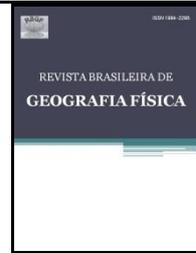




# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## A Influência dos Elementos Climáticos na Ocorrência de Incêndios na Região de Maringá-PR, nos Anos de 2009/2010

Vítor Pagadigorria Zucchi<sup>1</sup>, João Vitor Meza Bravo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá, aluno do Curso de Especialização em Gestão Ambiental de Municípios-Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Maringá, Paraná-Brasil.

<sup>2</sup>Bacharel e Licenciado em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá e Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná-Brasil.

Artigo recebido em 11/04/2013 e aceito em 02/07/2013

### RESUMO

No ano de 2010, o período compreendido pelos meses de junho a setembro foi marcado por um período seco, principalmente na região norte central do Estado do Paraná. A baixa umidade do ar associada aos baixos índices pluviométricos registrados para esses meses permitiram levantar a hipótese de que as condições do tempo atmosférico que predominaram neste período poderiam ter influenciado na ocorrência e no agravamento de focos de incêndio. Para conduzir esta pesquisa analisou-se, durante os anos de 2009 e 2010, o comportamento de três elementos climáticos, sendo eles: umidade relativa do ar, precipitação e insolação. Utilizou-se o ano de 2009 como parâmetro de comparação, visto que o mesmo não apresentou, nos meses de junho a setembro, características climáticas semelhantes às apresentadas neste mesmo período em 2010. Esses elementos foram correlacionados com a quantidade mensal de incêndios ambientais combatidos pelo 1º Subgruposamento de Bombeiros (SGB) de Maringá. Conclui-se que, no período que compreende os meses de junho a setembro de 2010, a ocorrência de focos de incêndio registrou um número, aproximadamente, 287% maior, comparado ao mesmo período do ano de 2009, provando que as condições climáticas que marcaram este período favoreceram o agravamento destes eventos.

**Palavras-chave:** incêndios, condições atmosféricas, Maringá.

## The Influence of Climatic Factors on the Occurrence of Fire in the Region of Maringá-PR, in the Years 2009/2010

### ABSTRACT

In the year 2010, the period among the months from June to September was marked by a drought period, particularly in the central north region of Paraná State. The low air humidity associated with low rainfall indices recorded for these months led to the hypothesis that the weather conditions that prevailed during this period could have influenced the occurrence and worsening of fires. To conduct this research we analyzed, during the years 2009 and 2010, the behavior of three climate elements, namely: relative humidity, precipitation and insolation. The year 2009 was used as parameter of comparison, since this year do not presented in the months from June to September, climatic characteristics similar to those given in the same period in 2010. These elements were correlated with the monthly amount of environmental fires fought by the 1<sup>st</sup> Subgrouping of Fire-fighter (SGB) of Maringá. It is concluded that, in the period among the months from June to September 2010, the occurrence of fires recorded a number, approximately, 287% higher, compared to the same period of 2009, proving that the climatic conditions that marked this period favored the aggravation of these events.

**Keywords:** fires, weather conditions, Maringá.

### Introdução

Estudos que correlacionam as variáveis climáticas com a ocorrência de catástrofes ambientais têm uma importante função social:

\* E-mail para correspondência: [vitor\\_zucchi@hotmail.com](mailto:vitor_zucchi@hotmail.com).

prevenir que estes eventos ocorram. Na medida em que os elementos climáticos alteram suas características e comportamento, fenômenos impactantes podem ocorrer na superfície, por isso este assunto tem ganhando tanto destaque nas últimas décadas. Como

exemplo, nota-se a frequente publicação de trabalhos que analisam as relações entre as condições climáticas e a ocorrência de incêndios.

Torres (2006) assegura a estreita relação entre as condições climáticas e os incêndios, tanto na manutenção quanto na propagação do fogo. Nunes (2005) afirma que a ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas, e a intensidade e a velocidade com que um incêndio avança estão diretamente ligadas à umidade relativa, temperatura e à velocidade do vento. Desta maneira, a utilização de dados meteorológicos e climatológicos precisos é essencial para o planejamento de prevenção e combate aos incêndios florestais. Silveira (2005) pondera que o clima tem influência decisiva nos incêndios florestais principalmente na criação de condições propícias para que esses eventos possam acontecer.

É fundamental estudar e compreender os elementos e fatores que propiciam e agravam a ocorrência de incêndios, pois isso permite, ao longo dos anos, a elaboração e aperfeiçoamento de índices de cálculo de probabilidade de incêndios. Para Soares (1974), o conhecimento das principais causas assim como dos meses ou período de maior incidência de fogo é fundamental para a elaboração e aplicação de planos de prevenção e combate aos incêndios florestais em determinada região. Narciso et. al. (2009) corroboram que o uso de índices de risco de incêndios permite estabelecer zonas propícias à ocorrência destes, intensificando as medidas preventivas e advertindo o grau de perigo. Isto possibilita minimizar os impactos causados pelas queimadas, que por sua vez promovem o aumento das concentrações de gases de efeito estufa e aerossóis, causando mudanças na atmosfera e provavelmente no clima do planeta, como também problemas na economia e na saúde da população local.

A literatura relacionada ao estudo dos incêndios é mais abrangente quando se refere aos incêndios florestais. Contudo, este estudo foi realizado a partir de dados de incêndios ambientais que, segundo o 1º Subgruposamento

de Bombeiros (SGB) de Maringá, inclui os incêndios do tipo florestal, bem como os que ocorrem em entulhos e acúmulo de lixo, fato comum na região de abrangência do 1º SGB de Maringá.

Seguindo a tendência desses estudos, objetivou-se uma análise baseada na relação entre as condições climáticas e a ocorrência de incêndios ambientais nos municípios abrangidos pelo 1º SGB de Maringá (Figura 1), nos anos de 2009 e 2010.

Marcados por baixos índices pluviométricos e de umidade relativa, os meses de junho a setembro de 2010 apresentaram-se extremamente secos na região Norte Central do Paraná, permitindo levantar a hipótese de que este período poderia ter trazido, além de problemas de saúde pública, consequências no agravamento das ocorrências de incêndios na região de Maringá.

Com o objetivo de compreender esta problemática, na presente pesquisa correlacionou-se a oscilação dos elementos climáticos precipitação, umidade relativa do ar e insolação, com a ocorrência de incêndios ambientais nos vinte e quatro municípios abrangidos pelo 1º SGB de Maringá, no período de janeiro a dezembro de 2009 e 2010, abordando, especialmente, a análise do período de maior ocorrência de incêndios, que ocorre no final da estação de inverno.

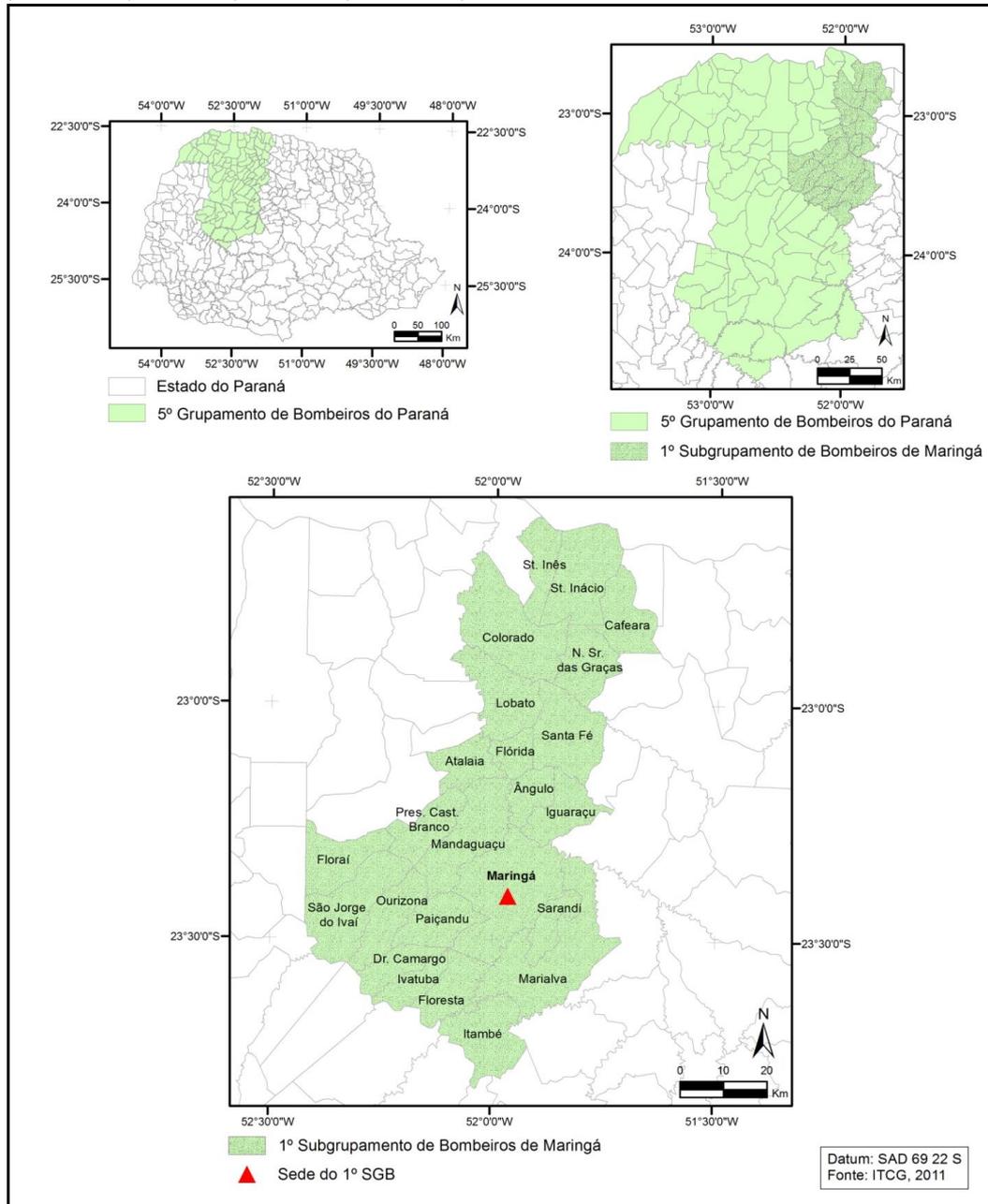
### **Material e métodos**

O município de Maringá, no qual foram coletados os dados climáticos e de incêndios, está inserido na região Norte Central Paranaense, entre os paralelos 23°15' e 23°34' de latitude sul e os meridianos 51°50' e 52°06' de longitude oeste (Figura 1), com altitude média de 540 m acima do nível do mar e a área do município é de, aproximadamente, 473 km<sup>2</sup>. Segundo Köppen (1948), o clima da região é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa), marcado por chuvas concentradas no verão, e uma temperatura média anual de 21,95°C. Os valores médios anuais de precipitação variam entre 1.250 e 1.500 mm.

O 1º SGB de Maringá (Figura 1) tem sua sede no Quartel Central de Maringá, que

abriga o Comando Maior do 5º Grupamento de Bombeiros de Maringá e suas seções administrativas. O 1º SGB de Maringá é responsável pelo atendimento de vinte e quatro municípios da região, sendo eles: Maringá, Paicandú, Floresta, Itambé, Ivatuba, Sarandi,

Marialva, Dr. Camargo, São Jorge do Ivaí, Florai, Presidente Castelo Branco, Ourizona, Mandaguaçu, Lobato, Iguaçu, Ângulo, Santa Fé, Santa Inês, Santo Inácio, Atalaia, Flórida, Colorado, Nossa Senhora das Graças, Cafeara.



**Figura 1.** Mapa da localização do 1º Subgrupo de Bombeiros de Maringá-PR. Elaboração Zucchi, V.P., Bravo, J.V.M.

A análise comparativa e correlativa das variáveis estudadas foi conduzida a partir da sistematização de dados que permitiram visualizar as oscilações e, conseqüentemente, proceder as devidas correlações. Os dados utilizados para a elaboração das tabelas e

gráficos foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Maringá/UEM e pelo 1º SGB do município de Maringá. A Tabela 1 indica o número de incêndios combatidos pelo 1º SGB de Maringá, nos

meses de janeiro a dezembro, dos anos de 2009 e 2010.

**Tabela 1.** Ocorrências de incêndios combatidos pelo 1º Subgrupamento de Bombeiros (SGB) de Maringá-PR.

Mês	2009	2010
Janeiro	09	06
Fevereiro	08	38
Março	50	98
Abril	122	65
Mai	47	24
Junho	30	74
Julho	15	104
Agosto	50	144
Setembro	21	127
Outubro	23	25
Novembro	12	11
Dezembro	11	04
<b>Total</b>	<b>398</b>	<b>720</b>

Fonte: 1º SGB de Maringá.

As Tabelas 2 e 3 apresentam as médias e valores absolutos mensais das variáveis climáticas analisadas, registrados pela Estação Climatológica Principal de Maringá-PR, para os anos de 2009 e 2010.

**Tabela 2.** Dados climáticos registrados no ano de 2009, Maringá-PR.

2009	Umidade relativa do ar (%)	Precipitação (mm)	Insolação (horas)
Jan	76	264,7	172,7
Fev	74	252,8	205,5
Mar	67	97,5	240,8
Abr	61	58,9	289,8
Mai	72	103,6	207,9
Jun	72	111,5	194,6
Jul	76	181,5	144,3
Ago	66	70,6	226,1
Set	74	136,5	172,0
Out	72	333,7	231,8
Nov	74	199,5	209,1
Dez	77	360,4	187,8

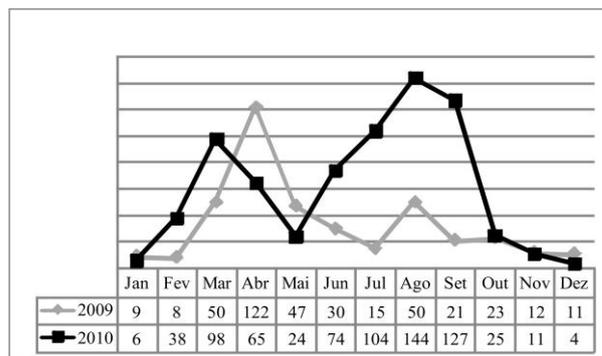
Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá-PR.

**Tabela 3.** Dados climáticos registrados no ano de 2010, Maringá-PR.

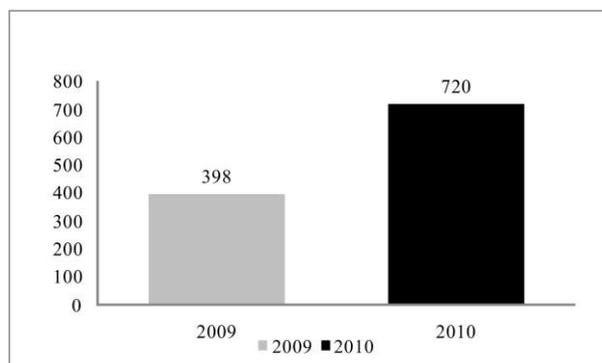
2009	Umidade relativa do ar (%)	Precipitação (mm)	Insolação (horas)
Jan	81	243,9	178,2
Fev	75	190,0	183,5
Mar	70	128,8	242,7
Abr	68	64,2	227,3
Mai	77	56,6	184,5
Jun	66	22,3	248,6
Jul	63	42,3	223,6
Ago	53	24,0	264,4
Set	58	139,1	190,4
Out	67	203,8	228,2
Nov	63	116,8	258,5
Dez	79	212,9	175,3

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá-PR.

As Figuras 2 e 3 representam, respectivamente, a quantidade mensal de incêndios combatidos pelo 1º SGB de Maringá, nos anos de 2009 e 2010, e a totalização dessas ocorrências para cada ano.



**Figura 2.** Ocorrência de incêndios nos anos de 2009 e 2010 em Maringá-PR. Fonte: 1º SGB de Maringá.



**Figura 3.** Total de ocorrências de incêndios em Maringá-PR.

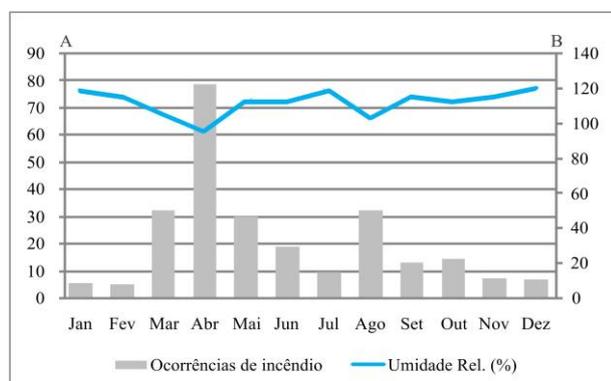
## Resultados

As análises foram realizadas através da correlação entre os valores registrados para as variáveis climáticas definidas para este estudo, representadas pelo eixo A, e os dados de incêndios, representados pelo eixo B.

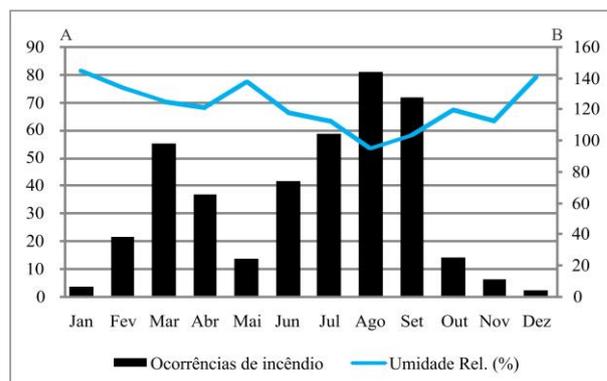
### *Umidade relativa do ar e ocorrência de incêndios*

No gráfico da Figura 5 nota-se que o período em que ocorreu o maior número de incêndios no ano de 2010 se deu nos meses de julho a setembro. Nesta mesma figura é possível observar que os menores valores de umidade relativa do ar foram registrados exatamente no mesmo período, entre julho e setembro.

No ano de 2009 pôde-se observar o mesmo comportamento e, apesar deste ano não ter apresentado o maior registro de ocorrências de incêndio no mesmo período em que apresentou o ano de 2010 (de julho a setembro), ao analisar o gráfico da Figura 4 nota-se que, assim como em 2010, o maior número de incêndios ocorreu exatamente nos meses em que foram registrados os menores valores para a umidade relativa do ar que, neste caso, ocorreram em março, abril e agosto. É válido ressaltar que esta relação também pode ser percebida ao se analisar, nestes dois anos, os meses que registraram os maiores valores de umidade relativa do ar, pois estes coincidiram com meses que apresentaram menores quantidades de incêndios combatidos.



**Figura 4.** Umidade relativa do ar (%) e ocorrência de incêndios em 2009, em Maringá-PR.



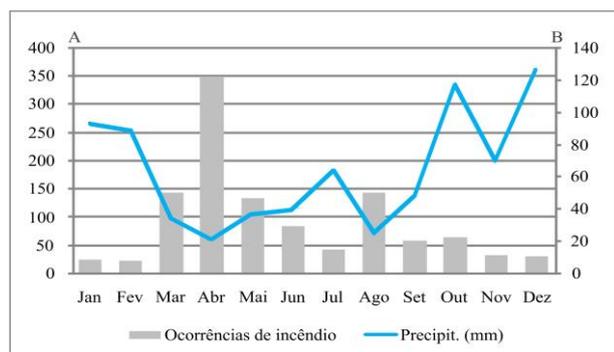
**Figura 5.** Umidade relativa do ar (%) e ocorrência de incêndios em 2010, em Maringá-PR.

Estes resultados comprovam a relação da umidade relativa do ar com o agravamento das ocorrências de incêndio. A baixa umidade do ar e, conseqüentemente, a baixa umidade dos elementos naturais (áreas de serapilheira - folhas e galhos secos no solo de áreas florestais - e também áreas de capim seco em terrenos baldios e próximos às estradas), as quais compõem o ambiente, não oferecem resistência ao fogo, pelo contrário, propiciam a incidência e o agravamento dos focos de incêndio. Por outro lado, valores elevados de umidade desfavorecem os processos de ignição e propagação do fogo.

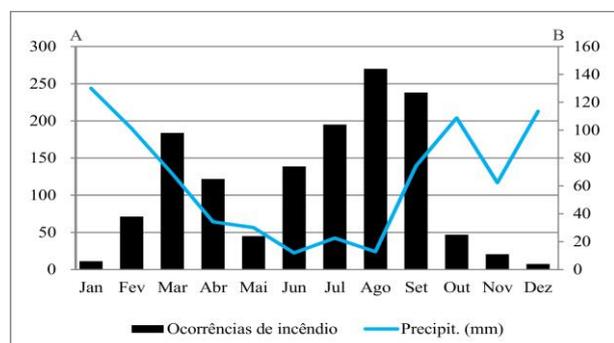
### *Precipitação pluviométrica e ocorrência de incêndios*

Ao analisar a Figura 6, que correlaciona os valores de precipitação e de ocorrência de incêndios para o ano de 2009, verificou-se uma oscilação concomitante quando correlacionou-se umidade relativa do ar e ocorrência de incêndios, apresentadas nas Figuras 4 e 5. Exatamente nos meses de menor precipitação para o ano de 2009 (março, abril, maio e agosto) foi quando registraram-se os maiores números de incêndios. No entanto, esta mesma análise realizada para o ano de 2010 (Figura 7) indica que apenas dois (julho e agosto) dos quatro meses que registraram os maiores números de incêndios (março, julho, agosto e setembro) coincidiram com os meses em que ocorreram as menores precipitações (maio, junho, julho e agosto). Mesmo assim, não se pode afirmar que a precipitação tem

menor influência na ocorrência de incêndios que os demais elementos climáticos.



**Figura 6.** Precipitação pluviométrica (mm) e ocorrência de incêndios em 2009, em Maringá-PR.



**Figura 7.** Precipitação pluviométrica (mm) e ocorrência de incêndios em 2010, em Maringá-PR.

Outros fatores podem ter influenciado no agravamento dos incêndios nos meses de março e setembro (que apresentaram valores de precipitação relativamente altos), como, por exemplo, a insolação que registrou, no mês de março, o quarto maior valor do ano, com 242,7 horas de incidência solar, e a umidade relativa do ar que registrou, no mês de setembro, o segundo menor valor do ano, com uma média de 58% (Tabela 3).

O mês de setembro/2010 apresentou o segundo maior número incêndios do ano, com 105 ocorrências registradas. No entanto, assim como ocorreu no mês de março, o valor de precipitação para este mês não esteve dentre os menores do ano de 2010, apresentando 139,1mm. Como exemplificado anteriormente, é importante ressaltar que o elevado número de incêndios ocorridos neste período pode estar relacionado a outros fatores, não só com os demais elementos climáticos, mas até

mesmo fenômenos de ordem escalar mais ampla, que não foram tratados no presente trabalho.

Ao analisar o mês de maio/2010 poderia se esperar um grande número de ocorrência de incêndios para este mês, visto que o mesmo apresentou um total de precipitação de apenas 56,6 mm, porém este fato não se concretizou. Apesar da baixa precipitação, esse mês registrou um dos menores valores de incêndios combatidos neste ano, contrariando o que foi verificado no ano de 2009, onde os meses de menores índices pluviométricos foram exatamente os que apresentaram as maiores quantidades de incêndios.

É importante salientar que, em maio de 2010, a umidade relativa do ar apresentou o terceiro maior valor registrado no ano (77%) e o valor registrado para as horas de insolação foi um dos menores do ano, com 184,5 horas (Tabela 3). Portanto, foram esses dois elementos climáticos, somados às menores temperaturas médias do ar em função da aproximação do período de inverno, que, de certa forma, não contribuíram para criar, juntamente com a baixa precipitação que marcou o mês de maio, condições climáticas favoráveis para o agravamento da ocorrência de incêndios neste mês.

Referente a esta análise, pode-se citar Sampaio (1991), onde o autor aponta que, apesar da precipitação ser uma variável preponderante na ocorrência de incêndios, a sua variação não implica em aumento ou redução imediatos, na ocorrência de incêndios, devido ao fato de que, normalmente, o período de maior ocorrência de incêndios começa dois meses após o início do período de estiagem e termina dois meses após o final deste período.

Ainda assim, pela análise comparativa e de correlação das Figuras 6 e 7, pode-se inferir que há uma significativa influência da precipitação na ocorrência de incêndios.

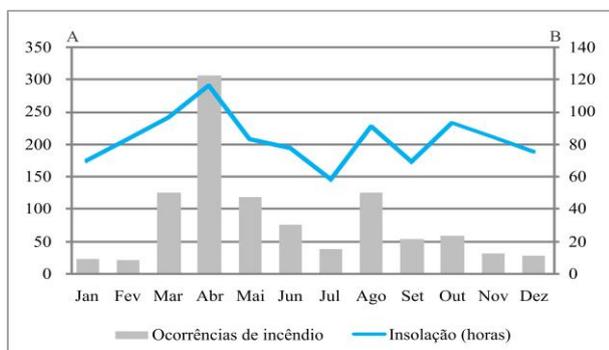
#### *Insolação e ocorrência de incêndios*

Antes de expor as considerações levantadas a partir da análise relativa às Figuras 8 e 9, faz-se necessária uma breve descrição sobre a relação da insolação com a precipitação e a umidade relativa do ar.

As precipitações só ocorrem quando a umidade do ar está relativamente elevada a tal ponto que propicia a formação de nuvens. A maior duração de horas de insolação está diretamente relacionada à menor presença de nuvens na atmosfera que, por sua vez, impedem a passagem dos raios solares. Portanto, quanto menor a umidade relativa do ar, menor é a quantidade de nuvens carregadas de vapor d'água na atmosfera e maior será a quantidade de horas de insolação sobre a superfície terrestre.

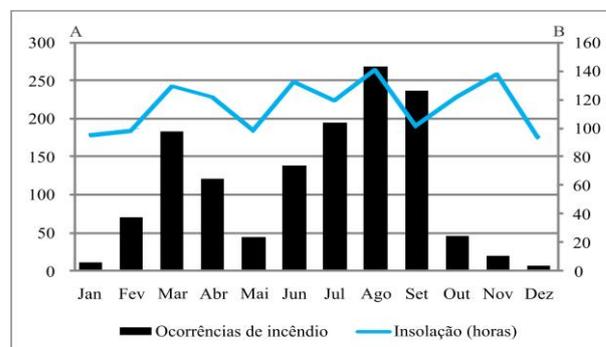
Na medida em que ocorre uma maior incidência de raios solares sobre a superfície terrestre, mais os corpos absorvem esses raios e se aquecem, aumentando a temperatura do material combustível. Além disso, a radiação solar aumenta a temperatura do ambiente, ocasionando um decréscimo na umidade relativa do ar. Este aquecimento do ambiente e do material combustível, promovido pela incidência dos raios solares, associado aos baixos índices pluviométricos e à baixa umidade relativa do ar, acarreta condições propícias à ocorrência e agravamento de incêndios, tanto na ignição quanto na propagação destes eventos.

Analisando as Figuras 8 e 9, verifica-se que a insolação tem, fatidicamente, uma relação direta com a ocorrência de incêndios. Nos anos de 2009 e 2010, meses marcados por valores altos de insolação apresentaram, conseqüentemente, uma maior ocorrência de incêndios. Pode-se perceber esta íntima relação a partir da semelhante linearidade que as barras (que indicam as ocorrências de incêndios) e a linha (que indica a oscilação da insolação) contatada nas Figuras 8 e 9.



**Figura 8.** Insolação (horas) e ocorrência de incêndios em 2009, em Maringá-PR.

No ano de 2009, os meses de março, abril, agosto e outubro apresentaram os maiores valores de insolação registrados no ano. Destes, os meses de março, abril e agosto foram os que apresentaram as maiores ocorrências de incêndio no ano. O mês de outubro, apesar de ter registrado o terceiro maior valor de insolação no ano (231,8 horas), não apresentou grande número de incêndios devido à influência dos demais elementos climáticos, como a precipitação deste mês, a qual foi extremamente elevada, com 333,7 mm, e a umidade relativa do ar que apresentou média consideravelmente alta, de 72%, para o mesmo mês.



**Figura 9.** Insolação (horas) e ocorrência de incêndios em 2010, em Maringá-PR.

No ano de 2010, os meses que apresentaram o maior (agosto) e o menor (dezembro) valor de insolação do ano coincidiram respectivamente com os meses que registraram a maior e a menor quantidade de incêndios combatidos (Figura 9). O mês de janeiro, assim como o de dezembro, também registrou um dos menores valores de insolação do ano e, coincidentemente, um dos menores de ocorrências de incêndio. No entanto, ao se analisar o mês de novembro nota-se que mesmo que este mês tenha apresentado valores mais elevados de insolação do ano, a ocorrência de incêndios foi reduzida. Relaciona-se isto ao fato de que no mês de novembro a precipitação registrada foi elevada, com 212,0 mm precipitados.

#### Análise estatística

Para a determinação do grau de relacionamento entre os dados analisados e obtenção de um conjunto de informações que

descreva, com fidelidade, a correlação entre os parâmetros utilizados, faz-se necessário fazer manipulações estatísticas, o que permite ratificar as afirmações feitas nas análises posteriores.

*Ferramentas estatísticas para a análise*

Para se obter uma análise consistente, foram estimados os parâmetros de análise por meio do coeficiente de correlação ( $\rho_{x^i x^j}$ ), o qual estima o grau de correlação entre as amostras. Para tanto é necessário que se calcule, primeiramente, o desvio-padrão ( $\sigma$ ) das variáveis, bem como a variância ( $s^2$ ) e a média ( $E(x)$ ) de cada conjunto amostral, que dão o indicativo de quanto esses elementos sofrem com a sazonalidade.

No caso do coeficiente de correlação ( $\rho_{x^i x^j}$ ), o valor deve estar contido no intervalo de -1 a 1. Quanto mais próximo às extremidades maior será o grau de correlação entre as variáveis; caso o valor se encontre próximo a zero, as variáveis estimadas são linearmente independentes (Dalmolin, 2010). E é com base nessa estimativa que poderá se afirmar a correlação entre a ocorrência de incêndios e as outras variáveis estudadas, com relação à área em análise.

Nesse sentido, é necessário demonstrar as expressões utilizadas para a realização dos cálculos das medidas de dispersão.

O coeficiente de correlação foi estimado pela equação:

$$\rho_{x^i x^j} = \frac{\sigma_{x^i x^j}}{\sigma_{x^i} \sigma_{x^j}}$$

O desvio-padrão foi estimado pela equação:

$$\sigma = \sqrt{s^2}$$

A variância das amostras foi estimada pela equação:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - E(x))^2$$

A média foi estimada pela equação:

$$E(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

*Dados Estimados*

As Tabelas 4-7 apresentam os valores obtidos das médias, desvios-padrão e variâncias das amostras aferidas.

**Tabela 4.** Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de precipitação em Maringá-PR.

	Precipitação (mm)	
	2009	2010
Média	180,93 $\pm$ 102,19	132,2 $\pm$ 88,25
Variância	10443,19	7788,57

**Tabela 5.** Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de umidade relativa do ar em Maringá-PR.

	Umidade relativa do ar (%)	
	2009	2010
Média	71,75 $\pm$ 4,77	68,33 $\pm$ 8,54
Variância	22,75	72,97

**Tabela 6.** Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) de insolação em Maringá-PR.

	Insolação (horas)	
	2009	2010
Média	206,87 $\pm$ 37,95	217,10 $\pm$ 33,07
Variância	1440,051	1093,947

**Tabela 7.** Número médio ( $\pm$  desvio padrão) de ocorrência de incêndios em Maringá-PR.

	Incêndios (n°)	
	2009	2010
Média	33,17 $\pm$ 32,19	60 $\pm$ 49,18
Variância	1036,1515	2418,545

Analisando as Tabelas 4-7 pode-se notar que a precipitação, em 2010, variou menos que em 2009. Contudo, sabe-se que essa estimativa indica que houve menor quantidade de precipitação nos meses que normalmente não se tem estiagem, quando se observa os dados brutos. Isso contribuiu, por exemplo, para que a média anual da umidade relativa do ar em 2010, ficasse quase que 4% abaixo, quando comparada a 2009 e, também, por conta da menor ocorrência de chuvas, a média anual de horas de insolação foi maior em 2010 do que em 2009.

Assim, configurou-se a comparação entre os dados médios mensais do ano de 2009 com os dados médios mensais do ano de 2010.

A Tabela 8 mostra os valores obtidos para o coeficiente de correlação em cada uma das variáveis para cada época distinta.

**Tabela 8.** Valores do coeficiente de correlação entre as variáveis analisadas para Maringá-PR nos anos de 2009 e 2010. Inc = incêndios; URar = umidade relativa do ar; Ins = insolação; Prec = precipitação.

Variáveis	Valores do Coeficiente de Correlação
Inc – URar (2009)	-0.9234
Inc – Prec (2009)	-0.6682
Inc – Ins (2009)	0.8080
Inc – URar (2010)	-0.7829
Inc – Prec (2010)	-0.6850
Inc – Ins (2010)	0.4399

Pode-se perceber que nos dois anos analisados existe uma maior tendência de correlação (dependência linear) entre a ocorrência de incêndios e a variável umidade relativa do ar, tanto para o ano de 2009 quanto para o ano de 2010. Esses valores vão de encontro à hipótese inicial, na qual se indica a provável correlação da maior quantidade de incêndios com os menores valores da leitura da umidade relativa do ar.

Nota-se, também, que o grau de correlação entre a ocorrência de incêndios e a precipitação manteve-se próximo para as épocas analisadas. A insolação mostrou maior influência no ano de 2009.

### Considerações finais

A partir das análises realizadas pode-se afirmar que existe um conjunto de elementos e fatores climáticos que interagem e proporcionam condições propícias para a ignição e propagação do fogo. Portanto, não se pode afirmar que somente o aumento da precipitação e da umidade relativa do ar implicará em uma redução das condições favoráveis à ocorrência de incêndios, ou que a redução da quantidade de precipitação e da umidade do ar poderá agravar a incidência destes eventos. O mesmo acontece com a insolação. Existe um conjunto de elementos e fatores da climatologia geográfica que

contribui para a ocorrência destes eventos e os mesmos precisam ser analisados em conjunto. Daí a importância de levantamentos e acompanhamentos contínuos da oscilação dessas variáveis para a gestão do território.

Observou-se, também, que em certos períodos, a umidade relativa do ar destacou-se frente as outras variáveis climáticas analisadas, sendo a mais influente no agravamento dos incêndios. Este elemento, associado à ação dos ventos (que não foi analisada neste estudo) e à alta insolação, pode compor um quadro diversificado de condições propícias à ocorrência de focos de incêndio. Ressalta-se, ainda, que a interação entre os elementos climáticos pode variar de acordo com a magnitude dos eventos climáticos, considerando as escalas temporal e espacial da área estudada.

Como bem apresenta Soares (1985), o baixo índice pluviométrico e a baixa umidade do ar fazem com que os vegetais se tornem mais secos, constituindo um material combustível que facilita a origem do fogo. Além disso, a baixa umidade proporciona um déficit na formação de nuvens, o que, por sua vez, acaba propiciando um maior período de incidência solar, e isto explica os altos valores de horas de insolação que foram registrados entre os meses de junho a setembro de 2010.

A maior insolação sobre a superfície eleva a temperatura do ar, deixando os ambientes ainda mais sujeitos a incêndios ou ao agravamento destes eventos. Assim como a baixa umidade relativa do ar e a alta insolação, a partir da análise dos dados e dos gráficos foi possível constatar que o déficit pluviométrico também contribui para a ocorrência de incêndios.

Comparando-se a quantidade de incêndios combatidos na região de Maringá entre os meses de junho a setembro nos dois anos estudados, observa-se que o ano de 2010 apresentou 333 ocorrências a mais, comparando-se com o ano de 2009. Este é um fato bastante divergente, com um número extremamente elevado, quando comparado com o período de janeiro a maio, que registrou apenas cinco ocorrências de incêndios a mais para o ano de 2009, e de outubro a dezembro,

com apenas seis ocorrências a mais para o mesmo ano.

Das análises gerais, pode-se concluir que no período compreendido pelos meses de junho a setembro de 2010, a incidência de focos de incêndio foi 287% maior, quando comparada com o mesmo período do ano de 2009. Vale ressaltar que este aumento significativo dos incêndios no período de junho a setembro de 2010 não se manteve nos demais períodos do ano. Este fato comprova que as condições climáticas que reinaram neste período de 2010, e que permitiram levantar as hipóteses da presente pesquisa, contribuíram efetivamente para agravar o quadro de incêndios dos meses de junho, julho, agosto e setembro. O ano de 2009 apresentou um total de 398 ocorrências de incêndios, enquanto o ano 2010 registrou 720, resultando em uma diferença entre os dois anos estudados de 322 incêndios combatidos e um aumento de, aproximadamente, 81% no número total de incêndios combatidos.

De acordo com Torres (2006), a realização deste tipo de estudo é muito importante, visto que o impacto ambiental causado pelos incêndios e queimadas é muito preocupante e pode ser visto sob diversos âmbitos, como na destruição de patrimônio público e privado, no empobrecimento do solo, na destruição da biodiversidade e fragilização de ecossistemas, na liberação de gases nocivos à saúde humana, na diminuição da visibilidade atmosférica, no aumento de acidentes, na limitação do tráfego aéreo, entre outros.

Diante desta realidade, reafirma-se a importância de correlacionar dados de elementos atmosféricos com a ocorrência de fenômenos impactantes na superfície terrestre, principalmente na área de climatologia geográfica, auxiliando as ações de gestão e planejamento das atividades humanas, resguardando a população e a natureza das causas e efeitos indesejáveis.

Para uma futura proposta de estudos indicam-se análises que relacionem a ocorrência de focos de incêndio com outros elementos climáticos como: pressão atmosférica, vento, evaporação ou, também, com características do relevo e da cobertura

vegetal da área a ser estudada, visando uma análise mais ampla desta problemática.

## Referências

Dalmolin, Q. (2010). Ajustamento por Mínimos Quadrados. 3ª Ed. Curitiba. 179p.

Narciso, M.G.; Soriano, B.M.A., Santos, S.A. (2009). Utilização de sistema de informação de dados climáticos para cálculo de índices de risco de incêndio para a sub-região da Nhecolândia. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, p. 7-11.

Nunes, J.R.S. (2005). FMA<sup>+</sup> - Um Novo Índice de Perigo de Incêndios Florestais para o Estado do Paraná – Brasil. Curitiba. 150p. (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Silveira, C.E.R. (2006). A importância do Clima no Risco de Incêndio Florestal. Incêndios Florestais de 2005 em Portugal Continental. Tese (Licenciatura em Geografia) Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Coimbra. 70p.

Soares, R.V. (1985). Incêndios florestais: controle e uso do fogo. Curitiba: FUPEF. 213p.

Soares, R.V. (1974). Cordeiro, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. Floresta, v. 5, n. 1, p. 46-56.

Torres, F.T.P.; Ribeiro, G.A.; Martins, S.V.; Lima, G.S. (2010). Determinação do período mais propício às ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora, MG. Rev. Árvore, v. 34, n. 2, p. 297-303.

Torres, F.T.P. (2006). Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). Caminhos de Geografia, v. 7, n. 18, p. 162-171.