

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**MAURÍCIO BATISTA GALVÃO**

**RISCO DE INCÊNDIO E NÚMERO DE FOCOS DE CALOR NOS ANOS DE 2008 E  
2009 NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA A CONQUISTA, BA**

**VITÓRIA DA CONQUISTA - BA**

**Julho/2010**

MAURÍCIO BATISTA GALVÃO

**RISCO DE INCÊNDIO E NÚMERO DE FOCOS DE CALOR NOS ANOS DE 2008 E  
2009 NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA A CONQUISTA, BA**

Monografia apresentada ao Colegiado de Engenharia Florestal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus de Vitória da Conquista - BA como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. D.S. Alessandro de Paula

VITÓRIA DA CONQUISTA - BA

Julho/2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**MAURÍCIO BATISTA GALVÃO**

**RISCO DE INCÊNDIO E NÚMERO DE FOCOS DE CALOR NOS ANOS DE 2008 E  
2009 NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA A CONQUISTA, BA**

Monografia aprovada em:\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ para a obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Florestal.

Banca Examinadora:

---

Prof. D.r. Alessandro de Paula – UESB  
Orientador/Presidente

---

Prof. D.r. Cristiano Tagliaferre  
Membro

---

Prof. D.r. Jana Buuda Maruska da Matta  
Membro

*A formatação do presente trabalho segue as normas textuais de acordo com o periódico eletrônico da Revista Floresta.*

**RISCO DE INCÊNDIO E NÚMERO DE FOCOS DE CALOR NOS ANOS DE 2008 E 2009 NO  
MUNICÍPIO DE VITÓRIA A CONQUISTA, BA**

**Maurício Batista Galvão<sup>1</sup>, Alessandro de Paula<sup>2</sup>**

## RESUMO

A Fórmula de Monte Alegre serve para estimar o grau de perigo de incêndio e ajudar no planejamento das atividades de prevenção e combate. Com base nessa fórmula o presente estudo teve como objetivo determinar os meses de maior risco de ocorrência de incêndios florestais e focos de calor no município de Vitória da Conquista – BA. O estudo foi desenvolvido utilizando dados meteorológicos dos anos de 2008 e 2009, fornecidos pela Estação meteorológica com convenio com o Instituto Nacional de Meteorologia e o número de focos de calor disponibilizados Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Os dados analisados mostraram que os meses mais críticos determinados pela fórmula foram o de agosto e setembro. Outro resultado importante foi que quase a totalidade dos meses apresentou risco “muito grande”. Os meses que apresentaram maiores números de focos de calor foram outubro e novembro. Deste modo, os meses mais preocupantes são os de outubro e novembro por apresentarem os maiores números de focos de calor e elevado risco de índice de incêndios.

Palavras - chave: Risco de incêndio, Focos de calor, Fogo.

## ABSTRACT

*Erisk of fire and number of out breaks of heat in the years 2008 and 2009 in the municipality of Vitoria da Conquista, BA.* Formula used to estimate the degree of danger of fire and assist in planning activities to prevent and combat. Based on this formula the present study aimed to determine the months of highest risk of forest fires and hotspots in the city of Vitoria da Conquista - BA. The study was conducted using meteorological data of the years 2008 and 2009, provided by the National Institute of Meteorology and the number of hotspots available by the National Institute for Space Research. The data analyzed showed that the most critical months as determined by the formula were August and September. Another important result was that almost all the months showed risk "too large". The months had higher numbers of hotspots were in October and November. Thus the more worrying are the months of October and November for having the largest number of hotspots and high fire risk index.

Key - words: Risk of fire, Heat spots, Vitória da Conquista.

## INTRODUÇÃO

O fogo, em geral, é o agente que mais causa danos às florestas em todo o mundo. Por essa razão pode ser considerado a maior fonte potencial de danos às florestas.

No Brasil as preocupações com incêndios florestais são maiores nos meses de inverno e primavera devido aos baixos índices pluviométricos que ocorrem nesse período. Esse longo período de estiagem deixa a vegetação seca, resultando em um material altamente inflamável com enorme capacidade de entrar em combustão, fazendo com que nesta época os incêndios tornem-se os principais responsáveis pela alteração dos ecossistemas naturais.

Além dos inúmeros danos aos ecossistemas naturais, os incêndios podem provocar grandes perdas, como danos à fauna e a flora, às pessoas, além de perdas econômicas significativas, tanto no setor florestal como no agrícola, e os custos para controlar o fogo. Possui também importância ecológica, por influenciar na poluição atmosférica e mudanças climáticas, que podem causar impactos diretos e indiretos sobre os habitats e os ecossistemas (BATISTA, 2004).

Tentando evitar essas perdas, que causam grande impacto nos ecossistemas florestais, foram desenvolvidos os índices de perigo de incêndio. Índices que buscam expressar através de números ou escalas o grau de probabilidade de ocorrência de incêndios (SOARES, 1986).

Esses índices começaram a ser desenvolvidos no início do século XIV. Entretanto, no Brasil foram introduzidos pela primeira vez em 1963, depois do trágico incêndio que atingiu cerca de dois milhões de hectares no Estado do Paraná (SOARES, 1998). Naquele momento, por não ter estudos que indicasse qual era o índice mais adequado para região e devido à dificuldade de obtenção de informações básicas, inclusive algumas variáveis meteorológicas, os índices sugeridos foram os de Angstrom e Nesterov.

Em 1972, foi desenvolvida a Fórmula de Monte Alegre (FMA) e desde então ela é utilizada por várias empresas e instituições florestais brasileiras. É uma fórmula simples, que necessita apenas de duas variáveis meteorológicas, umidade relativa do ar e precipitação, para ser calculada.

De acordo Soares (1998), a mesma serve para estimar o grau de perigo de incêndio e ajudar no planejamento das atividades de prevenção e combate. Os valores obtidos através da fórmula citada também podem ser utilizados propiciando subsídios às atividades de prevenção e combate aos incêndios,

dimensionamento de equipes e infra-estrutura, planejamento de ações de manutenção, vigilância e monitoramento de incêndios (MARTINI, 2007).

Auxiliando no combate aos incêndios florestais, como ferramenta importante, vem sendo utilizado o monitoramento dos focos de calor, que através de imagens de satélites ajuda a identificar os meses mais críticos de ocorrência de incêndios.

Segundo Batista (2004), a expressão denominada “focos de calor” é utilizada para interpretar o registro de calor captado na superfície do solo por sensores espaciais. O monitoramento dos focos de calor é realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que, de acordo Setzer (2002), vem desenvolvendo e aprimorando desde a década de 1980 seu sistema operacional de detecção de queimadas em imagens AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) dos satélites NOAA, que capta e registra temperaturas acima de 47°C e a considera como um foco de calor. Apesar de ter resolução espacial baixa (1,1 km), queimadas com áreas de no mínimo 900 m<sup>2</sup> podem ser detectadas (ANTUNES e RIBEIRO, 2000, citado por BATISTA, 2004).

Já os dados de queimadas foram obtidos nas imagens termais dos satélites meteorológicos NOAA quatro vezes ao dia e em seguida integrados a um sistema geográfico de informações, o SpringWeb, que é utilizado via Internet. As informações são disponibilizadas operacionalmente a usuários em torno de vinte minutos após as passagens dos satélites. Segundo Setzer (2002), “todo país e grande parte da América do Sul são cobertos pelas imagens, pois se utilizam recepções das estações do INPE em Cachoeira Paulista (SP) e em Cuiabá (MT)”.

Portanto o presente estudo tem como objetivo determinar os meses de maior risco de ocorrência de incêndios florestais e focos de calor no município de Vitória da Conquista – BA.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Caracterização da área**

O estudo foi desenvolvido no município de Vitória da Conquista, localizada na região Sudoeste da Bahia à 14° 50' 19" latitude S e 44° 50' 19" de longitude W.

Conhecida em todo Estado por ser uma das cidades que registra as mais baixas temperaturas ao longo do ano, Vitória da Conquista possui clima tropical amenizado por sua altitude que se encontra, segundo Murta *et al.* (2005), a 874 metros em relação ao nível do mar.

Sua vegetação é caracterizada de acordo IBGE (1990), como Floresta Estacional Semi-Decidual, a leste, e Decidual e Caatinga, a oeste. Apresenta altura média entre 10 a 15 metros para Campbell e Hammond (1989), com copa pouco densa e PAP (perímetro à altura do peito) relativamente reduzido, quando comparadas com Florestas Ombrófila. É uma região de transição entre os biomas Caatinga e Mata Atlântica podendo ser observado os efeitos característicos da baixa pluviosidade e das secas constantes (SOARES FILHO, 2000).

### **Dados Climatológicos**

Os dados climatológicos utilizados nesse trabalho, para determinar o período de maior risco de incêndio no referido município, foram coletados na Estação Meteorológica (ESMET) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado no *campus* de Vitória da Conquista, Universidade Estadual do Sudoeste. Foram utilizadas as variáveis meteorológicas, precipitação e umidade relativa do ar obtidos à aproximadamente 13 horas durante um período de dois anos, compreendido entre 1° de janeiro de 2008 a 31 de dezembro de 2009, totalizando 24 meses de observação.

### **Focos de Calor**

O número mensal de focos de calor, utilizado para determinar os meses com mais elevado risco de incêndio, foi oriundo do site do sistema de detecção do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (INPE/CPTEC), através de imagens do satélite NOAA/AVHRR.

## Índice de Monte Alegre

O risco de incêndio foi calculado através do Índice de Monte Alegre (IMA) (SOARES, 1972), desenvolvida no Estado do Paraná. Este índice é acumulativo, ou seja, quanto mais longa for a sequência de dias com baixa umidade relativa e sem chuva, maior será o risco climático de incêndio florestal (MARTINI *et al.*, 2007). Dependendo da intensidade da chuva, o índice pode sofrer abatimentos em seus valores ou até voltar à zero, anulando o risco de incêndio. A fórmula utilizada foi:

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

Em que:

H = umidade relativa do ar em porcentagem, medida próxima às 13:00 h.  
n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13,0 mm.

As Tabelas 1 e 2 apresentam respectivamente, os valores de abatimento do IMA conforme a chuva ocorrida, e a escala de perigo da Fórmula de Monte Alegre.

Tabela 1 – Restrições ao somatório da FMA, de acordo a precipitação do dia  
Table 1 - Allowance Index Monte Alegre as the rain occurred

Chuva diária (mm)	Modificações no calculo
< 2,4	Nenhuma
2,5 – 4,9	Abater 30% no IMA calculado na véspera e somar (100/H) do dia
5,0 – 9,9	Abater 60% no IMA calculado na véspera e somar (100/H) do dia
10,0 – 12,9	Abater 80% no IMA calculado na véspera e somar (100/H) do dia
> 12,9	Interromper o cálculo (FMA=0) e recomeçar a somatória no dia seguinte

Tabela 2 – Escala de Perigo da Fórmula de Monte Alegre  
Table 2 - Hazard Scale Formula Monte Alegre

Risco de Incêndio	Índice de Monte Alegre
Nenhum	≤1,0
Pequeno	1,1-3,0
Médio	3,1-8,0
Grande	8,1-20,0
Muito Grande	>20,0

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios mensais obtidos pela FMA para os dois anos estudados podem ser observados na Figura 1.

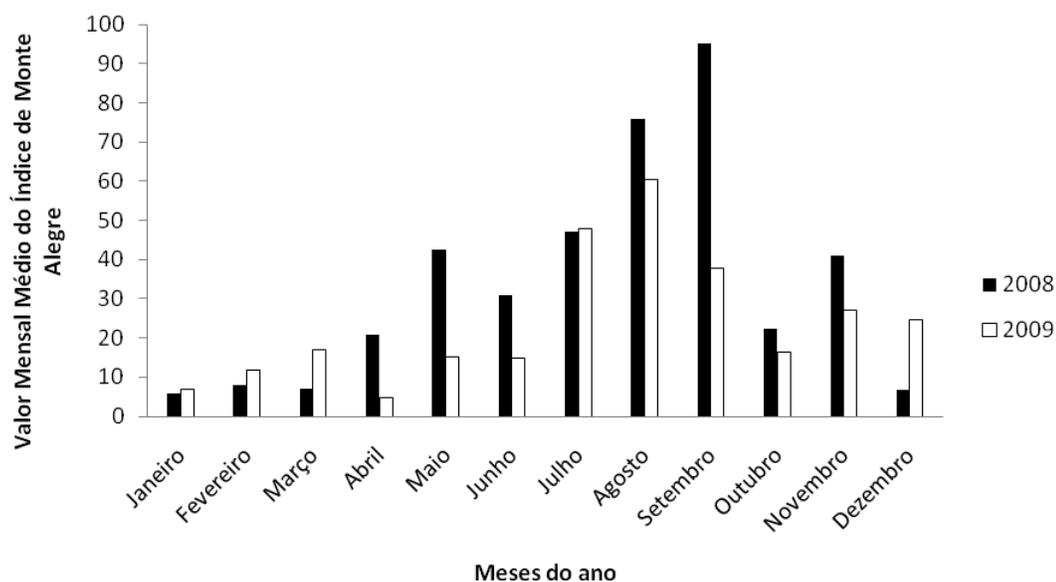


Figura 1 – Valor mensal médio do índice de Monte Alegre (IMA) para cidade de Vitória da Conquista – BA para os anos de 2008 e 2009.

Figure 1 - Average monthly of the index of Monte Alegre (IMA) for the city of Vitoria da Conquista - BA for the years 2008 and 2009.

Conforme o exposto na Figura 1 se torna perceptível que a partir do mês de maio e estendendo até setembro, de 2008 e 2009, ocorre uma elevação acintosa do risco de perigo de incêndio, de acordo a classificação do IMA, exceto no mês de junho, de 2008 e 2009, onde ocorre uma ligeira queda no risco.

O decréscimo ocorrido no mês de junho provavelmente foi ocasionado pela precipitação desse mês. Apesar da precipitação média (Figura 2) ter sido muito pequena, em alguns dias atingiu valores acima de 2,4 milímetros, o que proporcionou, abatimento no valor do IMA e causou a diminuição do valor do mesmo nesse mês.

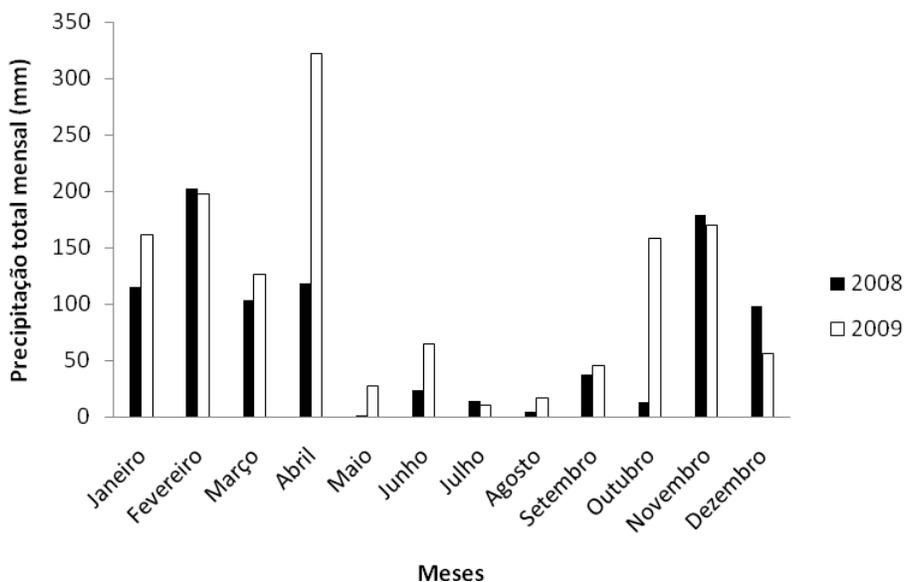


Figura 2 – Precipitação mensal acumulada para cidade de Vitória da Conquista – BA, nos anos de 2008 e 2009.

Figure 2 - Average monthly rainfall for the city of Vitoria da Conquista - BA, for the years 2008 and 2009.

No mesmo ano observa-se que os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio, junho e setembro não tiveram risco considerado “muito grande” (Figura 1).

O ano de 2009 se comporta de modo semelhante, porém no mês de abril e setembro ocorre grande diminuição do risco de incêndio que ficou considerado como “médio” e “muito grande”, respectivamente (Figura 1).

Apesar da precipitação ocorrida em abril, de 2009, que foi a maior precipitação ocorrida em um só mês nos anos de 2008 e 2009, como mostra a Figura 2, a mesma foi muito pequena, não sendo suficiente para levar o risco a “nenhum” ou “pequeno”. Este fato é perceptível não só nesse mês, mas nos meses de outubro e novembro, de 2008 e 2009, onde esse fenômeno também ocorre.

Analisando as Figuras 1 e 2, é possível perceber a elevação do risco e diminuição na precipitação nos meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, que são, com exceção de maio, meses do inverno, no hemisfério sul. Esse comportamento confirma a afirmativa de Pezzopane (2001), onde expõe que as preocupações com incêndios são constantes nos meses caracterizados como inverno e primavera, devidos, principalmente, aos baixos índices pluviométricos.

Silva (2001), quando analisou para Brasília (DF) os anos compreendidos entre 1980 a 1999, o mês de agosto obteve um destaque no índice de perigo de incêndio por chegar a uma média de 118,1 determinando assim o pico de perigo de risco.

No município de Vitória da Conquista o mês de agosto também obteve a maior média, entre os dois anos, registrando índice de 68,2. Porém, o mês de setembro teve a segunda maior média, apresentando índice igual a 66,4. Entretanto, o mesmo mês no ano de 2008 obteve o pico de perigo de incêndio, entre os anos estudados, apresentando um risco de 95 (Figura 1).

Comparando o IMA com o número de focos de calor no estado do Paraná, Deppe *et al.* (2004) perceberam que o índice necessita de uma melhor adaptação, pois ao longo do ano o mesmo foi relativamente elevado. Tal fato ocorreu no presente estudo, pois as médias de IMA ficaram acima de 20.

Correlacionando o IMA com o número de focos de calor, os meses que possuem o maior índice não apresentam os maiores números de focos de calor (Figura 3). Contudo, observa-se que os meses de outubro e novembro são os meses com maior número de focos de calor, nos anos estudados (Figura 3). Esse fato pode ter sido influenciado por um conjunto de fatores meteorológicos, pois, observando os dados fornecidos pela estação meteorológica do INMET, percebe-se que há algumas variáveis que diferenciam das demais, nos referidos meses, como mostra a Tabela 1.

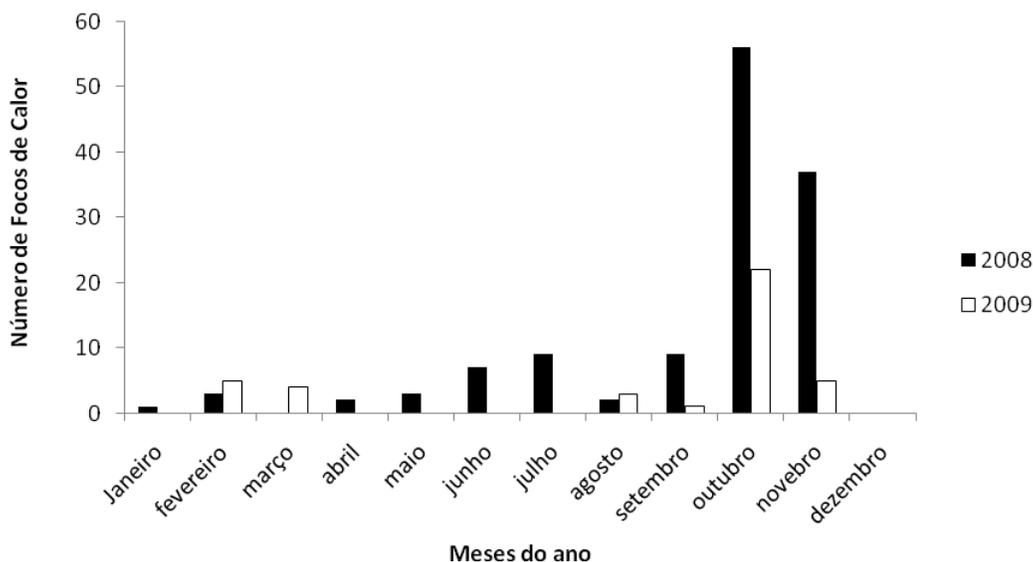


Figura 3 – Média mensal do número de focos de calor para cidade de Vitória da Conquista – BA.  
Figure 3 – Average monthly number of hotspots to the city of Vitoria da Conquista – BA

Tabela 3 – Dados da observação meteorológica no ano de 2008 e 2009 para região de Vitória da Conquista (BA).  
Table 3 - Data from the meteorological observation in 2008 and 2009 for the region of Vitoria da Conquista (BA).

		Temp. ext. max.	Umid.rel.	Precipitação	Evaporação	Insolação
<b>Janeiro</b>	2008	27,3	77	114,9	108,9	214,5
	2009	30,2	76	161,3	82,9	203,2
<b>Fevereiro</b>	2008	28,5	73	74	92,3	199,5
	2009	29,9		36	97,3	233,2
<b>Março</b>	2008	26,9	77	103,1	82,7	185
	2009	34,1	74	126,8	118,1	223,7
<b>Abril</b>	2008	28	67	14,8	96,1	228,2
	2009	29,5	84	195,1	53,7	136,8
<b>Mai</b>	2008	25,9	66	1,1	113,1	187,1
	2009	29,3	84	27,1	54,5	134
<b>Junho</b>	2008	23	77	22,2	78,3	140,3
	2009	29,7	77	37,2	49,5	161,2
<b>Julho</b>	2008	22,9	69	13,8	96,5	214,8
	2009	27	73	10,3	68,8	198
<b>Agosto</b>	2008	24,9	60	4,4	114,5	234,8
	2009	31,3	72	16,8	90,2	193,2
<b>Setembro</b>	2008	26,6	64	33,2	156,8	230,4
	2009	33,1	84	28,8	149,6	238,8
<b>Outubro</b>	2008	28,7	56	12,8	189,6	271,9
	2009	31,1	63	158	102,2	157,7
<b>Novembro</b>	2008	28	66	165,6	300,6	255,7
	2009	32,7	56	-	93,8	243,8
<b>Dezembro</b>	2008	26,9	78	98	78,8	121,7
	2009	32,7	91	56,4	95	197,4

Obs: 1 - Os valores de precipitação, evaporação e insolação são a soma mensal de todo o mês; 2 – Os valores que faltam, não foram fornecidos pelo INMET localizado no “campus” de Vitória da Conquista; 3 – Os demais valores são as médias mensais coletadas às 13h.

Note: 1 - The values of precipitation, evaporation and sunshine are the monthly sum of all months, 2 - Missing values supplied by INMET located on “campus” of Vitoria da Conquista, 3 - The remaining values are average monthly collected at 13h.

De acordo a FMA percebe-se que quanto mais baixa for à umidade do ar, aliado a alta temperatura, maior serão as chances de ocorrer um incêndio. Observando a umidade relativa, na Tabela 3, nota-se que em outubro a mesma obteve a menor média mensal no ano de 2008, chegando a registrar em alguns dias umidade de 29%, e em 2009 foi mês de novembro que registrou a mais baixa umidade relativa do ar, apresentando dias com 31% de umidade. Porém a média da temperatura extrema máxima do mês de outubro não se destacou tanto, quando comparada aos demais meses, contudo foi a mais elevada do ano.

Quando analisamos a variável evaporação e insolação no ano de 2008 percebe-se que há uma significativa diferença entre o mês de outubro e novembro com os demais meses (Tabela 1). Apesar dos respectivos meses não possuírem o maior IMA médio do ano, eles possuem os maiores números de focos de calor registrados, no mesmo ano, com 56 e 37 focos de calor, respectivamente.

Analisando as mesmas variáveis para o ano de 2009 elas se comportam do modo diferente, quando comparada ao ano de 2008, pois ao invés de aumentarem os seus valores, elas decresceram.

Coincidentemente o número de focos de calor nesses meses foi menor, sendo registrados para outubro e novembro, 22 e cinco focos respectivamente.

Portanto, pode-se deduzir que a resposta para os números de focos de calor nos meses de outubro e novembro, dos anos estudados, pode estar na combinação da alta evaporação, insolação, temperatura, após um longo período de seca e, principalmente, ligada a fatores antrópicos.

## CONCLUSÕES

Pode-se observar que os meses de maior risco de incêndio são agosto, setembro, outubro e novembro sendo que os dois primeiros possuem o maior risco de ocorrência de incêndio e os dois últimos possuem o maior número de focos de calor.

Comparando o IMA com o número de focos de calor percebe-se que há uma fraca relação entre eles, pois os meses com maior IMA não são os mesmos que possuem os maiores números de focos de calor. Deste modo pode-se deduzir que essa fraca relação pode estar atrelada a ação antrópica.

A análise dos dados meteorológicos mostra que nos anos estudados as variáveis de evaporação e insolação possuem um comportamento diferenciado das demais, fato esse que pode influenciar no número de focos de calor.

Iniciativas que contemplem a inserção de outras variáveis ao IMA devem ser incentivadas para aumentar o rigor do referido índice, sendo necessária uma adaptação para a região, pois o mesmo demonstra-se elevado durante todo o ano.

## REFERÊNCIAS

BATISTA, A.C.; Detecção de Incêndios Florestais por Satélites. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 34, n.2, p.237-241, maio/ago., 2004.

CPTEC/INPE – CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS/ INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2010. Apresentação da página “Queimadas”. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acessado em: 20/02/2009

DEPPE, F.; PAULA, E. V. de; MENEGHETTE, C. R.; VOSGERAU, J. Comparação de índice de risco de incêndio florestal com focos de calor no estado do Paraná. **Floresta**. Curitiba, v.34, n.2, p. 119-126, maio/ago., 2004.

MARTINI, L.; DEPPE, F.; LOHMANN, M. Avaliação temporal de focos de calor no estado do Paraná (1999 a 2006). Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007. **Anais...** Florianópolis: INPE. 2007. Disponível em: <<http://marti.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.17.33/doc/4477-4484.pdf>>. Acessado em 25 de março de 2009.

MURTA, R.M.; TEODORO, S.M.; BONOMO, P.; CHAVES, M.A. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 988-994, set./out., 2005.

PEZZOPANE, J.E.M.; OLIVEIRA NETO, S.N.; VILELA, M.F. Risco de incêndio em função das características do clima, relevo e cobertura do solo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n.1, p.161-166, jan./dez. 2001.

SILVA, J. C.; FIEDLER, N. C.; SILVA, G. F. Uso da fórmula de monte alegre na determinação dos períodos críticos de ocorrência de incêndios florestais na área de proteção ambiental do gama cabeça-de-veado, Brasília-DF. **Brasil Florestal**, Brasília, v.20, n.72, p.29-36,set./dez. 2001.

SOARES FILHO, A. O.; **Estudos fitossociológicos de duas florestas em região ecotonal no Planalto de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ecologia – Universidade de São Paulo). São Paulo: USP. 144p.

SOARES, R. V. Desempenho da “Formula de Monte Alegre” índice brasileiro de perigo de incêndios florestais; **Cerne**, Lavras, v.4, n.1, p. 87-99, jan./dez. 1998.

SOARES, R.V. **Comparação entre quatro índices na determinação do grau de perigo de incêndios no município de Rio Branco do Sul – Paraná.** Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/6383/4580>>. Acessado em 25 de março de 2009.

STEZER, A.; JUSTINO, F.B.; LIMA, W.A.F.; Avaliação Inicial do Desempenho do Risco de fogo Gerado no CPTEC. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002. **Anais...** Foz de Iguaçu-PR, p.1991-1999. 2002.