



VSEEFLO-BA

SEMANA DE ENGENHARIA FLORESTAL DA BAHIA
II Mostra de Pós Graduação em Ciências Florestais da UESB



Valoração das Formações Florestais Brasileiras

COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE RISCO DE INCÊNDIO COM FOCOS DE CALOR NO ESTADO DA BAHIA

Rodrigo Lacerda Brito Neto⁽¹⁾; Cristiano Tagliaferre⁽²⁾; Lorena Júlio Gonçalves⁽³⁾; Fabiano de Sousa Oliveira⁽⁴⁾

⁽¹⁾⁽⁴⁾Estudante de Mestrado; PPG em Ciências Florestais UESB/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; lacerdadm@hotmail.com, agronomiafabiano@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor, UESB/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, tagliaferre@yahoo.com.br; ⁽³⁾Estudante; UESB/Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; lorenagoncalves.agro@gmail.com.

RESUMO

Considerados como ameaças a ecossistemas, os incêndios florestais no estado da Bahia não possuem estudos que ajudem na prevenção por meio da utilização de índices de risco. Com a utilização de dados de focos de calor por sensoriamento remoto é possível descobrir qual o índice que melhor responde a realidade de uma região. Assim, objetiva-se com este estudo realizar uma comparação espacial entre os Índices de Risco de Incêndio de Monte Alegre e Nesterov com focos de calor detectados através de imagens de satélites para o ano de 2015. Para o estudo foram coletados dados meteorológicos para a estimativa dos índices, que foram espacializados e comparados com a localização dos focos de calor no estado da Bahia para 19 datas, que correspondem ao período extremo de número de focos, testando-se assim, o índice que melhor representa à realidade. Os resultados mostraram que a maioria dos focos se concentram nas regiões a oeste do estado e que não foram encontrados valores para as classes nulo, baixo e moderado de perigo, e que o índice de Nesterov se mostrou mais condizente com a realidade.

Palavras-chave: Proteção Florestal, Sensoriamento remoto.

ABSTRACT

Considered as threats to ecosystems, forest fires in the state of Bahia do not have studies that help in prevention through the use of risk indexes. In addition, the use of remotely sensed heat source data makes it possible to find out which index best fits the reality of a region. The aim of this work is to perform a spatial comparison between the Monte Alegre and Nesterov fire risk indexes, with heat sources detected through satellite images for the year 2015. For this purpose, meteorological data were collected for the estimation of the indexes, which were spatialized and compared to the location of heat sources in the state on 19 dates that correspond to the extreme period, thus testing which best index corresponds to reality. The results showed that most of the outbreaks are concentrated in the western regions of the state and that no values were found for the null, low and moderate hazard classes and that the Nesterov index was more consistent with reality.

Key words: Forest protection, Remote sensing.

INTRODUÇÃO

Incêndio florestal é o termo utilizado para definir o fogo incontrolado, que se propaga livremente e consome os diversos tipos de materiais combustíveis existentes (NUNES, 2005). São considerados como sendo umas das principais ameaças às unidades de conservação, devido às mudanças físicas, biológicas, e químicas que produz no ambiente, gerando consequências sobre o solo, a vegetação, a fauna e o ar atmosférico. Por isto, é importante a aplicação de técnicas que permitam prever a ocorrência de incêndios florestais e auxiliem na vigilância, monitoramento e combate.

Os chamados índices de perigo de ocorrência de incêndios permitem realizar a previsão das condições de risco de incêndio bem como possibilitam a adoção de medidas preventivas mais eficazes de controle. Segundo Cheney (1968), estes índices no geral fornecem uma resposta em 80% dos casos, o que é suficiente para o planejamento eficiente do controle de incêndios. As respostas variam de acordo com as condições bióticas e abióticas do local em um dia ou uma sequência de dias; por isto é importante estudos que compare os valores encontrados nos índices com dados reais de ocorrência. Vários estudos têm utilizado focos de calor como dados de comparação (BATISTA, 2004; DEPPE et al., 2004; WHITE & RIBEIRO, 2009).

Através do sensoriamento remoto é possível utilizar os dados de satélites com sensores que identificam a temperatura da superfície terrestre. Quando a temperatura detectada pelo satélite num determinado local é maior que uma média pré-determinada, este local é considerado como um foco de calor (SETZER et al., 2004)

O estado da Bahia possui 42 unidades de conservação, sendo 34 de uso sustentável e 8 de proteção integral, correspondendo a uma área aproximada de 6.129.059 ha (SEMA, 2010) e de acordo com INPE (2017) entre 1998 e 2017 dentro de todo o estado são identificados em média 12.177 focos de calor por ano, sendo os meses de agosto, setembro e outubro os com maiores números de focos. Porém, escassas são as informações sobre os índices de incêndios que melhor representam a realidade do estado.

O objetivo deste trabalho é de realizar uma comparação espacial entre os Índices de Risco de Incêndio, a partir da utilização dos índices de Monte Alegre e Nesterov, com focos de calor detectados através de imagens NOAA/VHRR (*National Oceanic and Atmospheric Administration/Advanced Very High Resolution Radiometer*), processados pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para o estado da Bahia para o ano de 2015.

MATERIAL E MÉTODOS

Índices utilizados

O Índice de Monte Alegre (Equação 1) foi desenvolvido por Soares (1972) utilizando dados da região central do Paraná. Este índice utiliza duas variáveis climáticas na determinação do Risco de Incêndio Florestal (RIF): precipitação diária e umidade relativa do ar às 13:00 horas.

$$IMA = \sum_{i=1}^n \frac{100}{H} \quad (1)$$

sendo: IMA = Índice Monte Alegre; H = umidade relativa do ar em %; e n = número de dias sem chuva.

Quanto mais longa for a série de dias com baixa umidade relativa e sem chuva, maior será o risco climático de incêndio florestal determinado pelo Índice de Monte Alegre; porém, a depender da intensidade da precipitação ocorrida, o índice sofre abatimentos em seus valores e quando a chuva diária exceder 12,9 mm o Índice de Monte Alegre volta a zero, e o Risco de Incêndio Florestal é nulo.

A tabela 1 ilustra as categorias de risco e seus respectivos valores.

Tabela 1: Risco de Incêndio e valores do Índice Monte Alegre.

Risco de Incêndio	Índice Monte Alegre
Nulo	$\leq 1,0$
Baixo	1,1 - 3,0
Moderado	3,1 - 8,0
Elevado	8,1 - 20,0
Extremo	$> 20,0$

O índice Nesterov (Equação 2) foi desenvolvido na ex-URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas) e tem como variáveis o déficit de saturação do ar e a temperatura do ar medida às 13:00 horas em seu modelo original (SOARES, 1984).

$$G = \sum_{i=1}^n d_i * t_i \quad (2)$$

sendo: G = Índice de Nesterov; d = déficit de saturação do ar em milibares; e t = temperatura do ar em °C medida às 13:00 horas.

O déficit de saturação do ar (Equação 3) é igual a diferença entre a pressão máxima de vapor d'água e a pressão real de vapor d'água, podendo ser calculado através do seguinte estimador:

$$d = E(1-H/100) \quad (3)$$

sendo: d = déficit de saturação do ar em milibares; E = pressão máxima de vapor d'água em milibares; e H = umidade relativa do ar em %.

No índice de Nesterov, a continuidade da somatória também é limitada pela ocorrência de precipitações, e para chuvas maiores que 10 mm o cálculo é interrompido ($G = 0$) e recomeça no dia seguinte ou quando a chuva cessar. A Tabela 2 mostra as categorias de risco e seus respectivos valores.

Tabela 2: Risco de Incêndio e valores do Índice de Nesterov.

Risco de Incêndio	Índice de Nesterov
Nulo	≤ 300
Baixo	300,1 - 500
Moderado	500,1 - 1000
Elevado	1000,1 - 4000,0
Extremo	$> 4000,0$

Obtenção de dados e espacialização

Os dados meteorológicos, de pressão atmosférica, precipitação diária, umidade relativa do ar e temperatura do ar °C às 13:00 horas para ano de 2015 para serem usados nos modelos em estudo foram obtidos por meio da plataforma BDMEP, que consiste em um banco de dados climáticos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram usados dados de 32 estações automáticas dentro do estado da Bahia e de outros estados com estações próximas do limite territorial do estado.

Os dados dos focos de calor foram oriundos do sistema de detecção do INPE/CPTEC (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) e correspondem ao mesmo período dos dados climáticos. A descrição de algoritmos de métodos de detecção de focos

de calor pode ser encontrada em Arino et al. (1993), Kennedy et al. (1993) e Minko et al. (1998). Para realizar a comparação foram selecionadas datas que no total apresentaram aproximadamente 50% do número de focos de calor ocorridos no ano de 2015 (evento extremo).

A espacialização foi feita por meio do cálculo dos índices Monte Alegre e Nesterov para cada uma das 32 estações e para cada dia de evento extremo. Posteriormente, foram extrapoladas para todo o território da Bahia por meio de técnicas geoestatísticas de interpolação, sendo sobrepostas pelas informações de focos de calor. O método utilizado para espacialização foi o *Spline*, existente na extensão *Spatial Analyst* do *software* ArcMap GIS 10.2.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados um total de 12883 focos de calor no estado da Bahia no ano de 2015, sendo que deste total, 73,5% ocorreram nos meses de setembro e outubro (Figura 1), que correspondem aos meses mais secos do período de seca.

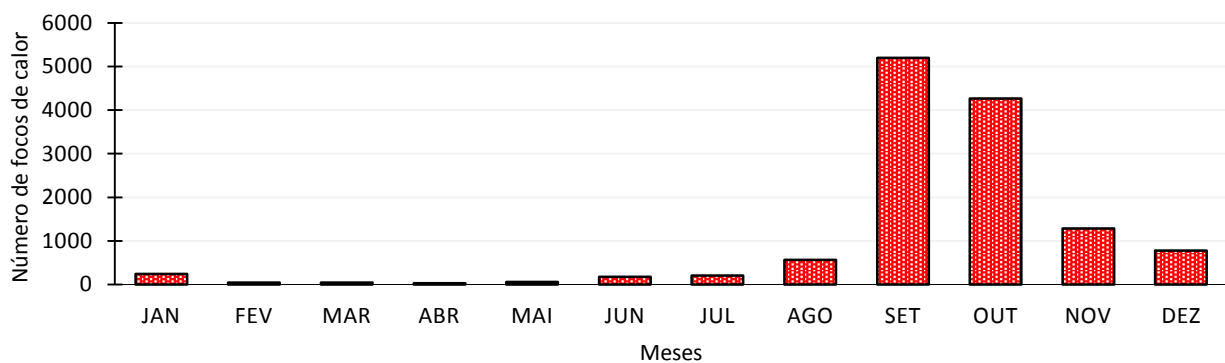


Figura 1. Número de focos de calor detectados no estado da Bahia para o ano de 2015.

Notou-se que a maioria dos focos de calor se concentram nas regiões do extremo oeste e sul do vale do São Francisco (Figura 2) e nestas regiões os municípios com maiores números de focos de calor são: Barra com 1971, Santa Rita de Cássia com 892 e Muquem de São Francisco com 593. Para o ano de 2015 estes municípios demonstraram respectivamente uma redução de 57% e 20% na precipitação quando comparados com as precipitações médias das normais climatológicas, bem como não houve ocorrência de chuva nos meses de Junho, Julho, Agosto e Setembro, o que explica a grande quantidade de focos de calor.

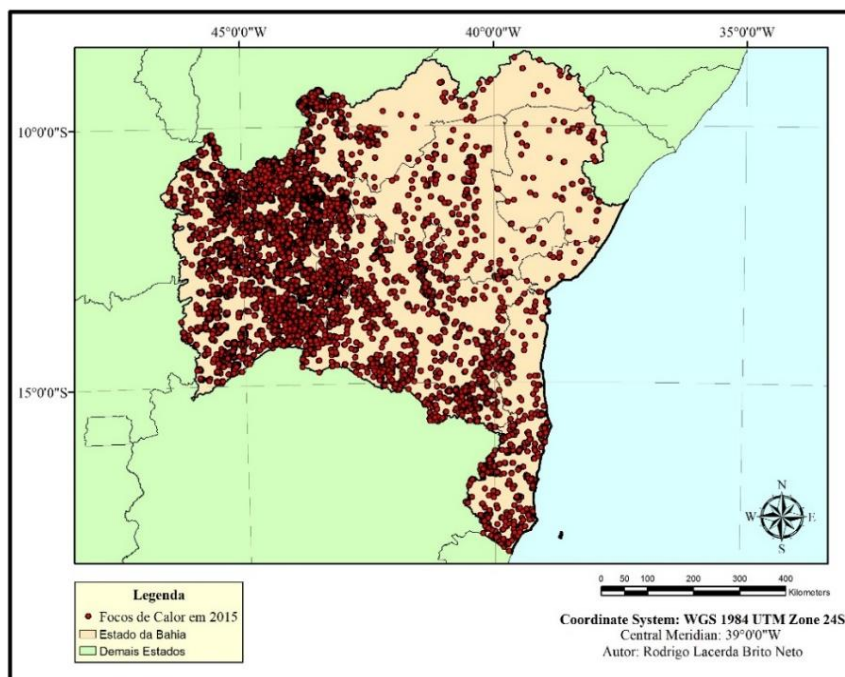


Figura 2. Número de focos de calor detectados no estado da Bahia em 2015.

Foram escolhidas 19 datas nos meses de setembro, outubro e novembro que representaram 50% do total anual de focos de calor. Para estas datas não foram observadas para ambos os índices resultados nas categorias nulo, baixo e moderado, o que pode ser explicado pelo período selecionado ser o que contém os valores máximos de focos de calor, e consequentemente as condições climáticas favoráveis para o aumento dos valores dos índices.

O Índice de Monte Alegre apresentou 0,05% dos focos na categoria elevado e 99,95% no extremo e o Nesterov 0,25% e 99,75%, respectivamente. De forma geral, observa-se que o Índice de Monte Alegre após espacializado sempre gerou áreas de risco de perigo extremo (Figura 3 B), enquanto que o Nesterov indicava a categoria elevada (Figura 3A) para a maior parte do estado. Ao observar a localização dos focos de calor percebe-se que o índice de Nesterov é mais condizente com a realidade apresentada, uma vez que o Índice de Monte Alegre apresentou áreas com risco de perigo extremo na ausência de focos de calor.

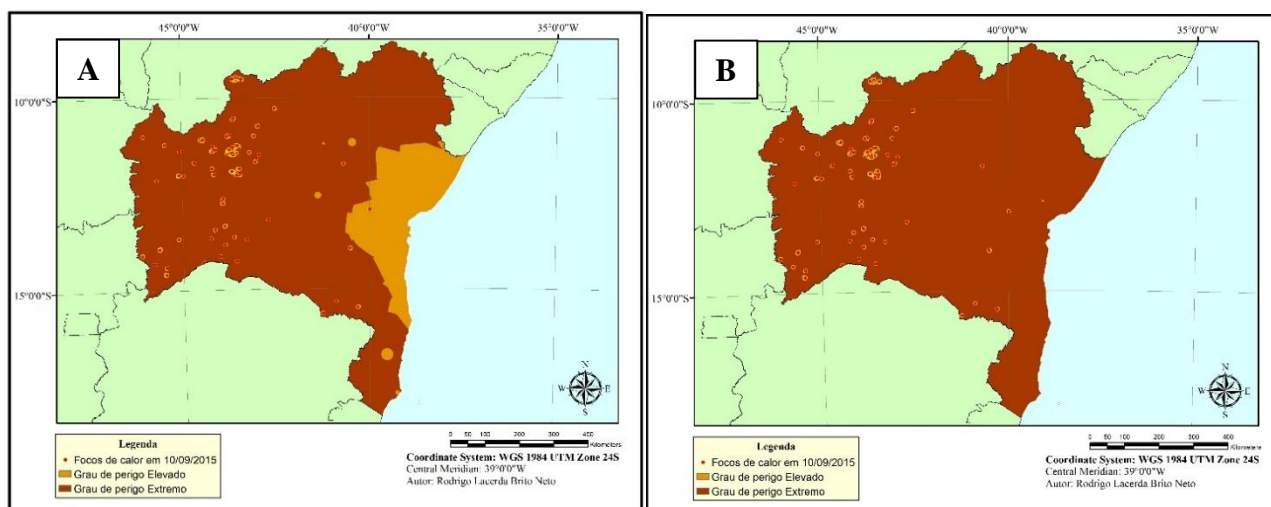


Figura 3. Focos de calor detectados no estado da Bahia sobrepostos ao índice de Nesterov (A) e ao Índice de Monte Alegre (B) para a data de 10/09/2015.

CONCLUSÕES

Os focos de calor no estado da Bahia em 2015 concentraram-se em sua maioria na região a oeste do estado.

Para as datas com maior incidência de focos de calor, não foram detectados graus de perigos nulo, baixo e moderado, mas o grau de perigo elevado explicou a posição de quase todos os focos de incêndio para os eventos extremos.

O índice de Monte Alegre mostrou-se menos condizente com a realidade quando comparado com o Nesterov.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARINO, O.; MELINOLTE, L.; CALABRESI, G. Fire, cloud, land, water: the ionia avhrr. **CD-Browser of ESRIN**. EOQ 41, ESA, ESTEC, Noordwijk. 1993.

BATISTA, A. C. Detecção de incêndios florestais por satélites. **Floresta**, 34, 2004.

CHENEY, N. P. Predicting fire behavior with fire danger tables. **Australian Forestry**. 32: 2, 1968.

DEPPE, F.; PAULA, E. V.; MENEGHETTE, C.R.; VOSGERAU, J. Comparação de índice de risco de incêndio florestal com focos de calor no estado do Paraná. **Floresta** 34:119-126, 2004.

INPE - Instituto nacional de pesquisas espaciais. **Programa queimadas**[relatório na internet]. Brasil, 2017. Acesso em: 26 de novembro de 2017. Disponível em:http://www.inpe.br/queimadas/estatistica_estados.

KENNEDY, P. J.; BELWARD, A. S.; GREGOIRE, J. M. An improved approach to fire monitoring in west africa using avhrr data. **International Journal of Remote Sensing**, 15: 2235-2255, 1993.

MINKO, N. P.; ABUSHENKO, N. A.; KOSHELEV, V. V. Forest fire detection in east siberia forests using AVHRR/NOAA data. **Spie Proceedings**. p. 192-200, 1998.

NUNES, J. R. S. **FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o estado do Paraná, Brasil**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 2005. 150p. (Tese de Doutorado).

SEMA - Secretária de meio ambiente. **Projeto Mata Branco**. Caderno-resumo. Bahia, 2010.

SETZER, A. W.; PEREIRA, J. A. R.; MAURANO, L. E. Visão atual do sistema de monitoramento de fogo na américa do sul. In: SANTOS, J. R.; DISPERATTI, A. A. (Ed.) **Aplicações de geotecnologias em engenharia florestal**. Curitiba, Gabardo, 2004.

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro paranaense, Brasil**. Turrialba, Costa Rica, CATIE/IICA. 1972. (Dissertação de mestrado).

SOARES, R. V. **Prevenção e controle de incêndios florestais**. Curitiba, ABEAS, 1984. 120 p.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Utilização da FMA e da FMA+ como instrumento de medida de risco de fogo nos municípios que formam o parque nacional serra de Itabaiana. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3, São Lourenço, 2009. **Anais...** São Lourenço, 2009. p. 1-3.