

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**CONDICIONANTES CLIMÁTICAS E A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS
AMBIENTAIS NA REGIÃO DE MARINGÁ-PR, NO PERÍODO DE 2000 A 2010.**

VÍTOR PAGADIGORRIA ZUCCHI

MARINGÁ – PR

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIENCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

VÍTOR PAGADIGORRIA ZUCCHI

**CONDICIONANTES CLIMÁTICAS E A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS
AMBIENTAIS NA REGIÃO DE MARINGÁ-PR, NO PERÍODO DE 2000 A 2010.**

Monografia apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Bacharel em Geografia
pela Universidade Estadual de Maringá, sob a
orientação da professora Glaucia Deffune.

MARINGÁ – PR

2011

VÍTOR PAGADIGORRIA ZUCCHI

**CONDICIONANTES CLIMÁTICAS E A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS
AMBIENTAIS NA REGIÃO DE MARINGÁ-PR, NO PERÍODO DE 2000 A 2010.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ms. Gláucia Deffune
Universidade Estadual de Maringá
(Orientadora)

Prof. Dr. Hélio Silveira
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Ms. Pedro França Júnior
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Maringá, _____ de _____ de 2011.

“Seu tempo é limitado, então não percam tempo vivendo a vida de outro. Não sejam aprisionados pelo dogma – que é viver com os resultados do pensamento de outras pessoas. Não deixe o barulho da opinião dos outros abafar sua voz interior. E mais importante, tenha a coragem de seguir seu coração e sua intuição. Eles de alguma forma já sabem o que você realmente quer se tornar. Tudo o mais é secundário.”

Steve Jobs

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, por muitas vezes ter sido meu refúgio e por provar estar sempre ao meu lado, guiando meus passos e me dando forças para continuar a minha luta.

Aos meus queridos pais, que sempre me proporcionaram a melhor estrutura familiar, uma educação repleta de valores, sempre estiveram prontificados para atender minhas necessidades e nunca faltaram com apoio e incentivo para concluir minha graduação. Por ser meu exemplo de vida a cada dia e por nunca terem faltado como pais para mim, meus sinceros agradecimentos. É com muito amor e carinho que dedico este trabalho a vocês.

À Universidade Estadual de Maringá, que me proporcionou ensino gratuito e de qualidade, e a todos os professores do Departamento de Geografia, que com suas experiências e conhecimento contribuíram em muito para a minha formação como geógrafo e cidadão.

Aos professores Glaucia Deffune e Hélio Silveira, que com aulas de excelente qualidade despertaram meu interesse no estudo da Climatologia. À professora Adélia Haracenko que sempre se dispôs para me auxiliar na estruturação do presente trabalho. Em especial à professora Glaucia Deffune, minha orientadora, pelo grande apoio, incentivo e dedicação nas orientações desta monografia. Por sua amizade e confiança, por estar sempre em prontidão para me atender durante os principais momentos da elaboração desta monografia e pelos conhecimentos que sempre concebeu, meus sinceros agradecimentos.

Ao 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá, especialmente Major Jair Pereira, Cabo José Ilto Neves Pessoa e Soldado Gilberto Rissi dos Santos, que através do fornecimento de dados de incêndios foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa que resultou nesta monografia. Meus sinceros agradecimentos em especial ao Cabo José Ilto Neves Pessoa, por sua paciência, cooperação e dedicação incansável que me concebeu, procurando sempre fornecer as informações mais precisas e atualizadas necessárias para o desenvolvimento do presente estudo.

Aos amigos e colegas que fiz no decorrer da minha vida acadêmica, principalmente os que me acompanharam na etapa final do curso, na habilitação do bacharelado, que de uma forma ou de outra contribuíram para que eu pudesse concluir esta etapa da minha vida.

À minha namorada Jéssica, pela paciência, companheirismo e incentivo que me proporcionou nos momentos mais difíceis desta graduação, especialmente durante a elaboração desta monografia. Por ter contribuído também na elaboração de diversos trabalhos no decorrer da faculdade, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	17
3. BREVE HISTÓRICO SOBRE O 5º GRUPAMENTO E O 1º SUBGRUPAMENTO DE BOMBEIROS DE MARINGÁ-PR.	21
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
4.1 AS CONDIÇÕES E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	24
4.2 O FOGO E OS INCÊNDIOS AMBIENTAIS.....	27
4.2.1 Triângulo do fogo	27
4.2.2 Condições favoráveis ao fogo	28
4.2.3 Incêndios Ambientais	32
4.2.4 Incêndios Florestais	32
5. DISCUSSÃO E RESULTADOS	36
5.1 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS AMBIENTAIS.....	36
5.2 DADOS CLIMÁTICOS	37
5.3 ANÁLISE CORRELATIVA ENTRE DADOS CLIMÁTICOS E DE INCÊNDIOS. ..	41
5.3.3 Elementos climáticos que apresentaram valores de oscilação extrema nos meses de maior ocorrência de incêndios.	66
5.3.4 Variáveis climáticas que exerceram maior influência no agravamento de incêndios nos meses de maior registro destes eventos.	68
5.3.5 Média anual das variáveis climáticas.	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
REFERÊNCIAS	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologia utilizada.	15
Figura 2 – Localização do Município de Maringá-PR.	19
Figura 3 – Localização e abrangência do 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá.	20
Figura 4 - Abrangência do 1 SGB e das três Subseções.....	23
Figura 5 - Triângulo do Fogo.	27
Figura 6 - Total anual de incêndios ambientais no período de 2000 a 2010, na área de abrangência do 1º SGB de Maringá.	37
Figura 7 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2000.....	43
Figura 8 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2001.....	45
Figura 9 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2002.....	47
Figura 10 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2003.	49
Figura 11 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2004.	52
Figura 12 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2005.	54
Figura 13 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2006.	56
Figura 14 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2007.	58
Figura 15 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2008.	60
Figura 16 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2009.	62
Figura 17 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2010.	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrência de incêndios na escala mensal, no período de 2000 a 2010.	36
Tabela 2 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2000.....	37
Tabela 3 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2001.....	38
Tabela 4 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2002.....	38
Tabela 5 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2003.....	38
Tabela 6 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2004.....	39
Tabela 7 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2005.....	39
Tabela 8 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2006.....	39
Tabela 9 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2007.....	40
Tabela 10 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2008.....	40
Tabela 11 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2009.....	40
Tabela 12 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2010.....	41
Tabela 13 - Variáveis climáticas que apresentaram os menores ou maiores valores, nos meses de maior ocorrência de incêndios.	66
Tabela 14 - Anos em que as variáveis climáticas registraram valor de oscilação extrema justamente no mês de maior ocorrência de incêndios.	67
Tabela 15 - Variáveis climáticas mais influentes no mês de maior ocorrência de incêndios de cada ano.	69
Tabela 16 - Total de incêndios e média anual das variáveis climáticas.	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Articulação do 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá.....	23
---	----

LISTA DE SIGLAS

ECPM	=	Estação Climatológica Principal de Maringá
GB	=	Grupamento de Bombeiros
M.C.I.F	=	Manual de Combate a Incêndios Florestais
M.C.P.I.F.	=	Manual de Combate e Prevenção aos Incêndios Florestais
M.F.B	=	Manual para Formação de Brigadista
SGB	=	Subgrupamento de Bombeiros de Maringá
SB	=	Subseção de Bombeiros
UEM	=	Universidade Estadual de Maringá
PMPR	=	Polícia Militar do Estado do Paraná
PMSP	=	Polícia Militar do Estado de São Paulo

RESUMO

Esta monografia é continuação de uma pesquisa realizada no ano de 2010, pela disciplina de Climatologia Aplicada, sob orientação da professora Glaucia Deffune. Na referida pesquisa, levantou-se a hipótese de que o clima seco predominante nos meses de junho a setembro daquele ano poderia ter agravado a ocorrência de incêndios neste período. Diante este quadro climático, iniciou-se um estudo com o intuito de avaliar se aquele período (junho a setembro), marcado por baixos índices de umidade relativa e precipitação, apresentou um número de incêndios maior que os demais meses do ano na região de Maringá, mais especificamente nos municípios atendidos pelo Corpo de Bombeiros de Maringá. Para efeito de análise, o ano de 2009 foi utilizado como parâmetro de comparação com o ano de 2010, a fim de verificar se o período de junho a setembro de 2009 havia apresentado o mesmo aumento do número de incêndios notificado em 2010. Após ter concluído este estudo com a produção de um artigo científico, decidiu-se ampliar a escala de análise para onze anos, de 2000 a 2010, mantendo-se o enfoque sobre a relação entre as condições climáticas e a ocorrência de incêndios, e ainda, quando possível, indicar qual ou quais foram os elementos climáticos que exerceram maior influência no agravamento desses eventos. Os dados que conduziram a presente pesquisa foram coletados na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), situada no Campus da Universidade Estadual de Maringá, e também fornecidos pelo 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá. Dos resultados, conclui-se que: há uma maior correlação entre a ocorrência de incêndios e a umidade relativa do ar que com as demais variáveis climáticas estudadas; a temperatura média mostrou-se como a variável menos influente no agravamento dos incêndios; ao analisar os onze anos estudados é possível afirmar que há uma tendência de aumento das ocorrências de incêndios; o mês de agosto foi o mês que por mais vezes apresentou a maior quantidade de incêndios (em quatro, dos onze anos analisados) e, ainda, foi o mês que apresentou o maior total de incêndios durante toda série analisada, com 876 ocorrências; a variação da precipitação nem sempre promove aumento ou redução imediatos na quantidade de incêndios; o período de maior número de ocorrências, que caracteriza a estação normal do fogo para a região de Maringá, compreende os meses de junho, julho, agosto e setembro; fora deste período, os meses de março e principalmente abril, também se destacaram por elevados registros de incêndios.

Palavras-chave: ocorrência de incêndios; variáveis climáticas; Maringá-PR;

ABSTRACT

This monograph is the result of the continuation of a survey conducted in 2010, for the discipline of Applied Climatology, under the guidance of Professor Glaucia Deffune. In that study, the dry climate that marked the months from June to September of that year, led to hypothesize that this factor could have increased the occurrence of fires in this period. Given this reality, a study was initiated in order to assess whether that period, marked by low indices of relative humidity and precipitation, presented a larger number of fires than the other months of the year, and the focus of this research was the region of Maringá, more specifically the municipalities served by the fire departments of Maringá -PR. For analytical purposes, the year 2009 was used as the benchmark year of 2010. After have completed this study with the production of a scientific article, I decided to expand the analysis scale for eleven years, starting in 2000 until 2010, keeping the same analysis guided the relationship between climatic conditions and forest fires, and, when possible, elect which of the climatic elements make higher influence in the aggravation of these events. The data that led to this research were collected in the Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), located on the campus of State University of Maringá, and also provided by the 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá. From the results, can be concluded that: there is a greater correlation between the occurrence of fires and the relative humidity then the others climatic variables studied; the average temperature proved to be less influential variable in the aggravation of fires; analyzing the eleven years studied, can say that there is a trend of increased occurrence of fires; the month of August was the month that the most times had the highest number of fires (in four of the eleven years analyzed), and also was the month with the largest total number of fires throughout the analyzed period, with 876 cases; The rainfall variability not always promotes immediate increase or decrease in the number of fires; the period of major number of occurrences, that characterizes the normal fire season for the region of Maringá, comprehends the months of June, July, August and September; outside this period, the months of March and especially April, is also stressed by high number of fires.

Key-words: fire occurrence, climate variables, Maringá-PR;

INTRODUÇÃO

Estudos correlacionando as condições climáticas à ocorrência de fenômenos impactantes na superfície terrestre vêm crescendo e ganhando destaque nas últimas décadas. Como exemplo destes, nota-se a frequente publicação de trabalhos que analisam as relações entre as condições climáticas e a ocorrência de incêndios.

A preocupação que se tem em relação às possíveis consequências advindas de incêndios urbanos e rurais é bastante relevante. No Brasil, principalmente após o famoso incêndio ocorrido em 1963 que devastou cerca de dois milhões de hectares de terras no Paraná e registrou o maior incêndio ocorrido no país, os estudos sobre os incêndios, suas formas de origem e propagação e índices para calcular a probabilidade de ocorrência destes eventos, se tornaram cada vez mais presentes e difundidos.

De acordo com Nunes (2005), mesmo que o aperfeiçoamento das técnicas de controle de incêndios disponíveis seja constante, carece de um programa institucional consistente, e este é um dos grandes problemas que contribui para o agravamento dos focos de incêndios, vistos principalmente no aumento da extensão das áreas queimadas no Brasil.

Soares (1974) pondera que 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. Neste mesmo sentido, Macedo e Sardinha (1985) corroboram que a determinação do período mais propício aos incêndios permite a execução de ações de caráter preventivo pelas entidades responsáveis, diminuindo os prejuízos, riscos e custos em seu combate.

Segundo Batista (2000) as notícias sobre ocorrências de incêndios florestais no Brasil e em outras partes do mundo, que ocasionaram danos econômicos e alterações drásticas no ambiente, ressaltam a necessidade de se adotar mecanismos para reduzir o número de incêndios bem como a extensão de seus danos. Estudos voltados para o desenvolvimento e utilização de índices de prevenção de incêndios surgem como medidas para realizar tais planos de controle, por meio de levantamentos de dados meteorológicos e estudos pontuais, tornando possível prever e evitar a ocorrência dos incêndios.

De acordo com Narciso et. al. (2009), minimizar os impactos causados pelas queimadas é importante porque elas 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.

Muitos pesquisadores estudaram a influência das condições climáticas na ocorrência de incêndios. Torres (2006) assegura que existe uma 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 torna-se uma ferramenta essencial para o planejamento de prevenção e combate aos incêndios florestais. Silveira (2006) pondera que o clima tem influência decisiva nos incêndios florestais principalmente na criação de condições propícias para que esses eventos possam acontecer.

Seguindo esta tendência de estudos que correlacionam ocorrência de incêndios e condições climáticas, este trabalho dá continuidade a um estudo realizado no ano de 2010, que utilizou como parâmetro de comparação os anos de 2009 e 2010 para analisar a maneira pela qual alguns elementos climáticos influenciaram na ocorrência de incêndios, principalmente no período de junho a setembro, na região de Maringá-PR, mais especificamente nos vinte e quatro municípios atendidos pelos postos do Corpo de Bombeiros de Maringá. Decidiu-se então ampliar esta escala de análise para onze anos, tendo como objetivo principal do presente estudo analisar a relação entre as condições climáticas e a ocorrência de incêndios na mesma região, no período de 2000 até 2010. Os objetivos específicos foram: indicar qual ou quais variáveis climáticas exerceram maior influência sobre a ocorrência de incêndios; identificar, dentre os onze anos analisados, quais meses registraram por mais vezes o maior número de incêndios; e identificar quais variáveis apresentaram valor de oscilação extrema nos meses que apresentaram a maior e menor ocorrência de incêndios.

Os dados climáticos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram coletados na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM - UEM) e referem-se às médias mensais locais das variáveis climáticas definidas para o presente estudo. Já os dados de incêndios ambientais foram fornecidos pelo 1º Subgrupamento do Corpo de Bombeiros de Maringá e referem-se a todas as ocorrências atendidas na área de abrangência do 1º SGB, que compreende vinte e quatro municípios, sendo eles: Ângulo, Atalaia, Cafeara, Doutor Camargo, Colorado, Floraiá, Floresta, Flórida, Iguaraçú, Itambé, Ivatuba, Lobato, Mandaguaçú, Marialva, Maringá, Nossa Senhora das Graças, Ourizona, Paiçandú, Presidente Castelo Branco, Santa Fé, Santa Inês, Santo Inácio, São Jorge do Ivaí e Sarandi.

Apesar de ter utilizado somente os dados climáticos registrados para Maringá e não de cada município atendido pelo 1º SGB, este fato não sugere inconsistência nos resultados e

conclusões obtidas. Na realidade, exceto Maringá, nenhum outro município atendido pelo 1º SGB possui estação climatológica. Porém, esses valores pouco se diferenciariam dos registrados em Maringá, devido à proximidade dos municípios e à baixíssima oscilação que apresentariam, levando em conta as condições atmosféricas de macroescala às quais a região de abrangência do presente estudo está sujeita. Além disso, vale salientar que os dados climáticos registrados em Maringá são representativos em um raio de até 90 quilômetros.

A importância de se desenvolver pesquisas que envolvam o estudo e a aplicabilidade de conhecimentos da Climatologia como ferramentas de gestão, que permitam evitar ou ao menos amenizar eventuais acontecimentos que possam acarretar danos ao meio ambiente como um todo (sociedade, meio natural e artificial), é bastante relevante. Muitos dos impactos ambientais, sociais e econômicos ocasionados pelos incêndios, poderiam ser minimizados antes mesmo que o fogo se iniciasse ou se alastrasse, caso existisse um investimento consistente em políticas de proteção adequada e em centrais de monitoramento de focos de incêndios adaptadas de acordo com as características de cada região do país.

Desta maneira este trabalho visa disponibilizar à sociedade informações de cunho técnico-científico, utilizando-se de gráficos e tabelas para facilitar a leitura e compreensão dos dados levantados na pesquisa e das conclusões obtidas, a fim de que os leitores possam compreender a íntima relação entre os elementos climáticos e a ocorrência de incêndios. Além disso, o presente estudo fará com que os leitores tomem conhecimento da Climatologia como uma ciência dotada de técnicas que podem ser utilizadas para prever e evitar fenômenos de grandezas variáveis, que podem causar desde meros danos até verdadeiras catástrofes ambientais.

1. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi conduzido a partir de análises correlativas entre dados climáticos e de incêndios registrados para a região de Maringá, no período de 2000 a 2010. Para isso, fez-se necessário realizar uma revisão bibliográfica de trabalhos pertinentes a este estudo, como dissertações, monografias e artigos científicos que tratassem sobre a relação entre elementos climáticos e ocorrência de incêndios.

A escolha das variáveis climáticas definidas para a presente pesquisa foi tomada a partir da leitura desses materiais, selecionando as que mais vezes foram utilizadas e proporcionaram resultados mais eficazes. Como não foi trabalhada a eficiência de índices de perigo de incêndio, como o fez Sampaio (1991, 1999), Mafalda *et al.* (2009), Nunes (2005), Nunes *et al.* (2010), Torres *et al.* (2009) e outros autores, nem o processo de propagação do fogo, nesta pesquisa não estudou-se a influência dos ventos na ocorrência de incêndios, e manteve-se a análise pautada sob os seguintes elementos climáticos: temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e insolação.

Os dados climáticos foram coletados na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), através dos resumos meteorológicos diários, e referem-se às médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e insolação, em escala local, para o período de 2000 a 2010.

Os dados de incêndio foram fornecidos pelo 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá e referem-se aos totais mensais e anuais de ocorrência de incêndios ambientais, para o mesmo período, combatidos na área de abrangência do 1º SGB de Maringá, que compreende vinte e quatro municípios, os quais já foram citados anteriormente.

Optou-se por trabalhar com médias mensais das variáveis climáticas pois esta escala de abordagem é mais recomendada para a investigação proposta, levando-se em conta que a maior ocorrência dos focos de incêndio está concentrada no período de marcado pelos valores mais baixos de umidade relativa do ar, diretamente relacionados às estações de outono e inverno. Portanto, a escala mensal viabiliza a análise do conjunto.

O fluxograma a seguir indica os procedimentos realizados para a elaboração das tabelas e gráficos, que por sua vez viabilizaram as análises e considerações feitas no presente trabalho.

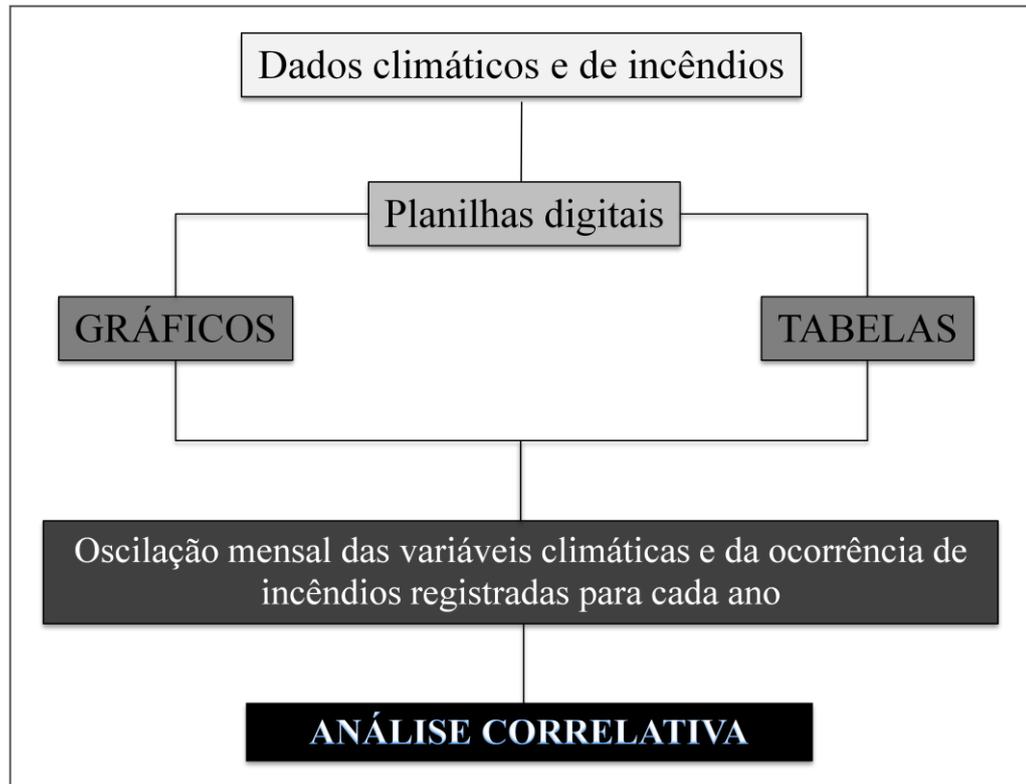


Figura 1 - Metodologia utilizada.
Elaboração: Autor, 2011.

Todos os dados coletados foram editados em planilhas digitais e, a partir destas, gráficos e tabelas foram elaborados para indicar a oscilação mensal das variáveis climáticas e da ocorrência de incêndios registradas para cada ano. O software utilizado para elaboração dos gráficos e tabelas foi o Microsoft Excel 2007 (licenciado pela Universidade Estadual de Maringá).

Para cada ano elaborou-se: uma tabela com os dados climáticos (médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e insolação); um gráfico das médias mensais de cada variável climática correlacionando-a com as ocorrências mensais de incêndios; e um gráfico que computasse, conjuntamente, as médias mensais de todas as variáveis climáticas definidas no presente estudo e o registro mensal de incêndios, de cada ano. A partir dos gráficos foi possível detectar, de maneira isolada e em conjunto, a influência das condições climáticas no agravamento ou redução de incêndios, além de indicar os períodos mais propícios à ocorrência destes eventos e as variáveis que mais influenciaram nesses processos.

Além das tabelas dos dados climáticos de cada ano, outras quatro tabelas foram elaboradas (Tabela 13, Tabela 14, Tabela 15 e Tabela 16). Nestas tabelas indicou-se as variáveis climáticas que registraram valor de oscilação extrema nos meses de maior ocorrência de incêndios, os anos em que isso ocorreu, quais foram as mais influentes no

agravamento dos incêndios e a média anual das mesmas correlacionando-as com o total anual de incêndios.

A elaboração das tabelas possibilitou observar mais facilmente os valores extremos do ano, tanto das médias mensais das variáveis climáticas quanto das ocorrências de incêndio, permitindo indicar quais meses comumente apresentam elevados registros de incêndios e condições climáticas propensas para estes eventos, e conseqüentemente identificar a estação normal do fogo para a região em estudo.

A análise dos aspectos mais significativos de toda a série analisada foi dividida em duas partes, onde a primeira refere-se ao período de 2000 a 2005 e a segunda de 2006 a 2010.

Os mapas de localização do município de Maringá e de abrangência do 1º SGB de Maringá foram elaborados a partir do software ArcGIS 9.3, também licenciado pela Universidade Estadual de Maringá.

2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Maringá está inserido na região Norte Central Paranaense, aproximadamente entre os paralelos 23° 15' e 23° 34' de latitude sul e os meridianos 51° 50' e 52° 06' de longitude oeste (Figura 1). Sua altitude varia em média de 540 a 560 metros acima do nível do mar e possui área de aproximadamente 473 km².

Segundo Deffune *et. al.* (1994), em pesquisa realizada entre 1976 e 1992, a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a temperatura média anual é superior a 20°C, com verões chuvosos e invernos secos.

De acordo com a classificação de 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 a 1.500mm e a umidade relativa média do ar apresenta 66% como média anual.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) afirmam que entre a zona tropical e subtropical do país existe uma faixa de transição entre climas quentes e frios do país, onde as temperaturas médias anuais são relativamente baixas e demarcam a ação mais efetiva da massa polar atlântica (MPA). O norte do Estado do Paraná está inserido nesta região e o município de Maringá está situado exatamente sobre o trópico de Capricórnio, linha imaginária que separa a zona tropical da zona subtropical. Desta maneira, a região de Maringá sofre as ações do macroclima da região e a atuação das massas tropical atlântica (MTA), tropical continental (MTC), polar atlântica (MPA) e equatorial continental (MEC) contribuem para a composição do clima local.

Maack (1968) também classificou o clima da região através da classificação de Köppen, definindo-o como subtropical úmido, pertencente ao tipo Cfa (clima mesotérmico úmido, de verão quente).

Deffune *et. al.* (1994) utilizaram o modelo de classificação de Köppen (1948) e determinaram o tipo Cw'h (clima tropical mesotérmico úmido, com chuvas de verão e outono). As chuvas são bem distribuídas ao longo dos anos e sofrem pequena diminuição nos meses de inverno. A temperatura média anual verificada neste período de estudo foi de 21.0°C, com uma precipitação total anual de 1500 milímetros.

Dando importância para a distribuição pluvial ao longo dos meses, Deffune (1990) e Deffune e Klosowski (1995) destacam a distribuição sazonal das chuvas na região de Maringá sendo marcada por uma alta concentração no fim da primavera e as chuvas mais fortes são correlacionadas com a entrada de frentes frias. Neste mesmo sentido, Galvani *et. al.* (1998)

ponderam que os dados médios de chuva para Maringá-PR caracterizam a região em duas estações: uma chuvosa com início em setembro e término em maio do ano seguinte, e outra mais seca entre os meses de inverno.

Outro importante estudo voltado para a região de Maringá foi desenvolvido por Anjos *et. al.* (2001), onde no período de 1980 a 1999, os autores calcularam o índice de seca e definiram que o mesmo destaca-se nos meses de junho, julho e agosto.

É importante conhecer a classificação climática da região de Maringá pois através dela pode-se compreender a sua influência no comportamento da ocorrência de incêndios local. Esta, por sua vez, mostra-se agravante exatamente durante os meses de inverno, ou seja, fora do período que, segundo classificações de Köppen, Maack, Deffune *et. al.* e Galvani *et. al.*, é o mais chuvoso da região, e dentro do período onde os valores de umidade relativa do ar e precipitação são menores.

As figuras 1 e 2 a seguir indicam a localização da área de estudo. A Figura 1 indica a localização do município de Maringá. A Figura 2 indica a localização do 5º Grupamento de Bombeiros no Estado do Paraná, o 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá dentro do 5º GB e finalmente a área de abrangência do 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá, o foco desta pesquisa.

Vale ressaltar que a Figura 1 foi incluída apenas para indicar a localização do município de Maringá, visto que tanto os dados climáticos (médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e insolação) quanto os dados de incêndios, utilizados no presente trabalho, foram extraídos nesta cidade. No entanto os dados de incêndios referem-se não somente a ocorrências registradas no município de Maringá, mas sim nos vinte e quatro municípios abrangidos pelo 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá. Portanto deve-se ater ao mapa de abrangência do 1º SGB (Figura 2), foco desta pesquisa.

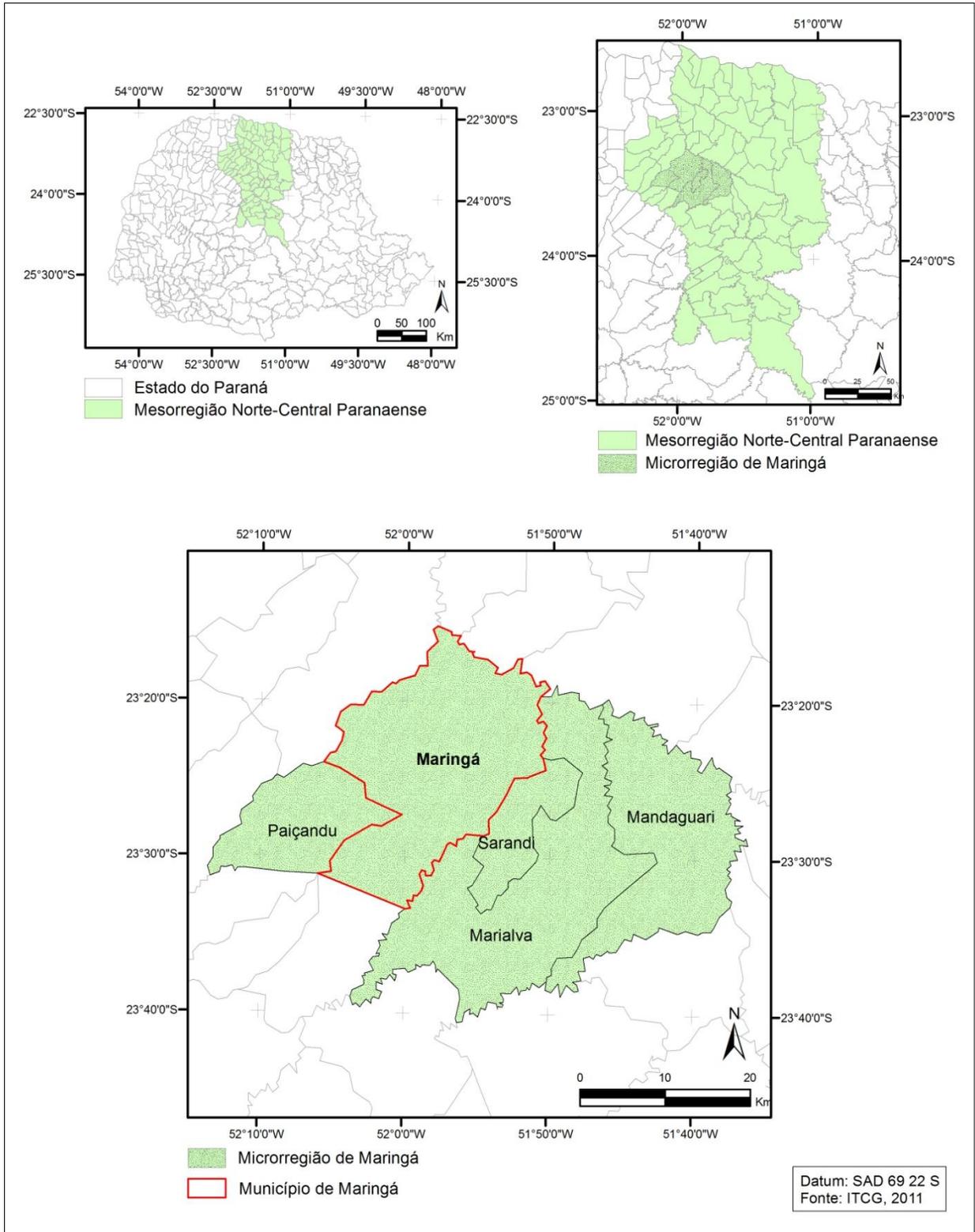


Figura 2 – Localização do Município de Maringá-PR.
 Elaboração: Autor, 2011.

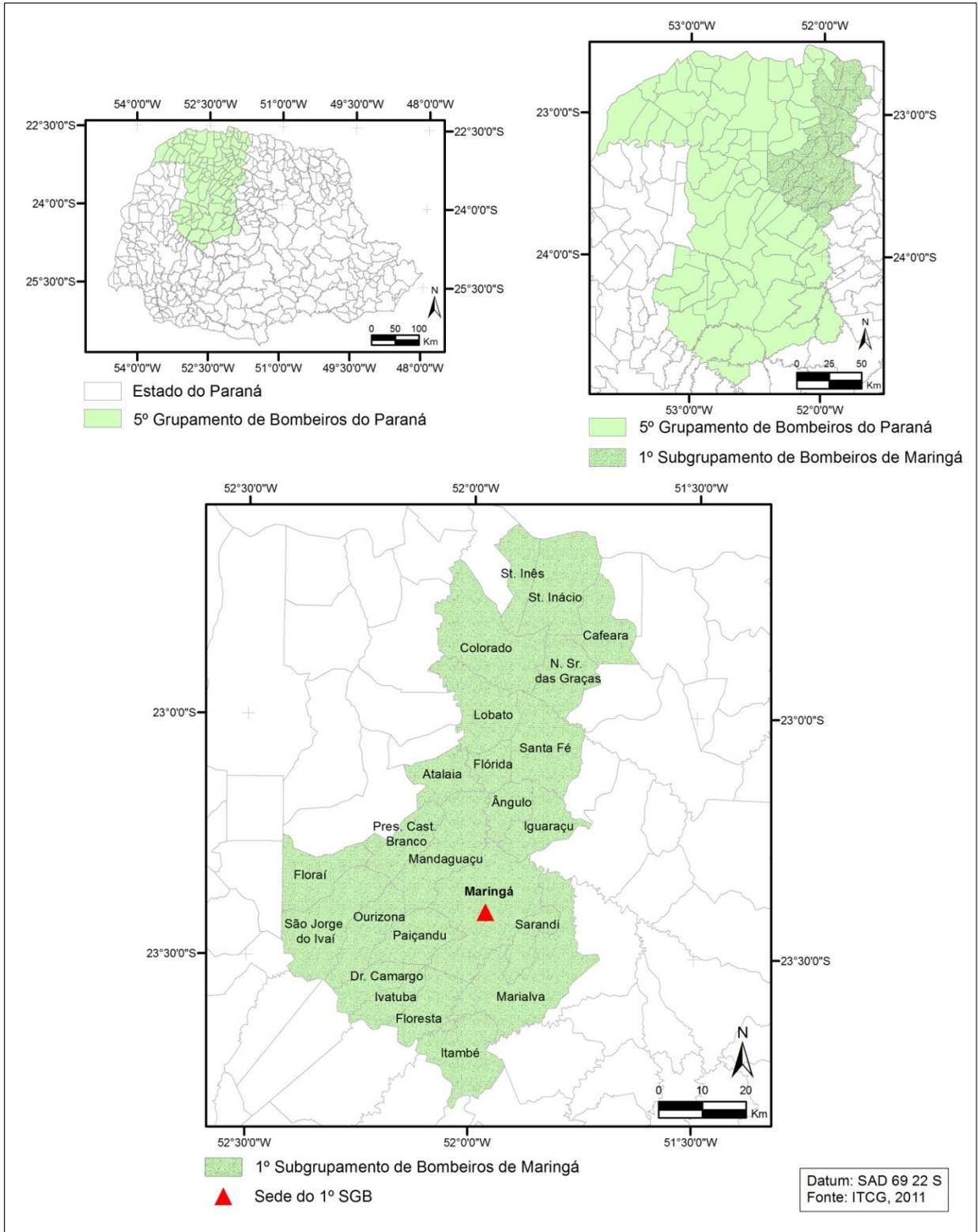


Figura 3 – Localização e abrangência do 1º Subgrupo de Bombeiros de Maringá.
Elaboração: Autor, 2011.

3. BREVE HISTÓRICO SOBRE O 5º GRUPAMENTO E O 1º SUBGRUPAMENTO DE BOMBEIROS DE MARINGÁ-PR.

A seguir, o breve histórico sobre o Corpo de Bombeiros de Maringá foi baseado em informações contidas no site Polícia Militar do Paraná e também numa entrevista realizada com o Major Jair Pereira, comandante do 5º Grupamento de Bombeiros de Maringá.

O 5º Grupamento de Bombeiros do Paraná está localizado na região noroeste do Estado do Paraná, com sede instalada no município de Maringá-PR, a qual abriga o Comando e seu Estado Maior (Seções administrativas).

O Corpo de Bombeiros iniciou suas atividades em Maringá mais precisamente no dia 08 de Agosto de 1957, sob a denominação de 5ª Guarnição do Fogo (5ª GF). Naquela época a 5ª GF contava com apenas uma viatura, que fora doada pelo D.E.R. (Departamento de Estradas e Rodagem), e uma guarnição composta por apenas quatro bombeiros. As instalações eram pequenas e rudimentares. Situava-se na Avenida Paraná.

Posteriormente, a 5ª GF foi transferida para um barracão de madeira situado ao lado da antiga Delegacia de Polícia de Maringá, na Avenida Guaíra. Em substituição ao antigo barracão de madeira, em 31 de março de 1973 foi inaugurado o novo quartel, feito de alvenaria. Um ano mais tarde, em 1974, a 5ª GF passou a denominar-se 3ª Seção de Combate a Incêndio (3ª SCI), que por sua vez era subordinada ao 3º Grupamento de Incêndios de Londrina (3º GI) e contava com um efetivo de 18 homens.

Em 28 de setembro de 1977 os convênios Estado-Município foram transformados em leis pelo Legislativo Municipal e, com a criação do FUNREBOM (Fundos de Reequipamento do Corpo de Bombeiros) e a instituição das taxas de combate a incêndio e de vistoria de segurança contra incêndios, houve uma melhoria significativa na estrutura do Corpo de Bombeiros de Maringá.

No ano de 1985, através do Decreto Estadual nº 5.404, de 08 de maio de 1985, a 3ª SCI foi elevada ao status de Grupamento, passando a denominar-se 5º Grupamento de Incêndios (5º GI), tendo como subunidades os quartéis de Paranavaí, Umuarama e Campo Mourão, abrangendo uma área de mais de 127 municípios.

Mais tarde, em 1994, o Decreto 4.489/94 substituiu a designação Grupamento de Incêndios (GI) por Grupamento de Bombeiros (GB) e incorporou no 5º GB outras subunidades em sua área de abrangência, sendo os municípios de: Umuarama, Paranavaí, Campo Mourão, Cianorte, Ivaiporã e Sarandi. Com esta inclusão, o 5º GB passou a atender 144 (cento e quarenta e quatro) municípios.

Devido a alguns impasses, no ano de 2010 correu novamente uma reestruturação, através da Lei 16.576/2010, com a qual foram criados novos Grupamentos de Bombeiros (GB) e Subgrupamentos de Bombeiros Independentes (SGBI). Nesta última reestruturação, as subunidades de Umuarama, Apucarana e Ivaiporã foram desmembradas do 5º GB, que passou a atender noventa e três municípios em sua área de abrangência, divididos desigualmente em seus três subgrupamentos de bombeiros.

Para o presente trabalho dá-se importância ao 1º Subgrupamento de Bombeiros, situado em Maringá, que é responsável pelo atendimento de vinte e quatro municípios da região, representados nas Figuras 2 e 3. Os municípios atendidos pelo 1º SGB são: Ângulo, Atalaia, Cafeara, Doutor Camargo, Colorado, Floraí, Floresta, Flórida, Iguaraçu, Itambé, Ivatuba, Lobato, Mandaguaçu, Marialva, Maringá, Nossa Senhora das Graças, Ourizona, Paiçandú, Presidente Castelo Branco, Santa Fé, Santa Inês, Santo Inácio, São Jorge do Ivaí e Sarandi. Assim como o 5º GB, o 1º SGB também tem sua sede no Quartel Central de Maringá.

Atualmente, o 1º SGB/5º GB conta com uma grande estrutura física, dispondo de viaturas, materiais modernos e um alto investimento em treinamento e aprimoramento de seu grupo efetivo. É importante ressaltar que o 1º SGB conta também com as instalações do SIATE (Serviço Integrado de Atendimento ao Trauma em Emergência).

Estima-se que o Corpo de Bombeiros de Maringá atenda em média 30 (trinta) ocorrências diárias. Conta atualmente com 185 (cento e oitenta e cinco) homens e dispõe de seis viaturas de combate a incêndio, uma viatura de busca e salvamento, uma viatura para combate a incêndio em locais elevados, seis ambulâncias do SIATE, barcos, e equipamentos diversos para os mais variados tipos de atendimentos.

Para que pudesse dar mais agilidade e reduzir o tempo-resposta nos atendimentos, a estrutura do 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá foi descentralizada em três subseções (1ª SB, 2ª SB e 3ª SB), como mostra a Figura 3. Assim, atualmente o 1º SGB de Maringá é composto por sete quartéis, dos quais seis se encontram em Maringá (do 1ª SB e 2ª SB) e um está situado no município vizinho de Sarandi, no qual se encontra a 3ª SB. Os postos são: Quartel Central (na Avenida Guaíra, próximo à linha férrea); Posto 1 (no bairro Jardim Alvorada, próximo à Praça Farroupilha); Posto 2 (no bairro Maringá Velho, próximo à Praça Ivaí); Posto 3 (no bairro Vila Operária, próximo à Rodoviária de Maringá); Posto 4 (no distrito de Iguatemi, saída para Paranavaí-BR 369); Posto do Aeroporto (Seção de Combate a Incêndios) próximo à PR 317 na saída para Campo Mourão; e o Quartel de Sarandi.

A Figura 3 representa a abrangência do 1º SGB de Maringá, dividida em suas três subseções.

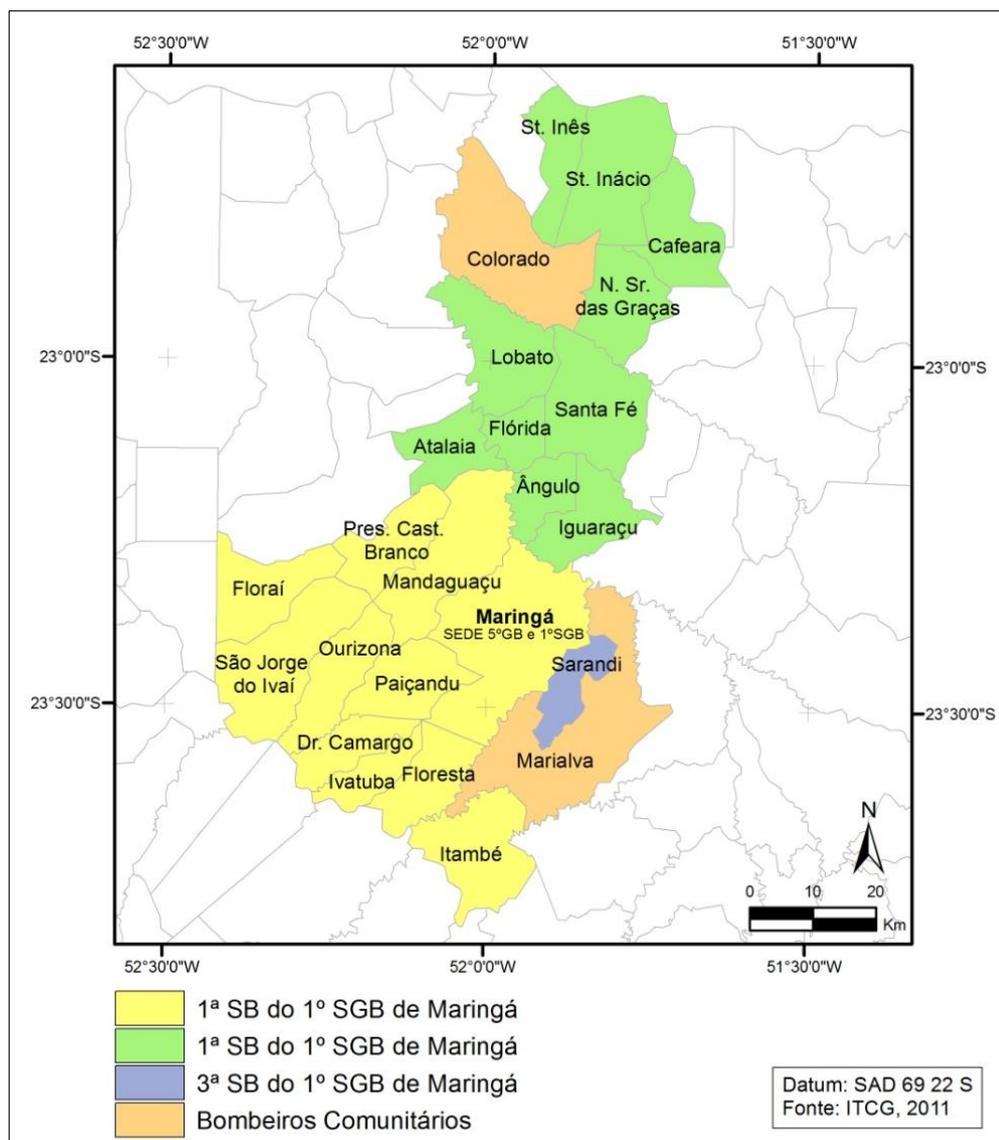


Figura 4 - Abrangência do 1 SGB e das três Subseções.
Elaboração: Autor, 2011.

O quadro 1 indica a articulação do 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá.

Unidades SGB e SB	Município Sede	Quantidade de municípios	Município com Bomb. Comunitário	População da região	Bombeiro militar existente	BM/MIL Hab.
1ªSB/1ºSGB/5ºGB	MARINGÁ	11	Colorado	449.733	108	4.157
2ªSB/1ºSGB/5ºGB	MARINGÁ	13	-	94.921	60	1.582
3ª SB/1ºSGB/5ºGB	SARANDI	2	Marialva	114.814	25	4.592

Quadro 1 - Articulação do 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá.
Fonte: 1º SGB de Maringá
Elaboração: Autor, 2011.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 AS CONDIÇÕES E VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Antes de entrar no âmbito das variáveis climáticas que conduziram esta pesquisa e entender a relação existente entre estas e as ocorrências de incêndios, faz-se necessário trazer uma breve abordagem sobre alguns conceitos associados à meteorologia e ao clima.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os clássicos conceitos de clima estão relacionados com o comportamento médio dos elementos atmosféricos, tais como média térmica, pluviométrica e de pressão. No entanto, existem também alguns conceitos que incorporam o aspecto temporal cronológico para a definição de tipos climáticos e, neste caso, as médias estatísticas são obtidas a partir de uma série de dados de um período de 30 anos. Brown e Davis (1973) se enquadram dentro das classificações clássicas do clima e ponderam que o mesmo reflete os fenômenos meteorológicos que ocorrem em uma área em determinado período de tempo, e é expresso em médias totais, extremos e frequências. Já Ayoade (1986) considera o clima como uma síntese do tempo num determinado lugar e se dá em função de um período de 30 a 35 anos.

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a evolução dos estudos em Climatologia registrou grande avanço quando estes passaram a ser direcionados por uma análise dinâmica do ar. Desta maneira, o conceito de clima segundo uma cadência rítmica, ou seja, fruto de uma sucessão de tipos de tempo, aos poucos foi tornando-se uma tendência e mostrou-se mais eficiente para compreender o comportamento do clima e seus impactos. Neste contexto Sorre (1951) apresenta uma conceituação que atende a essa realidade quando considera o clima como uma série dos estados atmosféricos, em determinado lugar, em sua sucessão habitual. Muitos outros autores deram continuidade aos estudos sobre a classificação do clima visto de maneira dinâmica e sucessiva, fundamentados, sobretudo, nos trabalhos de Max Sorre.

Outro aspecto importante a ser compreendido é a diferença entre os termos de clima e tempo. Como já mencionado, o clima pode ser entendido como um conjunto de elementos estudados através de registros meteorológicos ao longo de muitos anos. Já o conceito de tempo está relacionado a uma experiência momentânea, atual, que expressa as condições atmosféricas observadas em um determinado instante e lugar.

Muitos fatores podem ocasionar variações nas condições do tempo. Neste ponto, Brown e Davis (1973) asseguram que a radiação solar é um dos fatores responsáveis por estas

variações, pois, associada à rotação da Terra, ela é responsável indiretamente pela temperatura do solo e do ar, o que por sua vez gera diferentes gradientes de pressão dando origem aos ventos.

Mesmo não tendo incluído nesta pesquisa uma análise pautada sobre a ação dos ventos na ocorrência de incêndios, este fator possui papel importante principalmente na propagação do fogo. Por este motivo, muitas vezes a velocidade do vento é uma das variáveis utilizadas em índices de risco de incêndios.

Para Schroeder e Buck (1970), o vento é o mais variável e menos previsível dos elementos climáticos e por isso requer uma adequada avaliação do seu comportamento local em operações de combate aos incêndios. Nesse mesmo sentido, Rothermel (1983) pondera que além de ser o fator mais variável dos que influenciam o fogo, o vento ainda sofre influência do relevo, da vegetação e do próprio tipo de vento.

Segundo Davis (1959) o vento afeta diretamente a taxa de propagação do incêndio, através do fornecimento de energia, e a taxa combustão do material combustível através do fornecimento de oxigênio. Viegas (1997) relaciona a dificuldade de previsão do comportamento do vento com sua característica vetorial e sua ampla variabilidade espacial e temporal.

Torres *et al.* (2010) ao procurar determinar o período mais propício à ocorrência de incêndios em Juiz de Fora-MG, concluiu que, para a localidade analisada, existe uma alta correlação entre insolação, evaporação e a média de umidade relativa com a ocorrência de incêndios. Em relação à alta correlação entre umidade relativa e ocorrência de incêndios, o autor pondera que este é um fato esperado, visto que essa variável está intimamente relacionada com a umidade do material combustível.

Ainda no mesmo trabalho, o autor obteve resultados que comprovaram a maior incidência de incêndios num determinado período que apresentou aumento da quantidade de insolação em horas, e em outro momento, a diminuição dessa variável resultou conseqüentemente na redução do número de ocorrências. A intensidade da insolação está também intimamente relacionada com a umidade do ar, pois quanto menor a quantidade de nuvens, maior a incidência de raios solares. Estes fatores o levaram a concluir que a insolação é a variável mais indicada para se definir a estação normal do fogo.

Em relação à precipitação, Nunes (2005) afirma que esta variável é fator limitante tanto na ignição quanto na propagação do fogo, e que longos períodos de estiagem afetam o potencial de propagação dos incêndios principalmente pela existência de uma maior

quantidade de material combustível morto, aumentando a probabilidade de ignição e propagação do fogo.

Segundo Schoeder e Buck, 1970; Pyne, 1984; Soares, 1985, apud (Soares, 2005, p. 19), a precipitação é uma variável fundamental para a redução do potencial de ocorrência e propagação de incêndios, dependendo da quantidade de água precipitada. No entanto, condições críticas de inflamabilidade não são revertidas facilmente. Combustíveis florestais extremamente secos podem ser umedecidos superficialmente por uma chuva matinal e secarem rapidamente, tornando-se novamente inflamáveis durante a tarde.

De acordo com Sampaio (1991), a precipitação e a umidade relativa do ar destacam-se dentre as variáveis meteorológicas mais utilizadas em índices de previsão para determinar épocas mais propícias à ocorrência de incêndios. O mesmo autor observou que apesar de a precipitação ser um fator preponderante na ocorrência de incêndios, o aumento ou diminuição desta variável climática não implica num aumento ou redução imediatos na ocorrência de incêndios. Isto porque 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.

A temperatura é outro fator preponderante na combustão e propagação dos incêndios. Isto se deve porque esta variável exerce influência direta na quantidade de calor necessária para elevar o combustível à temperatura de ignição, que por sua vez está relacionada à própria temperatura do material combustível e com a temperatura no entorno do mesmo. Além disso, a temperatura exerce influência indireta sobre os demais fatores que atuam na propagação do fogo, como a umidade do combustível, o vento e a estabilidade atmosférica.

A umidade relativa do ar também é uma variável importante no que diz respeito ao agravamento ou redução da ocorrência de incêndios, e seus efeitos podem ser vistos na inflamabilidade dos combustíveis florestais. Schroeder e Buck (1970) consideram que, juntamente com o vento, a umidade relativa é considerada um dos parâmetros meteorológicos mais influentes no processo de propagação do fogo.

Para Torres e Ribeiro (2008), a quantidade de umidade que o material morto pode absorver e reter do ar depende basicamente da umidade relativa do ar, por isto este elemento é decisivo para o estudo dos incêndios em vegetação.

Outros fatores como as características do relevo, a elevação, a intensidade e direção dos ventos e o tipo de cobertura vegetal, verificados na área de estudo, influenciam no agravamento ou redução da ocorrência de incêndios. No entanto, este estudo conteve-se em analisar somente quatro variáveis climáticas e suas relações de interferência nos incêndios.

4.2 O FOGO E OS INCÊNDIOS AMBIENTAIS

4.2.1 Triângulo do fogo

Antes de conceituar Incêndio Ambiental, faz-se necessário relatar o funcionamento do fogo, sua propagação e o triângulo que indica os elementos básicos para ignição, manutenção e propagação do mesmo

De acordo com Silva (1998), o fogo é um fenômeno que produz calor a um corpo combustível na presença de ar e que, uma vez iniciado, o calor gerado pela combustão proporcionará a energia necessária para dar continuidade ao processo. Para que o fogo iniciasse é indispensável a presença de três elementos básicos: combustível, ar (oxigênio) e calor. Estes elementos são representados pelos mais diversos materiais didáticos e trabalhos científicos no desenho conhecido como “Triângulo do fogo” (figura 5).



Figura 5 - Triângulo do Fogo.
Elaboração: Autor, 2011.

Segundo Manual básico de bombeiro militar (1996) do Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, o combustível é toda substância capaz de queimar, servindo de campo de propagação do fogo, e pode estar no estado sólido (madeira, tecido, mato, papel, plástico, borracha, etc), líquido (gasolina, álcool, óleo, etc) e gasoso (metano, butano, hidrogênio, propano, etc). A grande maioria dos materiais combustíveis precisa passar para o estado gasoso, para então se combinarem o comburente e gerar uma combustão. O comburente é o elemento que reage com o combustível, participa da reação química da

combustão, e dá vida às chamas e intensidade à combustão. O comburente mais comum é o oxigênio e o ritmo da combustão varia em função da sua quantidade, sendo plena na concentração de 21% e não existindo abaixo dos 4%; O calor, terceiro elemento do triângulo do fogo, pode ser entendido como a vibração das moléculas que compõem a matéria, e esta energia de ativação é condição favorável para que haja a reação de combustão, pois ela eleva a temperatura ambiente e, de forma pontual, permite que o combustível reaja com o comburente em uma reação exotérmica.

Em relação ao calor, chamado também de energia para ignição ou ativação, este mesmo manual aponta que o calor pode ser originado por diversas maneiras, tais como: brasas, pontas de cigarros, queima de lixo, resíduos de escapamento de veículos, entre outros.

4.2.2 Condições favoráveis ao fogo

O comportamento do fogo está diretamente associado aos seguintes fatores: topografia, condições atmosféricas e tipos de vegetação. Os fatores mais relacionados com os incêndios florestais são o material combustível, a topografia, a cobertura vegetal e as condições climáticas (Brown & Davis, 1973; Manual de Combate a Incêndios Florestais – PMSP, 2006; Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais – PMPR, 2010; Manual para formação de brigadista de prevenção e combate aos incêndios florestais, 2010; Coelho, 1999; Nunes, 2005).

Segundo o M.C.I.F. do Corpo de Bombeiros da PMSP (2006), em relação à topografia, tendo em vista o fato de que o ar quente tende a subir, quando se tem um incêndio em um aclive o ar quente aquece os combustíveis que estão num plano mais alto, fazendo com que seja aumentada a velocidade de propagação do fogo. Em condições de declives muito acentuados, os combustíveis inflamados podem rolar e propagar o fogo.

De acordo com Gaylor (1974), a topografia afeta profundamente as características dos ventos, principalmente os convectivos, e ainda é responsável pela localização dos diversos tipos de combustíveis, influenciando seu crescimento e inflamabilidade devido aos seus efeitos sobre o clima.

A topografia do terreno afeta o meio ambiente do incêndio por alterar os processos normais de transmissão de calor e influenciar nas modificações do clima local, influenciando no tipo de vegetação e combustível. Pode-se dizer que resulta em micro climas com condições de umidade localizadas e específicas. (CORPO DE BOMBEIROS..., 2010, p. 42).

Segundo o M.P.C.I.F da PMPR (2010), os incêndios tendem a se propagar mais rapidamente em áreas de aclives e mais lentamente nos declives. Na medida em que a inclinação aumenta, a propagação do fogo também é acentuada. Outros fatores pertinentes à topografia do local e que também influenciam no condicionamento de situações propensas ou ao agravamento dos incêndios é a exposição do terreno aos raios solares e a elevação do mesmo.

Para Freire, Carrão e Caetano (2004) as diferentes formas apresentadas pelo relevo influenciam diretamente nas características dos ventos, na temperatura e na umidade relativa do ar. Como consequência disto condiciona por diversas maneiras o processo de propagação dos incêndios florestais.

Conforme Silva (1998), as características topográficas do terreno onde ocorre o incêndio, como a configuração das colinas, montanhas, planos, vales rios e lagos, também são fatores decisivos no comportamento do fogo.

Segundo o M.F.B de prevenção e combate aos incêndios florestais (2010), os fatores pertinentes à topografia que influenciam nos incêndios são a configuração do relevo (tem efeito na criação de microclimas diferenciados), a exposição (posição das encostas em relação à radiação solar), a altitude e o grau de inclinação ou pendente. Este último é o mais importante, pois atua especialmente na propagação do incêndio, onde quanto mais íngreme é o local, mais rápida é a propagação do fogo pelo efeito da convecção e radiação sobre os combustíveis não queimados.

Quanto às condições climáticas, a grande maioria dos manuais técnicos de prevenção e combate a incêndios destacam o vento, a umidade relativa do ar e a temperatura, como os elementos climáticos mais importantes para a avaliação do comportamento do fogo.

De acordo com o M.C.I.F do Corpo de Bombeiros da PMSP (2006), quanto maior a velocidade do vento, maior e mais fácil será a propagação do fogo. Isto se deve porque além do fato do vento trazer maior quantidade de oxigênio, ao empurrar o calor para frente o mesmo propicia o aquecimento e diminuição do material combustível que será alcançado pelo fogo, deixando-o mais propício à queima e até mesmo dando origem a novos pontos de fogo.

Para Brown & Davis (1973), o vento pode afetar o comportamento do fogo de diversas maneiras. Uma vez iniciado o fogo, o vento auxilia a combustão e ainda alastra o fogo através do transporte de materiais em chamas para novos locais. Portanto, a direção da propagação do fogo é determinada principalmente pela ação do vento.

O M.P.C.I.F da PMPR (2010) apresenta uma descrição bastante concisa sobre a atuação do vento na propagação do fogo:

O vento é o mais variável e o mais crítico fator que altera o comportamento do fogo, sendo também o mais imprevisível deles... O vento afeta a intensidade, direção e propagação do fogo, pré aquecendo combustíveis por radiação e convecção, fornece suprimento de oxigênio necessário à propagação, favorece uma troca rápida de umidade entre o ar e os combustíveis, o que os tornará mais secos, carrega partículas de combustível (fagulhas) e lança-as a frente da linha de fogo, em áreas ainda não queimadas. (CORPO DE BOMBEIROS..., 2010, p. 39)

Em relação à influência da umidade relativa do ar, o M.C.I.F do Corpo de Bombeiros da PMSP (2006) afirma que suas variações podem ser notadas na diferença entre a facilidade de propagação diurna e noturna do fogo. Durante o dia o ar seco retira umidade da vegetação, o que favorece a propagação do fogo e aumento da velocidade do incêndio. Pela noite, o ar úmido cede umidade para o material combustível e para o ambiente em torno, dificultando a propagação do fogo.

Segundo o M.P.C.I.F da PMPR (2010), em períodos de estiagem ou mesmo pouca chuva, a umidade do material combustível varia em função da umidade relativa do ar. Quando o teor de umidade no combustível é grande, a ignição do fogo é dificultada e as chamas são pobres, entretanto, quando o teor de umidade é baixo, a ignição ocorre com facilidade, e a propagação e queima de maneira rápida.

A umidade relativa do ar baixa afeta o material combustível, pois a quantidade de vapor de água encontrada no ar não é o suficiente para manter o material florestal úmido. Os incêndios florestais são mais frequentes durante o dia, pois o ar é mais seco, mas durante a noite os materiais florestais estão mais úmidos dificultando a propagação do fogo. (BRANDÃO, 2010, p.3)

A temperatura também é apontada como fator influente na propagação dos incêndios florestais e, segundo o M.C.I.F do Corpo de Bombeiros da PMSP (2006), ela influi diretamente na temperatura do combustível assim como no movimento de correntes de ar que facilitam a oxigenação do fogo. Quanto maior a temperatura, mais fácil será a propagação do fogo.

De acordo com o M.F.B de prevenção e combate aos incêndios florestais (2010), o calor resseca a vegetação tirando a umidade e facilitando o início e a propagação do incêndio. No entanto, é importante ressaltar que temperaturas baixas também podem aumentar significativamente o risco de incêndios, pois o frio promove o ressecamento e até a queima da vegetação. Isto ocorre especialmente em locais onde se verifica ocorrência de geadas.

Além da ação dos ventos, da umidade relativa do ar e da temperatura, o M.P.C.I.F da PMPR (2010) aponta a precipitação como outro elemento influente na propagação do fogo e que ainda é o principal fator de extinção de um incêndio florestal. Com ocorrência de forte precipitação, o potencial de propagação do fogo pode ser reduzido a zero, entretanto longos períodos de estiagem promovem a secagem do combustível, aumentando a probabilidade de ignição e facilidade de propagação.

O M.F.B de prevenção e combate aos incêndios florestais (2010) destaca que a precipitação umedece os materiais combustíveis e este processo pode se dar através das chuvas normais, bem como por meio de orvalho, névoa ou neblina.

O tipo de vegetação representa exatamente o material combustível. Este pode ser leve ou pesado, apresentando variedades de umidade interna que facilitam ou dificultam a propagação dos incêndios. Portanto, cada tipo de vegetação apresenta diferentes níveis de susceptibilidade à ocorrência de incêndios.

Rigolot (1990) destaca a umidade, a quantidade, a inflamabilidade, a continuidade e a compactação, como as características do material combustível que mais influenciam a ignição e a propagação dos incêndios. De acordo com Raven (2001), a umidade dos vegetais varia dependendo da espécie e das condições climáticas. Para Soares (1985) a qualidade, quantidade e umidade do material combustível disponível são fatores importantíssimos que não devem ser desprezados quando se pretende calcular a probabilidade de um incêndio.

No M.P.C.I.F da PMPR (2010) amplia-se o conceito de material combustível:

Combustível é qualquer material orgânico vivo ou morto, no solo, abaixo do solo ou no ar, capaz de entrar em ignição e queimar. Combustíveis são encontrados em uma infinita combinação de tipo, quantidade, tamanho, forma, posição e arranjo no ambiente florestal. O combustível é amplamente encontrado no ambiente florestal, desde grama esparsa e material morto à coníferas de grande densidade e devido a sua composição complexa possui alto índice de inflamabilidade. (CORPO DE BOMBEIROS..., 2010, p. 34).

A distinção entre combustível subterrâneo, térreo e aéreo, consta do mesmo manual, onde: combustível subterrâneo é todo material encontrado abaixo da superfície, como raízes, comumente chamado de turfa; combustível térreo é todo material encontrado imediatamente acima da superfície, como grama, húmus, serrapilheira (folhas e galhos mortos) e pequenos arbustos; combustível aéreo é todo material vivo ou morto, localizado no topo (copa) das árvores, como galhos, troncos e grandes arbustos.

4.2.3 Incêndios Ambientais

O presente estudo trabalhou com dados de incêndios ambientais combatidos pelo 1º Subgrupamento de Maringá. No entanto, a literatura referente ao termo incêndio ambiental é extremamente limitada. Isto se deve ao fato de que este termo não é utilizado para caracterizar um tipo específico de incêndio, mas sim para caracterizar a ocorrência de qualquer incêndio que não seja em veículos e/ou edificações. Desta maneira, segundo o 1º SGB de Maringá, são considerados no termo “incêndio ambiental” os incêndios do tipo florestal, bem como os que ocorrem em entulhos e acúmulo de lixo.

Infelizmente não há qualquer termo específico para analisar isoladamente os incêndios que ocorrem em lixo ou em entulhos. Já o termo “incêndios florestais” é mundialmente utilizado, tendo uma literatura extremamente rica, repleta de teses, artigos, manuais técnicos e diversos outros materiais que tratam sobre o tema.

Desta maneira, pela ausência de conteúdo referente a incêndios em lixo ou entulho, todo o conteúdo tratado a seguir refere-se a incêndios do tipo florestal. No entanto não se deve desconsiderar a importância do estudo de incêndios ocorridos em entulhos e lixo, pois estes materiais possuem grande potencial de combustibilidade, algumas vezes até maior que os materiais combustíveis vegetais e, portanto, representam uma parcela importante dos incêndios ambientais combatidos nos municípios abrangidos pelos postos do 1º SGB de Maringá.

4.2.4 Incêndios Florestais

Na realidade, o próprio conceito de incêndio florestal é confuso e gera contradições. Segundo Torres *et. al.* (2010) seu conceito também é usado para definir fogo sem controle sobre qualquer tipo de vegetação, seja ela pasto, campo ou floresta. Entretanto, de acordo com o IBGE (2004) o termo floresta se refere ao conjunto de sinúsias (comunidades vegetais constituídas por espécies análogas, com hábito e exigências ecológicas semelhantes) onde predominam de fanerófitos de alto porte, e que apresenta os quatro estratos bem definidos.

Outra característica bastante específica das formações florestais é a sua densidade, pois trata-se de uma vegetação fechada. Isto pode gerar confusão para o leitor menos familiarizado, pois ele pode se questionar se o termo incêndio florestal é empregado corretamente quando se trata de incêndios em campo, plantações ou vegetação rala e aberta.

Com o processo histórico de avanço da malha urbana no espaço, as áreas florestais tornaram-se cada vez mais restritas. Principalmente na região determinada para o presente estudo, onde as formações vegetais do bioma da mata atlântica, que predominavam no norte do Paraná, foram quase que totalmente extintas, sobrando hoje poucos resquícios inalterados. Estes por sua vez, foram classificados como áreas de preservação permanente, para evitar que o avanço da malha urbana e das áreas agrícolas terminasse de acabar com o pouco que restou da mata atlântica. Portanto pode-se dizer que a probabilidade de ocorrência de incêndios de caráter estritamente florestal, ou seja, que ocorra literalmente em formações florestais (assim como o IBGE emprega o termo) é cada vez menor. No atual sistema econômico, a expansão da produção agrícola e da malha urbana se dão na medida em que as áreas verdes são reduzidas.

Diante esta realidade, mesmo que nos incêndios florestais sejam considerados aqueles que ocorram em campo, pasto ou floresta, o termo pode confundir o leitor leigo. Ao invés de incêndios florestais, talvez o termo mais abrangente e que não apresentaria confusão ao enquadrar a grande maioria dos incêndios em espécies vegetais, seria “incêndio em vegetação”. Este seria um termo mais generalista, e poderia ser utilizado quando o incêndio ocorrer em qualquer tipo de vegetação, seja ela herbácea, arbórea ou arbustiva, sem fazer com que o leitor se confunda.

De qualquer maneira, esta reflexão teve como único objetivo preparar o leitor para o assunto que será tratado a seguir e fazer com que o mesmo compreenda as definições de incêndio florestal, bem como a natureza de suas causas e consequências.

Antes de entrar no âmbito das definições de incêndio florestal, faz-se importante trazer à tona uma breve reflexão bastante interessante apresentada no M.P.C.I.F da PMPR (2010), a cerca da diferença entre incêndio e fogo:

Inicialmente, isso parecerá uma redundância, pois quem fala em incêndio, geralmente fala de fogo. Em princípio, isso é verdade, porém uma verdade que não resiste ao argumento de que o fogo foi primeiro elemento que o homem lançou mão para dar início a sua evolução como ser humano inteligente, mas também é verdade ter sido ele um dos primeiros elementos a causar a destruição daquilo que ele produzia. Assim sendo, podemos definir incêndio como toda e qualquer destruição ocasionada pelo fogo, de bens materiais, móveis e imóveis, além de danos físicos ou morais aos seres humanos. (CORPO DE BOMBEIROS..., 2010, p.27).

Neste Manual, incêndio é definido como toda e qualquer destruição ocasionada pelo fogo, que provoque danos morais e materiais de monta, e incêndio florestal é o termo que se

usa para definir um fogo incontrolado que se propaga livremente, consumindo diversos tipos de material combustível existentes em uma floresta.

No M.C.I.F do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (2006), incêndio florestal é definido como toda destruição total ou parcial da vegetação, em áreas florestais, ocasionada pelo fogo, sem o controle do homem ou qualquer que seja sua origem, e alguns dos principais prejuízos causados por estes incêndios são: redução da umidade do ar; redução da média pluviométrica; redução ou extinção de cursos d'água; aumento da temperatura média; aumento da erosão do solo; alterações da fauna, com extinção de algumas espécies e emigração de outras; diminuição da taxa de oxigênio na atmosfera; destruição de micro organismos do solo tornando-o estéril e impróprio para cultivo; destruição de reservas madeireiras; eventuais perdas de moradias, instalações, plantações, etc; aumento na poluição ambiental; problemas na saúde pública; e acidentes diversos.

Dias (2007) explica um incêndio florestal como todo fogo de livre propagação que sofre influência do clima, do relevo e da vegetação. Já Brown e Davis (1973), por sua vez, fazem uma definição de incêndio ambiental, porém sua conceituação cai nas mesmas definições usadas para os incêndios florestais, pois estes autores não incluem nos incêndios ambientais aqueles que ocorrem em lixos e entulhos. Para Brown e Davis um incêndio ambiental é definido como uma combustão de propagação descontrolada, que age em função das condições ambientais consumindo os mais diversos combustíveis florestais.

Herde (1996) define incêndio florestal como todo fogo sem controle que incide sobre qualquer forma de vegetação e que pode ter sido provocado pela ação do homem (de forma intencional ou negligência) ou mesmo por fonte natural (por exemplo, por um raio).

De acordo com o Manual de combate a incêndios florestais do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (2006), as causas dos incêndios florestais podem ser classificadas segundo dois aspectos: natureza da causa e natureza do agente.

Quanto à natureza da causa, um incêndio florestal pode ser de: natureza química (incêndios originados através de uma reação química qualquer); natureza física (incêndios originados por conta de um efeito físico qualquer); e de natureza biológica (incêndios originados por provocadas por bactérias, fermentações, etc).

Quanto à natureza do agente, este pode ser: agente humano (incêndios provocados por ação antrópica, de forma dolosa ou acidentalmente; ou agente natural (incêndios provocados por elementos da natureza).

Outra forma de analisar as causas dos incêndios foi proposta pela FAO (1953) e, segundo o agrupamento proposto, os incêndios podem ser divididos em oito grupos: raios (por

descargas elétricas), incendiários (provocados intencionalmente), queimas para limpeza de terrenos, fumantes (provocados por fósforo ou cigarro), fogos de recreação, estradas de ferro (causados pelas atividades das ferrovias), operações florestais (causados por trabalhadores florestais em atividades nas florestas) e diversos (causa que não se enquadra em nenhum dos sete grupos anteriores).

5. DISCUSSÃO E RESULTADOS

5.1 OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS AMBIENTAIS

A Tabela 1 foi elaborada a partir dos dados fornecidos pelo 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá e mostra os totais de incêndios ambientais combatidos mensalmente e anualmente, para o período de 2000 a 2010, nos vinte e quatro municípios atendidos pelos quartéis do 1º SGB Maringá. Os valores seguidos pelo sinal “+” representam as maiores ocorrências de cada ano.

Tabela 1 - Ocorrência de incêndios na escala mensal, no período de **2000 a 2010**.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
2000	13	08	10	50	25	31	31	52 +	21	19	17	4	281
2001	00	05	14	26	16	32	29	80 +	47	30	19	12	310
2002	27	28	53	116+	05	03	21	36	32	30	08	17	376
2003	07	15	42	50+	47	23	48	46	43	31	19	08	379
2004	30	30	65	10	00	15	10	91	97+	05	07	08	368
2005	05	94	103+	66	42	26	45	71	21	03	10	28	514
2006	61	07	13	36	47	69	50	111+	38	26	51	21	530
2007	11	23	79	85	46	106	94	141	145+	70	27	34	861
2008	04	44	47	29	41	21	107+	54	56	35	26	73	537
2009	09	08	50	122+	47	30	15	50	21	23	12	11	398
2010	06	38	98	65	24	74	104	144+	127	25	11	04	720
Total	173	300	574	655	340	430	554	876	648	297	207	220	5274

Fonte: 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá, 2011.

A seguir, a Figura 6 indica o total anual de ocorrências de incêndios ambientais, no período de 2000 a 2010, nos municípios atendidos pelo 1º SGB de Maringá.

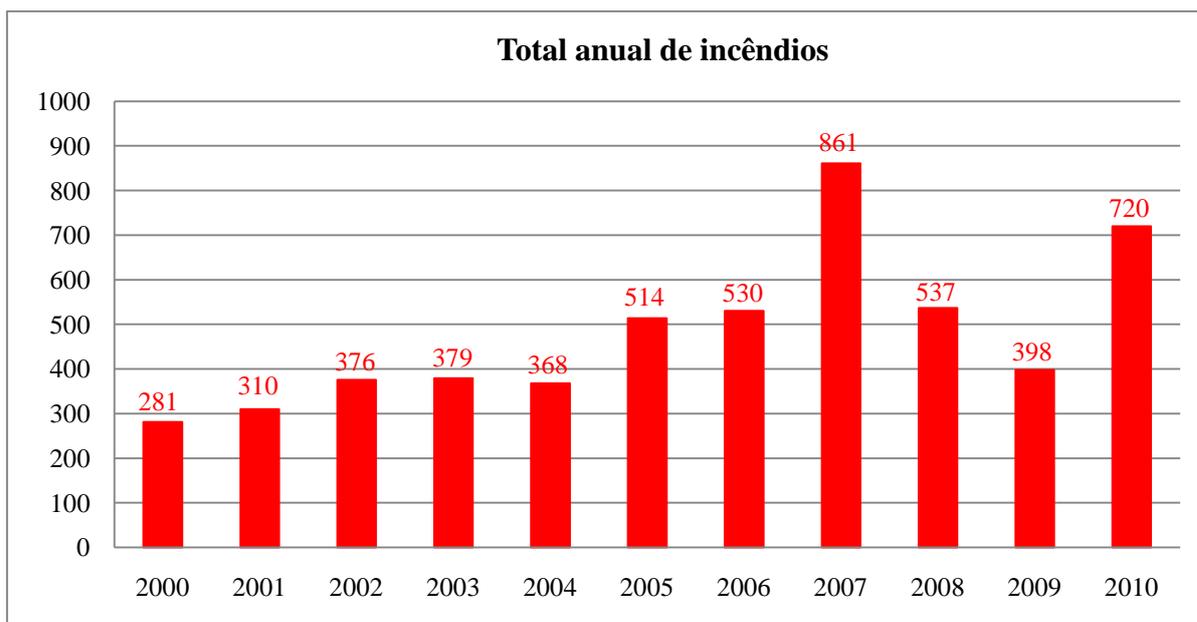


Figura 6 - Total anual de incêndios ambientais no período de 2000 a 2010, na área de abrangência do 1º SGB de Maringá.

5.2 DADOS CLIMÁTICOS

Os dados climáticos apresentados nas tabelas a seguir foram coletados na Estação Climatológica Principal de Maringá/UEM e representam as médias mensais de temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e insolação dos anos de 2000 a 2010.

Os valores seguidos pelo sinal “+” e “-” correspondem respectivamente aos maiores e menores valores registrados para cada variável climática analisada.

Tabela 2 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2000**.

2000	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	26,4	70	242,8	235,9
Fev	25,2	77 +	278,4 +	184,6
Mar	24,7	75	130,3	199,3
Abr	24,4	61	32,0 -	249,8
Mai	20,0	67	37,8	194,3
Jun	20,8	68	106,6	178,8 -
Jul	16,5 -	63	73,5	207,2
Ago	21,0	65	160,0	185,5
Set	21,7	69	189,9	190,8
Out	26,6 +	58 -	79,5	252,5 +
Nov	25,2	69	239,2	238,3
Dez	25,6	70	178,3	221,8
Média anual	23,2	67,7	145,7	211,6

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 3 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2001**.

2001	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	26,4 +	72	188,8	224,1
Fev	25,7	80 +	217,0	165,2 -
Mar	26,1	74	146,9	227,9
Abr	25,4	67	70,0	228,2
Mai	19,6	74	166,5	194,8
Jun	18,5 -	74	122,5	191,7
Jul	20,4	64	36,7 -	230,2
Ago	22,8	58 -	102,6	243,6
Set	23,0	63	110,1	220,5
Out	24,9	60	78,5	250,3 +
Nov	25,5	71	153,8	197,2
Dez	25,0	72	255,0 +	221,8
Média anual	23,6	69,1	1374	216,3

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 4 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2002**.

2002	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	25,8	74	310,7	231,9
Fev	25,6	70	116,8	226,5
Mar	28,2 +	65	39,9	264,9 +
Abr	27,7	59	8,0	242,4
Mai	21,8	75	346,3	168,0 -
Jun	22,8	65	2,4 -	252,9
Jul	19,1 -	69	64,5	185,5
Ago	23,3	58 -	59,9	229,9
Set	27,2	58 -	176,7	225,7
Out	26,9	62	65,7	185,2
Nov	24,8	71	358,8 +	200,7
Dez	26,8	71	201,2	239,8
Média anual	25,0	66,4	145,9	221,1

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 5 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2003**.

2003	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	25,8	79 +	309,9 +	174,1 -
Fev	26,1 -	76	219,8	188,6
Mar	26,0	69	168,2	245,6
Abr	24,1	67	100,2	225,1
Mai	20,1	66	62,7	255,0
Jun	22,0	70	58,7	242,0
Jul	21,1	63	46,7 -	231,6
Ago	19,2 -	56 -	75,2	258,4 +
Set	22,7	61	109,8	225,2
Out	24,5	63	106,9	237,5
Nov	25,5	60	112,1	251,8
Dez	25,7	72	137,8	222,4
Média anual	23,6	66,8	125,7	229,8

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 6 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2004**.

2004	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	26,3 +	69	53,1	280,7
Fev	26,2	68	96,5	273,2
Mar	25,8	65	152,2	267,7
Abr	24,3	74	105,4	192,6
Mai	17,6 -	82 +	274,8	147,0 -
Jun	18,6	76	101,6	180,1
Jul	18,3	74	128,2	180,2
Ago	22,0	52	0,4 -	282,8 +
Set	25,8	51 -	67,0	219,2
Out	22,8	68	345,6 +	194,7
Nov	24,7	68	231,0	210,4
Dez	25,5	69	158,8	233,1
Média anual	23,1	68	142,9	221,8

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 7 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2005**.

2005	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	25,0	83 +	326,5 +	140,1 -
Fev	27,1	60	16,1 -	259,5
Mar	27,1 +	62	64,7	261,4 +
Abr	25,4	67	93,0	218,6
Mai	22,7	63	57,7	242,4
Jun	21,9	70	43,4	204,1
Jul	18,7 -	66	44,1	239,0
Ago	22,7	54 -	34,9	248,5
Set	20,2	70	213,4	162,2
Out	24,4	75	247,9	156,8
Nov	25,6	63	139,5	244,1
Dez	25,8	67	84,8	234,6
Média anual	23,9	66,7	113,8	217,6

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 8 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2006**.

2006	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	26,6 +	70	145,7	204,3
Fev	25,2	77 +	283,2 +	195,2 -
Mar	25,9	74	240,7	208,8
Abr	23,5	70	87,5	231,3
Mai	19,8 -	65	11,7 -	261,7 +
Jun	20,8	63	27,6	232,9
Jul	21,9	59	53,1	253,3
Ago	22,6	53 -	20,6	231,7
Set	21,4	64	271,1	196,3
Out	25,5	67	95,7	226,4
Nov	25,8	64	86,4	230,2
Dez	26,3	73	238,3	211,0
Média anual	23,8	66,6	130,1	223,6

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 9 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2007**.

2007	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	25,3	82 +	271,5	160,1 -
Fev	26,0	73	207,4	203,6
Mar	26,3	68	150,0	240,0
Abr	25,0	69	63,9	231,0
Mai	20,4	68	51,4	233,8
Jun	21,5	61	7,8 -	252,7 +
Jul	18,9 -	64	227,9	203,1
Ago	22,1	55	14,0	243,5
Set	26,0	49 -	31,7	241,2
Out	26,2	60	105,4	206,8
Nov	25,0	64	171,4	229,0
Dez	26,3 +	67	235,0	225,4
Média anual	24,1	65	128,1	222,5

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 10 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2008**.

2008	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	25,1	75 +	117,5	181,3
Fev	25,2	75	134,6	213,2
Mar	25,1	69	126,6	250,0
Abr	23,4	73	172,2	215,4
Mai	20,2	68	81,5	211,0
Jun	18,7 -	74	46,3	177,3 -
Jul	21,8	56 -	7,9 -	246,3
Ago	22,1	61	219,8 +	229,6
Set	21,6	58	78,8	246,3
Out	25,3	67	112,4	191,9
Nov	25,4	64	182,7	248,0
Dez	26,7 +	59	85,8	283,4 +
Média anual	23,4	66,6	113,8	224,5

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 11 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de **2009**.

2009	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	24,8	76	264,7	172,7
Fev	26,4	74	252,8	205,5
Mar	26,5	67	97,5	240,8
Abr	25,3	61 -	58,9 -	289,8 +
Mai	21,5	72	103,6	207,9
Jun	17,7 -	72	111,5	194,6
Jul	18,7	76	181,5	144,3 -
Ago	21,1	66	70,6	226,1
Set	22,8	74	136,5	172,0
Out	24,4	72	333,7	231,8
Nov	27,2 +	74	199,5	209,1
Dez	25,8	77 +	360,4 +	187,8
Média anual	23,5	71,7	180,9	206,9

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

Tabela 12 - Médias mensais das variáveis climáticas do ano de 2010.

2010	Temp. Média (°C)	Umidade Rel. (%)	Precipit. (mm)	Insolação (horas)
Jan	25,6	81 +	243,9 +	178,2
Fev	26,8 +	75	190,0	183,5
Mar	26,0	70	128,8	242,7
Abr	23,8	68	64,2	227,3
Mai	19,5 -	77	56,6	184,5
Jun	20,4	66	22,3 -	248,6
Jul	21,1	63	42,3	223,6
Ago	21,9	53 -	24,0	264,4 +
Set	24,1	58	139,1	190,4
Out	23,1	67	203,8	228,2
Nov	25,0	63	116,8	258,5
Dez	24,9	79	212,9	175,3 -
Média anual	23,5	68,3	120,4	217,1

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá, 2011.

5.3 ANÁLISE CORRELATIVA ENTRE DADOS CLIMÁTICOS E DE INCÊNDIOS.

A seguir, constam os gráficos de correlação entre dados climáticos e de incêndios, elaborados para cada ano da série analisada (2000 a 2010). Através da observação destes gráficos foi possível compreender, de maneira isolada e em conjunto, a influência dos elementos climáticos na ocorrência de incêndios.

Para cada ano foram elaborados cinco gráficos, dos quais um indica conjuntamente a relação entre a ocorrência de incêndios e todos os elementos climáticos analisados, e quatro indicam separadamente a relação entre cada elemento climático e os incêndios.

No gráfico maior, as linhas coloridas indicam o comportamento e os valores mensais das variáveis climáticas analisadas, que variam em função do eixo “A”. Este eixo representa a oscilação das variáveis em °C (temperatura média), horas (insolação), % (umidade relativa do ar) e mm (precipitação). Já as barras verticais vermelhas, representam o total de incêndios mensais combatidos, e sua variação se dá em função do eixo “B”.

A análise dos aspectos mais significativos de toda a série analisada foi dividida em duas partes, onde a primeira refere-se ao período de 2000 a 2005 e a segunda de 2006 a 2010. Procurou-se observar principalmente se nos meses que registraram as maiores ocorrências de incêndios, a temperatura e/ou a insolação apresentaram os maiores valores do ano e se a umidade relativa do ar e/ou a precipitação apresentaram os menores.

Ao analisar os dados climáticos dos meses de maior registro de incêndios, verificou-se que alguns destes, como por exemplo os meses de agosto/2001 e abril/2003, não apresentaram condições climáticas tão favoráveis ao agravamento do número de incêndios. No entanto, isto não sugere inconsistência na análise, pois para se compreender os reais motivos que levaram

ao agravamento do número de incêndios nestes meses que não apresentaram condições climáticas favoráveis, seria necessário realizar um estudo detalhado sobre as causas de cada incêndio.

Após ter decorrido a análise correlativa dos onze anos, quatro tabelas foram elaboradas para concretizar as observações. Nessas tabelas analisou-se: as variáveis climáticas que apresentaram valores de oscilação extrema nos meses de maior ocorrência de incêndios (Tabelas 13); os anos em que cada variável climática registrou valor de oscilação extrema justamente no mês de maior ocorrência de incêndios (Tabelas 14); as variáveis climáticas que exerceram maior influência no agravamento de incêndios nos meses de maior ocorrência de incêndios (Tabelas 15); e a média anual das variáveis climáticas e a relação destas com os anos que apresentaram os maiores e menores totais de incêndios (Tabelas 16).

A seguir constam todos os gráficos correlativos que foram elaborados para cada ano da série analisada, para realizar o levantamento dos aspectos mais significativos de cada um destes.

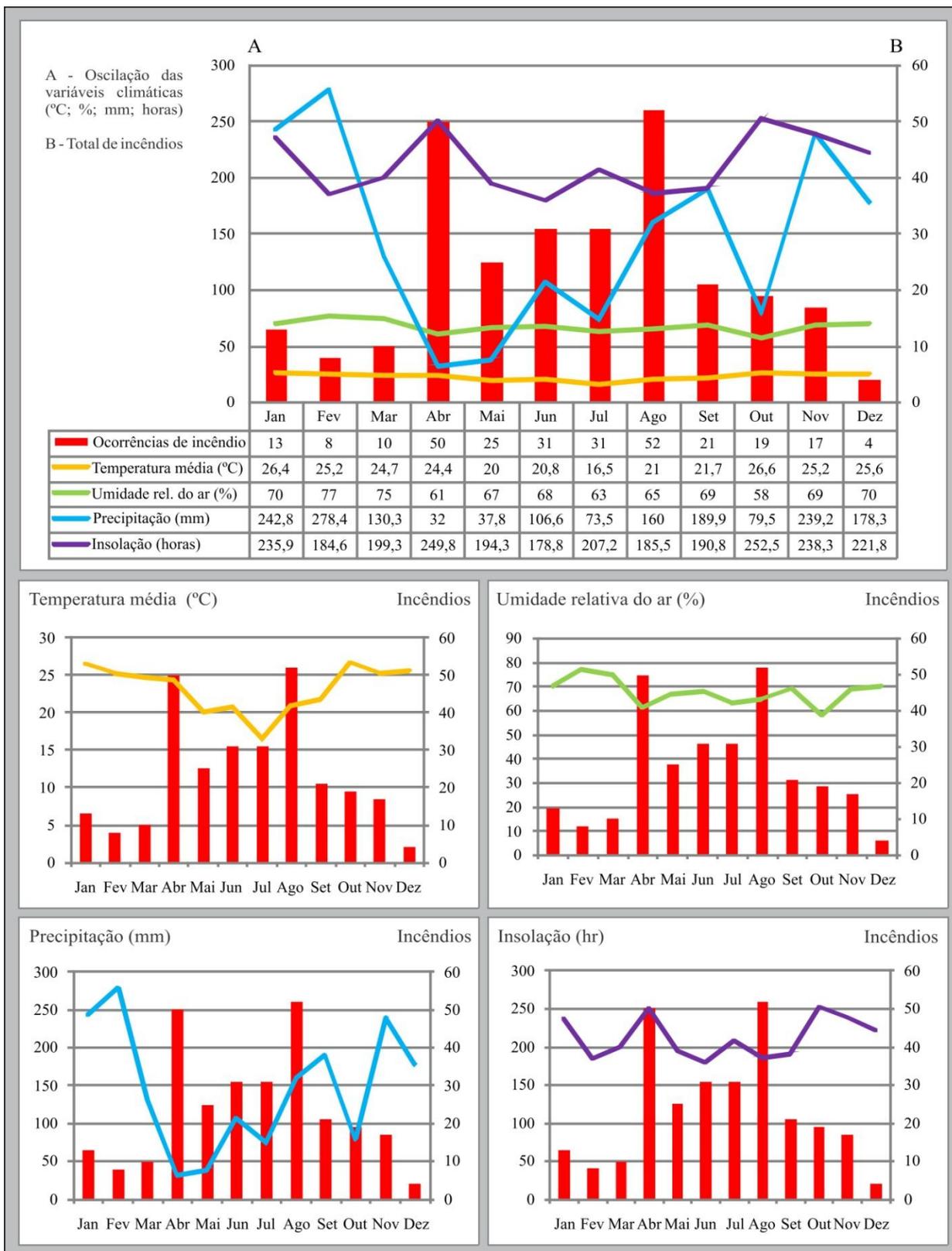


Figura 7 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2000.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

No ano de 2000, os meses de abril e agosto registram as duas maiores ocorrências de incêndio no ano, com 50 e 52 ocorrências respectivamente.

Ao analisar os valores dos elementos climáticos registrados no mês de agosto, não se pode afirmar que as condições que prevaleceram neste mês agiram de forma a contribuir para o agravamento das ocorrências de incêndio. Percebe-se que a média da temperatura e a quantidade de horas de insolação foram relativamente baixas, ainda mais quando comparadas com a média dos demais meses. A precipitação por sua vez, apresentou valor maior que média anual. Sabe-se que a interação desses fatores, juntamente com a umidade relativa do ar que registrou neste mês 65%, não condicionariam condições climáticas propensas à ocorrência de incêndios, portanto não explicam o aumento destes eventos neste mês.

Já para o mês de abril deste mesmo ano, é possível inferir uma forte interação entre os elementos climáticos estudados, condicionando o aumento do número de incêndios verificado neste mês. De fevereiro a abril observou-se que a precipitação teve uma redução muito grande, caindo de 278,4 mm para apenas 32 mm. Além disso, a umidade relativa do ar também foi reduzida, apresentando queda de 16% (77% em fevereiro; 61% em abril). Para agravar ainda mais este quadro climático, no período de fevereiro a abril a insolação sofreu aumento. Estas oscilações fizeram com que o mês de abril apresentasse um quadro climático favorável à ocorrência de incêndios.

Quanto aos valores dos elementos climáticos registrados no mês de abril, destacam-se: a precipitação, com apenas 32 mm (o menor valor registrado no ano) e a insolação, com 249,8 horas (o segundo maior valor registrado no ano). Em relação à umidade relativa do ar, apesar de o mês de abril ter registrado a segunda menor média, 61%, este valor não é tão baixo ou fora dos padrões climáticos da região em estudo. No entanto, é importante ressaltar que este é o valor médio do mês. Se fosse realizada uma análise diária dos valores de umidade relativa do ar neste mês, valores muito mais baixos seriam verificados. A temperatura neste mês, mesmo não tendo se destacado tão quanto os demais elementos climáticos analisados, prevaleceu acima da média anual, com 24,4 °C.

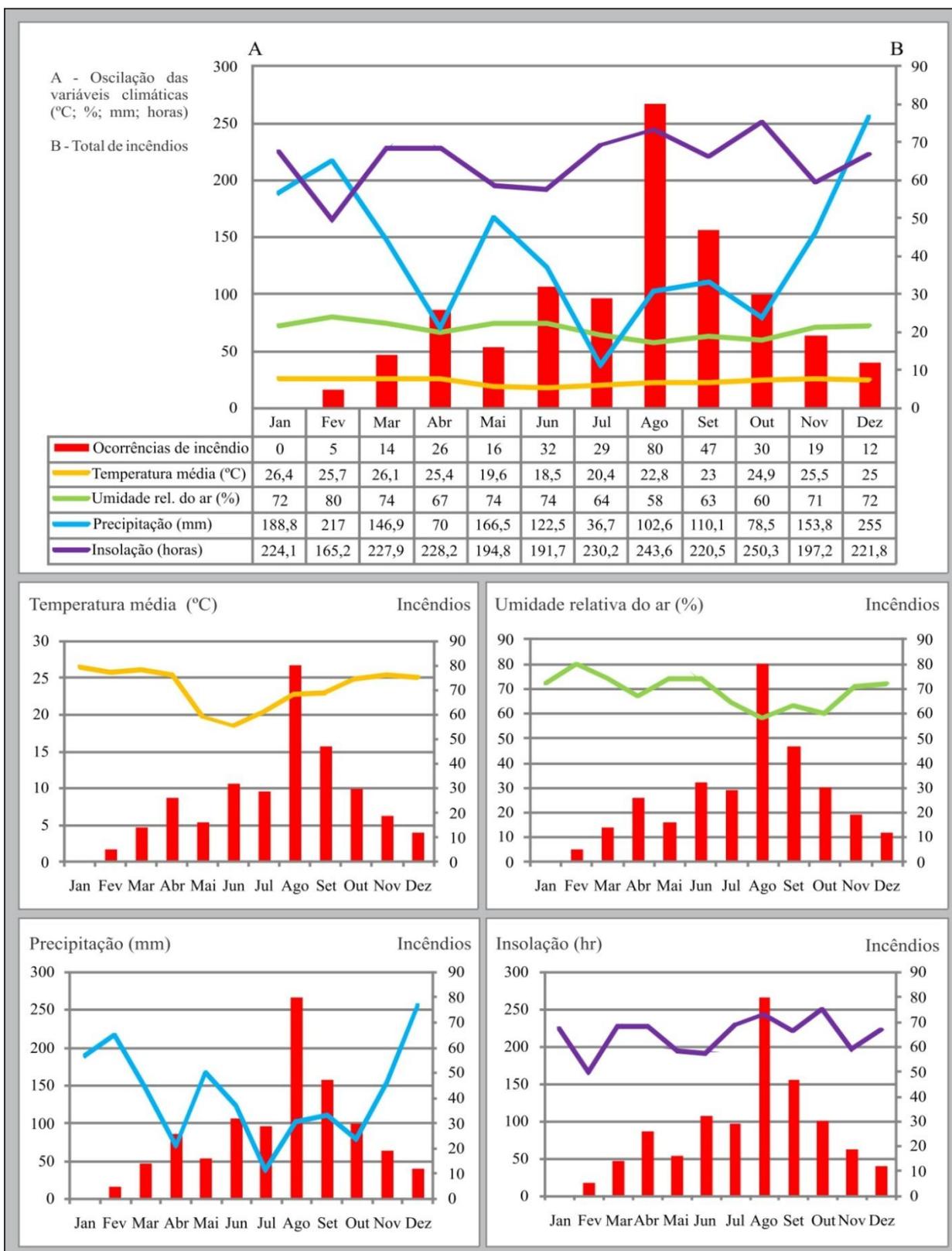


Figura 8 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano **2011**.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

Em 2001, mais uma vez o mês de agosto registrou a maior ocorrência de incêndios, com um total de 80 incêndios combatidos. Ao analisar os valores registrados para os elementos climáticos deste mês, verifica-se que agosto apresentou o menor valor de umidade relativa do ar e o segundo maior valor de insolação registrado no ano. A precipitação, apesar de não ter apresentado um valor muito baixo, propiciando situações para incêndios, registrou um valor abaixo da média anual, com o quarto menor valor do ano (102,6 mm). Em relação à temperatura, não se pode inferir que este elemento climático teve participação no agravamento das ocorrências de incêndios no mês de agosto, pois apresentou uma média baixa de 22,8° C, abaixo inclusive da média anual (23,60° C). Vale destacar também que os meses de janeiro, fevereiro e dezembro apresentaram os menores totais de incêndios no ano de 2001. Nestes meses foram registrados os três maiores valores de precipitação, e valores de umidade relativa do ar muito altos. Isto prova que as condições climáticas podem tanto agravar quanto reduzir as possibilidades de ocorrência de incêndios.

Outro aspecto importante que pode ser observado no ano de 2001, desta vez referindo-se ao período que compreende os meses de fevereiro a abril, é que na medida em que a precipitação e a umidade relativa do ar reduziram e a insolação registrou aumento, as ocorrências de incêndios conseqüentemente se agravaram. No entanto, quando chega o mês de maio acompanhado por um aumento da precipitação e da umidade, bem como uma diminuição da insolação, o número de incêndios é reduzido.

Como já foi mencionado, em relação à maneira como a precipitação influencia na ocorrência de incêndios, apesar de o mês de julho ter registrado a menor precipitação do ano e um valor de insolação alto, o mesmo não apresentou agravamento dos incêndios. Porém, o baixo índice de precipitação registrado em julho refletiu-se no mês de agosto que, associado à queda de umidade relativa do ar e aumento da insolação, propiciou condições que levassem este mês a registrar o maior número de incêndios no ano.

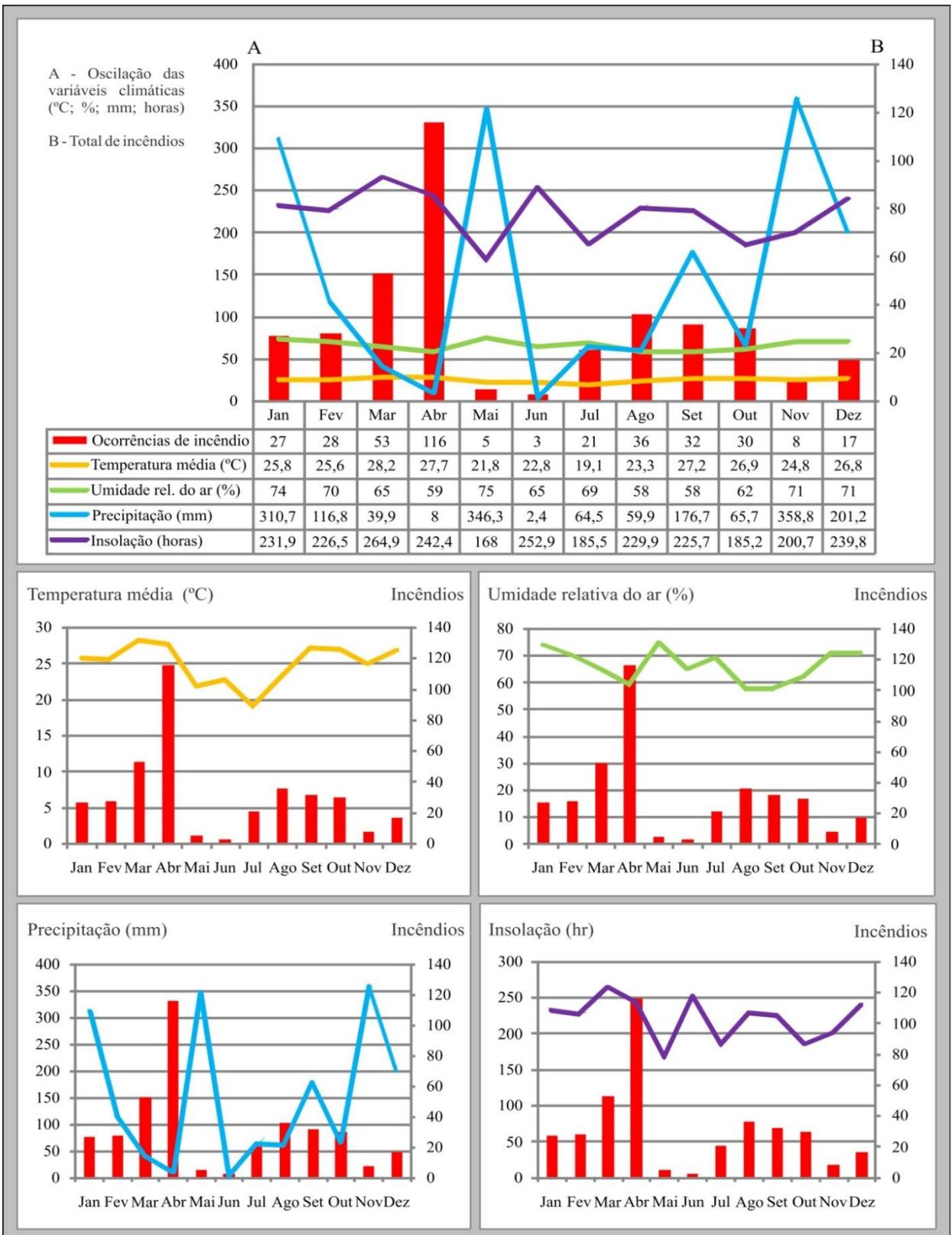


Figura 9 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano **2002**.
 Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.
 Elaboração: Autor, 2011.

Para o ano de 2002, uma observação importante deve ser feita em relação ao período que compreende os meses de janeiro a maio. No período de janeiro a abril nota-se que o aumento da temperatura e a redução dos valores de umidade relativa do ar e precipitação, criaram condições climáticas que permitiram o aumento do número de incêndios. Em janeiro, quando a precipitação havia registrado 310,7 mm e a umidade relativa do ar 74%, foram registradas apenas 27 ocorrências de incêndios. Já no mês de abril, a precipitação reduziu-se a apenas 8 mm e a umidade relativa do ar caiu para 59%, conseqüentemente a quantidade de incêndios subiu para 116. Esta progressão do número de incêndios, que marcou o período de janeiro a abril, foi interrompida no mês de maio. Na passagem de abril para maio a precipitação apresentou uma variação muito grande, passando de 8 mm para 346,3 mm. Assim como a precipitação, a umidade relativa do ar também apresentou grande ascensão, e subiu de 59% para 75%. Em contrapartida, os valores de insolação e temperatura média foram bastante reduzidos no mês de maio. Estes fatores fizeram com que a ocorrência de incêndios no mês de maio fosse reduzida para apenas 5.

No ano de 2002 nota-se que apesar de o mês de abril não ter registrado os valores de oscilação extrema nos elementos climáticos analisados, ou seja, os maiores valores de temperatura e insolação e os menores valores de umidade relativa do ar e precipitação do ano, houve uma combinação muito forte entre essas variáveis que condicionou o aumento da quantidade de incêndios neste mês, registrando um total de 116 ocorrências combatidas.

O valor de precipitação foi extremamente baixo, apresentando apenas 8 mm, ficando atrás somente do mês de junho que registrou 2,4 mm de chuva. A umidade relativa do ar deste mês apresentou o valor de 59% e, assim como a precipitação, registrou o segundo menor valor do ano, ficando atrás dos meses de agosto e setembro que registraram 58%. A temperatura média em abril registrou o segundo maior valor do ano, com a média de 27,7 °C. O valor de insolação registrado em abril foi o terceiro maior valor do ano, com 242,4 horas de incidência solar, atrás somente de março e junho, que registraram respectivamente 264,9 e 252,9 horas. Todos esses valores, em conjunto, explicam o agravamento das ocorrências de incêndios neste mês.

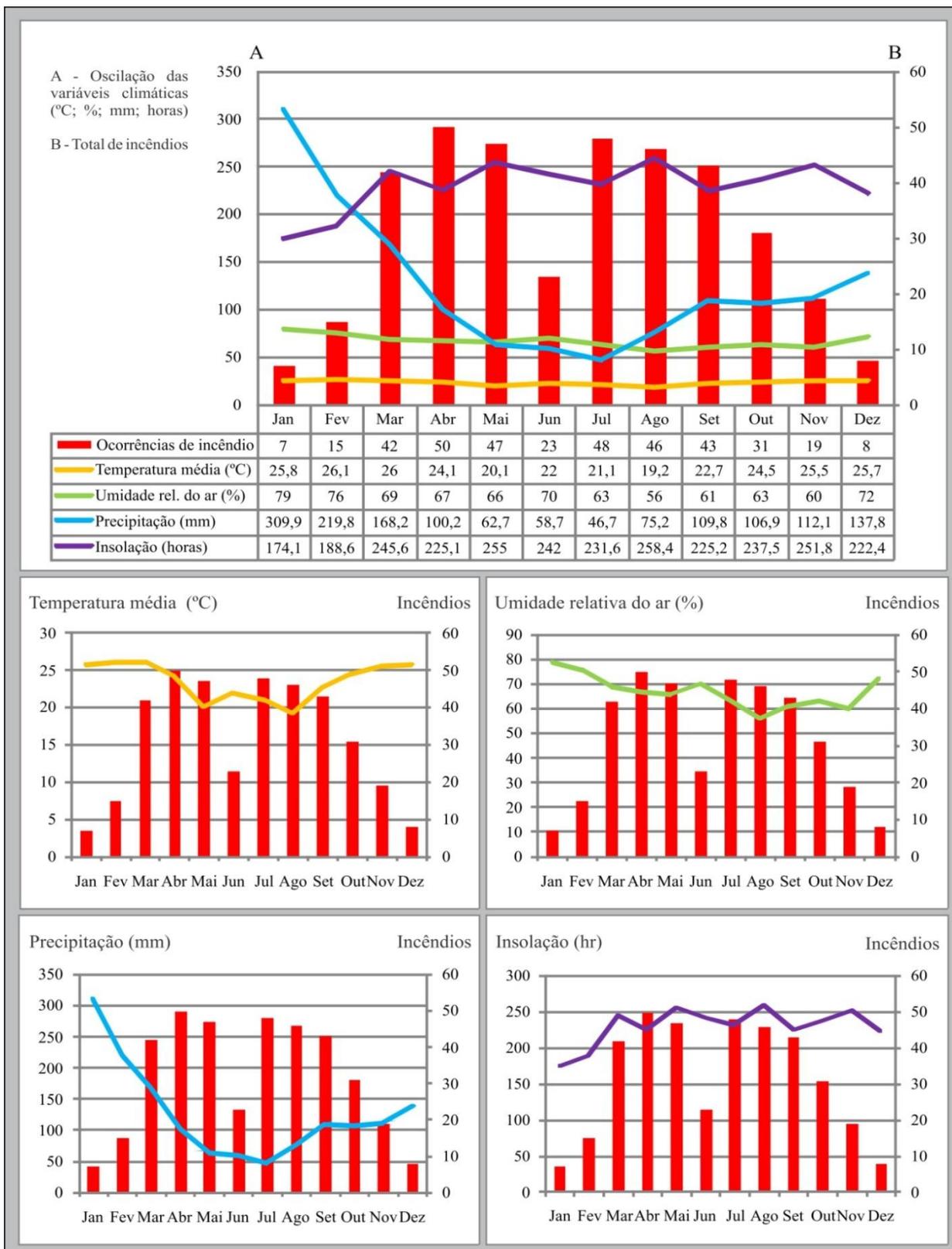


Figura 10 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano **2003**.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

Em relação ao ano de 2003, um aspecto que rapidamente se observa ao analisar o gráfico maior é que a partir do mês de janeiro, na medida em que a precipitação e a umidade relativa do ar foram reduzindo, e a insolação foi aumentando, conseqüentemente o número de incêndios foi sofrendo aumento e este processo se prolongou de janeiro a maio, com uma pequena redução de abril para maio. No mês de junho, com o aumento da umidade relativa do ar e a redução da insolação, o número de incêndios reduziu. A partir de julho a precipitação voltou a subir e esta progressão se manteve até dezembro. Concomitantemente ao aumento da precipitação, quantidade de ocorrências de incêndios foi diminuindo até o mês de dezembro.

Pode-se afirmar que o ano de 2003 foi bastante peculiar. Apresentou valores de incêndios muito próximos nos meses de abril (50 ocorrências), maio (47 ocorrências), julho (48 ocorrências) e agosto (46 ocorrências). A proximidade entre estes valores pode ser relacionada com o pouco grau de oscilação que os elementos climáticos analisados registraram nesses meses.

Para o mês de abril, no qual ocorreu o maior número de incêndios deste ano, não foi possível inferir uma forte interação entre as condições climáticas que marcaram este mês para compreender o agravamento do número de incêndios neste mês. Os valores de insolação e precipitação de abril apresentaram-se menores que as médias anuais destas variáveis. A média de umidade relativa do ar em abril também não registrou valor baixo, favorável à ocorrência de incêndios. O mesmo ocorreu com a temperatura deste mês, que apesar de ter ficado pouco acima da média anual não apresentou um valor tão expressivo a ponto que pudesse condicionar o agravamento dos incêndios. Como dito anteriormente, neste trabalho não trabalhou-se as causas dos incêndios, portanto não é possível dar uma resposta consistente que explique o fato de o maior número de incêndios em 2003 ter sido registrado no mês de abril.

Já para o mês de maio, poderia se esperar que com a queda de 4° C da temperatura média (de abril para maio) e a média de 66% de umidade relativa do ar, as ocorrências de incêndio se amenizariam, no entanto não houve esta redução. Os fatores que agravaram a ocorrência de incêndios neste mês foram a precipitação, com apenas 62,7 mm (terceiro menor valor do ano) e a insolação que registrou o segundo maior valor no ano, com 255 horas de incidência solar.

O mês de julho foi marcado pela menor precipitação do ano, com apenas 46,7 mm. A umidade relativa do ar, apesar de ter apresentado valor abaixo da média anual, não registrou um valor tão favorável ao agravamento dos incêndios neste mês. Supõe-se que a baixíssima precipitação e as 231,6 horas de incidência solar, foram os fatores que podem ter exercido maior influência nos 48 incêndios registrados neste mês.

Finalmente, a análise dos valores climáticos registrados no mês de agosto leva a crer que, entre os meses que apresentaram maior número de incêndios (abril, maio, julho e agosto), este foi o que apresentou as condições climáticas mais propícias à ocorrência de incêndios e, portanto, poderia ter se destacado no ano. No mês de agosto de 2003, foram registrados o menor e o maior valor do ano de umidade relativa do ar e insolação, respectivamente. A precipitação neste mês também apresentou um valor bastante baixo, apenas 75,2 mm. No entanto não registrou a maior quantidade de ocorrências e deduz-se que um dos fatores que podem ter impedido que a quantidade de ocorrências neste mês fosse maior que nos demais meses foi a temperatura média de 19,2 °C, que registrou em agosto a menor média do ano.

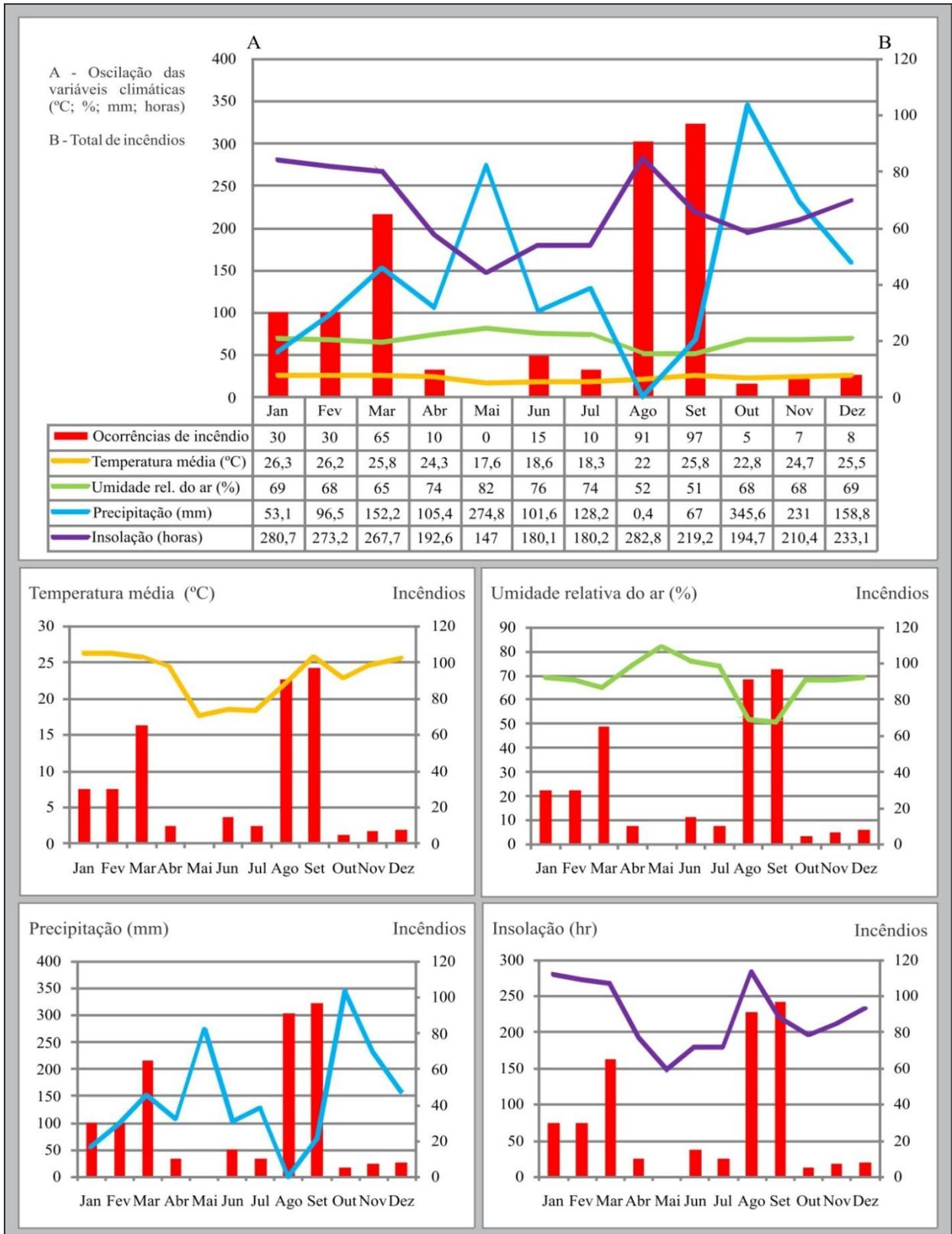


Figura 11 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano **2004**.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

No ano de 2004, o mês de setembro registrou o maior número de incêndios. Quanto aos valores verificados para as variáveis climáticas, este mês apresentou: o terceiro maior valor de temperatura média do ano, superando a média anual de aproximadamente 23,15°C; o menor valor de umidade relativa do ar, com uma média de apenas 51%; e o terceiro menor valor de precipitação registrado no ano, com apenas 67 mm. A insolação, apesar de ter ficado abaixo da média anual, apresentou valor elevado perante alguns meses do ano. Destacam-se neste mês, a umidade relativa do ar, a precipitação e a insolação, como os fatores que mais contribuíram para o agravamento do número de incêndios.

O período de abril a julho de 2004 foi marcado por uma pequena quantidade de incêndios combatidos. Durante este período os valores de umidade relativa do ar apresentaram-se bastante elevados, com uma média de 76,5% ao mês. Além disso, a precipitação manteve-se com valores consideravelmente altos e a insolação registrou os menores valores do ano. Desta maneira, as condições climáticas que marcaram este período contribuíram para que ocorressem poucos incêndios. Juntos, os meses de abril, maio, junho e julho somaram um total de apenas 35 ocorrências. O mês de maio, que registrou a menor insolação, a maior umidade relativa do ar e o segundo maior valor de precipitação no ano, não registrou qualquer ocorrência de incêndio.

A passagem do mês de julho para agosto registrou uma grande queda nos valores de precipitação (de 128,2mm em julho para 0,4mm em agosto) e de umidade (74% em julho para 52% em agosto), associados ao aumento da insolação e da temperatura média. Estas alterações nas condições climáticas locais levaram a um forte agravamento na ocorrência de incêndios nos meses de agosto e setembro, que registraram juntamente 188 incêndios combatidos. Porém, quando entra o mês de outubro, a umidade relativa do ar e a precipitação voltam a subir. A umidade apresentou variação de 17% (setembro 51%; outubro 68%) e a precipitação subiu de 67 mm (setembro) para 345,6 mm em outubro (o maior valor do ano). Para colaborar com este fato, a insolação e a temperatura sofreram reduções de setembro para outubro. Estes fatores fizeram com que o número de incêndios fosse drasticamente reduzido no mês de outubro.

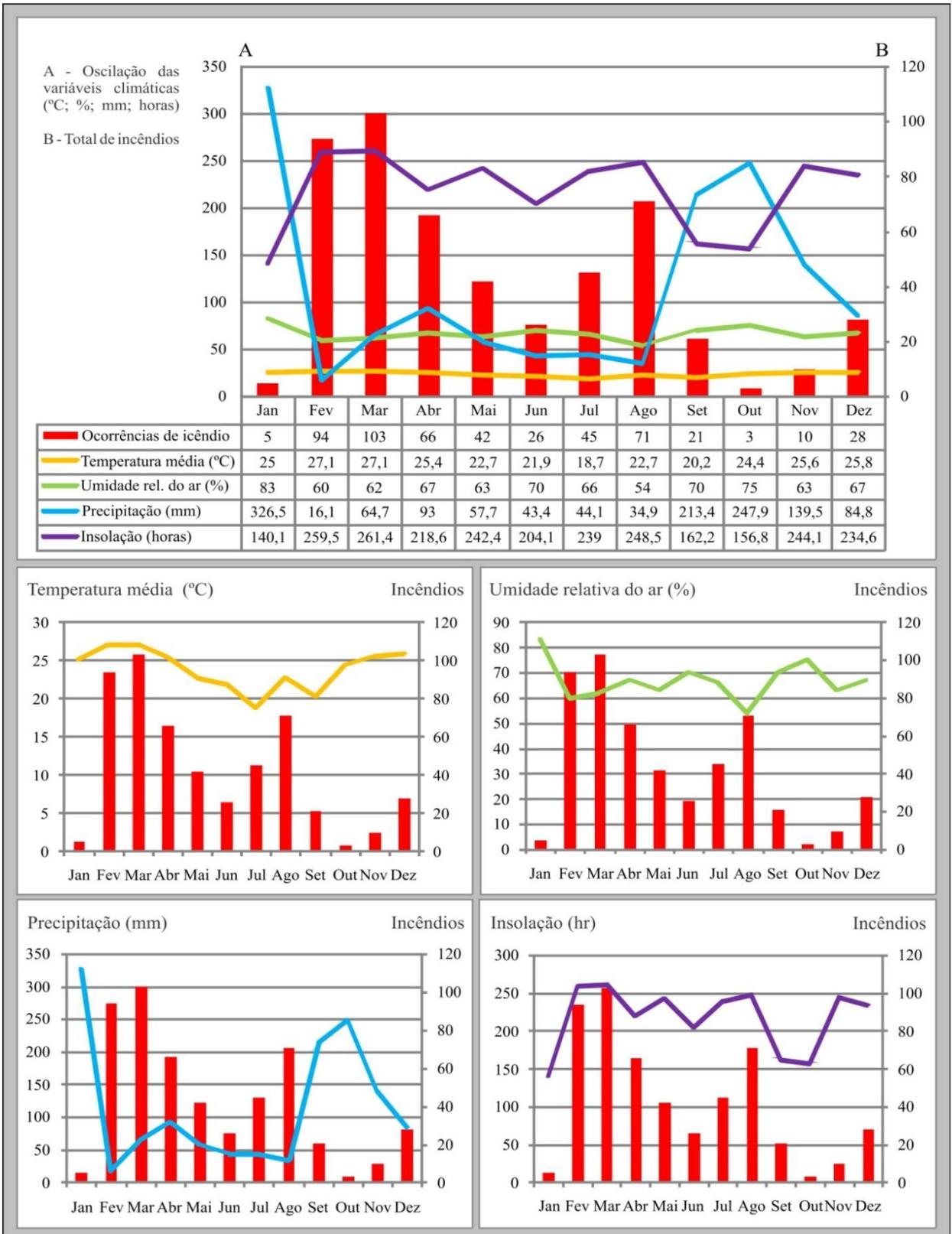


Figura 12 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano **2005**.
 Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.
 Elaboração: Autor, 2011.

Em 2005, o mês de março registrou o maior número de incêndios no ano. Neste mês, as variáveis que condicionaram o agravamento dos incêndios foram principalmente a temperatura e a insolação, que apresentaram os maiores valores registrados no ano, e a precipitação com apenas 64,7mm. A umidade relativa do ar em março, apesar de não ter apresentado um valor baixo e favorável às condições de fogo, apresentou-se abaixo da média anual, com 62%.

Com a intensa redução da precipitação, o aumento da insolação e a redução de 23% na umidade relativa do ar, registrados na passagem do mês de janeiro para fevereiro de 2005, verificou-se o surto no aumento das ocorrências de incêndios.

Janeiro apresentou apenas 5 ocorrências, com a mudança das condições climáticas este valor subiu para 94 em fevereiro e 103 em março. De março para abril, na medida em que os valores de precipitação e umidade relativa do ar subiram, e os valores de insolação e temperatura média reduziram, houve um decréscimo no número de incêndios. O ano de 2005 apresentou no período que compreende os meses de junho a agosto, mais um momento de aumento do número de incêndios. Para este período, a sutil redução da precipitação do mês de maio até agosto, associada à redução da umidade relativa do ar e ao aumento da insolação de junho a agosto, refletiram num aumento das ocorrências de incêndios que se prolongou até o mês de agosto. Porém quando entra no mês de setembro e o mesmo registra altas de precipitação (213,4mm) e de umidade relativa do ar (70%), bem como redução na quantidade de insolação (queda de 248,5 horas em agosto para 162,2 horas em setembro), automaticamente o número de ocorrências de incêndios é reduzido.

Tendo concluído esta primeira análise, que se referiu aos aspectos mais significativos dos anos de 2000 a 2005, a segunda análise é apresentada a seguir, com os gráficos e observações pertinentes ao período compreendido pelos anos de 2006 a 2010.

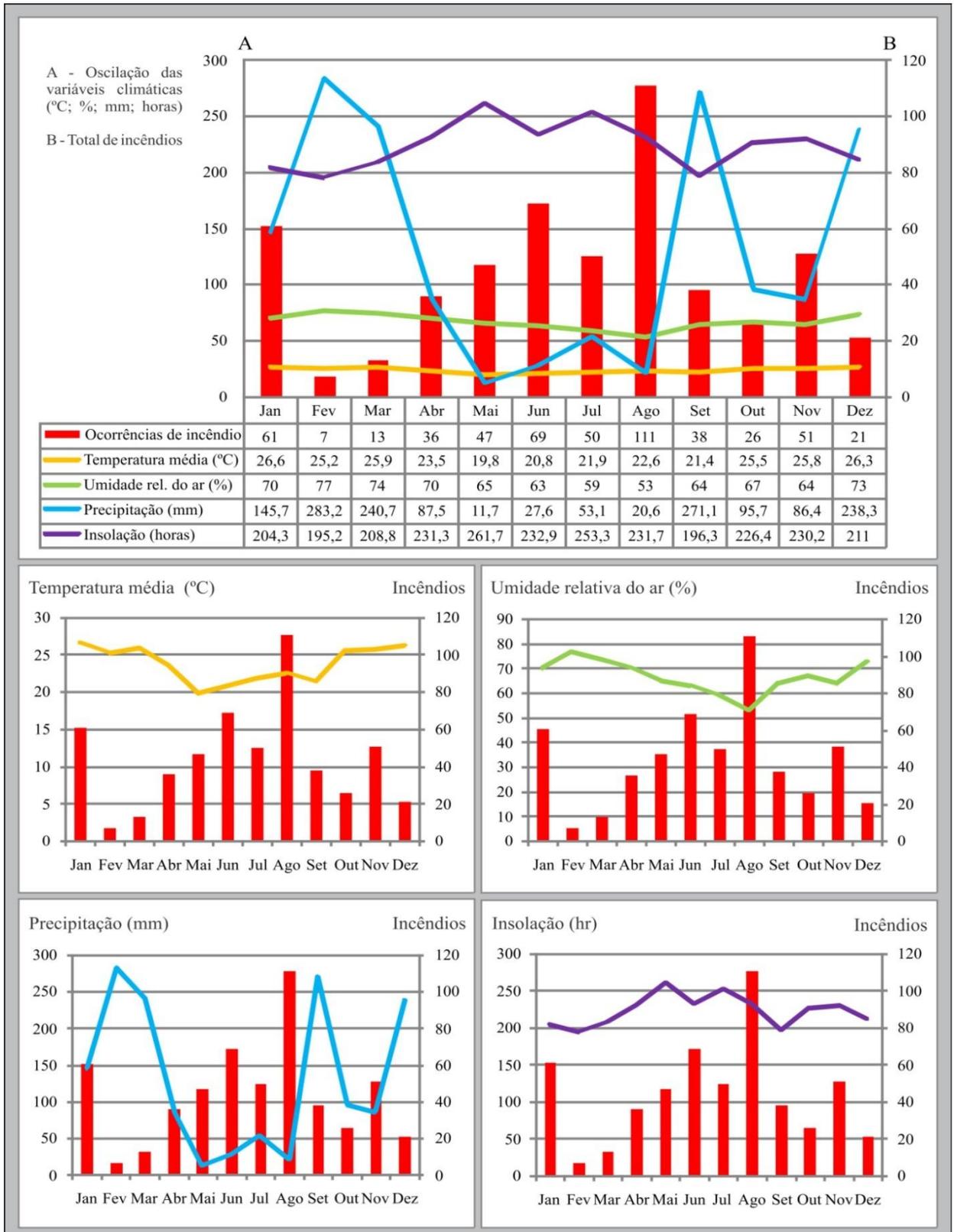


Figura 13 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2006.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

No ano de 2006, verificou-se que o maior número de incêndios neste ano foi encontrado no mês de agosto. Coincidentemente este mês apresentou a menor média de umidade relativa do ar no ano (53%) e o segundo menor valor registrado para a precipitação, com apenas 20,6 mm, garantindo situações bastante propícias ao fogo. A insolação registrada no mês de agosto também teve participação importante no aumento do número de incêndios neste mês. Esta variável registrou o quarto maior valor do ano, com 231,7 horas de insolação. Não se pode inferir participação considerável da temperatura média, no agravamento dos incêndios neste mês, pois seu valor foi relativamente baixo (22,6°C).

Outro aspecto importante observado no ano de 2006 foi o comportamento da precipitação, da insolação e da umidade relativa do ar, no período de fevereiro a junho. A partir do mês de fevereiro, a precipitação e a umidade relativa do ar apresentaram queda contínua até o mês de junho. A umidade relativa do ar reduziu-se de 77% para 63%, enquanto a precipitação teve uma redução muito grande, de 283,2 mm em fevereiro para apenas 27,6mm em junho. Aliado a este fato, o valor de insolação teve um aumento contínuo de fevereiro até junho. Automaticamente, observou um aumento gradativo nas ocorrências de incêndios que se prolongou desde o mês de fevereiro (7 ocorrências) até o mês de agosto (111 ocorrências). Dentro deste período apenas o mês de julho apresentou queda nas ocorrências. Na passagem do mês de agosto para setembro, com a variação de 250,5mm da precipitação (agosto com 20,6 mm, setembro com 271,1mm), o aumento em 11% da umidade relativa do ar e a forte redução da insolação, o mês de setembro reduziu drasticamente a quantidade de incêndios que ocorreram em agosto.

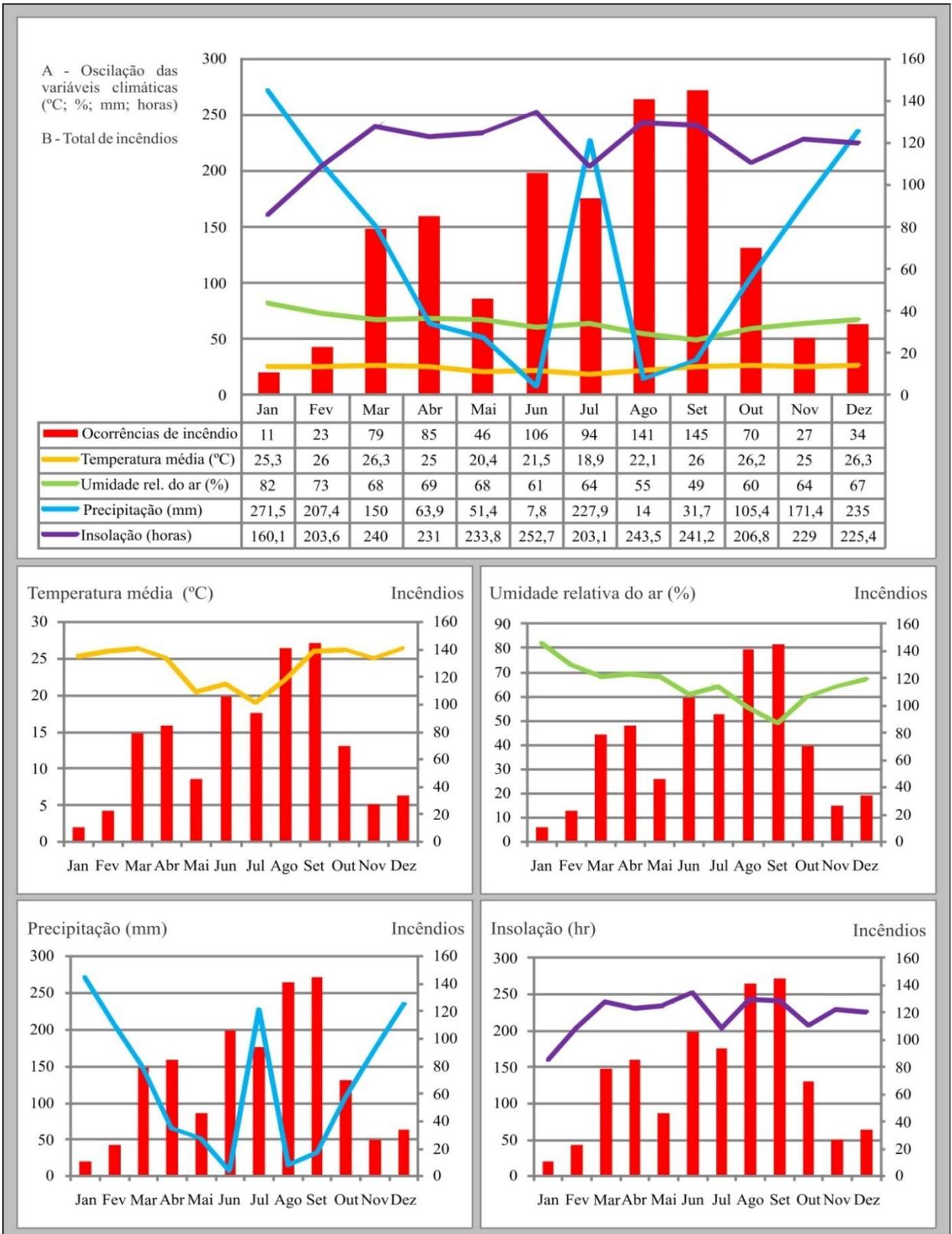


Figura 14 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2007.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

O ano de 2007 também permite entender a influencia da variação precipitação, que nem sempre promove aumento ou redução imediatos na ocorrência de incêndios. Nota-se que de janeiro até junho a precipitação sofreu queda de 271,5mm para 7,8mm. No entanto, o quadro de incêndio no período de janeiro a maio não teve comportamento tão agravante. Mesmo que no mês de junho a precipitação tenha voltado a apresentar alto valor, foi a partir deste mês que a queda de precipitação registrada no período de janeiro a maio refletiu no agravamento dos incêndios. Este processo se prolongou até o mês de setembro.

Em relação aos valores climáticos, o ano de 2007 foi marcado por uma grande oscilação entre os valores extremos de três elementos climáticos: temperatura, umidade relativa e precipitação. Isto pode ser percebido pela grande diferença entre os valores de temperatura (18,9 °C em julho e 26,3 °C em dezembro), de umidade relativa (49% em setembro e 82% em janeiro) e de precipitação (7,8mm em junho e 271,5 em janeiro).

O mês de setembro registrou o maior número de incêndios do ano de 2007 e também de toda a série estudada, com um total de 145 ocorrências. Todos os elementos climáticos estudados condicionaram um ambiente propenso à ocorrência de incêndios, explicando a grande quantidade destes neste mês. A partir da análise das condições climáticas que marcaram o mês de setembro e influenciaram de maneira decisiva para ocasionar um número de incêndios extremamente elevado, é possível destacar: primeiramente a umidade relativa do ar, que além de ter registrado neste mês o menor valor do ano (49%), ainda se destacou por ter sido também o menor valor de umidade relativa registrada em toda a série analisada; a temperatura, que apresentou um valor médio relativamente elevado perante as características climáticas locais, com 26° C; a precipitação, que com apenas 31,7 mm registrou o terceiro menor valor do ano; e a insolação, que com 243,5 horas registrou o terceiro maior valor do ano e também influenciou no agravamento dos incêndios.

O mês de agosto deste ano também se destacou por ter apresentado uma quantidade de incêndios extremamente elevada, a terceira maior de toda a série analisada, com 141 ocorrências. Ao analisar os valores dos elementos climáticos registrados neste mês, verifica-se que tanto a umidade relativa do ar quanto a precipitação apresentaram os segundos menores valores do ano. A precipitação foi extremamente baixa, com apenas 14 mm e a umidade, mesmo não tendo registrado um valor tão baixo como o de setembro, 49%, ficou abaixo da média anual, com 55%. A insolação registrada em agosto, também foi preponderante para o aumento significativo dos incêndios neste mês, registrando o segundo maior valor do ano, com 243,5 horas de incidência solar.

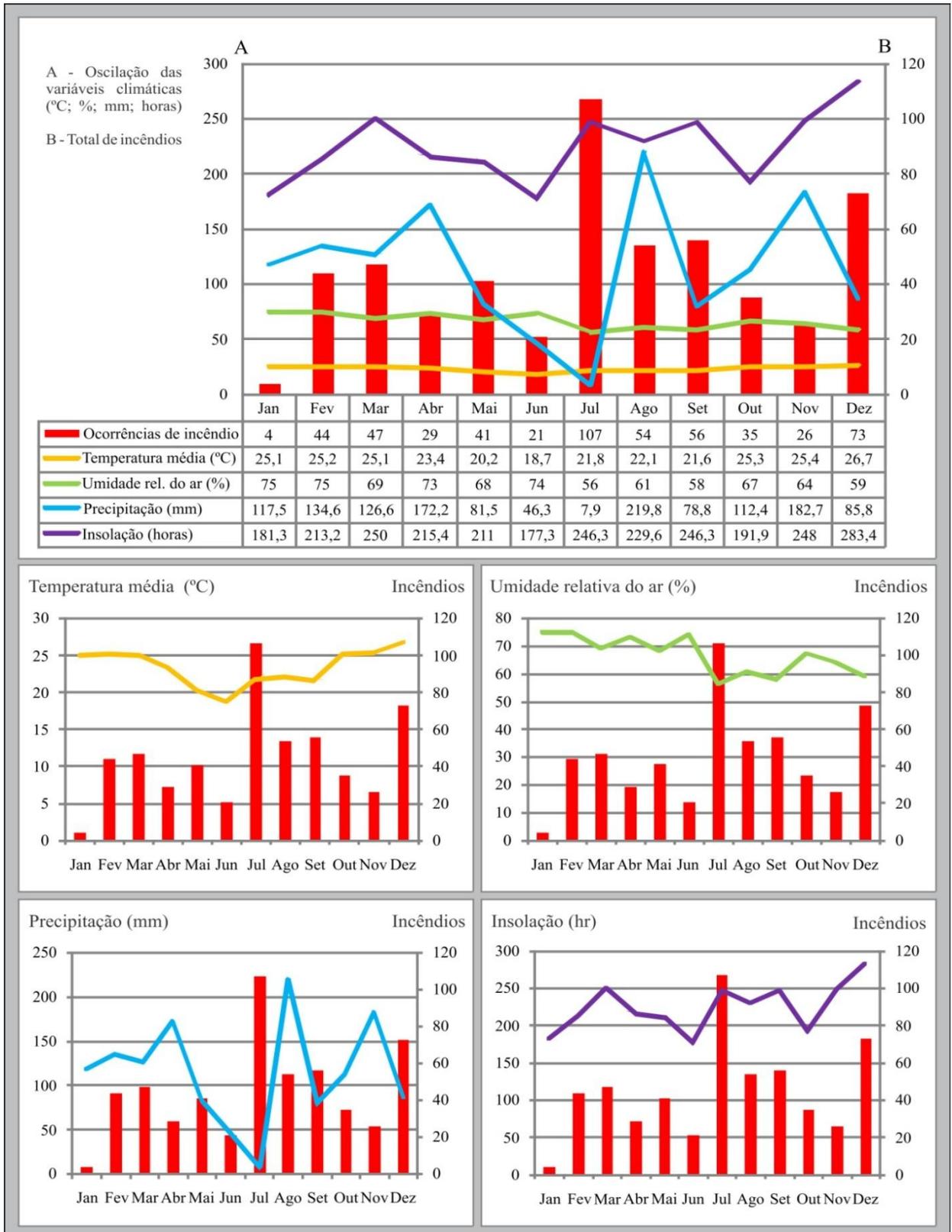


Figura 15 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano **2008**.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

Em 2008 o mês de julho registrou a maior ocorrência de incêndios. Os fatores climáticos que agravaram a ocorrência destes eventos neste mês foram principalmente a umidade relativa do ar e a precipitação, as quais apresentaram os menores valores registrados no ano, com 56% e 7,9 mm respectivamente. Ressalta-se ainda a variável insolação que registrou em julho um dos maiores valores do ano, com 246,3 horas de incidência solar, contribuindo para o agravamento dos incêndios neste mês. A temperatura apresentou-se pouco abaixo da média anual (23,38 °C), o que é esperado para o mês de julho, visto que marca o período de inverno em nosso país. No entanto não atuou como fator limitante aos incêndios.

A variação da precipitação no ano de 2008 deixou evidente sua influência na ocorrência de incêndios, principalmente a partir da análise dos meses de junho, julho e agosto. De junho para julho a precipitação apresentou uma queda de 46,3mm para 7,9mm (o menor valor registrado no ano). Aliado a este fato, o registro de insolação subiu de 177,3 horas em junho para 246,3 hrs em julho. O reflexo da variação climática nesses dois meses causou um aumento de 86 ocorrências de incêndios de junho para julho. De julho para agosto, com o grande aumento registrado na precipitação, a redução da insolação e o sutil aumento da umidade relativa, a quantidade de incêndios no mês de agosto reduziu-se para 54 ocorrências.

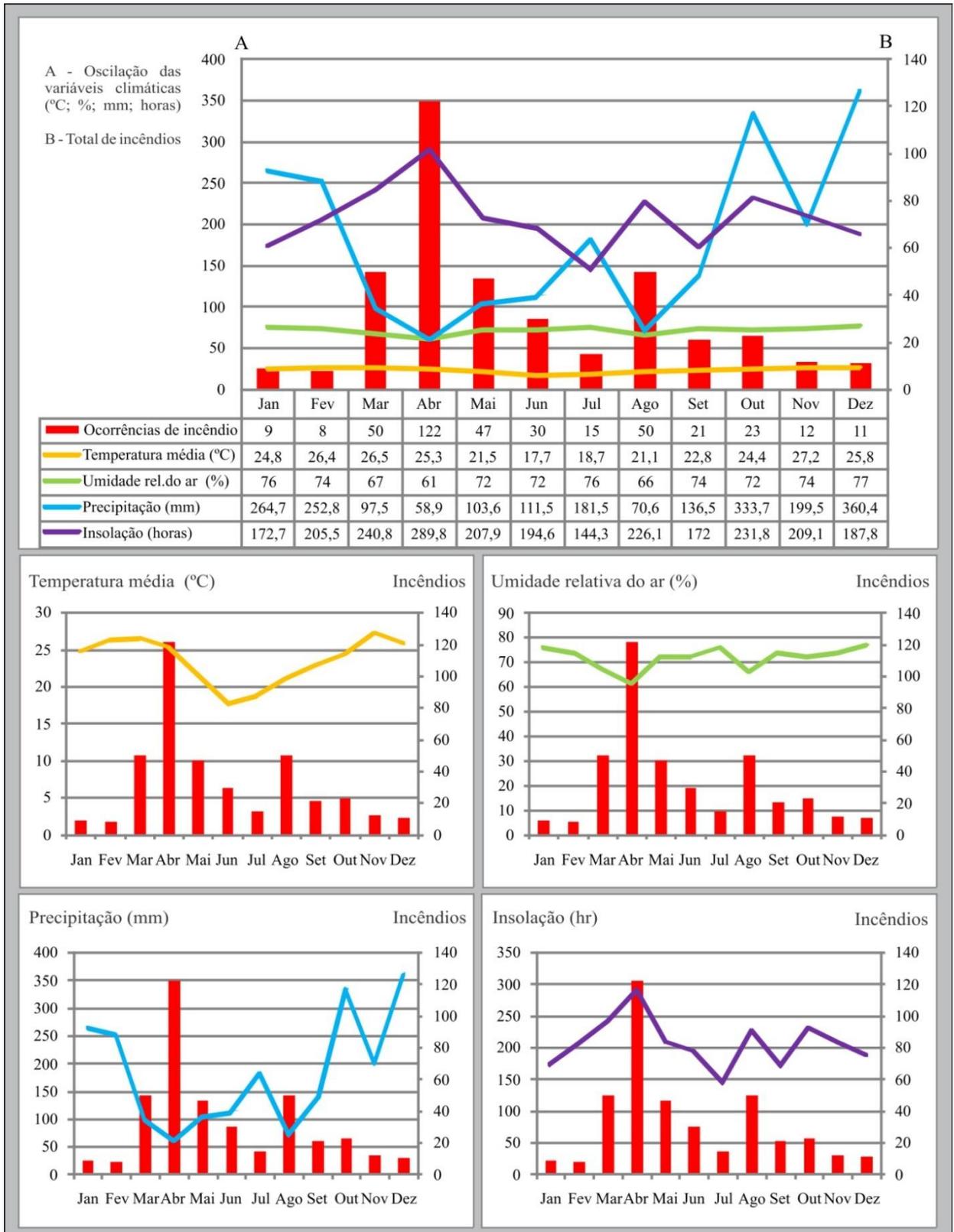


Figura 16 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano **2009**.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

O ano de 2009 foi mais um dos que evidenciaram, através dos valores climáticos registrados, a íntima relação entre as condições climáticas e a ocorrência de incêndios. O mês de abril registrou o maior número de incêndios, com 122 ocorrências. Coincidentemente, neste mês foram registrados os menores valores de umidade relativa do ar e precipitação, e ainda o maior valor de insolação, registrados no ano. Ressalta-se ainda que o valor de insolação registrado neste mês foi o maior de toda a série analisada, com 289,8 horas. Essas três variáveis contribuíram de maneira efetiva para o agravamento do número de incêndios neste mês. A temperatura média no mês de abril também teve contribuiu para criar condições climáticas propensas ao fogo neste mês, registrando 25,3°C, valor acima da média anual de 23,51°C.

Outro aspecto que pode ser observado no ano de 2009 é que com exceção do mês de abril os demais meses não apresentaram grande quantidade de incêndios combatidos. Isto se deve principalmente ao fato de que os valores médios mensais de umidade relativa não foram tão baixos e, além disso, os valores de precipitação neste ano foram consideravelmente altos, com uma média mensal de 180,9 mm.

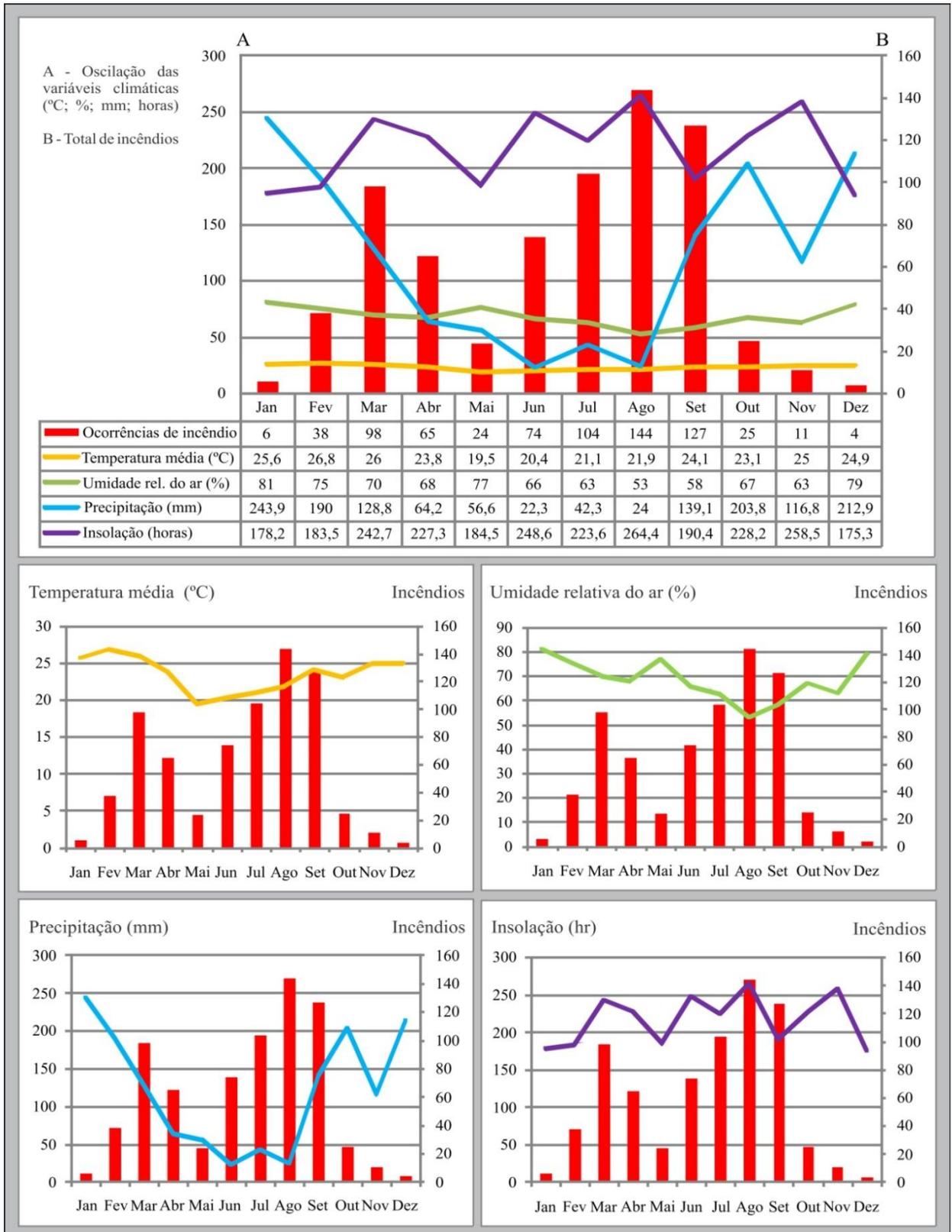


Figura 17 - Variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios no ano 2010.

Fonte: Estação Climatológica Principal de Maringá e 1º SGB de Maringá, 2011.

Elaboração: Autor, 2011.

Em 2010, o mês de agosto registrou o maior número de incêndios no ano, e ainda o segundo maior de toda a série analisada, com 144 ocorrências. Este mês, além de ter registrado um valor extremamente baixo de precipitação, apenas 24 mm (o segundo menor valor do ano), apresentou os valores de oscilação extrema para a umidade relativa do ar e para a insolação. A umidade relativa apresentou 53% e a insolação registrou 264,4 horas de incidência solar. Mesmo que a temperatura média do mês de agosto tenha sido baixa, as condições climáticas criadas pelas baixas umidade relativa do ar e precipitação, e pela alta insolação, agravaram a ocorrência de incêndios no mês.

Outros dois meses se destacaram pela quantidade de incêndios combatidos, julho e setembro, com 104 e 127 ocorrências de incêndios respectivamente. No mês de julho, apesar da temperatura média ter sido baixa, a precipitação e a insolação apresentaram valores que podem ter propiciado o aumento do número de incêndios neste mês. A insolação registrou 223,6 horas e a precipitação apenas 42,3 mm. Em relação à umidade relativa do ar deste mês (66%), apesar de ter ficado abaixo da média anual, não se pode inferir que esta variável tenha influenciado para o agravamento do número de incêndios. Já para o mês de setembro, assim como ocorreu no mês de abril de 2003, este mês não apresentou condições climáticas tão propensas à ocorrência de incêndios. A única variável que registrou valor de destaque foi a umidade relativa do ar, com 58%. No entanto, não se pode atribuir somente a ela o motivo do aumento do número de incêndios neste mês e, portanto, para entender o que agravou as ocorrências é necessário realizar estudo aprofundado sobre as causas das mesmas.

A análise deste ano de 2010 é importante para perceber que os reflexos do aumento ou redução da precipitação, na ocorrência de incêndios, nem sempre se dão nos meses que de fato apresentaram a grande variação, podendo refletir-se somente nos meses seguintes. Analisando o gráfico que correlaciona as quatro variáveis climáticas e a ocorrência de incêndios, observa-se que de janeiro até junho, a precipitação sofreu uma queda contínua, reduzindo de 243,9mm para apenas 22,3mm. No entanto, ao invés de refletir num aumento do número de incêndios, de março até maio as ocorrências de incêndios também foi gradativamente reduzindo. Porém, quando se inicia o mês de julho, nota-se que o número de incêndios começa a aumentar em proporções muito grandes e, associados às baixas de umidade relativa registradas de maio até agosto, este processo se prolonga até o mês de setembro.

5.3.3 Elementos climáticos que apresentaram valores de oscilação extrema nos meses de maior ocorrência de incêndios.

A Tabela 13 indica as variáveis climáticas que apresentaram os maiores ou menores valores registrados no ano justamente no mês que registrou o maior número de incêndios do ano. Para isso entende-se que quanto menor o valor de precipitação e de umidade relativa do ar, e maior o valor de temperatura e de insolação, maior é a vulnerabilidade e propensão para ocorrência de incêndios. Portanto, nesta tabela foram destacadas as variáveis insolação e temperatura quando registraram os maiores valores do ano, e as variáveis precipitação e umidade relativa do ar quando registraram os menores valores do ano.

Nos anos de 2000, 2002 e 2003, nenhuma das variáveis estudadas registraram valor de oscilação extrema nos meses de maior registro de incêndios destes anos, por isso nenhuma foi indicada.

Tabela 13 - Variáveis climáticas que apresentaram os menores ou maiores valores, nos meses de maior ocorrência de incêndios.

Ano	Mês	Variável climática
2000	Agosto	-
2001	Agosto	Umidade relativa do ar
2002	Abril	-
2003	Abril	-
2004	Setembro	Umidade relativa do ar
2005	Março	Temperatura e Insolação
2006	Agosto	Umidade relativa do ar
2007	Setembro	Umidade relativa do ar
2008	Julho	Umidade relativa do ar e Precipitação
2009	Abril	Umidade relativa do ar, Precipitação e Insolação
2010	Agosto	Umidade relativa do ar e Insolação

Fonte: 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá; Estação Climatológica Principal de Maringá. 2011

Analisando os meses que apresentaram os maiores registros de incêndio, pôde-se observar que, nos onze anos estudados, em quatro anos (2000, 2001, 2006 e 2010) o mês de agosto registrou o maior número de ocorrências. Importante ressaltar que além do mês de agosto, outros três meses que marcam a estação normal do fogo registraram os maiores valores de incêndios: setembro/2004, setembro/2007 e julho/2008.

Fora da estação normal do fogo, o mês de abril apresentou o maior registro de incêndios nos anos de 2002, 2003 e 2009, enquanto o mês de março destacou-se no ano de 2005.

Como já foi mencionado, nos anos 2000, 2002 e 2003 nenhuma das variáveis climáticas estudadas apresentou valor de oscilação extrema nos meses de maior ocorrência de incêndios. No entanto, seus valores permaneceram dentre os mais altos para temperatura e insolação e os mais baixos para umidade relativa do ar e precipitação, garantindo que a combinação desses fatores levasse ao agravamento do número de incêndios e, conseqüentemente, aos maiores registros nos meses de agosto/2000, abril/2002 e abril/2003.

Ao analisar as variáveis climáticas, nota-se que a umidade relativa do ar registrou em sete anos (2001, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010) o seu menor valor exatamente no mês em que ocorreu o maior número de incêndios. Dentre esses sete anos, em quatro ela se destacou como a única variável que apresentou o valor extremo (2001, 2004, 2006 e 2007), nos outros três anos outras variáveis também apresentaram valores de oscilação extrema do ano (precipitação em 2008; precipitação e insolação em 2009; insolação em 2010). A insolação registrou em três anos (2005, 2009 e 2010) seu maior valor nos mesmos meses em que foram registradas as maiores ocorrências de incêndio. A precipitação registrou em dois anos (2008 e 2009) os menores valores pluviométricos exatamente no mês de maior registro de incêndios. Finalmente em relação à temperatura, esta variável registrou somente no ano de 2005 o seu maior valor justamente no mês de maior ocorrência de incêndios. Este fato nos leva a pensar que, talvez por ser a variável que apresenta o menor grau de oscilação, a temperatura é o elemento climático que demonstrou ser o menos influente na ocorrência de incêndios na região.

Para facilitar o entendimento das considerações feitas acima, essas informações foram agrupadas na tabela a seguir.

Tabela 14 - Anos em que as variáveis climáticas registraram valor de oscilação extrema justamente no mês de maior ocorrência de incêndios.

Variável Climática	Ano
Umidade relativa do ar	2001, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010
Insolação	2005, 2009 e 2010
Precipitação	2008 e 2009
Temperatura	2005

Fonte: 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá; Estação Climatológica Principal de Maringá. 2011

A partir da Tabela 14 pode-se inferir que há, dentre as variáveis climáticas analisadas, uma maior influência da umidade relativa do ar na ocorrência dos incêndios e uma menor participação da temperatura na ocorrência destes eventos. A umidade relativa do ar é um

elemento climático que constantemente é empregado em índices de risco de incêndios e, portanto, é importante não só para o estudo da propagação como também, e principalmente, pelo processo de ignição do fogo. Já a temperatura é um fator que tem maior importância no processo de propagação do fogo.

No entanto, dizer que há uma maior correlação entre as ocorrências de incêndio e a umidade relativa do ar não significa que as demais variáveis climáticas devem ser desconsideradas ou que pouco influenciam nestes eventos. Estes foram os resultados obtidos para a análise da região definida para o presente estudo. Além disso, outros elementos climáticos poderiam ter sido incluídos, como os ventos, que possuem papel importantíssimo principalmente na propagação do fogo. A prova de que não se deve atribuir a um único elemento climático a principal força motriz para criar condições propensas ao fogo pode ser vista nos meses em que nenhuma das quatro variáveis climáticas apresentou valores extremos e ainda assim houve grande número de incêndios, como é o caso dos meses de Agosto/2000, Abril/2002 e Abril/2003.

5.3.4 Variáveis climáticas que exerceram maior influência no agravamento de incêndios nos meses de maior registro destes eventos.

Para a elaboração da Tabela 15 foram destacadas as variáveis que, apresentando ou não os valores de oscilação extrema que condicionam a ocorrência de incêndios, podem ter influenciado de maneira decisiva para o agravamento destes eventos nos meses que apresentaram os maiores registros de incêndios. No entanto, em alguns meses não foi possível eleger qualquer variável que tenha sido fundamental para este fato, por não terem apresentado valores condicionantes para situações de risco de incêndio. Um estudo referente às causas de cada incêndio pode trazer as respostas para estes meses de indefinição.

Ainda é válido ressaltar que em alguns dos meses que registraram as maiores ocorrências, mesmo que apenas uma variável climática tenha registrado o valor de oscilação extrema que condiciona situação de fogo, é necessário analisar os valores das demais variáveis estudadas, que podem ou não ter agido condicionando o agravamento dos incêndios no mês estudado. E ainda, mesmo que alguma variável tenha registrado o maior ou menor valor do ano, esta pode não ter sido incluída no quadro, pois seu valor apesar de ser de oscilação extrema no ano, não condiciona a ocorrência de incêndios.

Tabela 15 - Variáveis climáticas mais influentes no mês de maior ocorrência de incêndios de cada ano.

Ano	Mês	Variável (eis) climática(s) mais influente (s)
2000	Agosto	-
2001	Agosto	Umidade relativa do ar e Insolação
2002	Abril	As quatro variáveis atuaram conjuntamente
2003	Abril	-
2004	Setembro	As quatro variáveis atuaram conjuntamente
2005	Março	Temperatura, Precipitação e Insolação
2006	Agosto	Umidade relativa do ar, Precipitação e Insolação
2007	Setembro	As quatro variáveis atuaram conjuntamente
2008	Julho	Umidade relativa do ar, Precipitação e Insolação
2009	Abril	Temperatura, Precipitação e Insolação
2010	Agosto	Umidade relativa do ar, Precipitação e Insolação

Fonte: 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá; Estação Climatológica Principal de Maringá. 2011

5.3.5 Média anual das variáveis climáticas.

A Tabela 16 foi elaborada com a média anual de cada variável climática. Também foi inserida uma coluna que indica o total de incêndios combatidos em cada ano. Os valores climáticos e de incêndios seguidos pelo sinal “+” e “-” representam, respectivamente, os mais altos e mais baixos registrados em toda série analisada.

Tabela 16 - Total de incêndios e média anual das variáveis climáticas.

Anos	Temperatura média (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Precipitação (mm)	Insolação (horas)	Total de incêndios
2000	23,2	67,7	145,7	211,6	281 -
2001	23,6	69,1	137,4	216,3	310 -
2002	25,0 +	66,4	145,9	221,1	376 -
2003	23,6	66,8	125,7	229,8 +	379
2004	23,1 -	68,0	142,9	221,8	368
2005	23,9	66,7	113,8 -	217,6	514
2006	23,8	66,6	130,1	223,6	530
2007	24,1	65,0 -	128,1	222,5	861 +
2008	23,4	66,6	113,8 -	224,5	537 +
2009	23,5	71,7 +	180,9 +	206,9 -	398
2010	23,5	68,3	120,4	217,1	720 +
Média	23,7	67,5	135,0	217,1	

Fonte: 1º Subgrupamento de Bombeiros de Maringá; Estação Climatológica Principal de Maringá. 2011

A partir da análise desta tabela, pode-se verificar a influência principalmente da umidade relativa do ar na ocorrência de incêndios. O ano em que esta variável apresentou seu menor valor (2007) coincidiu com o ano de maior ocorrência de incêndios em toda série

analisada. Da mesma maneira, quando esta variável apresentou seu maior valor (2009), registrou-se uma grande redução da quantidade de incêndios ocorridos.

O ano de 2009 também permite identificar a forte relação não só da umidade relativa mas também da precipitação e da insolação na ocorrência de incêndios. Seguido por dois anos de alto índice de incêndios (2007 com 861 ocorrências e 2008 com 537 ocorrências), o ano de 2009 apresentou uma queda muito grande no número total de incêndios. Justamente neste ano foram representadas as maiores médias de umidade relativa do ar e de precipitação e a menor média de insolação entre toda a série analisada. Fatores estes que efetivamente contribuíram para a redução das ocorrências de incêndios neste ano.

Nos anos de 2000 e 2001, que apresentaram os menores totais de incêndio em toda a série analisada, mesmo que não tenha sido registrado valor de oscilação extrema das variáveis estudadas, verificou-se médias de temperatura e insolação abaixo da média anual e médias de precipitação e umidade relativa acima da média anual. Este fato pode ter contribuído para a diminuição de incêndios nesses anos.

Observou-se que no ano de 2002, no qual foi registrada a maior média de temperatura de toda a série analisada, o total de incêndios foi um dos menores entre todos os anos. Isto comprova um dos resultados obtidos neste trabalho e que foi apontado no decorrer das análises mensais entre dados climáticos e de incêndios (tabelas 13 e 14), que é o fato de que a temperatura quando analisada sob valores médios não se mostra tão influente nas ocorrências de incêndio.

Por outro lado, os anos de 2005, 2006 e 2007, registraram médias de temperatura e insolação acima da média anual e, médias de umidade relativa do ar e precipitação abaixo da média anual, resultando num aumento do número de incêndios.

Ressalta-se que esta análise foi realizada a partir das médias anuais e como os valores mensais de alguns anos apresentaram-se bastante divergentes, esta análise é mais superficial e menos precisa que a análise mensal realizada anteriormente. Portanto, foi exposta apenas para obter uma maior reflexão da ação em conjunto das variáveis climáticas no quadro anual de incêndios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo que no decorrer das análises entre dados de incêndios e elementos climáticos, o presente trabalho tenha dado maior atenção sobre a influência das variáveis climáticas nos meses de maior ocorrência de incêndios, esta relação também pôde ser percebida nos meses de menor ocorrência. Nos meses em que as variáveis precipitação e umidade relativa apresentaram valores elevados e, a insolação e a temperatura valores reduzidos, verificou-se um decréscimo na ocorrência de incêndios. Isto pode ser observado nos gráficos que apresentam a oscilação de todos os elementos climáticos e as ocorrências de incêndios. Os meses nos quais esta relação pode ser observada são: fevereiro de 2000; fevereiro de 2001; maio e novembro 2002; janeiro de 2003; maio e outubro de 2004; janeiro e outubro de 2005; fevereiro de 2006; janeiro de 2007; janeiro e dezembro de 2009; e janeiro e dezembro de 2010.

Em alguns dos anos analisados, como por exemplo os anos 2000 e 2003, não foi possível estabelecer forte conexão entre as condições climáticas e a ocorrência de incêndios nos meses de maior incidência destes eventos. Um estudo mais aprofundado, levantando as causas de cada incêndio, poderia ser realizado para compreender o agravamento dos mesmos. No entanto, não se deve descartar a influência das condições climáticas principalmente no agravamento dos focos de incêndios já instalados, pois, independentemente das causas, os efeitos dos incêndios quase nunca são pontuais e podem, de acordo com as condições climáticas locais, ser mitigados ou agravados.

Durante a série analisada pode-se observar que há uma predominância da variável climática umidade relativa do ar em relação às demais variáveis estudadas, no que diz respeito ao agravamento dos incêndios. Em sete dos onze anos analisados esta variável registrou seu menor valor exatamente no mês em que ocorreu o maior número de incêndios. Por este motivo deduz-se que, isoladamente, a umidade relativa seja a variável que exerça a maior influência na ocorrência destes eventos, pelo menos para a região analisada no presente estudo. Os anos em que a umidade relativa do ar registrou o menor valor do ano no mês de maior ocorrência de incêndios foram 2001, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010.

A Temperatura média foi, dentre as quatro variáveis climáticas analisadas, a que se apresentou menos influente no agravamento ou redução das ocorrências de incêndios, e somente no ano de 2005 registrou sua maior média justamente no mês de maior ocorrência destes eventos.

Em relação à precipitação, observou-se que apesar de ter forte influência no quadro de incêndios, nem sempre promove aumento ou redução imediatos no número destes eventos. Pôde-se observar que as elevadas taxas de precipitação registradas em alguns meses, só foram refletir uma redução na quantidade de incêndios nos meses seguintes. Ainda assim, nos anos de 2008 e 2009 a precipitação registrou seu menor valor do ano justamente no mês de maior ocorrência de incêndios.

A insolação apresentou-se como a segunda variável mais influente nas ocorrências de incêndios. Em quase todos os anos observados, os meses que apresentaram as maiores quantidades de incêndios também registraram os maiores ou uns dos maiores valores de insolação. Nos anos de 2005, 2009 e 2010 a insolação registrou seu maior valor do ano justamente no mês de maior ocorrência de incêndios.

Na presente análise procurou-se identificar dentre os elementos climáticos analisados, aqueles que se apresentaram mais influentes nas condições favoráveis ao fogo, com o intuito de compreender esta influência no agravamento do quadro de incêndios, principalmente nas escalas mensais e anuais.

A importância deste estudo cabe não somente à comunidade acadêmica, mas por indicar à sociedade em geral que a tendência de aumento do número de incêndios, verificada nos onze anos analisados, deve ser entendida como resultado de uma maior pressão do homem sobre o território, através do adensamento do uso do solo, da expansão da malha urbana e da exploração agrícola. Quanto mais estes processos se intensificam, maior é a pressão sobre o solo e principalmente sobre áreas verdes, aumentando, conseqüentemente, a probabilidade de que as atividades humanas possam desencadear incêndios ambientais.

Além disso, este estudo abre portas para que outros trabalhos sejam realizados, analisando, por exemplo, a dimensão das áreas atingidas por esses incêndios, suas causas, ou também as conseqüências dos mesmos na saúde das pessoas, na destruição de patrimônios públicos e particulares, para os ecossistemas e o meio ambiente como um todo.

Apointa-se o para a importância do uso da Climatologia Geográfica como ferramenta para estudo e previsão de eventos impactantes na superfície terrestre. Esta é uma tendência notada em muitos trabalhos e que deve, portanto, ser mantida a fim de que haja um constante desenvolvimento das metodologias de ensino e pesquisa no conhecimento geográfico, bem como um aperfeiçoamento dos materiais de apoio para estudos que envolvam condicionantes climáticas e a ocorrência de incêndios.

REFERÊNCIAS

ANJOS, I. B.; MARTINS, N. L. O. F.; NERY, J. T.; Estudo da precipitação pluviométrica e balanço hídrico em Maringá. **Bolteim de Geografia**. V.19, n.1. 2001.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os trópicos**. São Paulo: Difel, 1986.

BATISTA, A.C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. In: **Floresta**. V.30, (1/2) pp.45-54, 2000.

BRANDÃO, C. B. Relações entre elementos climáticos e a ocorrência de incêndios em vegetação no Parque Estadual da Pedra Branca/RJ. In: **Anais do XVI Encontro Nacional dos Geógrafos**, Porto Alegre, 2010.

CARAPIÁ, V. R. *Predição do índice de risco de incêndios e modelagem computacional do comportamento do avanço da frente do fogo no Parque Nacional da Floresta da Tijuca*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. 197p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

COELHO, L. C. C. Manual de Combate a Incêndios Florestais, Forest Fire Fighters Manual, Forestry Commission, State of the Louisiana, USA e Instituto Florestal, São Paulo, 3ª Ed., 30pg. 1999.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – DIRETORIA GERAL DE ENSINO E INSTRUÇÃO. **Manual Básico de Bombeiro Militar**. Rio de Janeiro - RJ: [s.ed]. Volume 1. [1996?]

CORPO DE BOMBEIROS DA POLICIA MILITAR DO ESTADO DE SAO PAULO. **Manual de Combate a Incêndios Florestais**. São Paulo: [s.ed]. Volume 4. 1ª Edição 2006. Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO PARANA. **Material de Apoio sobre Combate Incêndios Florestais**. Piraquara - PR. [s/Ed.]. 2005. Centro de Ensino e Instrução - Curso de Formação de Soldados BM.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ. **Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**. Curitiba – PR. [s/Ed.] 2010.

COUTO, E. A.; CÂNDIDO, J. F. Incêndios florestais. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 101p. 1980.

DAVIS, K. P. **Forest Fire: Control and Use**. McGraw-Hill. New York. 1959

DEFFUNE, G. 1990. Clima e uso da terra no norte e noroeste do Paraná – 1975-1986: subsídios ao planejamento regional. São Paulo, USP. Dissertação de Mestrado em Geografia – Universidade de São Paulo, 173p.

DEFFUNE, G; KLOSOWSKI, E. S. Variabilidade mensal e interanual das precipitações pluviométricas de Maringá, 1976-1994. **Revista Unimar**, 17(3): 501-510. 1995.

DEFFUNE, G; DELAVALENTINA, D.J.; GALVANI, E; AVANCINI, M. Classificação climática e índices de aridez para Maringá-PR, de 1976/1992. **Boletim de Geografia**, Maringá, Ano 12, Junho, 1994.

DIAS, G.F. Mudança Climática Global e Educação Ambiental, prelo, 2007.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Método de lucha contra los incendios forestales. Roma, Organización de las Naciones Unidas, 1953 p.

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 – Portugal.

GALVANI, E; PEREIRA, A. R; KLOSOWSKI, E.S. Relações entre o índice de Oscilação Sul (IOS) e o total mensal de chuva em Maringá-PR. **Revista Acta Scientiarum** 20(4) 531-535.

HENRIQUES, R., Bases ecológicas para a conservação do Cerrado. Curso de Extensão, UnB, 2005.

HERDE, L.C. Plano de prevenção e combate aos incêndios florestais para o Estado do Paraná. In: Reunião técnica conjunta FUPEF/SIF/IPEF. Curitiba – PR.. **Anais...** Curso de atualização em controle de incêndios florestais p. 130-139. 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. Rio de Janeiro - RJ. 2004.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBIO. **Manual para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais**. Brasília-DF. Apostila para Formação de Brigadista de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais. 2010

Instituto Geográfico Português (IGP) 2002. Disponível em: < <http://www.igeo.pt/gdr/pdf/Freire2002.pdf> > Acesso em 13 de outubro de 2011.

KÖPPEN, W. Climatologia. Com um estudio de los climas de la tierra. **In:** IAPAR. Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná, Londrina, 1948.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba - PR. Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1968.

MACEDO, W; SARDINHA, A. M. **Fogos florestais**. Vila Real: Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 1985. 430p.

MAFALDA, V. G; TORRES F. T. P; RIBEIRO, G. A., Eficiência de Índices de Perigo de Incêndios baseados em elementos climáticos no município de Juiz De Fora – Mg. **XIII SBGFA - Simpósio Brasileiro De Geografia Física Aplicada**. Viçosa – MG, 2009

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia – Noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Editora Oficina de textos, 2007.

NARCISO, M. G.; SORIANO, B. M. A., SANTOS, S. A. 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, 7-11 novembro 2009.

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

NUNES, J. R. S.; Ivone Satsuki Namikawa Fier, SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; Desempenho da fórmula de monte alegre (fma) e da fórmula de monte alegre alterada (fma+) no distrito florestal de monte alegre. **In: FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 2, p. 319-326, abr./jun. 2010.

POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ. Acesso em 5 de Agosto de 2011. Disponível em: <http://www.policiamilitar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=269>

RODRIGUES, Aline Nahanna Carneiro. Considerações sobre prevenção e combate aos incêndios florestais no Estado do Rio de Janeiro. Monografia, 2007.

SALA, M. G. Indicadores de fragilidade ambiental na bacia do Ribeirão Maringá-PR. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Geografia. Maringá, 2005.

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

SAMPAIO, O. B. Análise da eficiência de quatro índices na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos - SP. Curitiba-PR. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 1999.

SCHROEDER, W. Identificação de padrões climatológicos que contribuem para a ocorrência de incêndio em áreas de Cerrado usando dados AVHRR/NOAA-14. Rio de Janeiro-RJ. Mestrado em Engenharia Civil, COPPE, UFRJ, 2001.

SILVA, R. G. **Manual de prevenção e controle e combate aos incêndios florestais**. Brasília-DF. IBAMA, 19980101, 1998.

SILVEIRA, C. 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 – Portugal, 2006.

SOARES, R. V. e BATISTA, A.C. **Incêndios Florestais – Controle, Efeitos e Uso do Fogo**. Curitiba, 2007. 264 p.

SOARES, R. V.; CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. In: **Floresta**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 46-56, 1974.

SORRE, M. **Les fondements de la geographie humaine: lês fondaments de la Géographie Humaine**. Paris: Librairie Armand Colin, 1951.

TORRES, F. T. P., RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S. Perfil dos Incêndios em Vegetação nos Municípios de Juiz de Fora e Ubá, MG, de 2001 a 2007. Seropédica – RJ. In: **Floresta e Ambiente**, 2010.

TORRES, F. T. P., RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S.; Relações entre incêndios em vegetação e elementos meteorológicos na cidade de Juiz de Fora – MG. In: **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.4, 379-389, 2009.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; Determinação do período mais propício às ocorrências de incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Rev. Árvore**, 2010, vol.34, no.2, p.297-303. ISSN 0100-6762

VENTURI, N. L. Determinação de locais ótimos para implantação de torres de vigilância a incêndios florestais por meio de sistema de informações geográficas. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná (UFPR), 2006.

VIEGAS, D. X. Weather, fuel status and fire occurrence: predicting large fires. In: **Large Forest Fires**. Backhuys Publishers, Leiden, p. 31-48. 1997