

RELAÇÕES ENTRE FATORES CLIMÁTICOS E OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NA CIDADE DE JUIZ DE FORA (MG)

Fillipe Tamiozzo Pereira Torres

Professor de Geografia da Universidade Presidente Antônio Carlos
torresftp@yahoo.com.br

RESUMO

As condições climáticas e incêndios florestais mantêm uma estreita relação, desde a probabilidade de ocorrências de incêndios, oriundas das condições atmosféricas reinantes em um dado período de tempo, até a manutenção e propagação do fogo. Em épocas do ano com baixa umidade do ar, como no inverno, a propensão de incêndios florestais aumenta consideravelmente, visto que o ar mais seco acaba por forçar uma maior evapotranspiração dos vegetais. Como nesta estação têm-se um índice pluviométrico deficiente, como na região da Zona da Mata Mineira, a reposição desta umidade que poderia vir do solo derivadas das chuvas não é suficiente, com isto se têm vegetais mais secos formando maior quantidade de material combustível. A baixa umidade proporciona um déficit na formação de nebulosidade, favorecendo uma maior atuação da radiação solar sobre a superfície, esta por sua vez eleva a temperatura do ar, ajudando também na propensão de ocorrência do fogo

Palavras-chaves: incêndios florestais, umidade, fogo.

RELATIONSHIPS BETWEEN CLIMATIC FACTORS AND OCCURRENCES OF FOREST FIRES IN THE JUIZ DE FORA TOWN (MG)

ABSTRACT

The climatic conditions and forest fires maintain a narrow relationship, from the probability of occurrences of fires, originating from of the atmospheric conditions in a die period of time, until the maintenance and propagation of the fire. In times of the year with low humidity of the air, as in the winter, the propensity of forest fires increases considerably, because the driest air ends for forcing a larger evapotranspiration of the vegetables. As in this station they are had an index of deficient rain, as in the area of the Area of the Mining Forest, the replacement of this humidity that could come from the soil derived of the rains it is not enough, with this drier vegetables are had forming larger amount of combustible material. The low humidity provides a deficit in the formation of cloudiness, favoring a larger performance of the solar radiation on the surface, this for his/her time elevates the temperature of the air, also helping in the propensity of occurrence of the fire.

Key-words: forest fires, humidity, fire

INTRODUÇÃO

Localizada entre o rio Paraibuna e as montanhas, Juiz de Fora é o principal centro urbano da Zona da Mata Mineira. Com uma população de 456.432 habitantes (IBGE, Censo Demográfico, 2000), a cidade convive com as vantagens e desvantagens decorrentes do desenvolvimento.

Conforme os dados da Estação Climatológica Principal (E.C.P.), o clima de Juiz de Fora apresenta duas estações bem definidas: uma que vai de outubro a abril, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de maio a setembro, mais fria e com menor presença de chuvas.

De acordo com a classificação de W. Köppen, a região possui um clima denominado de Cwb, ou seja, um clima mesotérmico com verões quentes e estação chuvosa também no verão.

Este clima pode também ser definido, genericamente, como Tropical de Altitude, por corresponder a um tipo tropical influenciado pelos fatores altimétricos, em vista do relevo local apresentar altitudes médias entre 700 m e 900 m (IBGE 1976), que contribuem para a amenização das suas temperaturas.

Os índices pluviométricos anuais, também obtidos pela E.C.P. nas últimas décadas (1973 - 2005), acusaram médias próximas a 1.536 mm e maiores índices mensais no mês de janeiro, com 298 mm, enquanto que a média térmica anual é de 18,9°C. O mês mais quente (fevereiro) possui média próxima a 21,7°C e o mês mais frio (julho), 16,1°C.

Com relação à distribuição dos deslocamentos de massa de ar, os dados mostram a presença marcante de ventos do quadrante norte. Esta característica, aliada à existência de uma depressão alongada ao longo do fundo de vale do rio Paraibuna, com direção aproximadamente coincidente, forma um corredor preferencial de deslocamento de massas de ar, que se dirigem para o centro urbano da cidade.

Por outro lado, a existência de um relevo acidentado, cujos desníveis topográficos alcançam mais de 200 m, associada aos fatores antrópicos causados pela intensa urbanização, produziu, segundo MARTINS (1996) microclimas diferenciados dentro do próprio Perímetro Urbano. STAICO (1977) já salientava a existência de patamares distintos em relação à várzea do rio Paraibuna, a leste e a oeste, junto aos vales secundários dos córregos das Rosas e São Pedro, respectivamente, que por sua maior altitude e afastamento da concentrada urbanização da área central, tendem para um clima mesotérmico do tipo Cwb, com verões mais brandos.

Em geral as feições geomorfológicas tendem a uma convexidade das vertentes a partir do topo (domínio morfoclimático de mar de morros caracterizado por AB'SABER, 1977), aliada à formação de grande número de anfiteatros e planícies intermontanas. O núcleo central da cidade aproveitando-se desta condição natural alojou-se na seção alargada do vale do rio Paraibuna, estrangulada por uma barra resistente, à jusante (PJF, 1996).

As alterações ambientais causadas por processos antrópicos tendem a produzir modificações em alguns elementos climáticos, originando fenômenos como o da "Ilha de Calor", responsáveis por temperaturas mais elevadas na área central da cidade, além de pluviosidades quantitativamente maiores nas áreas urbanizadas, como descrito por MARTINS (1996).

Estas alterações podem ser promovidas por vários fatores, os incêndios florestais desenvolvem um papel importante, visto que seus efeitos podem ser sentidos em diversas escalas. Dentre eles podemos destacar: influência na fertilidade dos solos, a destruição da biodiversidade, a fragilização de ecossistemas, a destruição de patrimônio público e privado, a produção de gases nocivos à saúde humana, a diminuição da visibilidade atmosférica, o aumento de acidentes em estradas e a limitação do tráfego aéreo, entre outros.

De acordo com SOARES (1985) fogo, de um modo geral, é o termo aplicado ao fenômeno físico resultante da rápida combinação entre o oxigênio e uma substância qualquer (ex. - madeira), com a produção de calor, luz e, geralmente, chamas.

Ainda de acordo com o autor, o fogo envolve três elementos básicos: combustível, oxigênio e calor. Em qualquer incêndio florestal é necessário haver combustível para queimar, oxigênio para manter as chamas e calor para iniciar e continuar o processo de queima. A ausência, ou redução abaixo de certos níveis, de qualquer um dos componentes do triângulo do fogo inviabiliza o processo de combustão.

Um incêndio florestal superficial sempre começa através de um pequeno foco (fósforo aceso, toco de cigarro, fagulha, pequena fogueira, etc.), e inicialmente tende a se propagar para todos os lados, de forma aproximadamente circular, tendo em um segundo estágio sua forma alterada pela ação do vento e da topografia. Daí em diante o incêndio toma uma forma definida, compreendendo de acordo com Soares (1985) as seguintes partes: cabeça ou frente, flancos e cauda ou base. A cabeça ou frente é a parte que avança mais rapidamente e segue a direção do vento; a cauda ou base se propaga em direção oposta à cabeça, contra o vento, lentamente, e as vezes se extingue; os flancos se propagam perpendicularmente à cabeça do incêndio ligando está à cauda.

Vários fatores afetam e influem na propagação dos incêndios, entre eles: o material combustível; a umidade deste material; as condições climáticas; a topografia e o tipo vegetação. A ação de cada um

destes fatores é diferente para cada região e para cada época do ano, o que causa grande diferença no comportamento dos incêndios.

BATISTA (1995), afirma que o comportamento do fogo é o resultado da interação entre clima e condições do combustível, topografia, técnica de queima e forma de ignição. O comportamento do fogo pode ser demonstrado através da figura a seguir:



Figura 1 - Fatores que controlam o comportamento do fogo

Material combustível

Nos vegetais, a água é absorvida pelas raízes e sobe através do tronco e galhos até as folhas, por onde realizam a evapotranspiração (RAVEN, 2001). A força que consegue elevar a água das raízes até as folhas é o poder evaporativo do ar. Assim quanto mais seco o ar mais fácil a perda da água pelas plantas.

A umidade dos vegetais poderá variar, dependendo da espécie e das condições climáticas, de 300% a 5% (quanto maior a percentagem maior a quantidade de água no interior da planta) (RAVEN, 2001). Em geral os combustíveis vegetais vivos podem apresentar altos índices de umidade interna, enquanto mortos tendem a acompanhar as variações da umidade relativa do ar de forma mais intensa. De certa maneira, seja qual for a umidade interna, o vegetal poderá entrar em combustão, mas só quando a umidade interna do vegetal apresenta índices inferiores a 12% há a possibilidade de haver propagação das chamas.

No período de estiagem, quando encontrarmos alta temperatura ambiente, associada à uma baixa umidade relativa do ar, teremos como maior problema o combustível fino morto (serapilheira) que se localiza na superfície do solo e é composto por folhas secas, gravetos e pequenas lascas de árvores de diâmetro inferior a 6 mm, que pode, em contato com o ar quente e seco, num período superior a uma hora, passar de úmido (> 50%) para valores inferiores a 12%, ou seja, mesmo após um dia de chuvas, essa vegetação, em contato com o sol forte e a baixa umidade do ar, poderá, nesse tempo de exposição anteriormente descrito, estar pronta para propagar intensamente um incêndio em vegetação (FREIRE, CARRÃO e CAETANO, 2004).

Topografia

De acordo com FREIRE, CARRÃO e CAETANO (2004) as formas que o relevo apresenta têm influência no vento, na temperatura e na umidade relativa do ar e, como consequência, condicionam

a propagação dos incêndios florestais. As seguintes características topográficas afetam as condições meteorológicas de várias maneiras:

- A altitude influencia a distribuição e quantidade de vegetação. Por exemplo, geralmente, acima de 1500 metros de altitude, não encontramos árvores de grande porte, isto porque quando há uma estiagem (déficit hídrico), a umidade diminui nas partes mais elevadas e depois, progressivamente, até os vales (TROPMAIR, 2004). Além disso, como a evapotranspiração nos vegetais é realizada pelas folhas a pouca água que reteriam seria facilmente evaporada pelas suas largas folhas, levando-as à morte. Daí, nessas altitudes, encontramos uma vegetação característica do tipo campos de altitude, onde as espécies vegetais possuem características físicas que as permitem reter certa quantidade de água necessária à sua sobrevivência. Esse tipo de vegetação é mais caracterizado pela presença de herbáceas (vegetação rasteira) e de pequenos arbustos, que, por conterem menos água que as folhosas, tornam-se mais combustíveis, especialmente nesta época crítica.
- A exposição das vertentes indica a orientação de uma encosta em relação aos pontos cardeais e influencia a temperatura de acordo com sua posição latitudinal. Por exemplo, ao meio dia no inverno, pela posição de Juiz de Fora, registram-se diferença dos valores de temperatura entre uma vertente virada ao Norte, que se apresenta mais quente do que uma outra virada ao Sul, mais fria. Para observar estas diferenças, basta olhar com atenção para os combustíveis existentes numa e noutra encosta que, muitas vezes, nestas circunstâncias são diferentes, adaptando-se às condições edafo-climáticas locais.
- As formas de relevo afetam os ventos e criam microclimas próprios. O declive corresponde à inclinação do terreno. Quanto mais inclinado for o terreno mais se dobram as chamas no sentido da propagação. Por esse motivo, o declive exerce grande influência no desenvolvimento das colunas de convecção, afetando, deste modo, a velocidade de propagação.
- As encostas apresentam diferentes características, das quais se destacam: no seu terço inferior as temperaturas são mais altas e há, em regra, mais vegetação; no terço médio formam-se cinturões térmicos (ar mais quente no meio da encosta) durante a noite; no terço superior ocorrem variações bruscas de ventos e existe menos vegetação. Esta diferença se dá por causa das ondas que são irradiadas a partir do solo aumentando a temperatura do ar de baixo para cima, assim a temperatura vai diminuindo das partes inferiores para as superiores.
- Os vales e demais linhas de drenagem têm, em geral, mais vegetação do que as encostas. Da base para o cume a vegetação vai rareando e a secura aumenta. Nos vales ocorrem mudanças bruscas na velocidade de propagação das chamas, como é o exemplo do perigoso efeito de chaminé, que consiste na criação de correntes ascendentes muito intensas, que facilitam o pré-aquecimento dos combustíveis e desenvolvem grande velocidade de propagação das chamas.

O Clima

As condições climáticas, nos incêndios em vegetação, desempenham um papel fundamental na avaliação do comportamento do fogo, sobretudo por causa do dinamismo e da velocidade de suas variações, compondo quadros distintos a cada período de tempo, o que dificulta a sua análise. Os elementos climáticos mais importantes, para a avaliação do comportamento do fogo, são: a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar e o regime eólico (ventos e sua intensidade e direção) (SAMPAIO, 1991). A literatura afirma, inclusive, que o clima é o fator preponderante na propagação dos incêndios florestais, e, de certa forma, os demais elementos (vegetação e relevo) são por ele demasiadamente influenciados, embora o contrário também ocorra.

A temperatura ambiente elevada, associada a uma baixa umidade relativa do ar, pressiona e favorece o princípio do poder evaporativo nos vegetais, tornando-os mais secos e, conseqüentemente, mais combustíveis. Por sua vez os ventos alimentam a combustão e direcionam os incêndios, facilitando, portanto, sua propagação.

Quando somente se analisam os ciclos periódicos do clima, consegue-se antever suas interações e as influencias nos incêndios, porém o problema maior reside que, uma vez instalado o incêndio florestal, serão estabelecidas projeções novas e mutáveis, oriundas das modificações micro-

climáticas que provêm das transformações químicas e físicas, como por exemplo, na formação das colunas de convecção.

Pelo exposto, o objetivo do presente estudo, visa uma análise da influência dos fatores meteorológicos sobre a ocorrência e comportamento dos incêndios florestais em Juiz de Fora.

METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma análise da relação entre os dados meteorológicos e a incidência de incêndios na cidade de Juiz de Fora. Os dados referentes ao clima foram obtidos através do Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e os dados de ocorrências de incêndios florestais foram fornecidos pelo 4º Batalhão de Bombeiros Militares (4º BBM).

Esta análise permite avaliar, de uma maneira objetiva, o modo como os fatores meteorológicos atuam na ocorrência dos incêndios florestais.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Com os dados do 4º B.B.M. (cf. tabela 1 e figura 2), pode-se ver claramente a concentração das ocorrências no período do inverno, demonstrando a forte influência do clima sobre o comportamento do fogo.

Tabela 1

Estatística mensal de incêndios florestais referente aos anos de 1995 a 2004

INCÊNDIOS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	TOTAL
1995	9	6	0	2	8	23	50	150	108	3	2	1	362
1996	6	1	0	11	13	32	37	57	27	11	3	0	198
1997	0	8	6	5	16	35	59	85	39	17	3	2	275
1998	2	2	4	6	17	18	32	37	35	25	1	3	182
1999	5	2	1	6	24	5	17	48	53	19	3	0	183
2000	3	5	4	11	19	62	54	62	3	22	4	2	251
2001	7	13	3	34	33	51	100	104	57	24	3	7	436
2002	2	1	14	24	12	49	70	98	29	113	8	3	423
2003	0	19	7	8	21	76	100	63	41	33	7	1	376
2004	8	5	9	1	4	20	34	139	177	19	16	0	432
TOTAL	42	62	48	108	167	371	553	843	569	286	50	19	3.118

Fonte: Seção de Inteligência do 4º BBM

Ocorrências

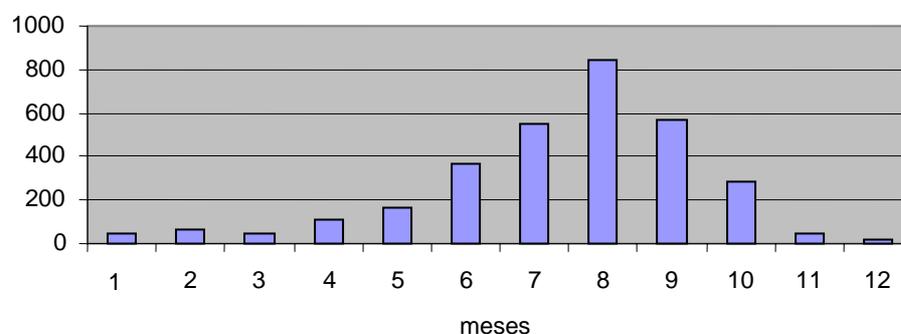


Figura 1 - Média mensal de incêndios 1995-2004

Fonte: Seção de Inteligência do 4º BBM

Tabela 2
Umidade Relativa do ar no período de 1995-2004

UMIDADE	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	MÉDIA
1995	73	83	82	84	89	75	75	62	72	83	81	85	79
1996	79	81	82	76	76	79	79	74	82	86	83	87	80
1997	86	79	84	82	82	65	64	62	77	79	87	80	77
1998	83	87	83	84	86	83	76	78	83	86	89	84	84
1999	80	80	86	84	78	84	86	69	67	80	82	82	80
2000	82	81	85	80	78	74	80	72	81	72	84	83	79
2001	77	76	79	75	79	75	73	73	77	75	82	83	77
2002	75	84	75	74	81	74	79	68	78	65	78	84	76
2003	86	76	83	78	62	60	71	80	78	77	84	85	77
2004	83	86	83	86	84	82	83	75	69	82	81	89	82
MÉDIA	80	81	82	80	80	75	77	71	76	79	83	84	79

Fonte: LabCAA

A partir das tabelas 1, 2 e 3 foram gerados os gráficos (figuras 5 e 6) que correlacionam as ocorrências de incêndios com a precipitação (figura 5) e com a umidade relativa do ar (figura 6).

Podemos observar com o gráfico 4 que os meses de maior precipitação são os que concentram a menor quantidade de incêndios, por outro lado os meses com maior déficit hídrico têm maior número de casos isto se deve à maior quantidade de água no sistema o que inviabiliza a formação de material combustível seco.

A relação da umidade relativa do ar com as ocorrências é bem parecida, quanto maior a umidade do ar, menor a presença de focos de incêndio, visto que o ar mais seco proporciona, sobretudo no material combustível morto como já mencionado, uma maior propensão à ocorrência de fogo.

Um dado interessante mostra que no ano de 2001 (tabela 1) houve o maior número de incêndios (436 casos), porém o ano apresentou o terceiro maior valor de precipitação acumulada (1568,1 mm) (tabela 3) da série, só perdendo para os anos de 2003 e 2004, isto se deve além da concentração das chuvas durante o período específico do verão, à baixa umidade relativa do ar média do ano (tabela 2) igual à 77%.

A partir das tabelas 1, 2 e 3 foram gerados os gráficos (figuras 5 e 6) que correlacionam as ocorrências de incêndios com a precipitação (figura 5) e com a umidade relativa do ar (figura 6).

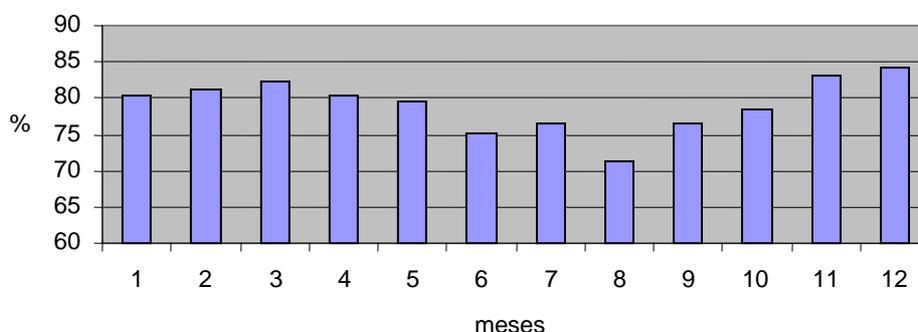


Figura 3 - Média da umidade relativa do ar mensal 1995-2004
Fonte: LabCAA

Tabela 3
Precipitação no período de 1995-2004

PRECIP.	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1995	208,9	326,9	136,2	78,2	23,2	9,5	13,1	0,3	47,6	158,1	205,3	357,5	1564,8
1996	220,9	332	171,7	43,5	36,9	1,5	0	19,3	212,8	125,2	209,5	267,1	1640,4
1997	353,2	57,3	183,7	53,8	16,4	28,6	5,6	20	33,8	141,5	288,1	122,2	1304,2
1998	183,2	40,8	111	87	83	4	7	54,2	21,1	174,5	194,3	192,8	1152,9
1999	333,7	112,6	215,4	65,6	4	21	20,1	9,9	34,8	61,8	172,3	304,9	1356,1
2000	341,6	102,3	165,8	23,5	8,1	0	9,5	57,2	152,7	95,2	144,4	274,3	1374,6
2001	136	235	319	3,8	46,2	2	1	20,5	31,6	111,9	332,4	328,7	1568,1
2002	234,6	191,8	104,2	31,7	36,3	0	5,6	11,8	85,3	131,5	156,7	452,6	1436,5
2003	483,2	82,6	340,8	73,7	44,4	16,0	33,6	51,3	44,1	165,5	264,8	267,3	1867,3
2004	366,7	386,5	232,6	119,7	60,2	25,4	47,8	2,0	1,3	157,4	254,5	444,1	2098,2
MÉDIA	286	187	198	58	36	11	15	25	67	132	222	301	1537,84

Fonte: LabCAA

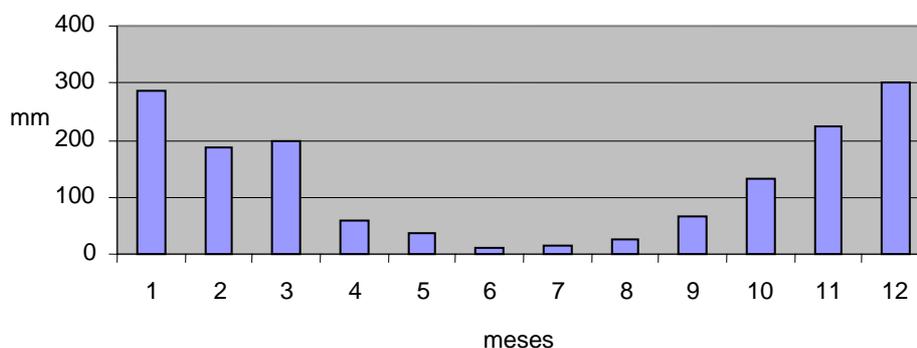


Figura 4 - Precipitação média mensal 1995-2004
Fonte: LabCAA

Podemos observar com o gráfico 4 que os meses de maior precipitação são os que concentram a menor quantidade de incêndios, por outro lado os meses com maior déficit hídrico têm maior número de casos isto se deve à maior quantidade de água no sistema o que inviabiliza a formação de material combustível seco.

A relação da umidade relativa do ar com as ocorrências é bem parecida, quanto maior a umidade do ar, menor a presença de focos de incêndio, visto que o ar mais seco proporciona, sobretudo no material combustível morto como já mencionado, uma maior propensão à ocorrência de fogo.

Um dado interessante mostra que no ano de 2001 (tabela 1) houve o maior número de incêndios (436 casos), porém o ano apresentou o terceiro maior valor de precipitação acumulada (1568,1 mm) (tabela 3) da série, só perdendo para os anos de 2003 e 2004, isto se deve além da concentração das chuvas durante o período específico do verão, à baixa umidade relativa do ar média do ano (tabela 2) igual à 77%.

O ano de 1998 de acordo com a tabela 1 foi o de menor número de casos (182 casos), porém foi o ano de maior umidade relativa do ar mensal média (84 %) de acordo com a tabela 2, mas também foi o ano de menor precipitação acumulada com o valor de 1152,9 mm (tabela 3).

Isto mostra uma maior influência da umidade relativa do ar nas ocorrências de incêndios em

comparação com o total anual de precipitação. Podendo ser explicado pela influência maior da umidade sobre o material morto devido ao fato do qual, como já dito, refletir melhor em relação ao material vivo a umidade do ambiente, enquanto que o combustível vivo se mantém úmido por mais tempo graças a umidade retirada do solo, mesmo em épocas mais secas.

Os anos em que apesar de uma precipitação e umidade não tão elevadas, porém mais uniformes durante suas estações, implicam em números menores de ocorrências como o ano de 1997.

Dentre as informações sobre os aspectos ligados à influência dos vetores climáticos, que são conhecidas através dos levantamentos estatísticos, podemos observar também que os incêndios têm seu pico de intensidade nos horários compreendidos entre as 12h e 16h (radiação solar mais direta e intensa) (figura 7).

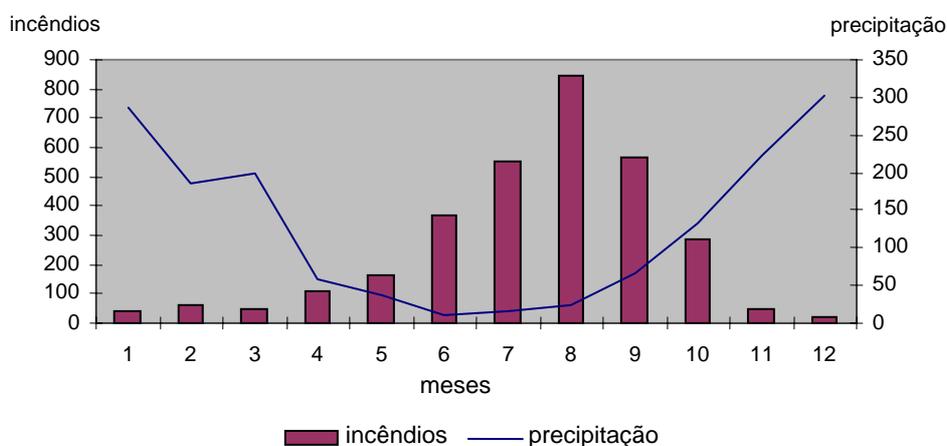


Figura 6 - Relação entre incêndios e precipitação 1995-2004
 Fonte: Seção de Inteligência do 4º BBM e LabCAA

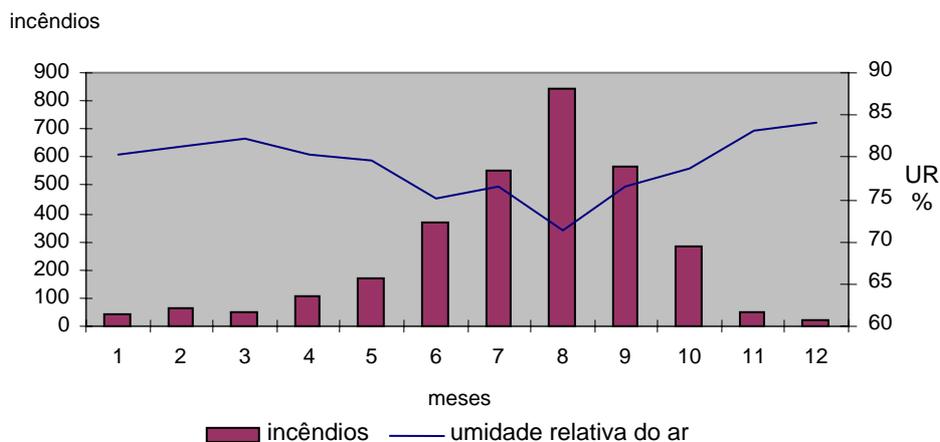


Figura 6 - Relação entre umidade relativa do ar e incêndios no período de 1995-2004
 Fonte: Seção de Inteligência do 4º BBM e LabCAA

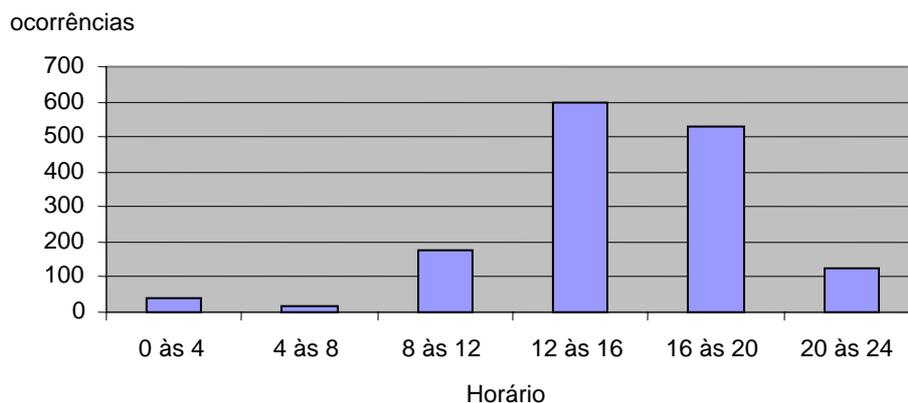


Figura 7 - Horário das ocorrências no período de 1995-2004

Fonte: Seção de Inteligência do 4º BBM

A radiação solar tende a aumentar a temperatura ambiente, com isso há um decréscimo na umidade relativa do ar, visto que pelas leis da termodinâmica, um corpo ao adquirir calor, tende a se expandir, com o ar não é diferente, com o ganho de calor, ele se expande e com isso abre espaço para uma maior quantidade de umidade. Como a umidade relativa do ar é a diferença entre sua concentração e o total que esse ar comporta, os valores relativos vão diminuir.

Com isso, o cenário climático do período de maior ganho energético (12 às 16 h) implica em uma maior insolação, maior temperatura e menor umidade relativa do ar, favorecendo às ocorrências de incêndios.

O impacto ambiental das queimadas é um tema preocupante, pois envolve o empobrecimento do solo, a fragilização de ecossistemas, a produção de gases nocivos à saúde humana, a diminuição da visibilidade atmosférica, o aumento de acidentes, entre outros com já dito.

Com relação à produção de gases nocivos, as queimadas provocam aumento da concentração de CO₂, CH₄, CH₃Cl, NO_x, CH₄, O₃ e material particulado (DREW, 1986) causando mudanças na atmosfera e provavelmente no clima do planeta, além de resultar na formação de camadas de fumaça, causando poluição em nível regional.

No caso específico da poluição do ar, esta relação se torna mais forte, visto que no inverno a concentração de poluentes, dada a maior estabilidade atmosférica característica desta estação, é maior, coincidindo com o período de maior incidência de incêndios o que tende a agravar este problema.

Concluindo, podemos dizer que o conhecimento das interações entre os fatores meteorológicos e a incidência de incêndios consiste em uma importante ferramenta no combate e prevenção do evento, visando, se não a eliminação, a amenização de seus efeitos deletérios para o ambiente.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003
- COUTINHO, L.M. **As queimadas e seu papel ecológico**. *Brasil Florestal*, 10(44): 7-23, 1980.
- COUTO, E.A., CANDIDO, J.F. **Incêndios Florestais**. Imprensa Universitária – UFV, Viçosa, MG, 1992. 101p.
- DREW, D. **Processos Interativos Homem Meio Ambiente**. São Paulo: Difel, 1986
- FERRAZ, S.F.B.; VETTORAZZI, C.A. **Mapeamento de risco de incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas (SIG)**. *Scientia Forestalis*, (53): 39-48, 1998.
- FREIRE, S.; CARRÃO, H. e CAETANO, M.R. **Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares**. Lisboa: Instituto Geográfico

Português, 2004

MARTINS, L. A. **A Temperatura do Ar em Juiz de Fora – MG : Influência do Sítio e da Estrutura Urbana**. Departamento de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas/UNESP – Rio Claro, 1996, 168p. Dissertação (Mestrado em Geografia)

PJF. **Plano Diretor de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Concorde, 1996.

PEZZOPANE, J.E.M.; RIBEIRO, A.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F. **Balanço de radiação em uma floresta em função da declividade e orientação das encostas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Rio de Janeiro, 2000. Anais. Rio de Janeiro, SBMET, 2000. p. 207-213.

PEZZOPANE, J.E.M.; NETO, S.N.O.; VILELA, M.F. **Risco de Incêndio em Função da característica do Clima, Relevo e Cobertura do Solo**. Floresta e Ambiente 2001 V.8 nº1 p. 161-166.

PYNE, S.J. **Introduction to Wildland Fire**. Fire Management in the United States. 455 p. 1984.

RAVEN, P.H. et al. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2001.

SAMPAIO, O.B. **Estudo comparativo de índices para previsão de incêndios florestais na região de Coronel Pacheco, Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 88p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1991

SOARES, R.V. **Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987**. Revista Floresta, v.18, n.1/2. 94-121. 1988

STAICO, J. **A Bacia do Rio Paraibuna**. Juiz de Fora: UFJF, 1977

TROPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 3ª ed. Rio Claro: Impress Graff, 1989

VIANELLO, R. L. **Indícios de Mudanças Climáticas Causadas por Desmatamento: Município de Juiz de Fora – MG**. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, v. 34, n. 251, p. 139-150, 1976.

WHELAN, R.J. **The ecology of fire**. New York, NY, Cambridge, 1995.