

## TÍTULO DO ARTIGO

**Helenice de Oliveira Forentino**

Instituto de Biociência, UNESP

Botucatu - SP

`helenice.silva@unesp.br`

**Janielly Matos Vieira**

Instituto de Biociência, UNESP

Botucatu - SP

`janielly.matos@unesp.br`

## RESUMO

A simulação dinâmica é uma técnica computacional desenvolvida para modelar e analisar o comportamento de sistemas físicos diversos, tais como equipamentos industriais, cadeias de produção e redes logísticas, em um ambiente virtual. Por meio da implementação de algoritmos específicos, a simulação é capaz de prever a resposta desses sistemas sob diferentes condições operacionais, fornecendo subsídios valiosos para a avaliação de desempenho e a otimização de recursos.

Neste trabalho, propõe-se uma metodologia que integra um simulador dinâmico com uma metaheurística, com o objetivo de determinar estratégias ótimas de controle de doenças epidêmicas, considerando a combinação de diversas medidas de intervenção. Para isso, foi desenvolvido um simulador dinâmico estruturado como uma matriz de dimensão  $m \times n$ , onde  $m$  representa o número de indivíduos em uma população e  $n$  corresponde às características observáveis de cada indivíduo ao longo de um intervalo temporal  $[0, T]$ . Essa modelagem permite acompanhar a dinâmica da doença em estudo, observando, por exemplo, o número de indivíduos infectados, hospitalizados e mortos em cada instante de tempo  $t \in [0, T]$ .

A evolução temporal dessas variáveis pode ser controlada por diferentes medidas de intervenção. No entanto, busca-se determinar, por meio da metaheurística, estratégias de aplicação dessas medidas que sejam simultaneamente eficazes e economicamente viáveis. A metaheurística acoplada ao simulador tem papel fundamental na identificação de soluções ótimas ou subótimas, com base em critérios de custo e impacto epidemiológico.

A metodologia proposta foi aplicada com êxito ao problema de controle da COVID-19, utilizando uma heurística de Busca em Vizinhaça Variável e levando em conta rotinas e atributos individuais para estimar, em bases diárias, os números de pessoas infectadas, hospitalizadas e mortas devido à doença ao longo de um período estudado (meses ou anos). A comparação dos resultados obtidos com dados reais demonstrou que a abordagem possui elevado potencial para auxiliar na formulação de políticas públicas e estratégias de intervenção em saúde. Ressalta-se a simplicidade, inovação e versatilidade da ferramenta, especialmente no que diz respeito à incorporação de novos parâmetros e mecanismos de controle, o que reforça seu uso como instrumento de apoio à tomada de decisão em cenários epidemiológicos complexos.

**PALAVRAS CHAVE.** Simulação dinâmica, Controle de epidemia, Metaheurísticas

SA E MH

**Agradecimentos:** Os autores agradecem à FAPESP (Processos 2020/10964-0 e 2021/03039-1), ao CNPq (Processos 306518/2022-8 e 304007/2023-4) e a CAPES (Código de Financiamento 001 e 88881.878875/2023-01) pelo apoio financeiro.

## ABSTRACT

Dynamic simulation is a computational technique developed to model and analyze the behavior of various physical systems, such as industrial equipment, production chains, and logistics networks, within a virtual environment. Through the implementation of specific algorithms, the simulation is capable of predicting the response of these systems under different operating conditions, providing valuable support for performance assessment and resource optimization.

In this work, we propose a methodology that integrates a dynamic simulator with a metaheuristic algorithm aimed at determining optimal strategies for controlling endemic diseases, incorporating multiple control measures. To this end, a dynamic simulator was developed and structured as an  $m \times n$  matrix, where  $m$  represents the number of individuals in a population and  $n$  corresponds to the observable characteristics of each individual over a time interval  $[0, T]$ . This modeling approach allows the monitoring of the disease dynamics under study, by tracking variables such as the number of infected, hospitalized, and deceased individuals at each time  $t \in [0, T]$ .

The temporal evolution of these variables can be controlled by different intervention measures. However, the goal is to determine, through the metaheuristic, how to apply these strategies in an efficient manner-achieving maximum effectiveness at minimum cost. The metaheuristic coupled with the simulator plays a key role in identifying optimal or near-optimal solutions based on cost criteria and epidemiological impact.

The proposed methodology was successfully applied to the COVID-19 control problem, using a Variable Neighborhood Search heuristic and taking into account individual routines and attributes to estimate, on a daily basis, the numbers of infections, hospitalizations and deaths over a period of months or years. The comparison of the obtained results with real data demonstrated the high potential of this approach to support the formulation of public policies and health intervention strategies. The simplicity, innovation, and versatility of the tool are noteworthy, especially in terms of incorporating new parameters and control mechanisms, reinforcing its potential as a decision support instrument in complex epidemiological scenarios.

**KEYWORDS.** Dynamic simulation, Epidemic control, Metaheuristics.

## SA and MH

**Acknowledgments:** The authors thank FAPESP (Grants 2020/10964-0 and 2021/03039-1), CNPq (Grants 306518/2022-8 and 304007/2023-4), and CAPES (Funding Code 001 and 88881.878875/2023-01) for the financial support.