

## Problema

Quando um modelo é baseado em aleatoriedade, não é possível confiar no resultado de uma única simulação porque simulações diferentes certamente produzirão resultados distintos. Neste exercício, será utilizado o modelo de fogo na floresta, onde o estado inicial das células é escolhido aleatoriamente. O objetivo é repetir múltiplas simulações e analisar as médias de duração do fogo, o número de células queimadas e as que sobrevivem.

Serão realizadas 50 simulações com diferentes porcentagens de floresta inicial variando de 0% a 100%, para os seguintes cenários:

1. O modelo original.
2. Utilizando vizinhança de Moore (8 vizinhos), ao invés de von Neumann (4 vizinhos).
3. Alterando o tempo de combustão de uma célula para 2 intervalos de tempo.
4. Mudando o tamanho do espaço para 100x100 células.
5. Adicionando uma probabilidade de 90% de uma célula queimar caso haja um vizinho em chamas.

## Metodologia

### 1. Construção do Modelo Espacial:

- Criação de um modelo de distribuição espacial da vegetação.

### 2. Simulações de Propagação de Fogo:

- Simulação de diferentes cenários de cobertura florestal.
- Variação na probabilidade de espalhamento do incêndio as florestas adjacentes.

### 3. Análise dos Resultados:

- Comparação dos cenários simulados.
- Observar o quanto cada variável altera nos padrões de propagação de fogo e suas influências em áreas florestais restantes.

### 4. Objetivo Final:

- Identificação da porcentagem ideal de cobertura florestal para minimizar áreas queimadas em cada cenário.

### Visualização do Comportamento do Modelo

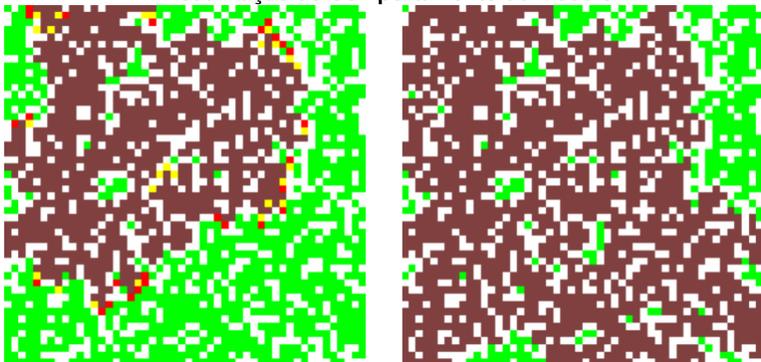


Figura 1: Exemplo da junção do cenário 3 e 5.

## Resultados

As simulações foram realizadas com diferentes porcentagens de floresta inicial e sob os cinco cenários listados. Os resultados analisados incluem o tempo de duração do fogo, o número de células queimadas e as células sobreviventes. A seguir, os gráficos mostram o comportamento do modelo para cada cenário:

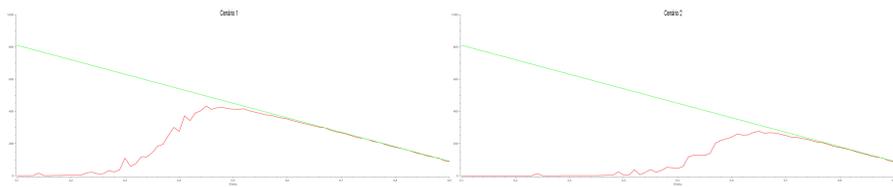


Figura 2: Resultados do Cenário 1: O modelo original.  
Resultados do Cenário 2: Utilizando vizinhança de Moore (8 vizinhos).

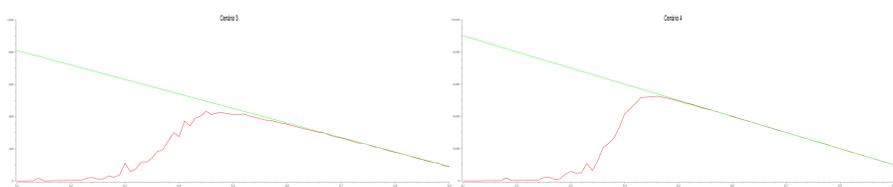


Figura 3: Resultados do Cenário 3: Tempo de queima de célula para 2 intervalos de tempo.  
Resultados do Cenário 4: Mudando o tamanho do espaço para 100x100 células.

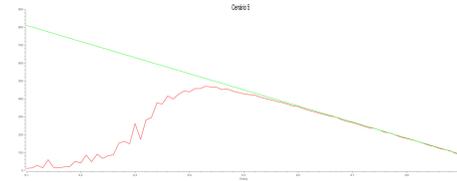


Figura 4: Resultados do Cenário 5: Adicionando uma probabilidade de 90% de uma célula queimar caso haja um vizinho em chamas.

## Discussão

### Importância de Múltiplos Testes em Variáveis Aleatórias

- A variabilidade natural das variáveis aleatórias exige a realização de múltiplos testes, o que permite identificar padrões consistentes, minimizar o impacto de outliers e fornecer intervalos de confiança mais precisos.
- Repetir os testes também ajuda a avaliar a sensibilidade dos resultados a diferentes condições e parâmetros, contribuindo para uma análise mais robusta e confiável do sistema.

### Discussão sobre o Cenário 3

- Um debate surgiu sobre a falta de diferenciação entre os resultados do cenário 3 e o cenário original (cenário 1).
- O principal argumento é que o “tempo de exposição às chamas” não afeta o resultado quando a floresta vizinha tem uma chance de 100% de entrar em combustão.
- A célula em chamas queima após dois intervalos de tempo, mas isso só faria diferença se a chance de propagação fosse menor que 100%.

### Junção dos Cenários 3 e 5

- Como esperado, um maior tempo de “exposição às chamas” resultou em uma queda significativa nas “florestas sobreviventes”, mas o comportamento não retornou ao padrão do Cenário 1.
- A diferença foi evidenciada nos gráficos comparativos, confirmando que a mudança da probabilidade de propagação influencia diretamente a sobrevivência da floresta.

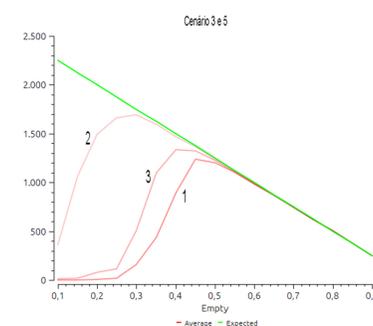


Figura 5: Resultados do Cenário 3 e 5 juntos.

1. **Cenário 1:** Alteração dimensão do espaço celular, dimensão 50x50.
2. **Cenário 5:** Usando uma probabilidade de 70% de uma célula queimar caso haja um vizinho em chamas.
3. **Cenário 3 e 5 juntos:** Usando o tempo de combustão de uma célula com 2 intervalos de tempo e a probabilidade de alastramento de 70%.

## Conclusão

O modelo de fogo na floresta demonstrou grande sensibilidade às mudanças nas condições iniciais e nas regras de propagação. Realizar múltiplas simulações permitiu uma análise mais confiável dos resultados, possibilitando a observação de tendências médias e a influência das variações de parâmetros.

## Agradecimentos

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos ao projeto iFAST - Intelligent Flood Alert Surveillance Tools, coordenado pelo Dr. Leonardo Bacelar Lima Santos, e ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), instituição executora do projeto.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio concedido ao meu mestrado, que foi fundamental para a continuidade e sucesso desta etapa acadêmica.

## Referências

- [1] Andrade, P. R., Câmara, G. (2024). \*Fire in the Forest\*. In **CST-323: Introduction to Earth System Modelling/CAP-465: Modelling and Simulation of Earth Systems**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).