

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

HEITOR RENAN FERREIRA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO, NO PERÍODO DE 2011 A
2015, NO MUNICÍPIO DE CURITIBA-PR**

CURITIBA

2016

HEITOR RENAN FERREIRA

**OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO, NO PERÍODO DE 2011 A
2015, NO MUNICÍPIO DE CURITIBA-PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a conclusão da disciplina ENGF006 e requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Batista

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

CURITIBA

2016

AGRADECIMENTOS

À toda minha família que sempre me apoiou e incentivou, especialmente aos meus pais, José Celi Ferreira e Viviane de Fátima Rebesco Ferreira, e às minhas irmãs Angelita Maria Ferreira e Verônica Cristiane Ferreira, expresso todo meu amor.

À minha amada Amanda Breda, companheira de todas as horas, obrigado pela paciência e dedicação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Carlos Batista e ao meu coorientador Prof. Dr. Alexandre França Tetto, por todo ensinamento, auxílio, conselhos, orientações e amizade ao longo de todo período de graduação.

Ao Dr. Celso Darci Seger pelo aceite do convite em fazer parte da banca examinadora, bem como pelas valiosas considerações e sugestões realizadas acerca do respectivo trabalho.

À todos meus amigos e colegas que me incentivaram e auxiliaram no decorrer dessa caminhada.

Ao Newton Celso Gurak, ao Jean Santos e à Marilene Ramos, muito obrigado pela parceria! Foi uma satisfação ter a presença de vocês no meu dia a dia.

À todos meus colegas da corporação, que auxiliaram de forma direta e indireta no decorrer dessa caminhada, seja com a disponibilidade de trocas de plantão, como incentivo para seguir em frente.

Ao Colégio Florestal de Irati e à Universidade Estadual do Centro-Oeste, que antecederam e que fazem parte de todo conhecimento adquirido na área florestal, bem como à Universidade Federal do Paraná, instituição que me acolheu, proporcionando a continuidade de meus estudos.

Ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná pela autorização do uso dos dados.

RESUMO

Os incêndios em vegetação (muitas vezes citados na literatura como incêndios florestais) são responsáveis, de forma direta e indireta, por inúmeros prejuízos ambientais, econômicos e sociais. Para se evitar a ocorrência deste evento e obter uma maior eficiência na aplicação de recursos destinados, há uma política prevencionista, no qual o uso das estatísticas de incêndios e a aplicação de índices de perigo são essenciais. O objetivo deste trabalho foi analisar e espacializar as ocorrências de incêndio em vegetação no município de Curitiba, no período de 2011 a 2015, bem como verificar a eficiência do índice de perigo de incêndios através da Fórmula de Monte Alegre (FMA) no período em questão. Os dados foram obtidos do Sistema de Registro e Estatística de Ocorrências (SysBM-CCB, versão 3.31), pertencente ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná. Foi realizada uma consistência das ocorrências classificadas como “incêndio ambiental” pela instituição, pois se referem tanto a incêndio em vegetação como a outros tipos de incêndios. Posteriormente, se realizou a quantificação e distribuição dos Registros Gerais de Ocorrências (RGOs) de acordo com a hora de início, dia da semana, mês e ano da ocorrência, além da distribuição de acordo com as regionais do município. Ao fim, foi verificado a eficiência da FMA no período em questão, mediante obtenção dos valores de *skill score* (SS) e porcentagem de sucesso (PS). Na consistência dos dados, foi verificado que dos 2.229 RGOs classificados como “incêndio ambiental” pelo Corpo de Bombeiros, 1.255 (56,3% do total) foram confirmados como incêndios em vegetação, apresentando uma média de 251 ocorrências por ano no período. Os meses de julho a setembro foram responsáveis por 120,8 ocorrências (48,1% do total). Não houve diferença significativa entre os dias da semana. O horário das 12 às 19 horas correspondeu a 74,5% das ocorrências. A regional do Boa Vista foi a mais afetada pelos incêndios em vegetação, a qual apresentou uma densidade de 22,7 incêndios por 1.000 hectares de área verde (18,9% do total das regionais do município). Após a aplicação da FMA foram obtidos um valor de SS de 0,2623 e um valor de PS de 59,26. Com base nos resultados obtidos foi possível estabelecer a estação normal de perigo de incêndios de julho a setembro, recomendando-se que as campanhas de prevenção sejam realizadas anteriormente a este período, disponibilizando-se maior efetivo para o combate aos incêndios nesta estação, principalmente das 12 às 19 horas, sem distinção com os dias da semana. Verificou-se ainda que o índice FMA apresentou boa eficiência. Portanto, recomenda-se a utilização do mesmo para ativação ou desativação de guarnições auxiliares de combate aos incêndios em vegetação durante a estação normal de perigo de incêndios.

Palavras-chave: Estatística de incêndios, grau de perigo de incêndios, fogo

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - (A) LOCALIZAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ E DO MUNICÍPIO DE CURITIBA; (B) DIVISÃO DAS REGIONAIS DE CURITIBA.....	19
FIGURA 2 - COBERTURA VEGETAL DE ACORDO COM AS REGIONAIS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA.....	21
FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DA DENSIDADE DE INCÊNDIO DE ACORDO COM CADA REGIONAL.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 -	DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO E A MÉDIA NO PERÍODO.....	29
GRÁFICO 2 -	MÉDIAS MENSAIS DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS NO PERÍODO DE ESTUDO E A CLASSIFICAÇÃO DA ESTAÇÃO DE PERIGO DE INCÊNDIOS.....	31
GRÁFICO 3 -	DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NO PERÍODO.....	33
GRÁFICO 4 -	DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL NO PERÍODO	34
GRÁFICO 5 -	DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DA EXPOSIÇÃO SOLAR MÉDIA MENSAL NO PERÍODO	35
GRÁFICO 6 -	DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DO NÚMERO MÉDIO DE DIAS MENSAIS SEM CHUVA NO PERÍODO.....	36
GRÁFICO 7 -	DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DO NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM OCORRÊNCIAS NO PERÍODO.....	37
GRÁFICO 8 -	MÉDIAS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NOS DIAS DA SEMANA DO PERÍODO.....	38
GRÁFICO 9 -	DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS DE ACORDO COM HORÁRIO DE INÍCIO DO EVENTO NO PERÍODO.....	39
GRÁFICO 10 -	ESPACIALIZAÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS EM CADA REGIONAL NO PERÍODO ANÁLISADO.....	41
GRÁFICO 11 -	DENSIDADE DE INCÊNDIOS MÉDIA EM CADA REGIONAL NO PERÍODO ANÁLISADO.....	42
GRÁFICO 12 -	DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE PERIGO DE INCÊNDIO AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO.....	44
GRÁFICO 13 -	DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS DIAS PREVISTOS E NÃO PREVISTOS AO LONGO DOS MESES DO PERÍODO.....	44

GRÁFICO 14 - NÚMEROS DE DIAS EM QUE HOUE A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO E A CLASSE DE PERIGO PREVISTA PARA OS RESPECTIVOS DIAS.....	45
--	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	REGIONAIS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA DE ACORDO COM O USO DO SOLO.....	21
TABELA 2 -	RESTRICÇÕES À SOMATÓRIA DA FMA, DE ACORDO COM A PRECIPITAÇÃO DO DIA.....	26
TABELA 3 -	ESCALA DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE.	26
TABELA 4 -	TABELA DE CONTINGÊNCIA.....	27
TABELA 5 -	CÁLCULOS DA TABELA DE CONTINGÊNCIA.....	27
TABELA 6 -	CONSISTÊNCIA DOS DADOS UTILIZADA NO ESTUDO.....	28
TABELA 7 -	DISTRIBUIÇÃO DOS INCÊNDIOS DE ACORDO COM OS MESES DE CADA ANO DO PERÍODO ANALISADO.....	30
TABELA 8 -	RESULTADOS OBTIDOS POR DIFERENTES AUTORES ACERCA DO HORÁRIO DE MAIOR INCIDÊNCIA DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO.....	40
TABELA 9 -	TABELA DE CONTIGÊNCIA.....	45
TABELA 10 -	CÁLCULOS DA TABELA DE CONTIGÊNCIA.....	46
TABELA 11 -	RESULTADOS.....	46
TABELA 12 -	RESULTADOS OBTIDOS POR DIFERENTES AUTORES ACERCA DOS VALORES DE SS E PS.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO.....	13
3.2 REGISTRO E ESTATÍSTICA DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO.....	14
3.3 ATUAÇÃO DO CORPO DE BOMBEIROS.....	16
3.4 UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIOS	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 ÁREA DE ESTUDO	19
4.2 OBTENÇÃO DE DADOS	22
4.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS	23
4.4 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIO.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 ANÁLISE DOS REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS	28
5.2 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO	29
5.3 OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NAS REGIONAIS DE CURITIBA.....	40
5.4 ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS (FMA)	43
6 CONCLUSÕES	48
7 RECOMENDAÇÕES	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICES	55

1 INTRODUÇÃO

A ocorrência de incêndios em vegetação apresenta um grande risco quando ocorre em zonas urbanas e suas interfaces junto aos maciços florestais, tratando-se de um problema ambiental, econômico e social.

Na questão ambiental há prejuízos à flora e à fauna; na questão econômica, além dos danos ao patrimônio, há um gasto de recursos materiais/humanos, sejam estes públicos ou privados, para prevenção/controle dos incêndios; e na questão social, podem haver diversos prejuízos de forma direta ou indireta, chegando ao ápice através da perda de vidas.

A ocorrência de incêndios em vegetação quando próximo a rodovias, por exemplo, diminui consideravelmente a visibilidade dos motoristas, podendo assim ser responsável por acidentes.

Além disso, pelo fato do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná ser o órgão responsável em atuar no controle de incêndios em vegetação no Estado do Paraná, ao atender e realizar o combate de uma ocorrência deste evento, os recursos material (viatura) e humano (bombeiro militar) estarão indisponíveis para atendimento de outras ocorrências que fazem parte da gama de serviços prestados pela corporação, ou seja, a ausência da ocorrência de incêndios em vegetação, além de promover uma economia aos cofres públicos, promove um ambiente melhor e uma maior segurança para a população.

A fim de se evitar a ocorrência dos incêndios se faz necessário a utilização de uma política prevencionista, atuando na conscientização e na predição destes eventos.

Para isso, o estudo acerca da ocorrência de incêndios em vegetação torna-se importante, pois através de dados estatísticos e aplicação de índices de perigo, pode-se realizar um planejamento eficiente, objetivando um cenário onde a aplicação de recursos não será menor que o necessário a ponto de colocar em risco o ambiente, bem como não será mais do que o necessário, inviabilizando economicamente, encontrando assim um ponto de equilíbrio.

O conhecimento dos períodos de maior ocorrência, através das horas do dia, dias da semana e meses do ano, traz uma importante perspectiva de

normalidade de ocorrência de incêndios em vegetação, servindo assim de auxílio para tomada de decisões.

A espacialização da ocorrência dos incêndios também é importante, pois desse modo a destinação de recursos para uma política de prevenção e de controle poderá ser melhor aplicada nas áreas mais prioritárias.

Ainda, com a classificação do grau de perigo de incêndio diário, poderá haver a ativação ou desativação de recursos extras, garantindo assim maior eficiência no processo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Esta pesquisa teve por objetivo analisar e espacializar as ocorrências de incêndios em vegetação para o município de Curitiba no período de 2011 a 2015, através da base de dados dos Registros Gerais de Ocorrências (RGOs) do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral proposto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Quantificar, espacializar e classificar as ocorrências de incêndio em vegetação em função da hora de início do evento, dia da semana, mês e ano de ocorrência;
2. Avaliar a eficiência da FMA na previsão do perigo de incêndio para o município de Curitiba.
3. Recomendar ações para prevenção e combate de incêndios.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO

Historicamente o fogo exerce importante papel na civilização humana, pois já é utilizado há mais de 500.000 anos, tornando-se um dos principais fatores para o desenvolvimento desta, desde o simples cozimento de um alimento, até a chegada à lua (SOARES; BATISTA, 2007).

Ainda, de acordo com os mesmos autores, o fogo se baseia no fenômeno físico produzido a partir da interação de no mínimo três elementos: o oxigênio, um combustível qualquer (dentre eles os vegetais, por exemplo) e uma fonte de ignição. Popularmente denomina-se essa interação de elementos como triângulo do fogo.

Apesar dos benefícios que o fogo fornece para a humanidade, este também é responsável por uma das maiores fontes de danos às florestas do planeta Terra, tendo como excepcionalidade algumas áreas tropicais chuvosas. Os efeitos provenientes do fogo impactam diretamente e indiretamente as árvores, a fauna, o solo, o patrimônio e a vida humana (TETTO; BATISTA; SOARES, 2011; SOARES; BATISTA, 2007), fazendo com que a população, políticos e gestores tenham por objetivo a erradicação dos incêndios (DELGADO; FABADÚ; TERRÉN, 2009).

A ocorrência e propagação dos incêndios florestais são influenciados principalmente pela quantidade, tipo, arranjo e umidade do material combustível; condições climáticas; topografia; e tipo de vegetação (SOARES; BATISTA, 2007).

De acordo com Ramos (1995), entende-se por incêndio florestal o fogo sem controle incidente sobre qualquer forma de vegetação, podendo ter um agente causador de forma antrópica ou natural. Corroborando com Ramos (1995), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (2016) define incêndio florestal como a ocorrência de fogo fora de controle em qualquer tipo de vegetação.

Soares e Batista (2007) definem incêndio florestal como um fogo incontrolado dentro de uma floresta que possui uma propagação livre e consome os diferentes tipos de materiais combustíveis presentes no ambiente em questão.

Os autores ainda ressaltam que apesar de não ser apropriado, tal termo é frequentemente generalizado para a definição em outros tipos de vegetação, como por exemplo, capoeiras e campos. Verifica-se assim que há certa confusão no termo “incêndio florestal” devido às diferentes definições existentes.

Para a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), o termo floresta baseia-se na seguinte definição:

Área medindo mais de 0,5 ha com árvores maiores que 5 m de altura e cobertura de copa superior a 10%, ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros *in situ*. Isso não inclui terra que está predominantemente sob uso agrícola ou urbano (FAO, 2012, p. 3).

Com base nesta definição de floresta e nas demais definições de incêndios florestais, entende-se que o termo incêndio não deve ser tão generalista ao se tratar de incêndios de vegetação em áreas urbanas, portanto corroborando com Torres *et al.* (2008), no decorrer do respectivo trabalho será utilizado o termo incêndio em vegetação, que se baseia em um termo generalista, referindo-se a incêndio em qualquer tipo de vegetação, sendo ela herbácea, arbustiva ou arbórea.

3.2 REGISTRO E ESTATÍSTICA DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO

De acordo com Soares e Batista (2007), é importante o conhecimento das estatísticas referentes aos incêndios em vegetação, visando o planejamento do controle destes, sendo que a falta dessa informação pode levar a gastos muito altos em proteção (maior do que o necessário) ou gastos muito pequenos, neste caso colocando em risco o ambiente.

Em todos os países do mundo a defesa contra incêndios em vegetação é uma atividade desenvolvida e financiada de forma integral ou parcial, através de fundos públicos. Com isso, supõe-se necessária a transparência das informações relativas à ocorrência dos incêndios (FIMIA; ALCALDE, 2009). De acordo com os mesmos autores, a própria administração pública necessita ter ciência dos registros que permitem saber a evolução contínua deste sinistro.

Normalmente, as organizações administrativas encarregadas da defesa contra os incêndios florestais dispõe de um procedimento simples de coleta de informações básicas, como por exemplo: o local de ocorrência, período, número de incêndios e área atingida pelo fogo (FIMIA; ALCALDE, 2009).

Para se ter um completo plano de prevenção à ocorrência de incêndios, necessita-se de informações sobre a causa, período, locais de ocorrência, tempo de mobilização, de combate, número de combatentes, equipamentos adequados, vegetação atingida e outros itens que se julgar importantes. Tais informações são fundamentais para avaliação da eficiência do plano de prevenção e possíveis alterações e correções necessárias para melhoria do desempenho (SOARES, 1996).

Corroborando com Soares (1996), Fimia e Alcalde (2009) recomendam que o mínimo de informações que um formulário deve conter são: código de registro; localização geográfica do início do incêndio; horários de início, primeiro ataque e extinção; forma de detecção; causa; condições meteorológicas; meios de extinção; presença ou ausência de vítimas; e área atingida pelo fogo. Informações adicionais também são importantes, como por exemplo, tipos de material combustível, comportamento do fogo, as técnicas de ataque, etc.

De acordo com Soares e Batista (2007), o período de ocorrências de incêndio, sendo distribuído através dos meses e até dos dias da semana, também é uma informação importante para a elaboração de planos de prevenção.

Devido aos incêndios em vegetação não ocorrerem com as mesmas frequências em todas as regiões, uma contínua coleta de dados estatísticos pode definir áreas de maior ocorrência deste evento, sendo assim uma importante informação na elaboração dos planos de prevenção (SOARES; BATISTA, 2007).

Existe uma série de dados normalmente utilizados em muitos países do mundo, dispondo de resultados como: incêndios de acordo com sua extensão; número de incêndios por causa; incêndios e superfícies afetadas por mês; incêndios segundo condições meteorológicas; horário do início dos incêndios; procedimentos de detecção; e meios de extinção (FIMIA; ALCALDE, 2009).

Heikkilä, Grönqvist e Jurvélius (2007) tratam que:

- a) A obtenção de informações da hora do dia, data, mês e ano que ocorreu o incêndio, permite saber os períodos que ocorrem mais frequentemente;
- b) Informações sobre o tamanho da área atingida permite saber o quão agressivo foi o evento, bem como a avaliação da efetividade do combate ao mesmo;
- c) Informações quanto a localização e tipo de vegetação atingida, permite saber onde são as áreas mais atingidas;
- d) Informações como a causa do incêndio, permite saber como e por que ocorrem.

3.3 ATUAÇÃO DO CORPO DE BOMBEIROS

No Brasil, o Estado do Paraná foi um dos pioneiros a se preocupar com a prevenção e combate aos incêndios em vegetação, devido a ocorrência de um incêndio no ano de 1963, que atingiu uma extensa área do estado e causou um grande número de vítimas fatais, evento este conhecido como “Paraná em flagelo” (TETTO, 2012).

De acordo com a Constituição do Estado do Paraná de 1989 (PARANÁ, 2006), em seu art. 48:

Art. 48. À Polícia Militar, força estadual, instituição permanente e regular, organizada com base na hierarquia e disciplina militares, cabe a polícia ostensiva, a preservação da ordem pública, **a execução de atividades de defesa civil, prevenção e combate a incêndio**, buscas, salvamentos e socorros públicos, o policiamento de trânsito urbano e rodoviário, o policiamento ferroviário, de florestas e de mananciais, além de outras formas e funções definidas em lei.

O parágrafo único do art. 46 (PARANÁ, 2006) dispõe que “o Corpo de Bombeiros é integrante da Polícia Militar.” Com isso, verifica-se que o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado do Paraná tem como dever legal a prevenção e combate a incêndios.

Na cidade de Curitiba há dois Grupamentos de Bombeiros (GBs), que atuam dentre outras atividades na prevenção e combate a incêndios em vegetação. O 1º GB, que possui atualmente cinco Postos de Bombeiro (PBs) em

operação, distribuídos entre a região central e sul do município, e o 7° GB, que possui atualmente três PBs em operação, distribuídos na região norte de Curitiba (CORPO DE BOMBEIROS PARANÁ, 2016).

Em cada ocorrência de incêndio em vegetação atendida pelo Corpo de Bombeiros é realizado o preenchimento do Registro Geral de Ocorrência (RGO), sendo posteriormente repassado ao Sistema de Registro e Estatística de Ocorrências (SysBM-CCB, versão 3.31).

Ainda, de acordo com a Constituição do Estado do Paraná de 1989 (PARANÁ, 2006), em seu art. 50:

Art. 50. A Polícia Científica, com estrutura própria, incumbida **das perícias de criminalística** e médico-legais e de outras atividades técnicas congêneres, será dirigida por perito oficial de carreira da classe mais elevada, na forma da lei.

Assim observa-se que para o Estado do Paraná, a responsabilidade de perícias de criminalística, que engloba a causa da ocorrência de incêndios em vegetação, se dá por parte da polícia científica, dificultando a obtenção das possíveis causas dos atendimentos a ocorrências de incêndios em vegetação realizados pelo Corpo de Bombeiros (CORPO DE BOMBEIROS PARANÁ, 2016).

Em geral, a ocorrência dos incêndios em vegetação se dá devido à falha na prevenção, pois segundo Soares (1982a), onde a prevenção é eficiente, não há a necessidade de haver o combate.

3.4 UTILIZAÇÃO DE ÍNDICES DE PERIGO DE INCÊNDIOS

Índices de perigo de incêndios são números que refletem a probabilidade de ocorrer um incêndio, bem como a facilidade do mesmo se propagar, baseando-se nas condições atmosféricas do dia ou de uma sequência de dias (SOARES; NUNES; BATISTA, 2008), sendo que seu conhecimento é uma ferramenta útil na programação de atividades de prevenção e combate aos incêndios em vegetação (SOARES; BATISTA, 2007).

Estruturalmente, os índices de perigo de incêndio baseiam-se na variação de alguns fatores, que podem ser classificados como fatores permanentes (material combustível, relevo e tipo de floresta) e variáveis (condições

meteorológicas), sendo que os fatores variáveis apresentam uma base sólida para a determinação do grau de perigo de ocorrência de incêndios, devido a variação apresentada em um curto espaço de tempo, enquanto os de caráter permanente não possuem variação em curto prazo, não sendo assim indicados para a determinação de perigo de incêndios (SOARES; BATISTA, 2007; SOARES; NUNES; BATISTA, 2008).

Soares e Batista (2007) descrevem que o conhecimento dos índices de perigo de incêndio possibilita a adoção de medidas preventivas em bases mais eficientes e econômicas. Desse modo, os autores ressaltam que o planejamento do setor de prevenção deve ser ajustado às mudanças do perigo de incêndios, pois a concentração de muitos recursos no controle de incêndios pode tornar-se extremamente cara e economicamente inviável ou, por outro lado, a limitação de recursos a níveis muito baixos pode colocar em risco o ambiente.

Macedo e Sardinha (1987) citam que as classes de perigo são úteis ainda para fins de aviso público e de alerta, podendo ser facilmente apresentadas e divulgadas de forma gráfica e sugestiva por meio de painéis, por exemplo. Os mesmos autores ainda ressaltam que o efetivo de pessoal necessário pode ser determinado com base nos índices de perigo, assim mantendo apenas em serviço ativo o número necessário de acordo o grau de perigo em que se encontra.

Utilizam-se ainda os índices de perigo de incêndios para a gestão das organizações de combate, planejamento de estruturas logísticas, combate ao incêndio, avaliação de prejuízos, práticas de queima controlada e ordenamento florestal (MACEDO; SARDINHA, 1987).

No Brasil, o principal índice utilizado é o proposto por Soares (1972), mediante utilização de dados da região central do Estado do Paraná, denominado Fórmula de Monte Alegre (FMA), que foi pioneiro no país e é utilizado também em alguns países da América do Sul (SOARES; BATISTA, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o município de Curitiba, localizado na região sul do Brasil, sendo a capital do Estado do Paraná (FIGURA 1). Possui como coordenadas 25° 25' 41" de latitude sul e 49° 16' 23" de longitude oeste, apresentando uma área de 435,036 km² (IBGE, 2016).

O município de Curitiba possui nove unidades administrativas ou regionais que englobam 75 bairros, sendo elas: Bairro Novo, Boa Vista, Boqueirão, Cajuru, Cidade Industrial de Curitiba (CIC), Matriz, Portão, Pinheirinho e Santa Felicidade, totalizando uma população estimada em 1.893.997 de habitantes (AGÊNCIA CURITIBA DE DESENVOLVIMENTO S.A., 2015).

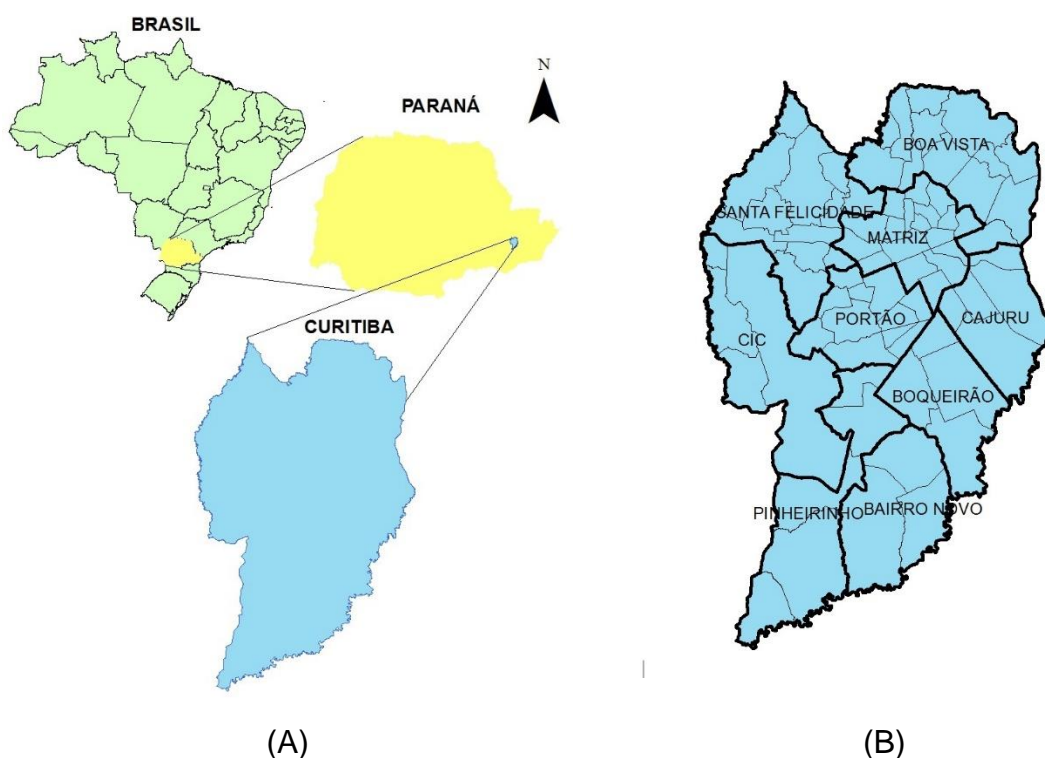


FIGURA 1 – (A) LOCALIZAÇÃO DO ESTADO DO PARANÁ E DO MUNICÍPIO DE CURITIBA; (B) DIVISÃO DAS REGIONAIS DE CURITIBA
FONTE: IPPUC (2015); ITCG (2016); NEREUS (2016), elaborado pelo autor (2016)

De acordo com Fanini (2008), Curitiba possui um relevo levemente ondulado, com altitude média de 934,6 m, variando entre os valores mínimo e máximo de aproximados 900 a 1.000 metros. Ainda de acordo com o mesmo autor o município localiza-se em região de clima tipo Cfb, caracterizado como temperado ou subtropical úmido, sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas frequentes e ocasionais, precipitações de neve, apresentando temperaturas médias de 22 °C no verão e 10 °C no inverno. De acordo com Curitiba (2016), o município possui uma precipitação média anual de 1.413 mm.

De acordo com Maack (2012), o município de Curitiba está inserido na região fitogeográfica limítrofe de campo com floresta com araucária (Floresta Ombrófila Mista), integrado ao Bioma Mata Atlântica.

Após uma consistência dos dados divulgados pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC, 2014), Monteiro (2015) verificou que o município possui 1.090 áreas verdes, estando distribuídas em 15 bosques, 21 eixos de animação, 2 jardins ambientais, 470 jardinetes, 56 largos, 30 núcleos ambientais, 24 parques, 455 praças e 15 RPPNMs.

De acordo com Curitiba (2016), a cidade apresenta 77.786.020,60 m² de maciços florestais, dos quais 11.011.134,00 m² são constituídos por 33 unidades de conservação - parques públicos, oferecendo aproximadamente 51,5 m² por habitante, além de possuir aproximadamente 300 mil árvores de rua.

Monteiro (2015), ao realizar seu estudo de caracterização das áreas verdes no município de Curitiba, chegou às proporções por regionais apresentadas na Tabela 1 e Figura 2.

TABELA 1 - REGIONAIS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA DE ACORDO COM O USO DO SOLO

REGIONAL	ÁREAS (ha)		
	Sem vegetação	Com vegetação	Área total
Bairro Novo	1.912,14	2.588,67	4.500,80
Boa Vista	3.471,08	2.776,38	6.247,46
Boqueirão	2.670,07	1.308,75	3.978,82
Cajuru	2.463,64	1.103,89	3.567,53
Cidade Industrial	3.044,41	2.953,93	5.998,35
Matriz	2.586,21	1.007,77	3.593,97
Pinheirinho	2.792,50	2.871,21	5.663,70
Portão	2.480,29	903,19	3.383,49
Santa Felicidade	3.050,14	3.468,83	6.518,97
TOTAL	24.470,47	18.982,61	43.453,09

FONTE: Monteiro (2015), elaborada pelo autor (2016).

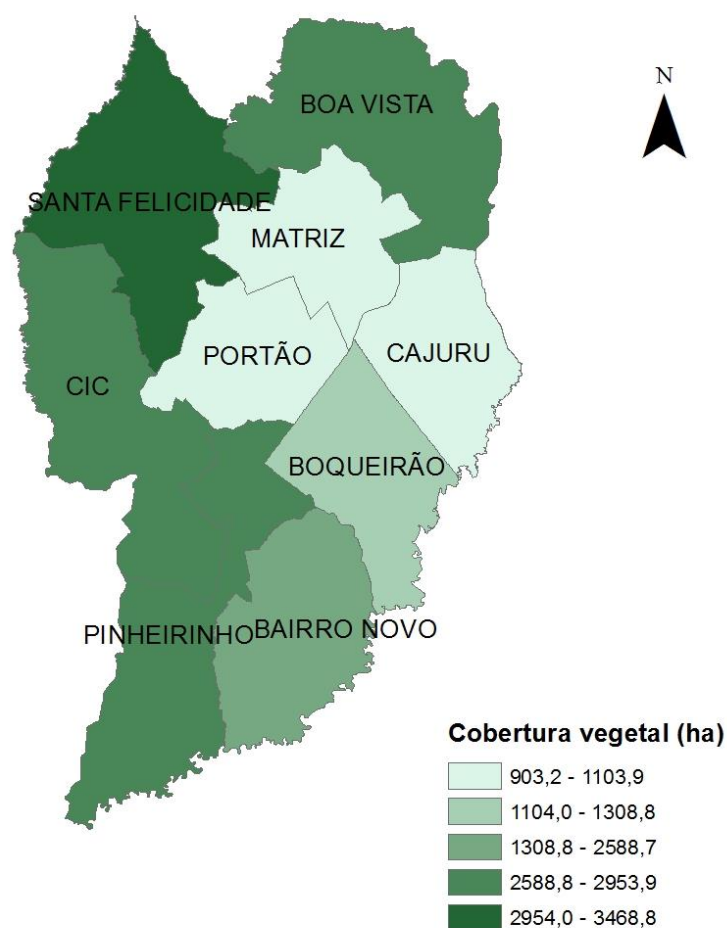


FIGURA 2 – CLASSIFICAÇÃO DAS REGIONAIS DE ACORDO COM A COBERTURA VEGETAL
 FONTE: IPPUC (2015); Monteiro (2015), elaborado pelo autor (2016).

4.2 OBTENÇÃO DE DADOS

A base de dados utilizada para a análise das ocorrências de incêndios em vegetação no município de Curitiba, foi o Sistema de Registro e Estatística de Ocorrências (SysBM-CCB, versão 3.31), pertencente ao Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná (2016).

Nas ocorrências atendidas pela referida instituição, é realizado o preenchimento em campo do formulário de Registro Geral de Ocorrência (RGO), sendo posteriormente (após retorno da guarnição ao Posto de Bombeiro - PB), as informações do formulário repassadas para o sistema de registro digital.

O RGO baseia-se em um formulário que contém as seguintes informações:

- Data;
- Viatura empregada;
- Endereço;
- Natureza da ocorrência;
- Horário de acionamento;
- Horário de saída da viatura do Posto de Bombeiro;
- Horário de chegada da viatura ao local;
- Horário da saída da viatura do local;
- Descritivo da situação no local;
- Tipo de material atingido;
- Presença de vítimas;
- Entre outros.

Para o estudo em questão foram considerados os seguintes itens contidos nos RGOs:

- a) Data;
- b) Endereço e bairro
- c) Hora saída viatura
- d) Situação no local
- e) Ações realizadas

No entanto, observou-se nas análises individuais de cada RGO que não houve uma padronização de preenchimento nos seguintes itens:

- a) Hora: horário da solicitação;
- b) Ambiente: classificação do local onde houve a ocorrência;
- c) Composição: tipo de vegetação atingida;
- d) Utilização: utilização pública ou privada do ambiente;
- e) Área total: área total do ambiente da ocorrência; e
- f) Área atingida: área atingida pelo incêndio em vegetação.

Devido a esta não padronização observada mediante inconsistências de preenchimento em muitos registros de ocorrência, optou-se por não considerá-los de forma absoluta para o estudo, somente como auxílio na consistência dos dados.

As ocorrências que envolvem incêndio em vegetação são classificadas pela instituição como “incêndio ambiental”, porém esta mesma classificação é utilizada para outros tipos de incêndio, como por exemplo, incêndio em entulhos.

O acesso às informações gerais das ocorrências de “incêndio ambiental” são abertas ao público mediante *websíte* disponibilizado na página do Corpo de Bombeiros - Cascavel, contendo as ocorrências registradas em todo o estado, porém informações detalhadas como o descritivo da situação no local, podem ser acessadas somente mediante usuário e senha disponibilizados pelo Corpo de Bombeiros ao seu efetivo.

Para a realização deste estudo, foi solicitada e deferida a autorização do uso do usuário e senha pessoal para utilização dos dados referentes à classificação de “incêndio ambiental”, no município de Curitiba, nos anos de 2011 a 2015.

4.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Após a obtenção de dados, realizou-se então a leitura/análise de cada ocorrência registrada entre o período em questão, objetivando a realização de uma consistência dos dados referentes a incêndio em vegetação.

Utilizou-se o *software* Excel (MICROSOFT OFFICE, versão 2007) para a tabulação, padronização e armazenamento dos dados relativos à cada ocorrência confirmada como incêndio em vegetação, formatando assim um novo banco de dados para o estudo em questão.

Quanto aos dados meteorológicos, utilizou-se o Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP), disponibilizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, onde foram obtidos os dados relativos à precipitação (mm), insolação (horas), temperatura máxima (°C) e umidade relativa média (%) para o município de Curitiba, no período de 2011 a 2015, através da estação meteorológica de código 83842, localizada no próprio município junto as coordenadas 25° 25' 59.9" de latitude sul e 49° 16' 0.0" de longitude oeste, e na altitude de 923,5 m (INMET, 2016).

A análise dos dados foi de acordo com a frequência dos incêndios nos dias da semana, meses, anos e regiões administrativas do município de Curitiba, bem como a análise do horário do acionamento das viaturas para os respectivos atendimentos.

Com a frequência dos incêndios em cada regional do município de Curitiba, realizou-se a divisão entre o número de incêndios e a área verde presente na respectiva regional conforme apresentado na Tabela 1, objetivando posterior comparação entre as regiões administrativas. Os resultados dessa divisão, denominada de Densidade de Incêndio (DI), expressa o número médio de incêndios ocorridos em um período analisado por 1.000 ha de área de cobertura vegetal (RODRIGUEZ; MENZONET, 2004; TETTO, 2012).

Realizou-se ainda a determinação, corroborando com estudos realizados pelos mesmos autores do número de dias de cada mês nos quais ocorreram incêndios, pois de acordo com Tetto (2012), esta informação possibilita a identificação dos meses que possuem um maior número de dias com ocorrência de incêndios.

Para a espacialização da distribuição dos incêndios em vegetação nas regionais administrativas de Curitiba, foram elaborados mapas mediante utilização do *software* ArcGis (ESRI, versão 10.4.1), utilizando como divisão de classes o método de intervalos naturais.

Aplicou-se o Teste de Bartlett, para verificar a hipótese de homogeneidade das amostras, para então ser realizada análise de variância (95% de probabilidade) com base em um delineamento inteiramente casualizado de fator único.

Quando a hipótese foi rejeitada, foi realizada a transformação de dados para \sqrt{x} , de acordo com Soares (1982b), objetivando a homogeneização dos dados, e assim testado novamente para verificação de homogeneidade das médias.

Após confirmada a homogeneidade, procedeu-se a análise de variância para a distribuição da frequência e dos horários das ocorrências de incêndios de acordo com os dias da semana, meses, anos e regional administrativa, sendo considerado o horário da ocorrência, os dias da semana, meses e regionais administrativas como tratamento, e os anos como repetições.

Nos casos em que a análise de variância apresentou diferença significativa entre os tratamentos, comparou-se a média mediante o teste SNK (Student-Newman-Keuls), também com uma probabilidade de 95%.

Todos os testes estatísticos foram obtidos mediante utilização do *software* Excel (MICROSOFT OFFICE, versão 2007) e do *software* ASSISTAT (UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG, versão 7.7).

4.4 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIO

Para determinação do índice de perigo de incêndio, foi utilizada a “Fórmula de Monte Alegre” (FMA) proposta por Soares (1972), que utiliza diretamente a umidade relativa do ar medida às 13 horas e como um fator restritivo o cumulativo da precipitação pluviométrica representada na seguinte equação:

$$FMA = \sum_{i=1}^n \left(\frac{100}{Hi} \right)$$

Onde:

FMA = Fórmula de Monte Alegre

Hi = umidade relativa do ar (%), medida às 13 horas

n = número de “*i*” dias sem chuva maior ou igual a 13,0 mm

Para este estudo utilizou-se a umidade relativa do ar observada às 12 horas, visto que o BDMEP do INMET disponibiliza apenas a umidade relativa observada no horário das 12 horas.

Portanto, para esta pesquisa:

H_i = umidade relativa do ar (%), medida às 12 horas

A restrição ao somatório da FMA, com base na precipitação pluviométrica do dia, está apresentada na Tabela 2.

TABELA 2 - RESTRIÇÕES À SOMATÓRIA DA FMA, DE ACORDO COM A PRECIPITAÇÃO DO DIA

CHUVA DO DIA (mm)	MODIFICAÇÃO DO CÁLCULO
≤ 2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% da FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
5,0 a 9,9	Abater 60% da FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
10,0 a 12,9	Abater 80% da FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia.
> 12,9	Interromper o cálculo (FMA = 0) e recomeçar a somatória no dia seguinte.

FONTE: Soares (1972), elaborada pelo autor (2016).

A Tabela 3 apresenta a escala utilizada para interpretação do grau de perigo estimado pela FMA.

TABELA 3 - ESCALA DE PERIGO DA FÓRMULA DE MONTE ALEGRE

VALOR DE FMA	GRAU DE PERIGO
≤ 1,0	Nulo
1,1 a 3,0	Pequeno
3,1 a 8,0	Médio
8,1 a 20,0	Alto
> 20,0	Muito alto

FONTE: Soares (1972), elaborada pelo autor (2016).

Para cada dia do período analisado foi verificado o grau de perigo de incêndio de acordo com a FMA. A verificação da eficiência da FMA para previsão do perigo de incêndios foi feita mediante uma tabela de contingência para obtenção do *skill score* (SS) e da porcentagem de sucesso (PS), que de acordo com Sampaio (1999) baseia-se nos casos previstos e Nos casos observados

(incêndio e não incêndio), comparados com os valores observados e os valores previstos do mesmo evento na mesma população.

Ainda de acordo com Sampaio (1999), e também Tetto (2012), Nunes (2005) e Kovalsyki (2016), para o cálculo da tabela de contingência foi considerado os índices nulo e pequeno como não indicação de perigo da ocorrência de incêndios, e os índices médio, alto e muito alto como indicação de perigo da ocorrência de incêndios. Na Tabela 4 é apresentada a tabela de contingência utilizada para o cálculo do *skill score*.

TABELA 4 - TABELA DE CONTINGÊNCIA

EVENTO		OBSERVADO		TOTAL PREVISTO
		INCÊNDIO	NÃO INCÊNDIO	
PREVISTO	INCÊNDIO	a	b	N2 = a + b
	NÃO INCÊNDIO	c	d	N4 = c + d
TOTAL OBSERVADO		N1 = a + c	N3 = b + d	N = a + b + c + d

FONTE: Sampaio (1999), elaborada pelo autor (2016).

TABELA 5 - CÁLCULOS DA TABELA DE CONTINGÊNCIA

EVENTO		OBSERVADO		TOTAL PREVISTO
		INCÊNDIO	NÃO INCÊNDIO	
PREVISTO	INCÊNDIO	a / (a + c)	b / (b + d)	1
	NÃO INCÊNDIO	c / (a + c)	d / (b + d)	1
TOTAL OBSERVADO		1	1	2

FONTE: Sampaio (1999), elaborada pelo autor (2016).

Tem como variáveis:

N: número total de observações ($N = a + b + c + d$)

G: número de acertos na previsão ($G = a + d$)

H: número de acertos esperado [$H = N \cdot (1 - p) \cdot (1 - q) + N \cdot p \cdot q$]

Onde:

$$p = N1 / N$$

$$q = N2 / N$$

$$SS \text{ (skill score)} = (G - H) / (N - H)$$

$$PS \text{ (porcentagem de sucesso)} = G / N$$

Quanto maior o valor de *skill score* e de porcentagem de sucesso obtidos, melhor é o desempenho da fórmula para o local e período testado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DOS REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS

Foram analisadas ao todo 2.229 ocorrências classificadas como “incêndio ambiental” das quais 1.255 (56,3% do total) foram confirmadas como incêndio em vegetação e as 974 (43,7% do total) restantes correspondendo a outros tipos de incêndios e/ou que apresentavam poucas informações que inviabilizaram sua classificação, sendo, portanto, descartadas da análise.

A Tabela 6 apresenta a consistência dos dados para análise neste estudo.

TABELA 6 - CONSISTÊNCIA DOS DADOS UTILIZADA NO ESTUDO

MÊS	INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO	%	OUTROS TIPOS DE INCÊNDIO	%	TOTAL DE OCORRÊNCIAS
Janeiro	76	48,1	82	51,9	158
Fevereiro	60	44,8	74	55,2	134
Março	87	54,0	74	46,0	161
Abril	94	50,5	92	49,5	186
Mai	96	54,5	80	45,5	176
Junho	80	48,8	84	51,2	164
Julho	138	63,9	78	36,1	216
Agosto	317	71,4	127	28,6	444
Setembro	149	58,9	104	41,1	253
Outubro	65	54,6	54	45,4	119
Novembro	47	44,3	59	55,7	106
Dezembro	46	41,1	66	58,9	112
TOTAL	1255	-	974	-	2229
MÉDIA	-	56,3	-	43,7	-

FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborada pelo autor (2016).

A consistência dos dados, realizada através da análise individual de cada ocorrência, apresentou um valor semelhante aos encontrados por Ferreira e Tetto (2013), que utilizaram como base de dados o SysBM-CCB e que após uma consistência baseada em uma análise geral das ocorrências de “incêndio ambiental” no Estado do Paraná em 2012, consideraram 56,5% (5.106 RGOs) do total de 9.032 ocorrências como incêndios em vegetação. Kovalsyki *et al.* (2014), também ao utilizarem a mesma base de dados e ao realizarem uma consistência geral para o município de Ponta Grossa no período de 2006 a 2013, constataram um aproveitamento de 1.596 ocorrências (50,2% do total) de incêndios em vegetação.

Lorenzetto (2012), ao classificar de forma geral as ocorrências do período de 2007 a 2010 para o Estado do Paraná, usando também a base de dados do SysBM-CCB, descartou os RGOs que não constavam com a indicação da área queimada, sendo, portanto, aproveitados do total de 40.479, apenas 27.600 ocorrências (68,18%) com o restante (12.879) das ocorrências (31,82%) descartadas.

Das 1.255 ocorrências de incêndio em vegetação para o período em questão deste estudo, verificou-se que em 1.074 (85,6%) destas houve intervenção da guarnição do Corpo de Bombeiros, enquanto em 181 ocorrências (14,4%) não pelo fato de ao chegar no local a equipe ter constatado que existiu de fato um incêndio em vegetação, porém ocorreu auto extinção ou o fogo foi combatido por terceiros.

5.2 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO

O Gráfico 1 apresenta o total de ocorrências de incêndios em vegetação para cada ano e a média encontrada no período.

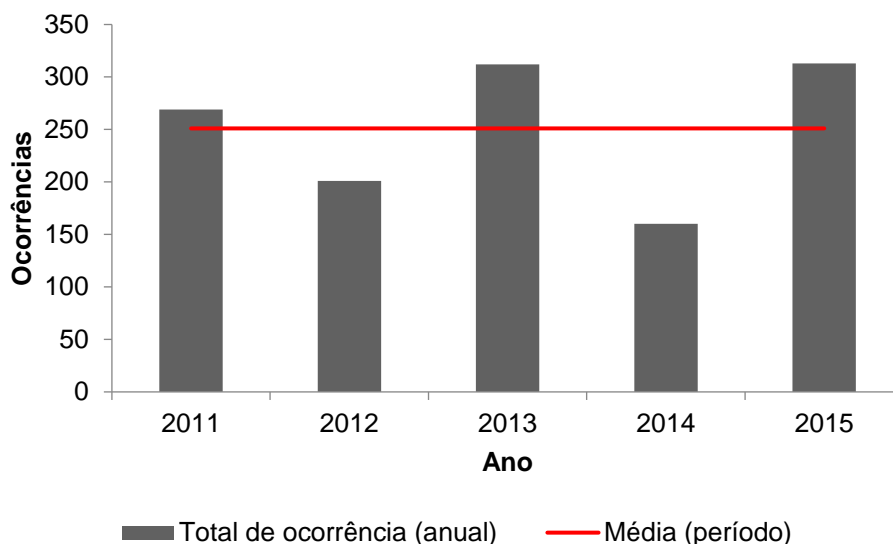


GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO E A MÉDIA NO PERÍODO

FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Observa-se que os anos de 2011 (269 ocorrências), 2013 (312 ocorrências) e 2015 (313 ocorrências) apresentaram um total de ocorrências de incêndio em vegetação superior à média do período (251 ocorrências), enquanto

os anos de 2012 (201 ocorrências) e 2014 (160 ocorrências), apresentaram um valor abaixo da média do período.

Foi verificado se houve influência do fenômeno climático El Niño e do La Niña, visto que alteram os regimes de chuva quando presentes, porém de acordo com o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) pertencente ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (2016), no período analisado somente no final do ano de 2015 foi verificado a presença do El Niño, assim não se relacionando com as variações verificadas em cada ano.

Procurou-se uma justificativa para um maior número de incêndios em determinados anos perante outros anos, comparando com os dados meteorológicos anuais como: precipitação total, insolação total, umidade relativa do ar média e temperatura máxima média, porém os resultados obtidos não sugeriram nenhuma relação com os dados meteorológicos anuais e a totalidade do número de incêndios anuais.

Observou-se também que houve certa periodicidade na distribuição do número total de incêndios, sendo necessário um estudo para verificar a hipótese da possibilidade de que houve maior número de incêndios nos anos ímpares do período por possuir um maior acúmulo de material combustível, e nos anos pares do período, a carga de material combustível pode ter sido menor devido à extinção do mesmo no ano anterior.

A Tabela 7 apresenta a distribuição dos incêndios de acordo com os meses de cada ano do período analisado.

TABELA 7- DISTRIBUIÇÃO DOS INCÊNDIOS DE ACORDO COM OS MESES DE CADA ANO DO PERÍODO ANALISADO

MÊS	Nº DE OCORRÊNCIAS					TOTAL	MÉDIA
	2011	2012	2013	2014	2015		
Janeiro	3	10	24	21	18	76	15,2
Fevereiro	3	15	10	29	3	60	12,0
Março	6	36	14	6	25	87	17,4
Abril	17	12	27	5	33	94	18,8
Mai	31	4	33	11	17	96	19,2
Junho	30	3	3	2	42	80	16,0
Julho	74	7	32	10	15	138	27,6
Agosto	31	29	112	30	115	317	63,4
Setembro	33	42	36	12	26	149	29,8
Outubro	11	19	9	20	6	65	13,0
Novembro	12	20	4	9	2	47	9,4
Dezembro	18	4	8	5	11	46	9,2
TOTAL	269	201	312	160	313	1255	-

FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Ao se analisar a normalidade dos dados, verificou-se a necessidade da transformação para \sqrt{x} do número de ocorrências médios de cada mês em cada ano do período analisado, para posterior aplicação do Teste de Bartlett. Ao se aplicar o Teste de Bartlett, a hipótese de que as variâncias são homogêneas não foi rejeitada ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$) (APÊNDICE - TABELA 13).

Procedeu-se então a aplicação da análise de variância (ANOVA), observando-se diferença significativa entre as médias ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Ao se verificar diferença significativa entre os meses, realizou-se o teste SNK, observando-se que o mês de agosto difere estatisticamente dos demais ao nível de 5% de probabilidade, apresentando uma frequência relativa de 25,3% (APÊNDICE - TABELA 14).

Embora as médias dos meses de julho e de setembro não tenham apresentado diferença estatisticamente significativa perante os demais, observou-se que apresentaram uma frequência relativa de 11 e 11,9% respectivamente, as quais somando com o mês de agosto responderam por 48,1% da média do período (aproximadamente 121 ocorrências), caracterizando-se assim como a estação de perigo de incêndios do município de Curitiba.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição das médias do número de ocorrências e o período do ano de maior risco de incêndios.

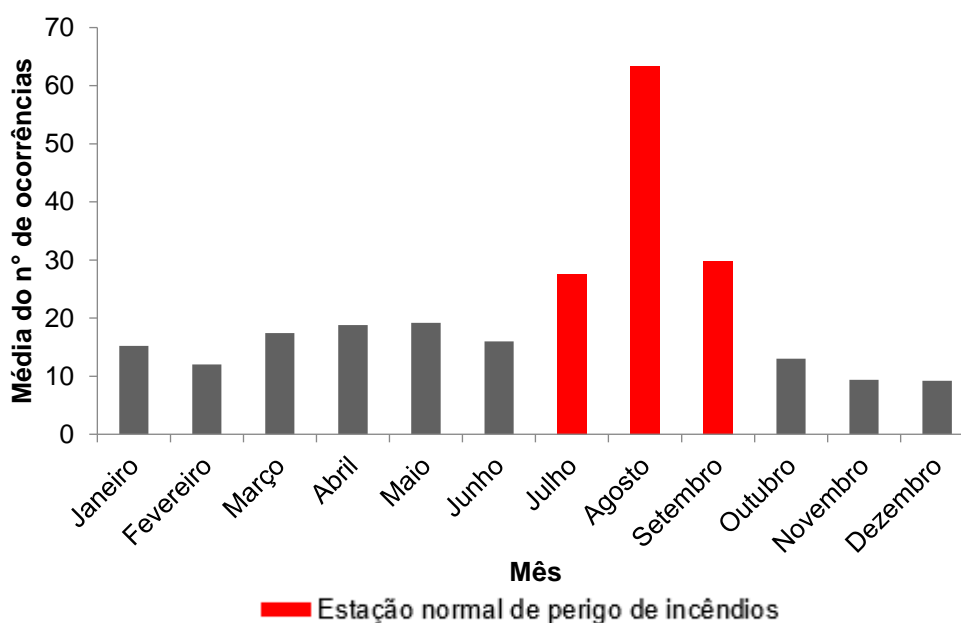


GRÁFICO 2 – MÉDIAS MENSAIS DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS NO PERÍODO DE ESTUDO E A CLASSIFICAÇÃO DA ESTAÇÃO DE PERIGO DE INCÊNDIOS
 FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Soares (2009), analisando as ocorrências de incêndios florestais no Brasil nos anos de 1983 a 1987, de 1994 a 1997 e 1998 a 2002, definiu a estação de incêndios no Brasil se estendendo de junho a novembro, verificando que nesta época do ano ocorreram 80,4, 85,2 e 71,2% do total de ocorrências nos três períodos, respectivamente.

Vosgerau (2005), ao realizar a análise dos incêndios florestais atendidos pelo Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Paraná, dos anos de 1991 a 2001, observou que a estação normal de perigo de incêndios se situou dos meses de junho a agosto para o período (53,18% do total de ocorrências), sendo agosto o mês mais afetado, com 24,47% do total de ocorrências.

Tetto (2012), em seu estudo na região Telêmaco Borba, Paraná, observou dos anos de 1965 a 2009 uma maior incidência de incêndios florestais nos meses de julho a setembro, totalizando 47,6% de ocorrências do período.

Outros estudos como os de Tetto, Batista e Soares (2012), Ferreira, Tetto e Batista (2012) e Ferreira e Tetto (2013) também corroboram a definição de que os meses de julho a setembro representam o período crítico de incêndios em vegetação no Paraná.

Em estudo realizado por Kovalsyki (2016), na região de Ponta Grossa, PR, foi observado uma maior incidência do número de ocorrências de incêndios em vegetação no inverno, que corresponde ao período de junho a setembro, no qual se verificou 49,4% do total de ocorrências.

Com isso, verifica-se que a estação de perigo de incêndios observada no respectivo estudo corrobora com diversos estudos realizados em nível nacional e estadual. Tal resultado ocorreu principalmente pelo fato de que no período analisado os meses de julho a agosto apresentaram uma baixa média pluviométrica, uma baixa média da umidade relativa do ar e uma alta incidência de exposição solar, conforme apresentam os Gráficos 3, 4 e 5.

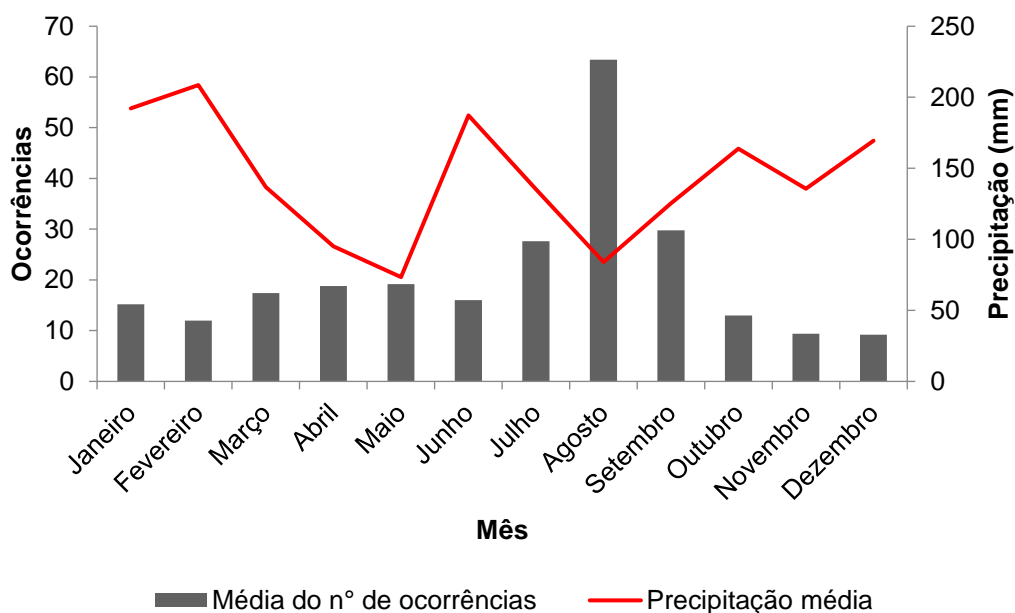


GRÁFICO 3 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL NO PERÍODO

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

Os meses que apresentaram menor média de precipitação pluviométrica se assemelham com os estudos realizados por Vosgerau (2005) para o Estado do Paraná e Tetto (2012) para o município de Telêmaco Borba, PR, que observaram que julho e agosto são os meses com menor precipitação pluviométrica.

Ao se realizar a Correlação de Pearson para a média do número de ocorrências no período e a média de precipitação mensal do período, obteve-se um resultado de $-0,5551$, apresentando uma moderada correlação inversa entre o valor médio de precipitação mensal e o número médio de ocorrência de incêndios em vegetação, isto é, quanto menor a precipitação, maior a ocorrência de incêndios, corroborando com o estudo realizado por Torres *et al.* (2008) para o município de Juiz de Fora, MG, que obtiveram uma correlação linear de Pearson de $-0,7177$ e também com o estudo de Tetto, Batista e Soares (2012), que obtiveram uma correlação de $-0,77$.

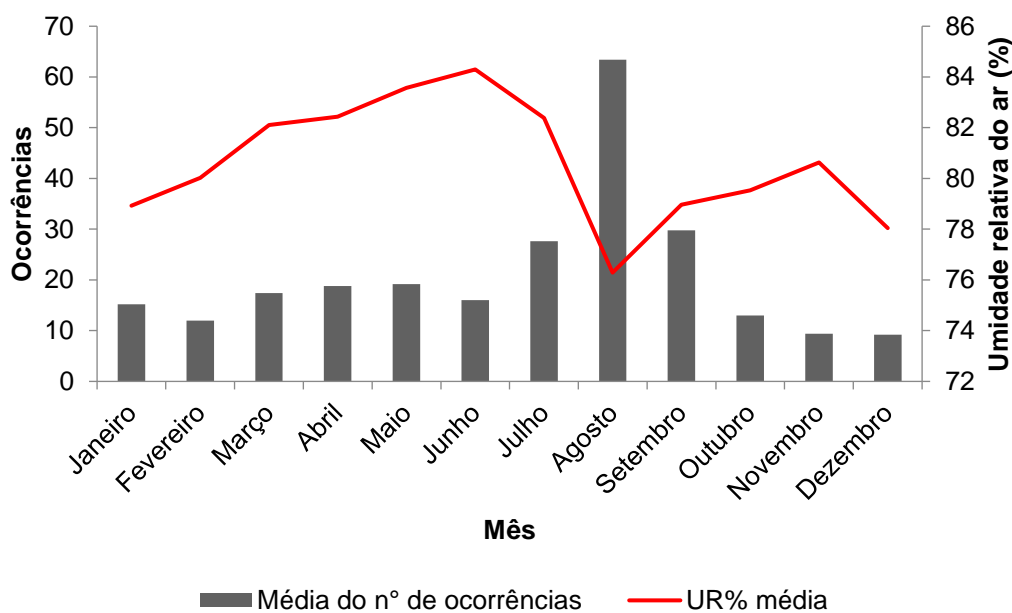


GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA MENSAL NO PERÍODO

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

Ao realizar a mesma correlação entre a média do número de ocorrências no período e a média de umidade relativa mensal, obteve-se uma correlação fraca, com o resultado de $-0,4228$, porém, bem evidente ao se apresentar o mês de agosto com a maior média do número de incêndios, justamente quando houve a menor umidade relativa média no período (76,3 UR%).

Na correlação entre a média do número de ocorrências nos meses do período e a média da insolação total de cada mês, obteve-se uma forte correlação, com o valor de $0,7073$, ou seja, quanto maior a exposição solar, maior foi o número de ocorrências, sendo o mês de agosto mais uma vez, que apresentou o maior número médio de ocorrências e também o maior valor médio do total de exposição solar para o período.

Torres *et al.* (2008) encontraram uma correlação linear de Pearson forte entre o número de ocorrências e a insolação solar em seu estudo referente às ocorrências de incêndio em vegetação no município de Juiz de Fora, MG. Ainda, de acordo com os mesmos autores, a intensidade da insolação relaciona-se com a umidade do ar, pois quando mais seco o ar, menor será a quantidade de nuvens formadas, aumentando a incidência dos raios solares.

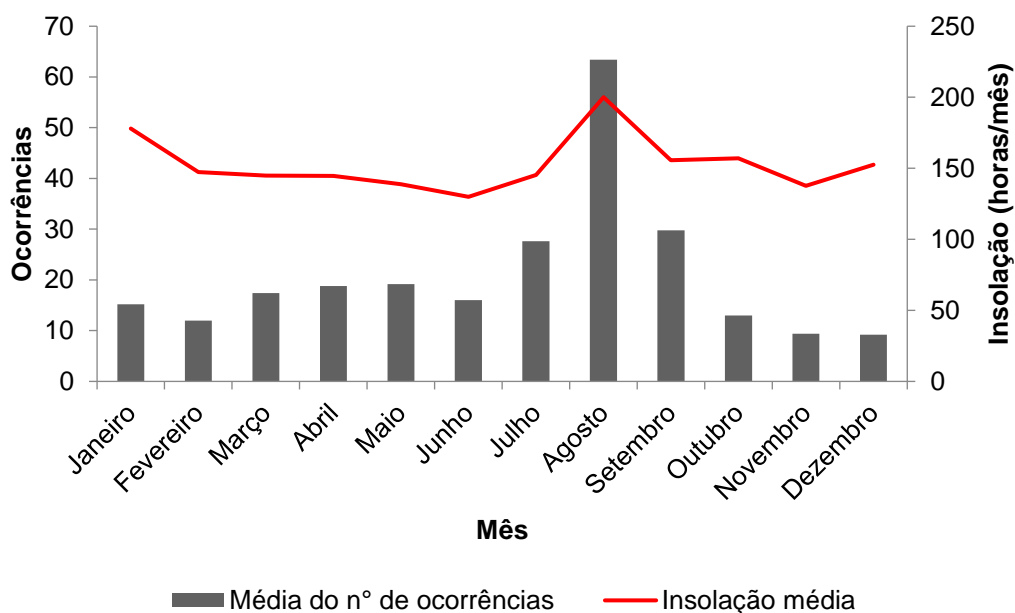


GRÁFICO 5 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DA EXPOSIÇÃO SOLAR MÉDIA MENSAL NO PERÍODO

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

Ao se distribuir o número médio de ocorrências de incêndio em vegetação no período, com a média do número de dias sem chuva para o período obteve-se uma forte correlação linear de Pearson, com o valor de 0,7785, que indica que quanto mais dias sem chuvas, maior foi o número de incêndios em vegetação. O Gráfico 6 apresenta o resultado obtido.

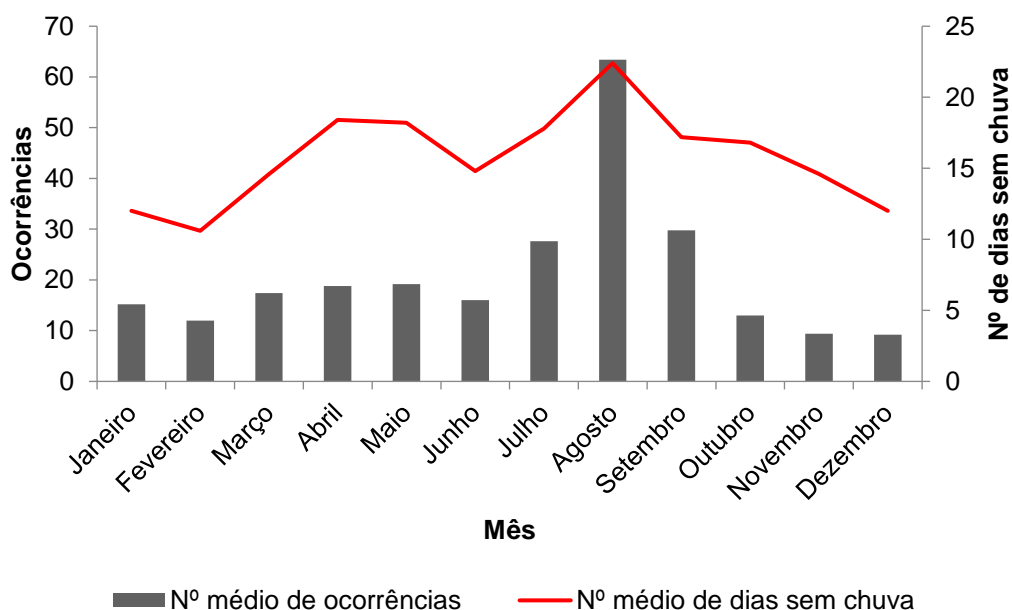


GRÁFICO 6 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E NÚMERO MÉDIO DE DIAS MENSAIS SEM CHUVA NO PERÍODO
 FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

Observou-se que o mês de agosto foi o mês em que o número médio de dias sem chuva foi maior, corroborando com a menor precipitação média. Além disso, o período da estação de perigo de incêndios definido no estudo corrobora com Zaicovski *et al.* (2000), que destacam que nos meses de junho e julho há uma probabilidade de 50% de ocorrer uma ou mais geadas por mês para a região de Curitiba, o que deixa o material combustível mais seco devido a mortalidade de parte da vegetação pela ocorrência de geadas, assim mais suscetível a propagação de incêndios.

De acordo com Soares e Batista (2007), os principais fatores que controlam a umidade do material combustível são a chuva, a umidade relativa do ar e a temperatura, tendo o vento e a radiação solar também como fatores importantes na secagem do material.

O Gráfico 7 apresenta a distribuição do número médio de ocorrências e também da média de número de dias que tiveram ocorrências, por mês, no período do estudo.

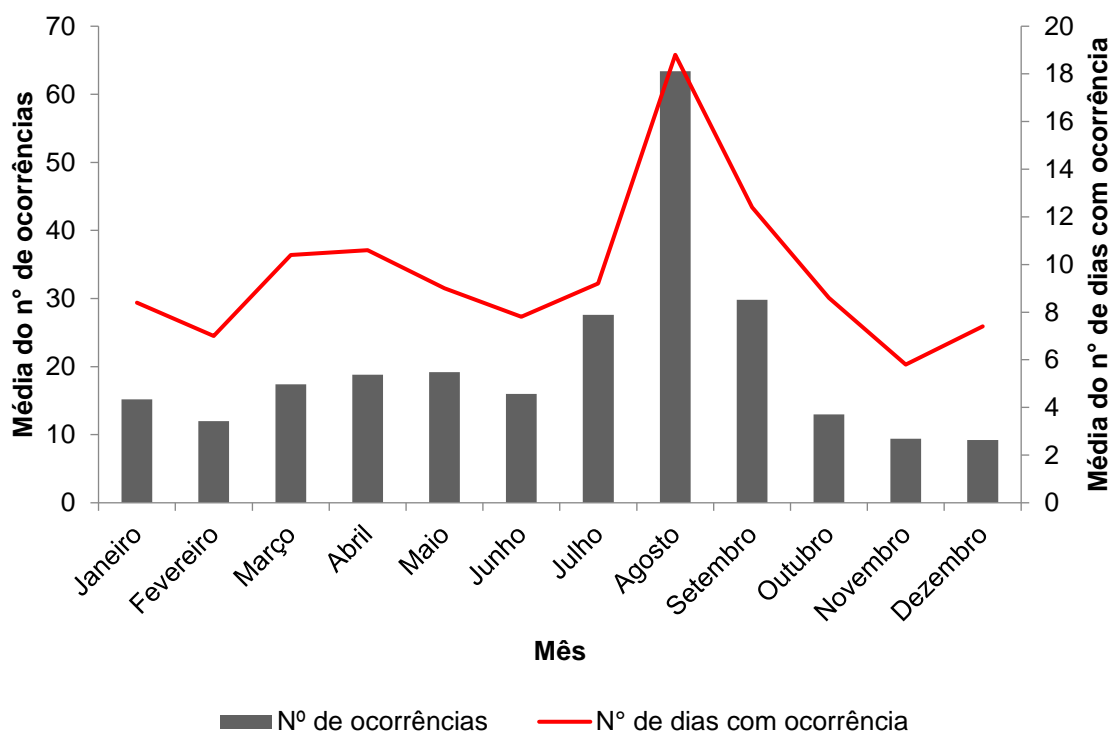


GRÁFICO 7 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS E DO NÚMERO MÉDIO DE DIAS COM OCORRÊNCIAS NO PERÍODO

FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Observou-se que a média dos números de dias com ocorrência acompanhou os meses com maiores números de ocorrências, sendo agosto o mês que mais representativo tanto em número de ocorrências quanto em número médio de dias com ocorrência (18,8 dias), seguido por setembro (12,4 dias), abril (10,6 dias), março (10,4 dias) e julho (9,2 dias). Tal resultado foi semelhante ao encontrado por Tetto (2012) na região de Telêmaco Borba, que verificou que agosto e setembro foram os meses que apresentaram maior frequência de dias com incêndio em vegetação (17,6 e 15%, respectivamente).

As médias de ocorrências de incêndio em vegetação em relação aos dias da semana do período analisado é apresentada no Gráfico 8.

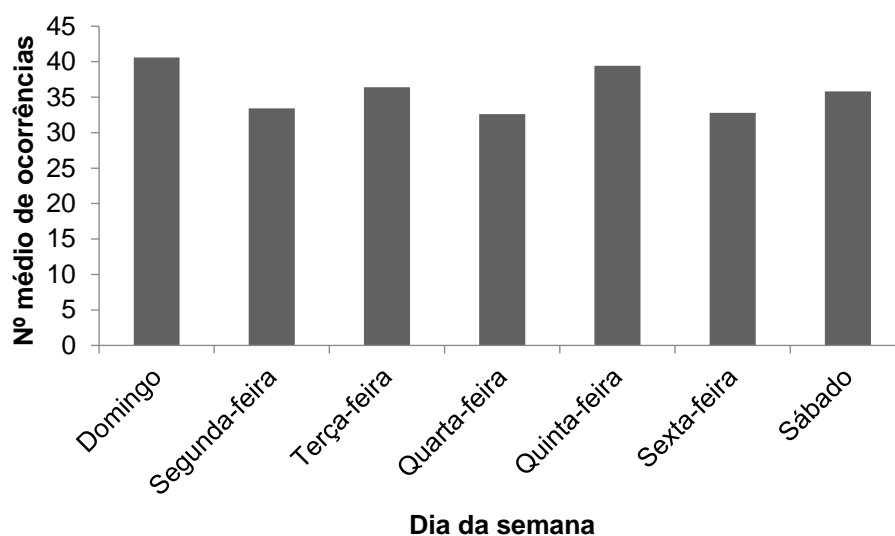


GRÁFICO 8 - MÉDIAS DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NOS DIAS DA SEMANA DO PERÍODO

FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Aplicou-se o Teste de Bartlett para verificar a homogeneidade dos dados, concluindo-se que a hipótese de que as variâncias são homogêneas não foi rejeitada à um nível de 5% de significância ($p > 0,05$) (APÊNDICE - TABELA 15).

Ao se aplicar a ANOVA (APÊNDICE - TABELA 16) não foi obtida diferença significativa entre as médias ao nível de 1% de probabilidade ($F= 0,3548$), corroborando com os resultados encontrados por Tetto (2012), Soares, Batista e Santos (2006) e também com Vosgerau (2005), que em estudos similares verificaram que, além de não haver diferença estatística entre os dias da semana, domingo foi o dia que apresentou o maior número de incêndios perante os demais dias.

O Gráfico 9 apresenta a distribuição do número médio de ocorrências de incêndios de acordo com as horas do dia.

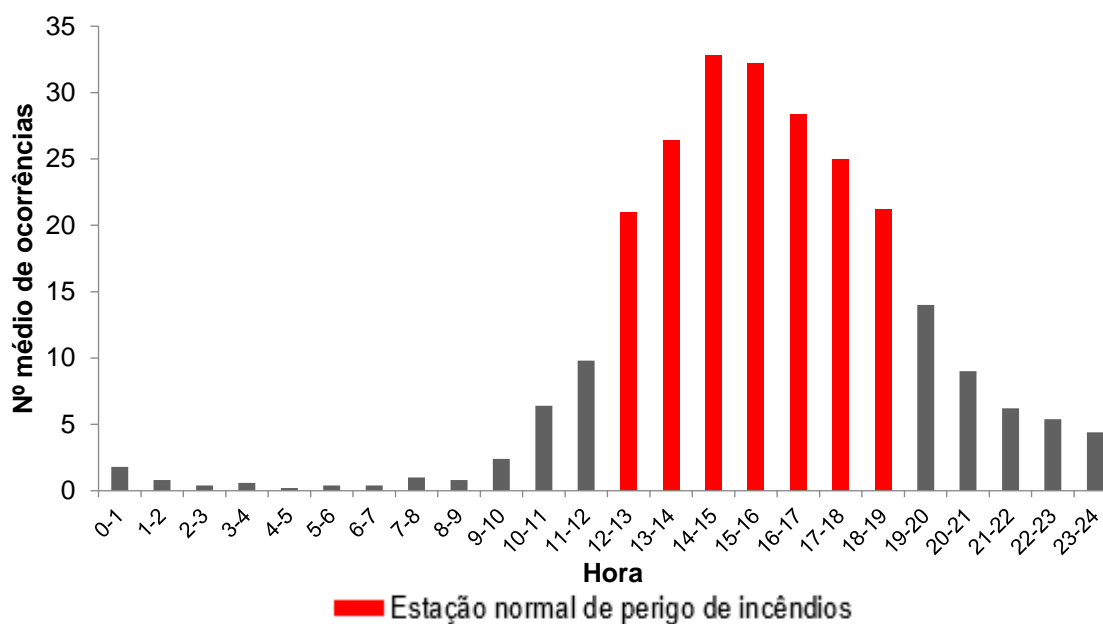


GRÁFICO 9 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS DE ACORDO COM HORÁRIO DE INÍCIO DO EVENTO NO PERÍODO
 FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Ao se verificar a normalidade dos dados, realizou-se a transformação para \sqrt{x} do número de ocorrências médios de cada intervalo de hora em cada ano do período analisado, e assim se aplicou o Teste de Bartlett (APÊNDICE - TABELA 17).

Ao se aplicar o Teste de Bartlett, concluiu-se que a hipótese de que as variâncias são homogêneas não foi rejeitada ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$). Procedeu-se então à aplicação da ANOVA (APÊNDICE – TABELA 18) e obteve-se uma diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Ao se realizar o teste de comparação de médias SNK, este apresentou o horário compreendido das 13 às 17 horas como o período que difere estatisticamente dos demais ao nível de 5% de probabilidade, com uma frequência relativa de 47,7% do total, sendo assim o horário crítico de perigo de incêndios. Observou-se também que no período das 12 às 19 horas houve uma frequência relativa de 74,5% das ocorrências, com diferenciação estatística entre este e os outros períodos do dia. Portanto, assim como apresentado na literatura, também para o estudo o período apresentou maior incidência de incêndios em vegetação.

Este período de maior incidência de incêndios coincide com o período do dia em que ocorrem as maiores temperaturas, maior insolação solar e menor

umidade relativa do ar, tornando-se os horários mais críticos para combate e também como o período responsável por maiores danos ao ambiente (VOSGERAU, 2005; TORRES *et al.*, 2008).

A Tabela 8 apresenta os resultados encontrados por diferentes autores que servem de base comparativa com este estudo.

TABELA 8 - RESULTADOS OBTIDOS POR DIFERENTES AUTORES ACERCA DO HORÁRIO DE MAIOR INCIDÊNCIA DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO

AUTOR	LOCAL	PERÍODO	RESULTADO
Vosgerau (2005)	Paraná	1991 - 2001	13 - 16 horas (43,7% das ocorrências)
Ferreira, Tetto e Batista (2012)	Paraná	2011	13 - 17 horas (45,02% das ocorrências)
Ferreira e Tetto (2013)	Paraná	2012	12 - 20 horas (71,97% das ocorrências)
Tetto (2012)	Telêmaco Borba, PR	1965 - 2009	12 - 17 horas (61,3% das ocorrências)
Torres <i>et al.</i> (2008)	Juiz de Fora, MG	1995 - 2004	12 - 20 horas (> 75% das ocorrências)
Soares, Batista e Santos (2006)	Brasil	1983 - 2002	13 - 16 horas (\approx 45% das ocorrências)
Ferreira e Tetto (2012)	UCs, Brasil	2000 - 2010	10 - 17 horas (66,3% das ocorrências)

FONTE: Elaborado pelo autor (2016).

5.3 OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS NAS REGIONAIS DE CURITIBA

O número médio de ocorrências no período analisado para as diferentes regionais de Curitiba é apresentado no Gráfico 10.

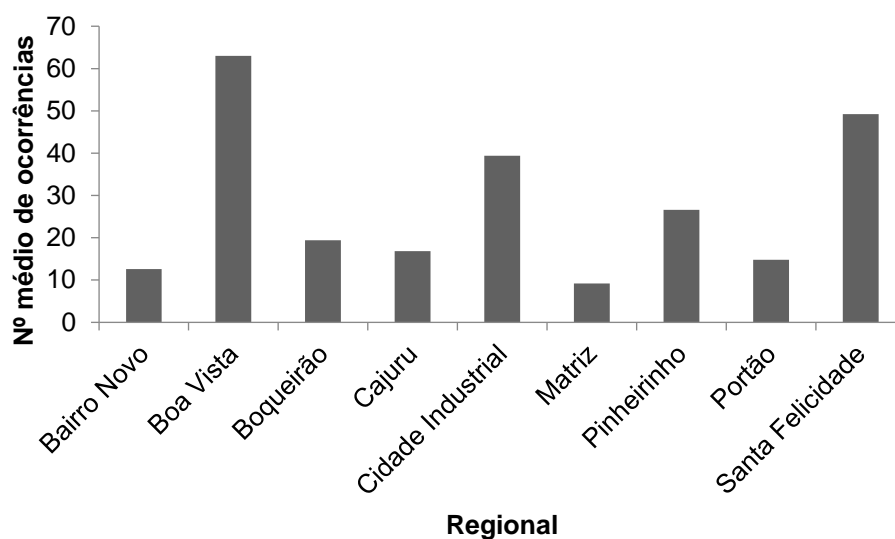


GRÁFICO 10 - ESPACIALIZAÇÃO DO NÚMERO MÉDIO DE OCORRÊNCIAS EM CADA REGIONAL NO PERÍODO ANÁLISADO

FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Observou-se que as regionais do Boa Vista, Santa Felicidade e Cidade Industrial, apresentaram respectivamente 25,1, 19,6 e 15,7% da média de ocorrências no período. Porém, a área total de cada regional, bem como a área coberta por vegetação em cada uma destas são diferenciadas. Portanto, optou-se pelo cálculo da Densidade de Incêndio (DI). O Gráfico 11 apresenta a distribuição da DI junto às regionais.

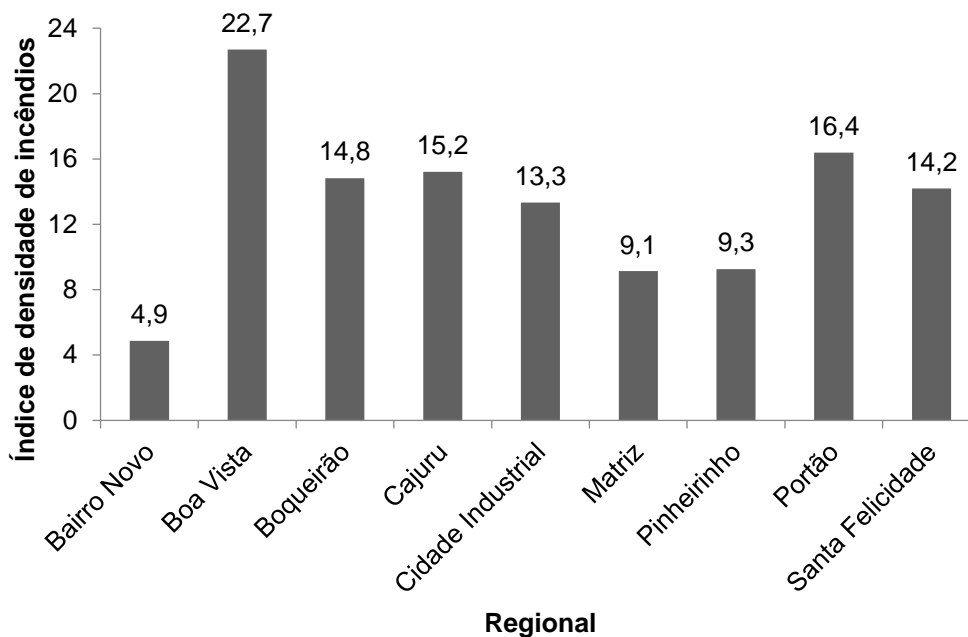


GRÁFICO 11 - DENSIDADE DE INCÊNDIOS MÉDIA EM CADA REGIONAL NO PERÍODO ANÁLISADO

FONTE: SysBM-CCB (2016), elaborado pelo autor (2016).

Aplicou-se o Teste de Bartlett para se verificar a homogeneidade dos dados, concluindo-se que a hipótese de que as variâncias são homogêneas não foi rejeitada ao nível de 5% de significância ($p > 0,05$) (APÊNDICE - TABELA 19). Procedeu-se então a aplicação da ANOVA (APÊNDICE - TABELA 20), obtendo-se diferença significativa entre as médias ao nível de 1% de probabilidade ($F= 4,2241$). O teste SNK apresentou a regional do Boa Vista diferenciando-se estatisticamente das demais e as regionais Boqueirão, Cajuru, Cidade Industrial, Portão e Santa Felicidade como sendo semelhantes estatisticamente entre si.

Verificou-se que ao ser considerada a relação entre ocorrências de incêndios e área verde de cada regional, há uma alteração na distribuição de incêndios em vegetação. A regional da Boa Vista continua sendo a mais representativa com DI 22,7 (18,9%), seguida pela regional do Portão, com DI de 16,4 (13,7%), pela regional do Cajuru, com DI de 15,2 (12,7%) e pela regional do Boqueirão, com DI de 14,8 (12,4%).

A Figura 3 mostra a classificação das regionais de Curitiba de acordo com a densidade de incêndios.

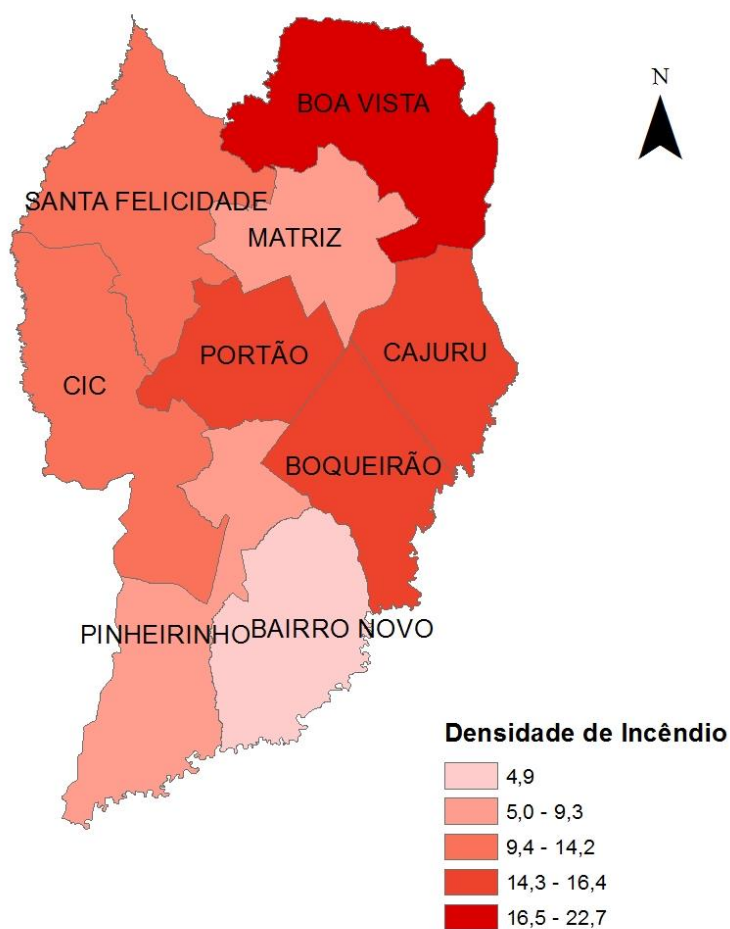


FIGURA 3 - DISTRIBUIÇÃO DA DENSIDADE DE INCÊNDIO DE ACORDO COM CADA REGIONAL

FONTE: SysBM-CCB (2016); IPPUC (2015); Monteiro (2015), elaborado pelo autor (2016).

5.4 ÍNDICE DE PERIGO DE INCÊNDIOS (FMA)

No Gráfico 12 é apresentada a distribuição das classes de perigo de incêndio para o período analisado.

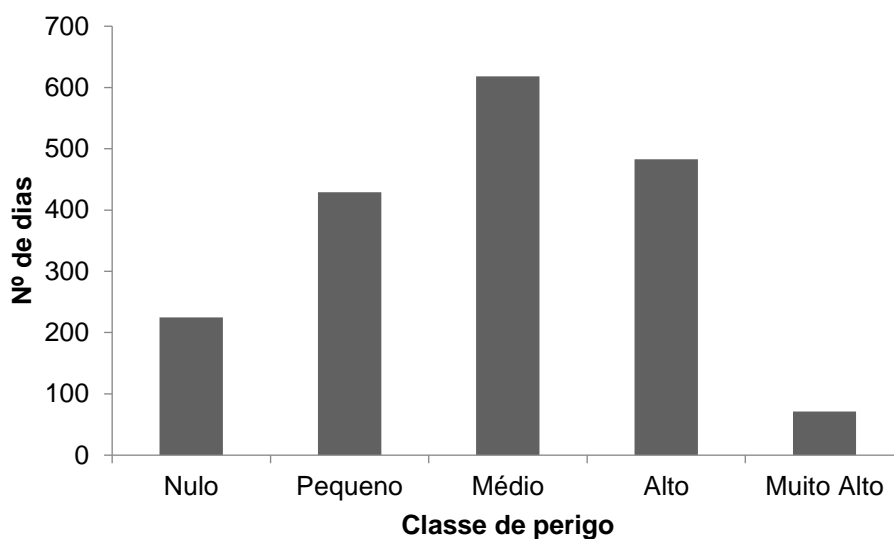


GRÁFICO 12 - DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES DE PERIGO DE INCÊNDIO AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

O Gráfico 13 apresenta a distribuição do número médio de dias previstos e não previstos ao longo dos meses do período.

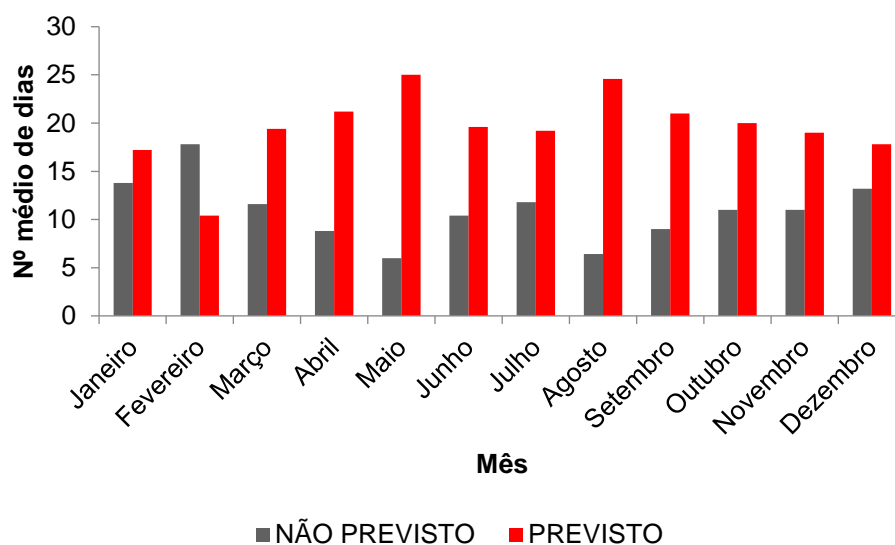


GRÁFICO 13 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS DIAS PREVISTOS E NÃO PREVISTOS AO LONGO DOS MESES DO PERÍODO

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

Observou-se que o número de dias médios previstos foi maior no mês de maio (25 dias) e no mês de agosto (24,6 dias), visto que conforme verificado anteriormente, foram os meses com menores precipitações pluviométricas no período.

O Gráfico 14 apresenta os números de dias em que houve a ocorrência de incêndio em vegetação e a classe de perigo prevista para os respectivos dias.

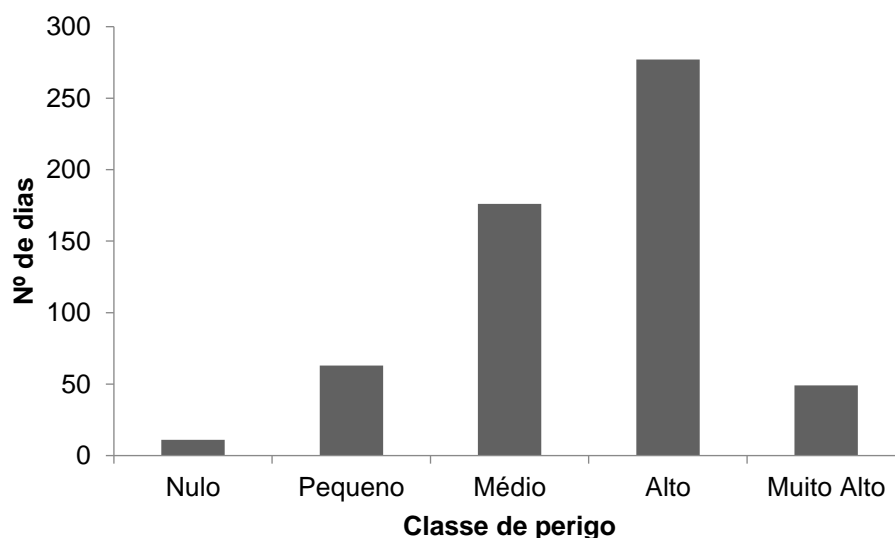


GRÁFICO 14 - NÚMEROS DE DIAS EM QUE HOUE A OCORRÊNCIA DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO E A CLASSE DE PERIGO PREVISTA PARA OS RESPECTIVOS DIAS.

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

Verifica-se que houve poucas ocorrências nos dias em que a classe de perigo permaneceu como “nulo”. Tetto (2012), recomenda em seu estudo que haja uma melhor representatividade entre as diferentes classes (nulo até muito alto), devendo, dessa forma, ser ajustado para região de Curitiba devido ao fato de possuir muitos dias nas classes “médio” e “alto” e poucas das demais.

Quanto ao desempenho do índice de perigo de incêndios, a Tabela 9 apresenta os resultados de contingência gerada e a Tabela 10 apresenta os cálculos.

TABELA 9 - TABELA DE CONTIGÊNCIA

EVENTO		OBSERVADO		TOTAL PREVISTO
		INCÊNDIO	NÃO INCÊNDIO	
PREVISTO	INCÊNDIO	502	670	1172
	NÃO INCÊNDIO	74	580	654
TOTAL OBSERVADO		576	1250	1826

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

TABELA 10 - CÁLCULOS DA TABELA DE CONTIGÊNCIA

EVENTO		OBSERVADO		TOTAL PREVISTO
		INCÊNDIO	NÃO INCÊNDIO	
PREVISTO	INCÊNDIO	0,8715	0,5360	1,4075
	NÃO INCÊNDIO	0,1285	0,4640	0,5925
TOTAL OBSERVADO		1	1	2

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

A Tabela 11 apresenta os valores obtidos para do *skill score* e para a porcentagem de sucesso da FMA, porcentagem de acerto nas previsões de ocorrência de incêndio e porcentagem de acerto nas previsões de não ocorrência de incêndio.

TABELA 11 - RESULTADOS

RESULTADOS	
<i>Skill Score</i> (SS)	0,2623
Porcentagem de Sucesso (PS)	59,26
Acerto ocorrência de incêndio (%)	42,8
Acerto não ocorrência de incêndio (%)	88,7

FONTE: SysBM-CCB (2016) e INMET (2016), elaborado pelo autor (2016).

É importante ressaltar que houve uma adaptação da Fórmula de Monte Alegre, conforme citado anteriormente, acerca do uso da umidade relativa medida às 12 horas para o cálculo da FMA.

Os valores de SS e PS foram comparados com os valores encontrados por diferentes autores de acordo com a Tabela 12.

TABELA 12 - RESULTADOS OBTIDOS POR DIFERENTES AUTORES ACERCA DOS VALORES DE SS E PS

AUTOR	LOCAL	PERÍODO	SS	PS
Tetto (2012)	Telêmaco Borba, PR	1965 - 2009	0,0630	39,58
Nunes <i>et al.</i> (2010)	Telêmaco Borba, PR	1998 - 2003	0,0517	34,32
Kovalsyki (2016)	Ponta Grossa, PR	2006 - 2014	0,2017	51,90
Torres <i>et al.</i> (2008)	Juiz de Fora, MG	1995 - 2004	0,3882	68,00
Sampaio (1999)	São Paulo	1984 - 1995	0,0607	36,92
Borges <i>et al.</i> (2011)	Espírito Santo	2003 - 2006	0,0946	38,54

FONTE: Elaborado pelo autor (2016).

Observa-se que o estudo obteve valores de SS e PS semelhantes aos encontrados por Kovalsyki (2016). Os resultados do estudo foram superiores aos encontrados por Tetto (2012), Nunes *et al.* (2010), Sampaio (1999) e Borges *et al.*

(2011), e inferior aos resultados obtidos por Torres *et al.* (2008). Com isso, verifica-se que os valores de SS e de PS, ao serem comparados com outros estudos, apresentaram um desempenho satisfatório.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no respectivo estudo conclui-se que:

1. Os meses de julho a setembro compuseram a estação normal de perigo de incêndios nos anos de 2011 e 2015 para o município de Curitiba, coincidindo com o período crítico apresentado na literatura.
2. Não houve diferença significativa entre os dias da semana, portanto não deve haver distinção no planejamento da prevenção para os dias de semana.
3. O período compreendido das 12 às 19 horas foi o de maior incidência de ocorrências de incêndio em vegetação, coincidindo com estudos realizados em outras regiões.
4. A regional do Boa Vista, localizada na região norte de Curitiba, foi a mais afetada pelos incêndios em vegetação, tanto em números absolutos como após o cálculo da densidade de incêndios.
5. O índice de perigo de incêndios FMA apresentou boa eficiência na previsão de incêndios em vegetação, porém, necessita ser ajustado para maior homogeneidade das classes de perigo.

7 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se:

1. Maior padronização no preenchimento dos RGOs.
2. Que as campanhas de prevenção sejam intensificadas antes do mês de julho.
3. Uma maior disponibilização de efetivo para combate aos incêndios na estação normal de perigo de incêndios (julho a setembro), principalmente das 12 às 19 horas, sem distinção com relação aos dias da semana.
4. A utilização da Fórmula de Monte Alegre para ativação ou desativação de guarnições auxiliares de combate aos incêndios em vegetação durante a estação normal de perigo de incêndios.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CURITIBA DE DESENVOLVIMENTO S.A – OBSERVATÓRIO ECONÔMICO DE CURITIBA – **Perfil econômico das regionais de Curitiba**, 2015.

BORGES, T. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R. dos; LOUREIRO, E. B.; MAFIA, R. G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 2, p. 153 – 159, abr./jun. 2011.

CPTEC - CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS / INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2016. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 16 de novembro de 2016.

CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ, 2016. **Estrutura organizacional**. Disponível em: <<http://www.bombeiros.pr.gov.br>>. Acesso em: 22 de novembro de 2016.

CURITIBA, 2016. **Biocidade**. Disponível em: <<http://www.biocidade.curitiba.pr.gov.br/biocity/30.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

DELGADO, F. G.; FABADÚ, D. D.; TERRÉN, D. M. **Incêndios florestais I: módulo básico**. Espanha: ediciones AIFEMA, 2009. 240 p.

FANINI, N. M.; **Atlas geográfico do município de Curitiba**. Curitiba: Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) da Secretaria Estadual de Educação (SEED) – Paraná, 2008. 45 p.

FERREIRA, H. R.; TETTO, A. F. Análise da ocorrência de incêndios, no período de 2000 a 2010, nas unidades de conservação federais e zonas de amortecimento do sul do Brasil. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – UFPR, 20. SEMANA INTEGRADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 4. 2012, Curitiba, Paraná. **Anais...** Curitiba, 2012. p. 415.

_____. Análise das ocorrências de incêndios florestais no Estado do Paraná no ano de 2012. In: JORNADAS JÓVENES INVESTIGADORES – AUGM, 21. 2013, Corrientes, Argentina. **Anais...** Argentina, 2013. p. 730-731.

FERREIRA, H. R.; TETTO, A. F.; BATISTA, A. C. Ocorrência de incêndios florestais no Estado do Paraná no ano de 2011. In: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL, 3. E SEMANA DE ESTUDOS FLORESTAIS, 11., 2012, Irati, Paraná. **Anais...** Irati, 2012.

FIMIA, J. C. M.; ALCALDE, E. E. Las bases de datos para definir el fenómeno de los incendios forestales. In: VÉLEZ, R. M. (Coord.). **La defensa contra incendios forestales: fundamentos y experiencias**. 2 ed. Madrid: McGRAW-HILL, 2009. p. 5 – 12.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Forest resources assessment working paper: term and definitions (FRA 2015)**. Roma, Itália, n. 180, 2012. 31 p.

HEIKKILÄ, T. V.; GRÖNQVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Wildland fire management: handbook for trainers**. Helsinki: Kirjapaino Topnova Oy, 2007. 236 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=410690>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Perguntas frequentes: incêndios florestais**, 2016. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/perguntas-frequentes/incendios-florestais>>. Acesso em: 14 de outubro de 2016.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Curitiba em dados**, 2014. Disponível em: <<http://curitibaemdados.ippuc.org.br/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

_____. **Geoprocessamento**, 2015. Disponível em: <<http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

ITCG - INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOCIÊNCIAS. **Aplicação geo**, 2016. Disponível em: <<http://www.geo.pr.gov.br/ms4/itcg/geo.html>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2016. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (BDMEP), 2011 – 2015**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Acesso em: 15/10/2016.

KOVALSYKI, B. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual de Vila Velha e seu entorno**. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

KOVALSYKI, B. TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOUSA, N. J.; TAKASHINA, I. K. Avaliação da eficiência da Fórmula de Monte Alegre para o município de Ponta Grossa - PR. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 19, p. 208 – 218, 2014.

LORENZETTO, D. **Avaliação da eficiência do combate aos incêndios florestais realizados pelo Corpo de Bombeiros do Paraná**. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 4. ed., 2012.

MACEDO, F. W. de; SARDINHA, A. M. **Fogos florestais**. Lisboa: Publicações Ciência e Vida, v. 2, 1987. 342 p.

MONTEIRO, M. M. G. **Caracterização da floresta urbana de Curitiba-PR por meio de sensoriamento remoto de alta resolução espacial**. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

NEREU - NÚCLEO DE ECONOMIA REGIONAL E URBANA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Shape files do Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.usp.br/nereus/?dados=brasil>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

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

NUNES, J. R. S.; FIER, I. S. N; 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. **Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 319 - 326, abr./jun. 2010.

PARANÁ, **Constituição do estado do Paraná (1989)**. Curitiba: Imprensa Oficial, 2006. Disponível em: <http://www.alep.pr.gov.br/system/files/corpo/constituic_parana.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2016.

RAMOS, P. C. M. Sistema nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais. In: FÓRUM NACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 1.; REUNIÃO CONJUNTA IPEF-FUPEF-SIF, 3., 1995. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1995, p. 29 - 38.

RODRÍGUEZ, M. P. R.; MENZONET, Y. G. Definición de la época de incendios forestales em um contexto multivariado. **Floresta**, v. 34, n. 2, p. 137 - 143, 2004.

SAMPAIO, O. B. **Análise da eficiência de quatro índices, na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos – SP**. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centroparanaense, Brasil**. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro Tropical de Ensino e Investigação, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas OEA, Turrialba, Costa Rica, 1972.

_____. **Prevenção e controle de incêndios florestais**. Curitiba, 1982a. 69 p.

_____. **Biometria** (Delineamento de experimentos). Curitiba: FUPEF, 1982b. 98 p.

_____. Plano de proteção contra incêndios florestais. In: REUNIÃO TÉCNICA CONJUNTA FUPEF/SIF/IPEF, 4., E CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 2., 1996, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1996. p. 140 - 150.

_____. Estatísticas dos incêndios florestais no Brasil. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Incêndios florestais no Brasil: o estado da arte**. Curitiba, 2009. p. 1 - 20.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais: controle e uso do fogo**. Curitiba, 2007. 264 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S. **Manual de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais**. 2 ed. Curitiba, 2008. 55 p.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; SANTOS, J. F. Evolution of forest fire statistics in brazilian protected lands in the last 20 years. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FOREST FIRE RESEARCH, 5., 2006, Portugal. **Anais...** Portugal, 2006.

SYSBM - CCB (Versão 3.31) Cascavel: Corpo de Bombeiros Cascavel. 2011 – 2015. Disponível em: < <http://www.bombeiroscascavel.com.br/registroccb/>>. Acesso em: de 10 de junho a 05 de outubro de 2016.

TETTO, A. F. **Comportamento histórico dos incêndios florestais na Fazenda Monte Alegre no período de 1965 a 2009**. 114 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. **Prevenção e combate aos incêndios florestais**. Curitiba: SENAR – PR, 2011. 76 p.

_____. Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná, no período de 2005 a 2010. **Floresta**, v. 42, n. 2, p. 391 - 398, 2012.

TORRES, F. T. P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S.; ROCHA, G. C.; SILVA, E. **Incêndios em vegetação na área urbana de Juiz de Fora: Minas Gerais**. Ubá: Geographica Consultoria, Estudos e Projetos Ambientais, 2008. 108 p.

VOSGERAU, J. L. **Análise dos incêndios florestais registrados pelo Corpo de Bombeiros no Estado do Paraná no período de 1991 a 2001**. 102 f. Dissertação (Mestre em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

ZAICOVSKI, M. B.; GUETTER, A. K.; DE QUADRO, M. F. L. Monitoramento e previsão climática de geadas no Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, Edição 11, Rio de Janeiro, 2000. **Anais...** Rio de Janeiro, 2000. p. 1148 - 1155.

APÊNDICES

TABELA 13 -	TESTE DE BARTLETT (DADOS TRANSFORMADOS) NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS MESES (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES).....	56
TABELA 14 -	ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - (DADOS TRANSFORMADOS) - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS MESES (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)	57
TABELA 15 -	TESTE DE BARTLETT - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS DIAS DA SEMANA (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES).....	58
TABELA 16 -	ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS DIAS DA SEMANA (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES).....	59
TABELA 17 -	TESTE DE BARTLETT (DADOS TRANSFORMADOS) NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS INTERVALOS HORÁRIOS (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)..	59
TABELA 18 -	ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - (DADOS TRANSFORMADOS) - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS INTERVALOS HORÁRIOS (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES).....	61
TABELA 19 -	TESTE DE BARTLETT – DENSIDADE DE INCÊNDIO EM CADA REGIONAL (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)	62
TABELA 20 -	ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - DENSIDADE DE INCÊNDIO EM CADA REGIONAL (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES).....	63

TABELA 13 - TESTE DE BARTLETT (DADOS TRANSFORMADOS) NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS MESES (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

TRATAMENTO	MÉDIA	VARIÂNCIA
1	3,72371	1,66753
2	3,17691	2,38409
3	3,92813	2,46227
4	4,1528	1,94284
5	4,15041	2,46761
6	3,36726	5,82698
7	4,78804	5,84336
8	7,54739	8,04607
9	5,35769	1,36902
10	3,51943	0,76702
11	2,87009	1,45323
12	2,92475	0,80728

H0: As variâncias são homogêneas

Estatística do teste (X^2): 11,69572

Valor crítico (alfa = 5%): 19,67515

Valor crítico (alfa = 1%): 24,72502

$X^2 < X^2$ (5%) H0 não foi rejeitada $p > 0,05$

VarMax = 8,05

VarMin = 0,77

Rvar = 10,49

DADOS				
1,732051	3,162278	4,89898	4,582576	4,24264
1,732051	3,872983	3,162278	5,385165	1,732051
2,44949	6	3,741657	2,44949	5
4,123106	3,464102	5,196152	2,236068	5,744563
5,567764	2	5,744563	3,316625	4,123106
5,477226	1,732051	1,732051	1,414214	6,480741
8,602325	2,645751	5,656854	3,162278	3,872983
5,567764	5,385165	10,583	5,477226	10,72381
5,744563	6,480741	6	3,464102	5,09902
3,316625	4,358899	3	4,472136	2,44949
3,464102	4,472136	2	3	1,414214
4,24264	2	2,828427	2,236068	3,316625

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFMG, versão 7.7).

TABELA 14 – ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - (DADOS TRANSFORMADOS) - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS MESES (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

QUADRO DE ANÁLISE				
FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	11	93,64142	8,51286	2,9156**
Resíduo	48	140,1491	2,91977	
Total	59	233,7905		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

GL	GLR	F-crit	F	P
11	48	2,6421	2,9156	0,005

MÉDIAS E MEDIDAS

MÉDIAS DE TRATAMENTO		
1	3,72371	b
2	3,17691	b
3	3,92813	b
4	4,1528	b
5	4,15041	b
6	3,36726	b
7	4,78804	b
8	7,54739	a
9	5,35769	b
10	3,51943	b
11	2,87009	b
12	2,92475	b

NÚMERO DE MÉDIAS DMS	
2	2,1741
3	2,6135
4	2,8771
5	3,0643
6	3,2057
7	3,3241
8	3,4235
9	3,5075
10	3,5878
11	3,6489
12	3,71

MG = 4,12555
 CV% = 41,42
 Ponto médio = 6,06901

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFMG, versão 7.7).

TABELA 15 - TESTE DE BARTLETT - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS DIAS DA SEMANA (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

TRATAMENTO	MÉDIA	VARIÂNCIA
1	40,6	77,3
2	33,4	105,3
3	36,4	106,3
4	32,6	123,3
5	39,4	419,8
6	32,8	77,2
7	35,8	99,2

H0: As variâncias são homogêneas

Estatística do teste (X^2): 4,83095
 Valor crítico (alfa = 5%): 12,59158
 Valor crítico (alfa = 1%): 16,81187

$X^2 < X^2 (5\%)$ H0 não foi rejeitada $p > 0,05$

VarMax = 419,8
 VarMin = 77,2
 Rvar = 5,44

DADOS				
39	30	53	36	45
35	31	28	23	50
30	32	43	26	51
36	26	39	17	45
42	25	66	14	50
43	27	41	23	30
44	30	42	21	42

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFMG, versão 7.7).

TABELA 16 - ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS DIAS DA SEMANA (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

QUADRO DE ANÁLISE				
FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	6	306,6857	51,11429	0,3548 ns
Resíduo	28	4033,6	144,0571	
Total	34	4340,286		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

GL	GLR	F-crit	F	P
6	28	0,1964	0,3548	0,901

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFCG, versão 7.7).

TABELA 17 - TESTE DE BARTLETT (DADOS TRANSFORMADOS) NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS INTERVALOS HORÁRIOS (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

TRATAMENTO	MÉDIA	VARIÂNCIA
1	1,28284	0,19289
2	0,68284	0,41716
3	0,28284	0,4
4	0,6	0,3
5	0,2	0,2
6	0,4	0,3
7	0,28284	0,4
8	0,76569	0,51716
9	0,54641	0,6268
10	1,37566	0,63444
11	2,45851	0,44469
12	3,07207	0,45298
13	4,55867	0,2732
14	5,08328	0,70032
15	5,60833	1,68323
16	5,64339	0,44014
17	5,25074	1,03711
18	4,90254	1,20641
19	4,55913	0,51795
20	3,70695	0,32319
21	2,96496	0,26123
22	2,41517	0,45867
23	2,27262	0,29402
24	2,00652	0,46733

H0: As variâncias são homogêneas

Estatística do teste (X^2): 13,30600

Valor crítico (alfa = 5%): 35,17246

Valor crítico (alfa = 1%): 41,63833

$X^2 < X^2$ (5%) H0 não foi rejeitada $p > 0,05$

VarMax = 1,68

VarMin = 0,19

Rvar = 8,73

DADOS				
1,414214	1	1	2	1
1	0	1	0	1,414214
0	0	1,414214	0	0
1	0	1	1	0
0	0	1	0	0
1	0	1	0	0
0	0	0	1,414214	0
1	1,414214	0	0	1,414214
0	0	1,732051	1	0
1,414214	2	1,732051	0	1,732051
3	1,732051	3	1,732051	2,828427
3	2,236068	3,605551	2,645751	3,872983
4,89898	4,24264	4,582576	3,872983	5,196152
5,566854	4,690416	5,196152	3,872983	6
6,557438	4,795832	6,164441	3,741657	6,78233
5,385165	5,567764	6,708204	4,89898	5,656854
5,09902	4,795832	6,082763	3,872983	6,403124
4,795832	3,872983	6,403124	3,872983	5,567764
4,795832	3,872983	5,385165	3,741657	5
3,872983	3,316625	3,872983	3	4,472136
3,316625	2,236068	2,645751	3,162278	3,464102
3	2,44949	3,162228	1,732051	1,732051
1,173205	3	2,44949	1,732051	2,44949
2,236068	2,828427	1	2,236068	1,732051

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFMG, versão 7.7).

TABELA 18 - ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - (DADOS TRANSFORMADOS) - NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS NOS INTERVALOS HORÁRIOS (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

QUADRO DE ANÁLISE				
FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	23	431,5769	18,76421	35,8869**
Resíduo	96	50,19562	0,52287	
Total	119	481,7726		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

MÉDIAS E MEDIDAS

MÉDIAS DE TRATAMENTO		
1	1,28284	ef
2	0,68284	f
3	0,28284	f
4	0,6	f
5	0,2	f
6	0,4	f
7	0,28284	f
8	0,76569	f
9	0,54641	f
10	1,37566	ef
11	2,45851	de
12	3,07207	cd
13	4,55867	ab
14	5,08328	a
15	5,60833	a
16	5,64339	a
17	5,25074	a
18	4,90254	ab
19	4,55913	ab
20	3,70695	bc
21	2,96496	cd
22	2,41517	de
23	2,27262	de
24	2,00652	de

MG = 2,53842

CV% = 28,49

Ponto médio = 3,39117

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFCG, versão 7.7).

TABELA 19 - TESTE DE BARTLETT – DENSIDADE DE INCÊNDIO EM CADA REGIONAL (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

TRATAMENTO	MÉDIA	VARIÂNCIA
1	4,86737	7,58074
2	22,6914	79,97903
3	14,8233	11,2679
4	15,2189	41,60616
5	13,3381	51,72059
6	9,1291	17,42822
7	9,2644	15,19925
8	16,3863	40,69836
9	14,1835	13,2305

H0: As variâncias são homogêneas

Estatística do teste (X^2): 9,24429

Valor crítico (alfa = 5%): 15,50731

Valor crítico (alfa = 1%): 20,09016

$X^2 < X^2 (5\%)$ H0 não foi rejeitada $p > 0,05$

VarMax = 79,98

VarMin = 7,58

Rvar = 10,55

DADOS				
2,704096	1,19315	8,112288	4,249294	7,339689
25,21271	16,20817	27,3738	11,16563	33,49689
17,57401	9,933139	13,75358	14,51766	18,3381
10,87066	9,964773	23,5531	10,87066	20,83544
17,26511	12,8642	23,02014	4,400909	9,14035
13,8921	7,938344	6,946051	12,89981	3,969172
9,055429	5,224287	10,10029	6,617429	15,32457
16,60775	9,964647	12,17901	16,60775	26,57239
14,70236	16,43204	16,14376	7,7836	15,85548

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFCG, versão 7.7).

TABELA 20 - ANOVA (FATOR ÚNICO) E TESTE SNK - DENSIDADE DE INCÊNDIO EM CADA REGIONAL (TRATAMENTO) POR ANOS (REPETIÇÕES)

QUADRO DE ANÁLISE				
FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	1046,481	130,8102	4,2241**
Resíduo	36	1114,843	30,96786	
Total	44	2161,324		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

GL	GLR	F-crit	F	P
8	36	3,0529	4,2241	0,0012

MÉDIAS E MEDIDAS

MÉDIAS DE TRATAMENTO		
1	4,86737	c
2	22,69144	a
3	14,8233	ab
4	15,21893	ab
5	13,33814	ab
6	9,1291	bc
7	9,2644	bc
8	16,38631	ab
9	14,18345	ab

NÚMERO DE MÉDIAS DMS	
2	7,1425
3	8,5942
4	9,4737
5	10,1123
6	10,5851
7	10,9833
8	11,3153
9	11,5973

MG = 13,32249

CV% = 41,77

Ponto médio = 17,71419

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste SNK ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: O autor (2016), mediante utilização do *software* ASSISTAT (UFMG, versão 7.7).