

## AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIOS EM PROPRIEDADES AGRÍCOLAS UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Felipe Hashimoto Fengler<sup>1</sup>, Afonso Peche Filho<sup>2</sup>, Jener Fernando Leite Moraes<sup>2</sup>, Moises Storino<sup>2</sup>, Admilson Irio Ribeiro<sup>3</sup>, Adriana Camilo Bellemo<sup>4</sup>, Eduardo Pretto Freitas<sup>5</sup>, Bruno Vicente Marques<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Mestrando, Instituto Agrônomo de Campinas – Gestão de Recursos Ambientais – felipe\_fengler@hotmail.com

<sup>2</sup> Pesquisador Científico, Instituto Agrônomo de Campinas – Centro de Engenharia e Automação – peche@iac.sp.gov.br/jfmoraes@iac.sp.gov.br/storino@iac.sp.gov.br

<sup>3</sup> Professor UNESP Sorocaba – admilson@sorocaba.unesp.br

<sup>4</sup> Estudante graduação UFSCAR Sorocaba – adrianebellemo@gmail.com

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo - Profissional Autônomo – edu\_pretto@yahoo.com.br

<sup>6</sup> Gestor Ambiental – Profissional Autônomo – brunovicentemarques@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Em regiões com baixo índice pluviométrico nas estações secas as preocupações com incêndio são constantes, estes, por sua vez são responsáveis por danos materiais e ambientais imensuráveis, além de ameaçar a segurança de comunidades e trabalhadores rurais. Condições ambientais favoráveis aliadas ao despreparo organizacional dos agricultores tornam frequentes as ocorrências de incêndios em lavouras.

O fogo constitui um elemento natural, comumente utilizado no manejo de ambientes agropastoris, por ser viável economicamente e já estar inserido na cultura agrícola de diversas civilizações. A melhor forma de atenuar seus impactos negativos é gerar informação dos graus de risco específicos para cada região (RIBEIRO et al., 2008).

Neste sentido o entendimento da forma como o ambiente é ocupado, sua caracterização física, biológica e climática pode auxiliar na detecção de locais que apresentam maior susceptibilidade a incêndios facilitando o planejamento de estratégias de prevenção e combate (PEZZOPANE et al., 2001). O tema é discutido no gerenciamento de riscos industrial e na avaliação de incêndios florestais (NUNES et al., 2007; CUNHA et al., 2007; CETESB, 2008; SILVA et al., 2011), porém a aplicação das metodologias e ferramentas existentes no ambiente agrícola ainda é limitada.

Diversas medidas de prevenção e combate têm sido adotadas para minimizar os efeitos negativos do fogo. Os zoneamentos de risco de incêndios, ou mapas de risco, são instrumentos fundamentais no planejamento de ações em regiões de alta susceptibilidade. A visualização da distribuição espacial do risco em lavouras possibilita uma adequação dos recursos e equipamentos destinados à prevenção e combate de acordo com o nível de perigo, constituindo uma importante ferramenta aos agricultores (RIBEIRO et al., 2008).

O patamar tecnológico atual oferece ferramentas eficazes para a realização de estudos relacionados a distribuições espaciais, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilitam a integração, relacionamento e processamento de dados vinculados a informações espaciais com aplicação em diversas áreas do conhecimento. Aliado ao Sensoriamento Remoto sua utilização permite a construção de modelos que representam a realidade geográfica, simulam condições futuras e a evolução de fenômenos complexos (MOREIRA, 2007).

Neste contexto o trabalho busca avaliar o risco de propagação de incêndios na região de borda de propriedades agrícolas de Cristalina-GO, utilizando Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e o Sensoriamento Remoto (SR).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A concepção metodológica teve como base a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica em conjunto aos dados digitais de satélite para avaliar o risco de propagação de incêndio na região de borda das fazendas Entre Rios e Maringá, localizadas e Cristalina-GO. A metodologia foi desenvolvida no Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônomo de Campinas, sendo composta por duas etapas:

### ETAPA 1 - Levantamento e processamento de dados

As propriedades já possuíam bases de dados geográfica, composta por: Imagem Google Earth de data desconhecida, Mapa de uso e ocupação do solo, Limites das propriedades, Rede Hidrográfica, Modelo Digital de Elevação.

Devido à natureza do estudo foi necessária a aquisição de dados complementares. Optou-se pela aquisição das cenas do satélite ResourceSat-1, capturada em 21/07/2010, órbita 329, ponto 089; e Landsat-5, capturada em 05/07/2010, órbita 221 (INPE, 2011).

Com a utilização dos Limites das propriedades estabeleceu-se um raio de 10 km redor do perímetro utilizando o programa ILWIS® para a determinação da região de vizinhança.

As imagens de satélite foram adequadas ao Sistema de Projeção e datum da base de dados existente, projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e datum “World Geodetic System 1984” (WGS 84). As cenas foram georreferenciadas e submetidas ao processo de redução de dimensionalidade.

As imagens ResourceSat-1 foram submetidas ao processo de classificação assistida para a determinação dos mapas de uso e ocupação referentes a 2010. Na escolha do classificador utilizou-se como referência Iwai (2003) com a adoção da abordagem supervisionada pelo método da máxima verossimilhança. A acurácia do processo foi avaliada entre a comparação do mapa produzido e o mapa já existente nas bases de dados das fazendas.

Utilizando as bandas 4 e 5 das cenas ResourceSat-1 determinou-se o NDWI (Normalized Difference Water Index). O índice expressa o teor de água presente nas feições do ambiente através da relação expressa na **Equação I** (HOLANDA, 2010; SILVA, 2011).

$$NDWI = \frac{Banda\ 4 - Banda\ 5}{Banda\ 4 + Banda\ 5} - \text{Equação I}$$

Onde:

- **Banda 4** – Corresponde a banda do infravermelho próximo;
- **Banda 5** – corresponde a banda do infravermelho médio.

Os valores obtidos foram agrupados e classificados, utilizando como referencia a **Tabela 1**.

**Tabela 1.** Intervalos de umidade para o NDWI.

Classes de umidade	Intervalo NDWI
Seco	>-0,3
Umidade muito baixa	-0,3 - 0,3
Umidade baixa	0,0 - 0,3
Umidade moderada	0,3 - 0,6
Umidade elevada	<0,6

Fonte: (HOLANDA, 2010; SILVA, 2011).

A Banda 6 do satélite Landsat-5 foi convertida em um Mapa de temperatura expresso em °C através do comando “Thermal to blackbody conversion” do programa IDRISI®. As temperaturas foram agrupadas em cinco classes conforme a **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Classes de temperatura.

Classes de temperatura (°C)
10 – 14
14 – 18
18 – 22
22 – 26
26 – 30

As regiões foram classificadas conforme o grau de inflamabilidade através do cruzamento dos dados de temperatura e de teor de umidade.

O mapa de risco de incêndio foi obtido através da sobreposição entre o Mapa de inflamabilidade e o Mapa de uso e ocupação de 2010. Foram utilizados como critérios no estabelecimento do risco de incêndio o grau de inflamabilidade e o potencial de incêndio das classes de uso e ocupação do solo

### ETAPA 2 - Análise dos dados

Para avaliar o risco de propagação de fogo na região de borda foram definidos pontos espaçados a 1km no perímetro. Em cada ponto determinou-se uma área de influência de 800m, utilizando o programa ILWIS®.

A análise foi realizada no sentido horário iniciando-se no ponto inicial 16°43'46''S, 47°32'27''W na fazenda Entre Rios e 15°58'49''S, 47°33'30''W na fazenda Maringá. Foram utilizados dois critérios a magnitude do risco de incêndio e localização do foco interno ou externo ao limite da fazenda.

Os pontos foram classificados conforme seu risco de propagação em: muito baixo, baixo, moderado, alto e muito alto, com notas de 1 a 5 associadas. Quanto maior o potencial de propagação menor a nota. Através da **Equação II** determinou-se o risco propagação de incêndio na região de borda.

$$Eff = \frac{\sum_{p=1}^n No}{Nmax \times n} - \text{Equação II}$$

Onde:

- **Eff** – representa a eficiência de proteção da borda;
- **No** – representa a nota obtida no ponto;
- **Nmax** – representa o valor da nota máxima;
- **n** – representa o número total pontos.

Determinou-se a taxa de ocorrência de pontos com risco de propagação de incêndio alto e muito alto através da **Equação III**.

$$Tx = \frac{Npalt}{P} - \text{Equação III}$$

Onde:

- $T_x$  – representa a taxa de ocorrência de pontos com risco alto ou muito alto;
- $N_{palt}$  – representa o número de pontos com potencial alto ou muito alto;
- $P$  – representa a dimensão do perímetro expresso em km.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação do risco de propagação de incêndio são apresentados na **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Resultados da avaliação de risco de propagação de incêndio.

	<b>Fazenda Entre Rios</b>	<b>Fazenda Maringá</b>
Notas obtidas	91	8
Notas máximas	144	96
Eficiência de proteção de borda (%)	63	8
Total de pontos com potencial alto ou muito alto	5	22
Taxa de ocorrência (km)	7	1

Na **Figura 1** são apresentados os mapas de risco de incêndio obtidos. A **Figura 1 “a”** corresponde ao mapa da fazenda Entre Rios e a **Figura 1 “b”** o mapa da fazenda Maringá.

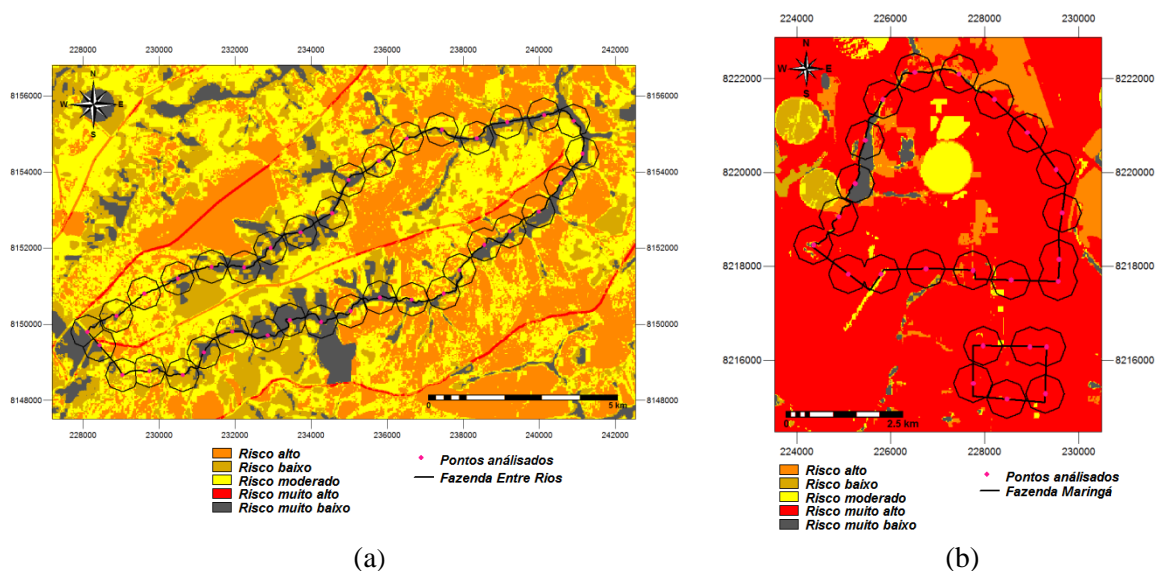


Figura 1. Mapas de risco de incêndio.

A fazenda Entre Rios apresenta uma barreira com elevada eficiência na proteção da borda, porém existem pontos críticos que indicam áreas susceptíveis a propagação de fogo vindo dos vizinhos. Suas regiões sudeste e norte apresentam alta susceptibilidade à propagação de incêndios iniciados em regiões externas a propriedade. Na região norte da fazenda a ocorrência de áreas contínuas com risco alto no interior da fazenda e em sua região externa indicam elevada probabilidade de propagação de incêndios iniciados internamente ou externamente.

A fazenda Maringá se localiza em uma região seca e com ocupações propícias a incêndios, isso aliado à baixa eficiência na proteção da borda indica grande susceptibilidade à propagação de fogo vindo dos vizinhos. A região nordeste apresenta uma proteção maior quanto à propagação do fogo, já a região sul apresenta risco mais elevado.

#### 4. CONCLUSÕES

- A metodologia se mostrou prática e eficaz para avaliar o risco de propagação de fogo;
- A metodologia permitiu estimar taxas de ocorrência e a eficiência na proteção de borda;
- Os resultados possibilitaram a identificar de regiões críticas;
- A proposta pode ser utilizada para elaboração de planos de prevenção e controle de incêndios.

#### 5. REFERÊNCIAS

CETESB. *Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos*. 2ª edição. São Paulo: Cetesb, 2008. 180 p.

CUNHA, A. M. C.; LIMA, C. A.; DIETZSCH, L. **Levantamento de áreas de maior risco de incêndios através de dados NOAA12. Estudo de caso: Reserva Biológica do Guaporé**, In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. *Anais...* INPE, 2007, p.4439-4446.

INPE. *Catálogo de Imagens*. Brasil. 2011. Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 21 de setembro de 2011.

IWAI, O. K. **Mapeamento do solo urbano do município de São Bernardo do Campo. Através de imagens de satélites.** 2003. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Transportes) – Departamento de Engenharia de transportes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

HOLANDA, A. S. S.; GUERRA, C. E. **Monitoramento da vegetação da região do eixo-forte no município de Santarém-PA utilizando imagens dos índices de vegetação NDVI e NDWI,** In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 2010, Recife. **Anais...** Recife: Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação, 2010, p.27-30.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 3ª edição - Viçosa: UFV, 307 p., 2007.

NUNES, J. R. S.; BEUTLING, A.; L.; KOPROSSI, L. P.; MELO, L. A. N.; BIONDI, D.; V. S.; BATISTA, A. C. **Relação entre a qualidade da paisagem e o risco de Incêndios florestais,** Floresta, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, p.145-154, 2007.

PEZZOPANE, J. E. M.; NETO, S. N. O.; VILELA, M. F. **Risco de incêndios em função da característica do clima, relevo e cobertura do solo,** Seropédica, v.8, n.1, p.116-166, 2001.

SILVA, E. R. A. C.; MELO, J. G. S.; GALVÍNCIO, J. D. **Identificação de áreas susceptíveis a processo de certificação no médio trecho da bacia do Ipojuca - PE através do mapeamento do estresse hídrico da vegetação e da estimativa do índice de aridez,** Recife, v.4, n.6, p.156-178, 2011.

RIBEIRO, L.; KOPROSSI, L. P.; STOLLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, V. S.; BATISTA, A. C. **Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a Fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR),** Floresta, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, p.561-572, 2008.