

Simulação da Dinâmica de Epidemias com Autômatos Celulares: Modelo SIRD com Vacinação e Isolamento Social

Kelves N D Costa

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Data: 27 de agosto de 2025

Link para o código-fonte e artigo:

<https://github.com/XGRural-Ltd/epidemiology>

Resumo

Este trabalho apresenta uma simulação computacional da propagação de uma doença infecciosa em uma população, utilizando autômatos celulares e o modelo SIRD (Suscetível-Infectado-Recuperado-Morto). O modelo incorpora estratégias de vacinação e isolamento social, permitindo analisar o impacto dessas intervenções na dinâmica da epidemia. A abordagem proposta contribui para a compreensão dos efeitos de políticas públicas no controle de doenças.

Introdução

A modelagem matemática de epidemias é essencial para prever surtos e orientar decisões de saúde pública. O modelo SIRD amplia o clássico SIR ao incluir o estado de óbito, tornando a simulação mais realista para doenças com mortalidade significativa. Autômatos celulares permitem representar a população de forma espacial, considerando interações locais e intervenções como vacinação e isolamento social.

Neste estudo, implementamos uma simulação em uma grade bidimensional, onde cada célula representa um indivíduo. O código-fonte está disponível em:

<https://github.com/XGRural-Ltd/epidemiology>

Metodologia

Modelo SIRD com Vacinação

Cada indivíduo pode estar em um dos seguintes estados:

Suscetível (S): Pode ser infectado por vizinhos.

Infectado (I): Pode transmitir a doença, se recuperar ou morrer.

Recuperado (R): Imune à doença.

Morto (D): Não participa mais da dinâmica.

A cada passo de tempo:

Os infectados podem transmitir a doença para vizinhos suscetíveis com probabilidade definida.

Os infectados podem se recuperar ou morrer, também de forma probabilística.

Suscetíveis podem ser vacinados, tornando-se recuperados.

O isolamento social reduz a chance de transmissão para vizinhos.

Implementação

O código foi desenvolvido em Python, utilizando NumPy e Matplotlib. A simulação ocorre em uma grade de 50x50 indivíduos, por 100 passos de tempo. Parâmetros como taxa de infecção, recuperação, mortalidade, vacinação e isolamento podem ser ajustados.

Resultados

A simulação permite observar a evolução dos estados ao longo do tempo, visualizando o impacto da vacinação e do isolamento social. O número de infectados tende a diminuir com o aumento da vacinação e do isolamento, enquanto o número de recuperados cresce. A mortalidade pode ser monitorada conforme o parâmetro de letalidade.

(Insira gráficos ou imagens geradas pela simulação)

Discussão

A inclusão de vacinação e isolamento social no modelo SIRD demonstra a importância dessas estratégias para o controle de epidemias. O autômato celular permite visualizar padrões espaciais de propagação e avaliar cenários de intervenção. O modelo pode ser expandido para incluir mobilidade, diferentes taxas ou múltiplas doenças.

Conclusão

Este trabalho apresenta uma ferramenta simples e visual para estudar a dinâmica de epidemias e o impacto de políticas de saúde pública. O código está disponível para adaptação e uso em pesquisas ou ensino.

Disponibilidade do Código

O código-fonte e este artigo estão disponíveis em:

<https://github.com/XGRural-Ltd/epidemiology>

Referências

1. Kermack, W.O., McKendrick, A.G. (1927). A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics.
2. Keeling, M.J., Rohani, P. (2008). Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals.