Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
CAP-466 Modelagem e Simulação do Sistema Terrestre

Reprodução de um método para simulação de espalhamento de fogo em um sistema Savana espacialmente homogêneo

Mateus de Souza Miranda
Discente
Pedro Ribeiro de Andrade Neto
Docentes

4 de Setembro de 2023

Introdução

Artigo

An improved cellular automaton model for simulating fire in a spatially heterogeneous Savanna system

Stephen G Berjak, John W Hearne

O modelo

Células,
Dinâmica de calor,
Efeitos da topografia e
Efeitos do vento

Casos de estudo

Camada de combustível e

Camada de topografia

A verificação do Modelo

Paisagens homogêneas e

Paisagens heterogêneas

Objetivo

Reproduzir a metodologia para simular a dinâmica de espalhamento de fogo em um sistema Savana espacialmente homogêneo

O método

A formulação do modelo

A dinâmica de calor

Unburned cell, Burning cell e Burned cell

Efeito da topografia

Superfícies inclinadas aumentam a velocidade do fogo ao aquecer mais rapidamente o combustível não queimado à frente das chamas.

Efeito do vento

A direção, velocidade e ângulo do vento podem influenciar na propagação das chamas

Espalhamento de calor

$$R_0 = \frac{I_r \xi}{\rho_b \varepsilon Q_{ig}}$$

Rothermel (1972)

Relacionamento geral entre a inclinação e a taxa de propagação

$$R = R_0 \exp(\alpha \theta_s)$$

Cheney (1981)

Propagação do fogo em condições planas e sem vento

$$R = R_0 \exp(\beta \theta_f)$$

Legenda:
α é uma constante igual a 0.0693; θ_s Ângulo da inclinação; β Estimativa de condições de combustível; θ_f Ângulo da chama

O método
Verificação do modelo

Paisagens Homogêneas

Conditions of fuel and weather at 10 experimental fires in savanna vegetation in the Hluhluwe and Umlolozi Game Reserves in northern KwaZulu-Natal (from Wills, 1987)

Fuel Moisture		Wind		Slope (degrees)	Rate of spread (m min^{-1})	Flame length (m)
Fire number	Percentage	Speed (km h^{-1})	Direction (degrees)			
HI	4.2	6.3	0	0	7.9	2.0
H2	5.0	12.8	90	0	5.6	1.2
H3	4.4	6.3	0	0	5.0	2.2
H4	4.4	10.1	0	0	17.5	3.0
U1	4.7	13.5	0	0	49.5	3.2
U2	4.8	16.8	0	0	60.1	4.5
U3	4.2	4.2	0	0	2.5	1.0
U4	4.2	12.0	45	0	11.0	2.0
U5	4.2	9.0	0	0	50.0	3.0
U6	4.2	7.2	45	0	9.2	1.5

H = Rluhluwe, U = UmfoIozi.

Caso de estudo

Sem vento e inclinação

Caso de estudo

Com vento e sem inclinação

Caso de estudo

Com inclinação e sem vento

O método

A reprodução do modelo

Caso de estudo

Sem vento e inclinação

Caso de estudo

Com vento e sem inclinação

O Modelo

Dimensão do mapa: 50 x 50,

Função de direção do vento (Norte),

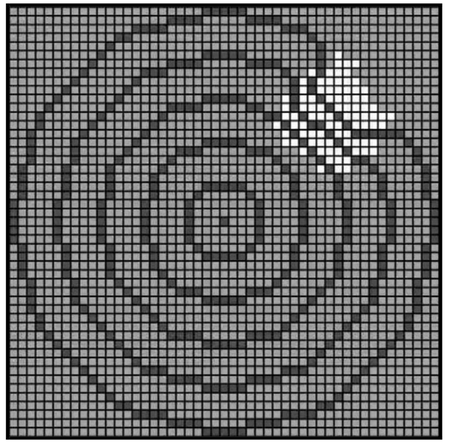
Função que verifica o estado da células vizinha,

Vizinhança de Moore e

Incêndio inicia no início

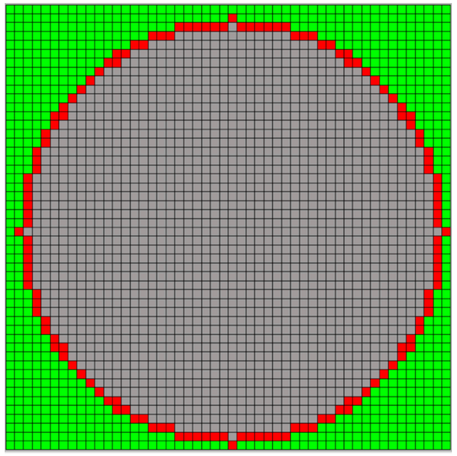
Resultados

Autor: Caso 1



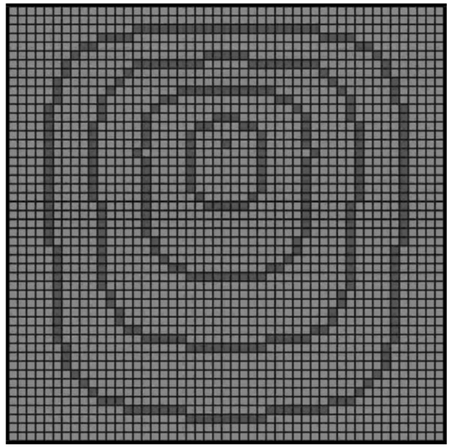
Paisagem heterogênea sem vento nem declive. As células cinzentas representam uma savana Acacia nilotica, e as células brancas uma pastagem Highland Sourveld. Frentes sucessivas são exibidas em intervalos de 20 minutos.

Reprodução: Caso 1



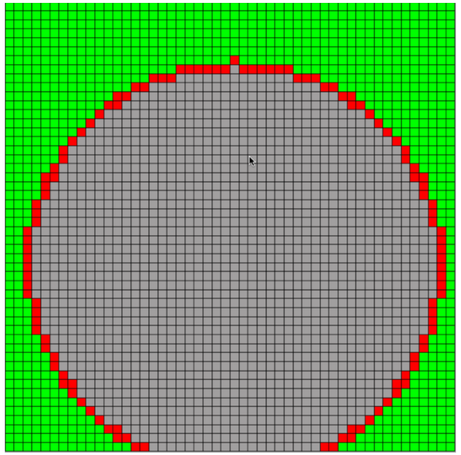
Paisagem homogênea, com intervalo de 20 minutos, cujo foco surge no centro da planície. A cor verde representa o estado *Unburned*, Vermelho *Burning*, e cinza *burned*.

Autor: Caso 2



Frentes de fogo em uma paisagem plana e homogênea com um vento norte de 30 m min− 1. O fogo é inflamado no centro das frentes de fogo que são exibidas em intervalos de 20 minutos.

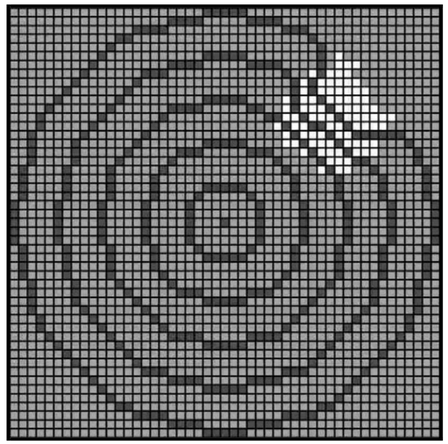
Reprodução: Caso 2



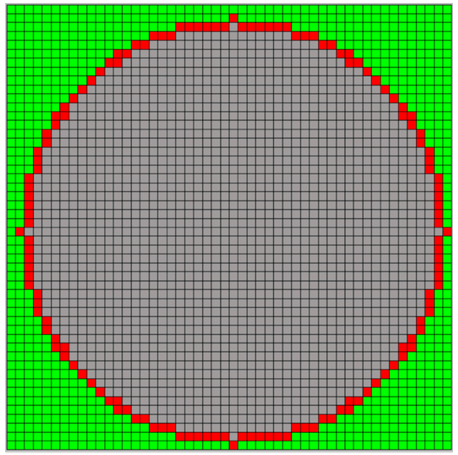
Paisagem homogênea, com intervalo de 20 minutos, cujo foco surge no centro da planície. Vento direção norte. A cor verde representa o estado *Unburned*, Vermelho *Burning*, e cinza *burned*.

Discussão

Autor: Caso 1



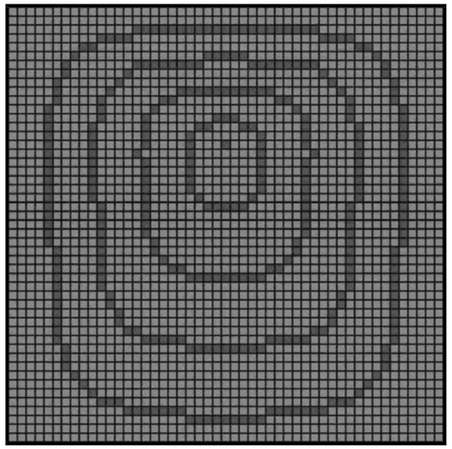
Reprodução: Caso 1



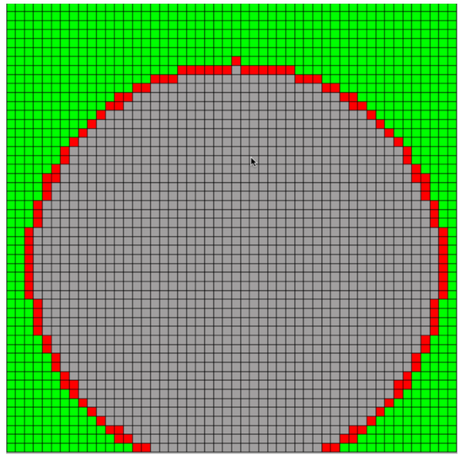
Reprodução: Caso 1

A reprodução acompanha o formato e propagação esperada, como descrito pelos autores, com exceção da heterogeneidade de vegetação

Autor: Caso 2



Reprodução: Caso 2



Reprodução: Caso 2

O espalhamento seguiu rumo ao sul com ventos vindos da direção norte, tal como ocorre na simulação do artigo

Considerações finais

Contribuições

Melhoramento da técnica de simulação, tornando mais “próxima” da dinâmica do mundo real

Desafios

Reprodutibilidade,
Sem dados Gis e
Tempo de maturação

Trabalhos futuros

Avaliar os demais casos de estudos;
Simular em um ambiente real, com dados GIS;
Considerar mais varáveis

Agradeço a atenção e contribuição