

# Simulação de Incêndios Florestais Utilizando Autômatos Celulares

José Francisco de Medeiros<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Estatística e Informática – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) – Pernambuco – Brasil

josefrancisco.medeiros@ufrpe.br

**Resumo.** *Este trabalho apresenta um modelo computacional baseado em autômatos celulares para simulação da propagação de incêndios florestais. A metodologia utiliza uma matriz bidimensional onde cada célula representa diferentes estados da vegetação, permitindo a propagação do fogo de forma probabilística. A implementação em Python utiliza as bibliotecas NumPy e Matplotlib para manipulação dos dados e visualização gráfica da evolução do incêndio. Os resultados obtidos demonstram padrões variados de queima, influenciados pela densidade da vegetação e pelas probabilidades de propagação. O modelo proposto contribui para a compreensão dos incêndios florestais e desenvolvimento de estratégias de mitigação.*

## 1. Introdução

Os incêndios florestais afetam a biodiversidade, a qualidade do ar, o equilíbrio climático e a segurança das pessoas. Esses eventos naturais ou por vezes, provocados pelo homem podem se alastrar rapidamente devido a fatores como vegetação seca, vento forte e condições climáticas adversas. A modelagem computacional tem um papel essencial na interpretação desses fenômenos, permitindo a realização de experimentos virtuais para avaliar diferentes cenários de propagação do fogo e seus impactos ambientais.

Os autômatos celulares foram utilizados para a simulação de incêndios florestais onde, permitem a representação espacial e temporal da propagação do fogo de maneira simplificada. Essa técnica consiste em dividir o ambiente em uma grade de células, onde cada célula segue regras predefinidas para sua evolução ao longo do tempo. No caso dos incêndios florestais, as regras envolvem a combustão de árvores vizinhas e o comportamento do fogo até sua extinção total.

## 2. Metodologia

A floresta é representada por uma matriz bidimensional de tamanho ajustável, onde cada célula pode estar em um dos seguintes estados:

- Vazia (0): representa áreas sem vegetação.
- Árvore (1): representa vegetação saudável e passível ao fogo.
- Pegando fogo (2): célula em combustão, que pode propagar o fogo para células vizinhas.
- Queimada (3): célula que já foi consumida pelo fogo e não pode mais queimar.

A propagação do fogo ocorre de acordo com regras probabilísticas. Se uma célula estiver pegando fogo, ela pode incendiar células vizinhas com uma probabilidade definida como

*p\_spread*. Além disso, a simulação ocorre em passos discretos, onde a matriz é atualizada iterativamente até que o incêndio seja extinguido.

A implementação foi realizada na linguagem Python utilizando as bibliotecas NumPy e Matplotlib. O NumPy foi utilizado para a manipulação da matriz que representa a floresta, enquanto o Matplotlib foi usado para a visualização gráfica da evolução do incêndio ao longo do tempo. A simulação utiliza um loop que executa múltiplos passos temporais, aplicando as regras de transição para cada célula e atualizando a visualização da floresta a cada iteração.

### **3. Resultados**

As simulações realizadas com o modelo mostram a dinâmica imprevisível e, ao mesmo tempo, estrutural dos incêndios florestais. Em simulações onde a vegetação está densa e a probabilidade de propagação é alta, o fogo se espalha rapidamente, consumindo grande parte da floresta. Por outro lado, quando a propagação é limitada, o incêndio se fragmenta, formando áreas queimadas intercaladas com porções intactas de vegetação. Esses padrões lembram o comportamento observado em incêndios reais, reforçando a utilidade do modelo como ferramenta exploratória para entender a propagação do fogo e seus impactos ecológicos. O modelo também permite ajustes, possibilitando simular cenários variados e testar diferentes estratégias de controle e mitigação.

### **4. Conclusão**

O modelo de incêndios florestais baseado em autômatos celulares se propõe notável para simular a propagação do fogo em diferentes cenários. Por meio dessa abordagem, foi possível visualizar padrões realistas da queimada e compreender fatores que influenciam a intensidade e o alcance de um incêndio. Assim, este modelo contribui para o entendimento dos incêndios florestais e pode auxiliar na formulação de estratégias para reduzir seus impactos.

### **Referências**

- Vista do Autômatos celulares estocásticos bidimensionais aplicados à simulação de propagação de incêndios em florestas homogêneas. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wcama/article/view/10907/10777>>.
- SALLES, K. et al. UMA EXTENSÃO DO MODELO DE CHOPARD PARA PROPAGAÇÃO DE INCÊNDIO AMBIENTAL BASEADO EM AUTÔMATOS CELULARES COM ALTO DESEMPENHO. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[https://www2.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE\\_01295.pdf](https://www2.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE_01295.pdf)>.