacinação pode garantir a migração segura como direito humano e para adaptação climática.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Matemática; Epidemiologia das doenças infecciosas; Doenças Reemergentes; Doenças sensíveis ao clima; Migração; Crises Humanitária.

ABSTRACT

Simon, SS. **Spread of yellow fever in the context of the Latin American migration crisis:** A mathematical modelling study of multiple scenarios [thesis]. São Paulo: University of São Paulo, School of Public Health; 2023.

INTRODUCTION: Infectious diseases do not recognize borders, and with the climate crisis, the spread of climate-sensitive diseases is expected to increase in frequency, intensity, and geographic expansion. This poses a serious concern for humanitarian organizations as weather patterns can alter and intertwine humanitarian crises, leading to unpredictable interactions. Furthermore, with the ongoing Covid19 pandemic, migrants have been stigmatized as mere carriers of diseases, ignoring the underlying circumstances that lead to the spread of diseases during migration.

METHODS: The thesis consists of three manuscripts that use compartmental epidemic models. The first manuscript uses a SEIRV-SEI model to study one-way migration from an endemic community to a disease-free host community. The second manuscript uses a SEIRV-SEI model to study three coupled human populations: caravans, resident endemic communities, and a disease-free community to assess the effects of vaccination in endemic communities and caravans. The third manuscript uses a SEIR-SEI model to study humans, monkeys, and vectors, where the time taken to cross the Darién forest is a measure of exposure to the Yellow Fever virus. **RESULTS:** The first manuscript shows that the type of vector and vaccination coverage in host communities are more relevant for the occurrence of outbreaks than migration rates. The second manuscript demonstrates that vaccinating caravans is the most significant intervention to protect disease-free communities from the risk of Yellow Fever introduction. The third manuscript shows that over 23,000 human cases may occur if an outbreak occurs in the Darién Gap, with 19,000 leaving the forest still infected. The number of deaths is strongly related to the time taken to cross the forest. **CONCLUSION:** Preventing outbreaks of climate-sensitive infectious diseases during migration must be a collective effort. Establishing official and safe migration corridors where migrants can be vaccinated can significantly contribute to controlling diseases such as Yellow Fever. Migrants are particularly vulnerable to infections, and the spread of climate-sensitive infectious diseases is linked to the lack of consistent vaccination in a changing climate. Only a collective and consistent vaccination effort can guarantee safe migration as a human right and serve as a climate adaptation measure.

KEYWORDS: Mathematical Modelling; Epidemiology of infectious diseases; Reemerging Diseases; Climate-sensitive diseases; migration; Humanitarian Crisis.