



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Relações entre precipitação e evaporação como indicativos do perigo de ocorrência de incêndios florestais na região de transição Cerrado - Amazônia



Bruno Henrique Casavecchia¹; Leandro Jorge de Souza Alves¹; Adilson Pacheco de Souza²; Diego Martins Stangerlin³

¹ Engenheiro Florestal, Pós-Graduando em Ciências Ambientais, Instituto de Ciências Humanas, Naturais e Sociais, UFMT, Campus Universitário de Sinop. E-mail: brunohcasavecchiaef@gmail.com; leandrojsa193@gmail.com

³ Eng. Agrícola. Professor Adjunto, ICAA, UFMT, Campus de Sinop. E-mail: adilsonpacheco@ufmt.br
Eng. Florestal. Professor Adjunto, ICAA, UFMT, Campus de Sinop. E-mail:

RESUMO: O fogo pode ser considerado como um dos principais fatores de destruição das florestas em toda região amazônica, com destaque para a região de transição Cerrado - Amazônia do Estado de Mato Grosso, que vem sofrendo grandes pressões ambientais decorrentes da expansão agropecuária e florestas plantadas. O fogo quando aplicado como processo para abertura de novas áreas, renovação de pastagens, limpeza e/ou quando se origina por causas naturais, tem seu comportamento influenciado por diversos elementos meteorológicos como umidade relativa e temperatura do ar, velocidade e direção do vento, intensidade e frequência das precipitações, dentre outros. Na busca por medidas de prevenção aos focos de calor foram desenvolvidas algumas metodologias indicativas do grau de perigo da ocorrência de incêndios, sendo em geral, baseadas em variáveis meteorológicas locais. Este trabalho objetivou avaliar o comportamento das relações entre precipitação (P) e evaporação potencial (EVAP – radiação no topo da atmosfera em equivalente de evaporação – mm dia⁻¹) (P-EVAP e EVAP/P), para a região do município de Sinop (Médio-Norte do Mato Grosso). Foram utilizados dados coletados entre 1972 e 2010, na estação convencional denominada Gleba Celeste (12°12' S, 56°30' W e altitude de 415m) pertencente a rede de estações do BDMEP/INMET. Foram geradas cinco classes de periculosidade (nulo, pequeno, médio, alto e muito alto) baseadas no histograma de frequência específico para cada metodologia. Empregou-se a metodologia de Skill-Score para análise do desempenho estatístico do acerto do número de focos de calor registrados entre 1998 a 2010 pelo CPTEC/INPE. As classes de perigo propostas apresentaram bons percentuais de acertos e de não acertos para ocorrência de focos de calor, principalmente em anos com elevados registros (2004). A relação P-EVAP apresentou melhores desempenhos.

PALAVRAS-CHAVE: proteção florestal, impactos ambientais, séries temporais

Relationship between precipitation and evaporation as indicative of the risk of occurrence of forest fires in the Cerrado-Amazon Transition Region

ABSTRACT: The fire can be considered as a major factor in the destruction of forests throughout the Amazon region, especially the Cerrado-Amazon transition region of the State of Mato Grosso, coming under major environmental pressures generated by agricultural expansion and planted forests. The fire when applied as a process for opening new areas, pasture renovation, cleaning and/or when stems from natural causes, have their behavior influenced by various weather elements, as relative humidity and air temperature, wind speed and direction, intensity and frequency of rainfall, among others. In the search of ways to prevent the hotspots, were developed a few methodologies indicative of the degree of danger of the occurrence of fires, being generally based on local meteorological variables. This study aimed to evaluate the behavior of the relationship between precipitation (P) and potential evaporation (EVAP -



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

radiation at the top of the atmosphere equivalent to evaporation - mm day^{-1}) (P-EVAP and EVAP/P), for the region of the Sinop (Middle North of Mato Grosso). We used data collected between 1972 and 2010 in the conventional station called Gleba Celeste ($12^{\circ}12' \text{ S}$, $56^{\circ} 30' \text{ W}$ and altitude of 415m) belonging to the network stations of BDMEP/INMET. Five classes of danger were generated (null, small, medium, high and very high) based on a specific frequency histogram for each methodology. Was used the Skill-Score methodology to analyze the statistical performance of the adjustment of the number of hotspots recorded between 1998-2010 by CPTEC/INPE. The risk grades proposals presented good percentage of adjust occurrences and non-occurrences of fires, especially in years with high records (2004). The P-EVAP relationship showed better performances.

KEY WORDS: forestry index, forest protection, time series

INTRODUÇÃO

Dentre os meios de degradação das florestas, o fogo é um dos que mais se destaca devido a grande facilidade de aplicação, alto poder de destruição e principalmente pela velocidade de avanço atingindo grandes áreas em curto intervalo de tempo. Por isso, pode ser considerado como uma ameaça constante as florestas, as propriedades, aos animais e aos seres humanos, e de forma indireta prejudica toda essa cadeia por ser um dos principais contribuintes ao lançamento de gases de efeito estufa.

A possibilidade de ocorrência, bem como a frequência dos incêndios florestais, está relacionada às condições atmosféricas locais, conforme discutido por Soares (1984). Dessa forma, o conhecimento das variáveis meteorológicas é um passo importante para a elaboração de programas de prevenção e de combate aos incêndios florestais. A partir da análise climática é possível determinar os períodos de maior probabilidade de ocorrências, facilitando a adoção de medidas de prevenção, a estimativa da logística para o combate e estimativa de danos causados pelo fogo ao ambiente.

Desta forma o conhecimento do grau de perigo diário é uma ferramenta útil no planejamento das atividades de prevenção e combate aos incêndios florestais. Para isso, são utilizados os índices de perigo de incêndios que refletem a probabilidade de ocorrência e/ou propagação de um incêndio. A verdadeira quantificação do perigo de incêndios é complexa, uma vez que há vários fatores envolvidos a serem considerados, como aspectos climáticos, tipo de combustível, riscos de incêndio e a probabilidade de ignição (HEIKKILÄ, 2007).

Assim, objetivou-se com o presente trabalho, elaborar classes de perigo de ocorrência de incêndios através das relações precipitação e evaporação para a região de transição cerrado-amazonia.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido considerando como base a região do município de Sinop-MT, (latitude $11,85^{\circ}\text{S}$, longitude $55,56^{\circ} \text{ W}$ e altitude 371m). Para tanto os dados meteorológicos foram obtidos da estação meteorológica convencional do BDMEP/INMET denominada Gleba Celeste (latitude $12^{\circ}12' \text{ S}$, longitude $56^{\circ}30' \text{ W}$ e altitude de 415m), localizada atualmente no município de Vera – MT. Os dois municípios se distanciam em aproximadamente 80 km e apresentam climas do tipo tropical quente e úmido (Aw, segundo classificação de Köppen), que é o tipo climático predominante do Centro-Norte do Estado de Mato Grosso.

O índice acumulativo P-EVAP, proposto por Sampaio (1991), relaciona a diferença entre a precipitação (P) e a evaporação (EVAP), ambas medidas diariamente, em mm. O índice utilizou as restrições do índice de Nesterov (Tabela 1), sugerido pelo autor.

$$P - EVAP = \sum_{i=1}^n P - EVAP \quad (1)$$

em que: P = somatório da precipitação no dia em mm; Evap = evaporação no dia em mm.

Tabela 1. Restrições do índice de Nesterov em função da quantidade de chuva do dia.

Chuva do dia (mm)	Modificação no cálculo
≤ 2,0	Nenhuma
2,1 a 5,0	Abater 25 % no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia.
5,1 a 8,0	Abater 50 % no valor de G calculado na véspera e somar (d.t) do dia.
8,1 a 10,0	Abandonar a somatória anterior e recomeçar novo cálculo, isto é, G = (d.t) do dia.
> 10,0	Interromper o cálculo (G=0), recomeçando a somatória no dia seguinte ou quando a chuva cessar.

O índice EVAP/P (SAMPAIO, 1991) também é acumulativo e relaciona a divisão da evaporação pela precipitação, ambas obtidas em mm dia⁻¹. Para sua obtenção são utilizadas as restrições apresentadas na Tabela 2.

$$EVAP/P = \sum_{i=1}^n \frac{EVAP}{P} \quad (2)$$

em que: P = somatório da precipitação no dia em mm; Evap = evaporação no dia em mm.

Tabela 2. Restrição do índice EVAP/P

mm de chuva	Modificação no cálculo
< 1,0	Não entra no cálculo
1,0-15,0	Dividir a EVAP/P da véspera pela chuva do dia
>15	Interromper o cálculo, e recomeçar no dia seguinte ou quando

Para classificação do índice em cinco classes, foi utilizado o histograma de probabilidade do índice, e em cima dessas probabilidades foi estabelecido um percentual para cada classe, assim tendo como base quatro meses de seca, onde a periculosidade de ocorrência de incêndio é alta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 representa a média dos valores acumulados, nas quatro décadas em estudo, da metodologia proposta que subtrai a Precipitação pela Evaporação, para estação da Gleba Celeste, Vera-MT. Ao analisar os gráficos é possível notar que a curva do comportamento do índice ao longo do ano é inversa quando comparada as curvas geradas pelo índice de EVAP/P (figura 2), pois este fato acontece pela acumulação do índice ser negativa, com isso na época em que as precipitações são baixas a evaporação passa a ser maior que a precipitação e assim gerando índices de risco de incêndios diários negativos, condizendo com os meses da estação seca na região (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro), meses esses em que as precipitações locais são muito baixas.

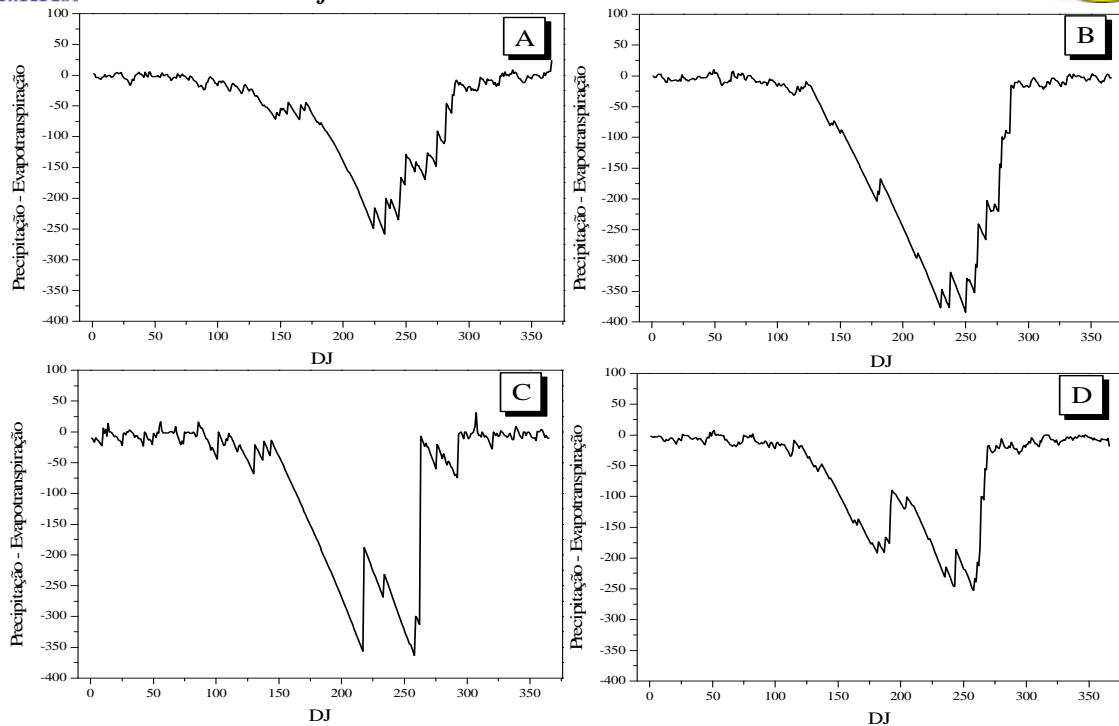


Figura 1: Médias diárias do índice P-EVAP para as décadas de 1970 (A), 1980 (B), 1990 (C) e 2000 (D), na EMC Gleba Celeste ($12^{\circ}12'S$ e $56^{\circ}30'W$), Mato Grosso.

Pela média dos valores acumulados, nas quatro décadas em estudo, da metodologia avaliada EVAP/P, para estação da Gleba Celeste, Vera-MT. é possível notar que os meses que apresentam os maiores picos dos valores dos índices de EVAP/P, são os meses em que condiz com a estação seca na região (abril, maio, junho, julho, agosto e setembro), pois nesses meses os valores das precipitações são quase zero, e como o índice baseia-se na divisão da evaporação pela precipitação, quanto menor for o valor de precipitação maior será o índice gerado pela metodologia.

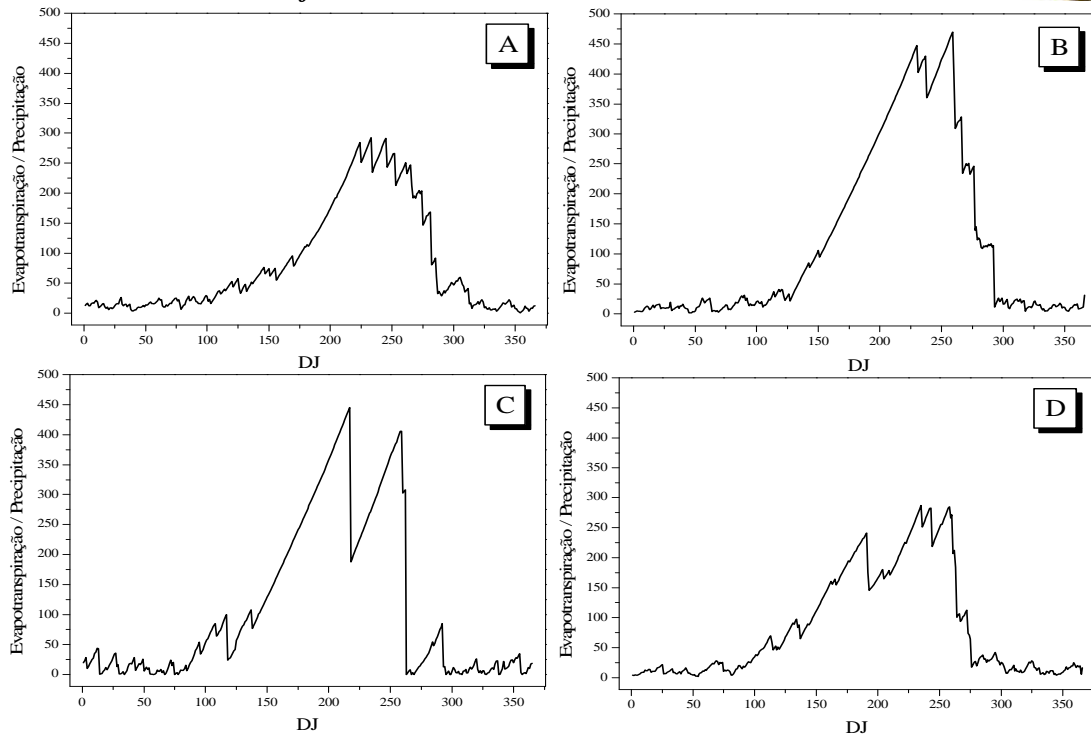


Figura 2: Médias diárias do índice P/EVAP para as décadas de 1970 (A), 1980 (B), 1990 (C) e 2000 (D), na EMC Gleba Celeste (12°12'S e 56°30'W), Mato Grosso.

Pelo método do histograma de probabilidade da ocorrência dos valores obtidos pelos índices (Figura 3), foram geradas as classes de periculosidade para classificação do índice P-EVAP (Tabela 4) e EVAP/P (Tabela 5) na qual foi estabelecido um percentual para cada classe, assim tendo como base quatro meses de seca, onde a periculosidade de ocorrência de incêndio é alta, foi estabelecido que as classes: Alta e Muito Alta, juntas tivessem mais ou menos 40% do total dos índices, para que realmente a classificação ficasse condizente com a realidade do local do estudo.

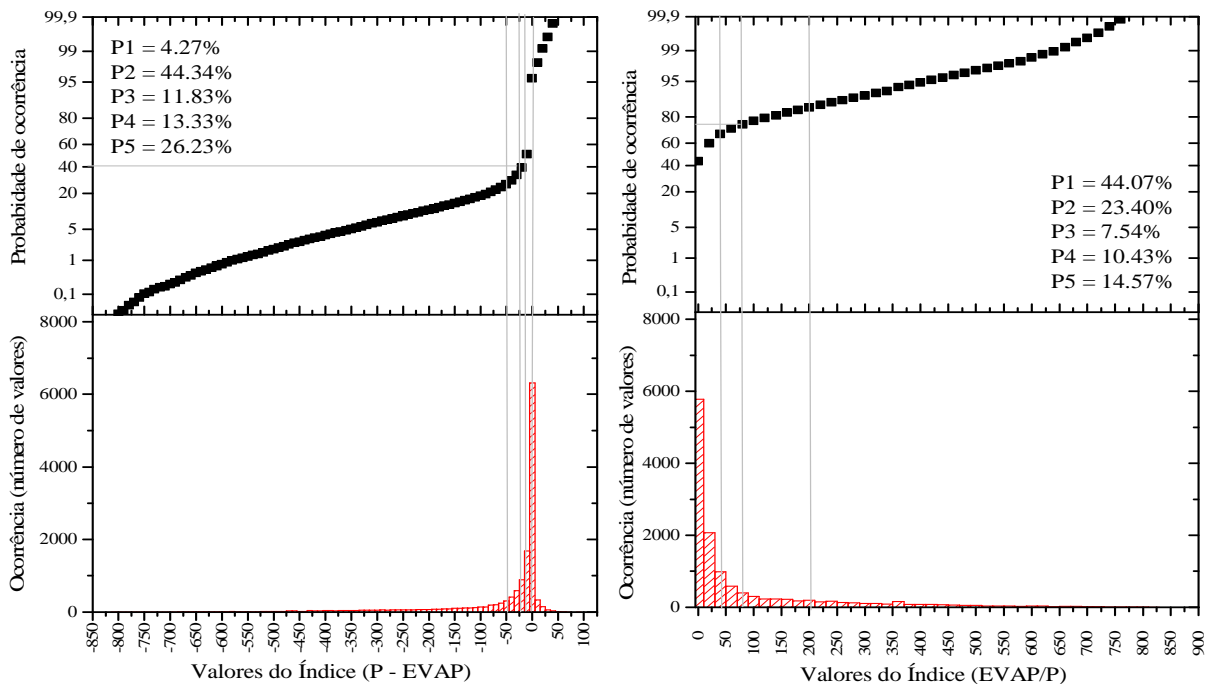


Figura 3. Histograma de probabilidade de ocorrência dos índices de P-EVAP e EVAP/P, onde P representa a probabilidade dos índices serem classificados como risco de incêndio nulo, pequeno, médio, alto e muito alto (P1 a P5, respectivamente).

Deacordo com Nunes et al. (2005), a umidade do material combustível expressa a porcentagem de água que ele contém, em relação ao seu peso seco. A primeira influência da umidade na combustão do material florestal é a necessidade da grande quantidade de energia requerida para transformar em vapor a água existente no combustível.

Tabela 4. Escalas de perigo proposta para os índices de P-EVAP e P/EVAP.

Valor de P-EVAP	Grau de Perigo	Valor de EVAP/P	Grau de Perigo
> 0	Nulo	0	Nulo
0 a -10	Pequeno	0 a 40	Pequeno
-10 a -20	Médio	40 a 80	Médio
-20 a -50	Alto	80 a 200	Alto
≤ -50	Muito alto	≤ 200	Muito alto

CONCLUSÕES

Com o uso do histograma de probabilidade de ocorrência de incêndios florestais para os valores obtidos pelos índices indicativos de P-EVAP e EVAP/P, foi possível elaborar classes de perigo de ocorrência de incêndios para a região de transição Cerrado - Amazônia.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HEIKKILÄ, T.V.; GRÖNQVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Wildland fire management: handbook for trainers**. Helsinki: Ministry for Foreign Affairs of Finland, 2007. 248 p

NUNES, J. R. S. **FMA+ - um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SAMPAIO, O. B. **Estudo comparativo de índices, para previsão de incêndios florestais, na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais**. 1991. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

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