

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

DÁRIO HENRIQUE TESSEADOR

**IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS CRÍTICOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS
PARA PRESIDENTE PRUDENTE – SP**

CAMPO MOURÃO

2021

DÁRIO HENRIQUE TESSEADOR

**IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS CRÍTICOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS
PARA PRESIDENTE PRUDENTE – SP**

**IDENTIFICATION OF CRITICAL PERIODS OF FOREST FIRE FOR PRESIDENT
PRUDENTE - SP**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Cleide Baldo

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Zandonadi

CAMPO MOURÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

DÁRIO HENRIQUE TESSEADOR

IDENTIFICAÇÃO DOS PERÍODOS CRÍTICOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS PARA PRESIDENTE PRUDENTE – SP

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 29/novembro/2021

Thiago Morais de Castro
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão

Victor da Assunção Borsato
Doutorado
Universidade Estadual do Paraná, Campus Campo Mourão

Maria Cleide Baldo
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão

Leandro Zandonadi
Doutorado
Universidade Estadual de Maringá, Campus Maringá

CAMPO MOURÃO

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me permitido chegar até aqui, sempre me dando forças para continuar.

Aos meus pais, Benedita e Adenil, minha gratidão eterna, por todo o apoio, carinho e dedicação, ao longo de toda a minha caminhada.

Ao meu irmão, Rodolfo Yuri, por todo o companheirismo e nossas conversas diárias.

A minha avó, Maria Terezinha, por ser minha segunda mãe e me ajudar e incentivar em todo esse período de graduação.

Ao meu falecido avô, por todos ensinamentos possíveis de ser uma pessoa honesta e de bom coração.

A minha namorada Larissa Fernandes Mendonça, por toda a compreensão e toda a ajuda na realização desse trabalho.

Aos meus orientadores prof^a. Dr^a. Maria Cleide Baldo e prof. Dr. Leandro Zandonadi, por toda ajuda e apoio na realização desse trabalho. Obrigada por acreditarem em mim e no meu potencial durante esse ano.

Ao professor Dr. Benjamin Leonardo Alves White do Instituto Federal Baiano campus Xique Xique, pela disponibilidade da planilha para a realização do cálculo do índice, ao prof. Dr. José Tadeu Garcia Tommaselli da UNESP campus Presidente Prudente – SP, pelas sugestões e correções tanto na etapa de pré-projeto quanto na fase da elaboração do TCC.

Aos meus amigos feitos durante a graduação, por tudo que vivemos nesses cinco anos, por terem influenciado esta caminhada se tornar mais leve.

Agradeço por fim a toda minha família, amigos, professores e todos aqueles que estiveram presentes de alguma forma durante minha trajetória para concluir os cinco anos de faculdade. Muito obrigado!

RESUMO

Os incêndios florestais são um dos graves problemas ambientais que afetam diversos países, aumentando drasticamente a extensão de áreas queimadas. A ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas. As variáveis que mais influenciam na ocorrência de incêndio são: umidade, precipitação, temperatura, radiação solar, material combustível, cobertura vegetal. Como consequência temos fragmentação de habitat, impactos na saúde, perda da biodiversidade, a erosão dos solos; a intensificação do efeito-estufa, pela emissão de gases para a atmosfera e a própria diminuição da qualidade atmosférica local. Índices de perigo de incêndio são números que refletem a probabilidade de ocorrer um incêndio, assim como a facilidade do mesmo se propagar, com base nas condições atmosféricas do dia ou de uma sequência de dias. O trabalho teve como objetivo identificar os períodos críticos de riscos de incêndios Florestais em Presidente Prudente - SP por meio da aplicação da Fórmula de Monte Alegre. Foram utilizados os dados diários de precipitação e umidade relativa das 13h00min da estação Climatológica de Presidente Prudente para os anos de 2005 a 2020. Os dados de ocorrência de incêndios foram extraídos a partir de informações de satélites, disponibilizados através do site oficial do Banco de Dados de Queimadas - BDQUEIMADAS, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Foram identificados períodos quente e chuvoso (outubro a março) e ameno e seco (abril a setembro). Foi possível identificar 426 focos para o período estudado. Pode-se observar que 24 e 37% dos dias foram classificados como críticos, Alto e Muito Alto, respectivamente. Foi verificada que os focos de calor se concentram nas classes de perigo Alto e Muito Alto, onde o valor médio da ocorrência dos focos observados nessas classes foi de 16,2 e 74,2%. Do total dos focos de incêndio, 78,6% ocorreram nos meses de maio a setembro, meses esses que apresentaram as menores médias de precipitações. Foi identificado que os períodos mais críticos de ocorrência de incêndio são as estações outono e inverno.

Palavras-chave: fórmula de monte alegre; propagação; classes de perigo; focos de calor.

ABSTRACT

Forest fires are one of the serious environmental problems that affect many countries, dramatically increasing the extent of burned areas. The occurrence and spread of forest fires are strongly associated with climatic conditions. The variables that most influence the occurrence of fire are: humidity, resistance, temperature, solar radiation, combustible material, vegetation cover. As a consequence, we have habitat fragmentation, health impacts, loss of biodiversity, soil erosion; the intensification of the greenhouse effect, through the emission of gases into the atmosphere; and the decrease in local atmospheric quality. Fire hazard indices are numbers that reflect a probability of a fire occurring, as well as how easily it can spread, based on the atmospheric conditions of the day or a sequence of days. The study aimed to identify the periods of risk of forest fire risks in Presidente Prudente - SP by applying the Monte Alegre Formula. Occurrence data and relative humidity at 1:00 pm from the Climatological station of Presidente Prudente for the years 2005 to 2020 were used. Fire occurrence data were extracted from satellite information, made available through the official website of the Burning Database - BDQUEIMADAS, of the National Institute for Space Research - INPE. Warm and rainy periods (October to March) and mild and dry (April to September) were indicated. It was possible to identify 426 outbreaks for the period studied. It can be seen that 24 and 37% of the days were classified as High and Very High, respectively. There was a tendency for hot spots to concentrate in the High and Very High hazard classes, where the average value of the occurrence of outbreaks observed in the classes was 16.2 and 74.2%. Of the total number of fire outbreaks, 78.6% occur from May to September, months that have the lowest average rainfall. It was identified that the most mandatory periods of fire occurrence are the autumn and winter seasons.

Keywords: monte alegre formula; propagation; hazard classes; hot spots.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitação média mensal para Presidente Prudente-SP (1969 – 2015).....	23
Gráfico 2 - Média sazonal para Presidente Prudente (1969-2015).....	24
Gráfico 3 - Total anual de chuva para Presidente Prudente (2003 – 2020).....	25
Gráfico 4 - Média de dias com chuva para Presidente Prudente (1969 – 2015).....	26
Gráfico 5 - Total anual de dias com chuva para Presidente Prudente (2003 – 2020).....	27
Gráfico 6 - Número máximo de dias consecutivos sem chuva.....	28
Gráfico 7 - Temperatura máxima, média e mínima absoluta de Presidente Prudente (1969 – 2015).....	29
Gráfico 8 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação do verão (2005-2020).....	32
Gráfico 9 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação do outono (2005-2020).....	32
Gráfico 10 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação do inverno (2005-2020).....	33
Gráfico 11 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação da primavera (2005-2020).....	33
Gráfico 12 - Classe de periculosidade segundo o índice da FMA para toda a série histórica (2005-2020).....	34
Gráfico 13 - Quantidade de focos de incêndio ocorridos no período de 2005 a 2020.....	35
Gráfico 14 - Análise da Precipitação (a) e Umidade relativa (b) com focos de incêndio para o ano de 2006.....	36
Gráfico 15 - Análise da Precipitação (a) e Umidade relativa (b) com focos de incêndio para o ano de 2018.....	37
Gráfico 16 - Análise da Precipitação (a) e Umidade relativa (b) com focos de incêndio para o ano de 2019.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modificação no cálculo da FMA de acordo com a precipitação	22
Tabela 2 - Escala que estabelece o grau de periculosidade de incêndios de acordo com os índices da FMA.....	22
Tabela 3 - Identificação de períodos críticos de incêndio e focos para os anos de 2005 a 2020	30
Tabela 4 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade e distribuição mensal dos focos de incêndio registrados no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2005 a 2020	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	10
1.1.1	Objetivo geral	10
1.1.2	Objetivos específicos.....	10
1.2	Justificativa.....	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	Incêndio florestal.....	12
2.2	Índice de incêndio	12
2.3	Poluição atmosférica	13
2.4	Efeitos climáticos	14
2.5	Fragmentação dos habitats florestais	16
2.6	Impactos na saúde	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Caracterização do meio físico	18
3.2.	Dados utilizados.....	21
3.3.	Fórmula de Monte Alegre	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Análise dos dados de precipitação.....	23
4.2	Análise de temperatura.....	28
4.3	Ocorrências e identificação dos períodos críticos de incêndio.....	29
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais são um dos graves problemas ambientais que afeta não só o território brasileiro, mas também outros diversos países, aumentando drasticamente a extensão de áreas queimadas. No Brasil, a quase totalidade das queimadas é causada por atividade antrópica, devido ao uso inadequado de recursos naturais, como por exemplo, o desmatamento desordenado e as queimadas para a limpeza de pasto e preparo do plantio (SOUZA *et al.*, 2004).

A ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão fortemente associadas às condições climáticas. A intensidade de um incêndio e a velocidade com que ele se propaga estão diretamente ligadas à umidade relativa, à temperatura e à velocidade do vento (SORIANO; DANIEL; SANTOS, 2015).

É extremamente importante ter-se o conhecimento da probabilidade de uma ocorrência de incêndio, visto que é mais vantajoso evitar um incêndio ou até mesmo combatê-lo imediatamente após o seu início. Uma das formas de se identificar a probabilidade de um fogo ocorrer é o índice de risco de incêndio.

Segundo Nunes, Soares e Batista (2005), dentre as medidas preventivas existentes, a utilização de um índice de perigo confiável é fator fundamental para um planejamento mais eficiente das medidas de prevenção e para a adoção de ações rápidas e efetivas nas atividades de combate aos incêndios florestais, visando à redução de perdas e, conseqüentemente, dos prejuízos financeiros advindos da ocorrência de eventos catastróficos.

Segundo Soriano, Daniel e Santos (2015), além da influência do clima no aumento dos incêndios, outro fator importante é a grande incidência de material combustível em algumas fitofisionomias que, associado à longa estiagem e baixos índices de umidade relativa do ar, favorece grandes incêndios.

De acordo com os dados da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo (2021), em 2020 foram registradas 37.129 ocorrências de incêndio, sendo o fogo, o agente mais usado na supressão de áreas florestais.

Como conseqüências negativas desses incêndios, podem se citar a perda de biodiversidade; a erosão dos solos; a intensificação do efeito-estufa, pela emissão de gases para a atmosfera; e a própria diminuição da qualidade atmosférica local (SILVA *et al.*, 2003).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é identificar os períodos críticos de riscos de incêndios Florestais em Presidente Prudente - SP por meio da aplicação da Fórmula de Monte Alegre (SOARES, 1972).

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar os dados de precipitação, nas escalas diárias, mensais, sazonais e anuais.
- Tabular as ocorrências de incêndios.

1.2 Justificativa

Os incêndios florestais que ocorrem anualmente no Brasil causam sensíveis prejuízos aos setores produtivo e ambiental do país, portanto, é extremamente necessário preservar as florestas e o ambiente dos efeitos nocivos do fogo incontrolado (SOARES, 1988).

O índice de perigo de ocorrência de incêndio, por meio de dados numéricos, permite a previsão das condições de risco, uma vez que indicam o ambiente favorável para ocorrência e facilidade de propagação de incêndio florestal.

Dentre as diversas utilidades e aplicações dos índices de perigo de incêndio pode-se destacar: o conhecimento do grau de risco, o planejamento do controle de incêndios, a permissão para queimas, o estabelecimento de zonas de perigo, a previsão do comportamento do fogo e a advertência pública do grau de perigo (WHITE; RIBEIRO, 2011).

Sabe-se que quanto mais se entender sobre o comportamento do fogo e sua resposta às condições ambientais, mais se poderá antecipar situações perigosas ou impactos de grande magnitude e mais acertadas serão as decisões sobre a gestão de combustíveis e dos incêndios (LINN *et al.*, 2012).

No Brasil, a grande parte dos estudos sobre risco de incêndios florestais são realizados em áreas protegidas ou fronteiras agrícolas e pecuárias, sendo assim, pouco se conhece sobre a ocorrência de incêndio em áreas periurbanas ou urbanas.

A importância do estudo em questão é conhecer quais são os períodos críticos para a ocorrência de fogo, relacionando os principais determinantes de incêndio.

Sendo assim, será realizada uma análise levando em consideração os dados diários de precipitação, umidade relativa das 13h00min e dias sem chuva do período de 2005 a 2020, além dos dados de ocorrência de focos de incêndios no mesmo período para o município de Presidente Prudente - SP, com o intuito de identificar os períodos mais críticos destas ocorrências.

Com intuito de fornecer subsídio para discussão dos resultados obtidos através da Fórmula de Monte Alegre (SOARES, 1972), com os dados de focos de incêndios, será elaborado uma caracterização climática, da área de estudo, por meio da análise dos dados de temperatura e chuva de 1969 a 2015.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Incêndio florestal

Há tempos o fogo vem destruindo imensas áreas naturais em todo o mundo. No Brasil, segundo os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2021), do ano 2018 para 2019 houve um aumento de aproximadamente 48% nos focos de incêndio, já em 2019 para 2020 registrou-se um aumento de aproximadamente 12%.

No Brasil, segundo Kovalsyki (2014), as principais causas de incêndios são: raios, queimada para limpeza de campos agrícolas, operações florestais, fogos campestres, fumantes e incendiários.

Os incêndios florestais podem gerar inúmeros danos e, em certas ocasiões, perdas irreparáveis à fauna e a flora, afetando vários componentes do ambiente, como o solo, a vegetação e o ar atmosférico, e sob alguns desses componentes seus efeitos ainda geram controvérsias onde os prejuízos podem ser incalculáveis do ponto de vista científico, conservacionista e financeiro (OLIVEIRA; BATISTA; MILANO, 2000).

Os incêndios consomem as camadas superficiais do solo, sendo assim, alguns nutrientes são transformados de matéria orgânica para inorgânica, alterando as características hídricas do topo do solo e aumentando a susceptibilidade da erosão do solo (VIEIRA; COSTA, 2015).

De acordo com Sala e Rubio (1994), os incêndios com temperaturas acima dos 450 °C (aproximadamente) acentuam o aumento da escorrência e o risco de erosão, induzindo a repelência à água e, assim, dificultando a infiltração.

Com as cinzas à superfície do solo, as quais representam uma parte substancial do *stock* dos nutrientes, a ocorrência de escorrência logo após o incêndio, constitui um grave risco de degradação do solo (FERREIRA *et al.*, 1997).

2.2 Índice de incêndio

Índices de perigo de incêndio são números que refletem a probabilidade de ocorrer um incêndio, assim como a facilidade do mesmo se propagar, com base nas condições atmosféricas do dia ou de uma sequência de dias (SOARES, 1972).

Segundo Heikkilä, Gronovist e Jurvélius (1993), um índice de perigo de incêndios é um importante indicador das condições de queima, pois indica a cada dia

a situação do comportamento do fogo esperada em função da umidade dos combustíveis florestais.

Por razões práticas, um índice de perigo de incêndios se apresenta em classes de perigo, definindo-se uma classe de perigo como uma porção da escala numérica do perigo de incêndios florestais (SALA; RUBIO, 1994).

A estrutura dos índices de perigo de incêndio é baseada na variação de alguns fatores meteorológicos. Pode-se distinguir dois tipos de fatores determinantes do grau de perigo do incêndio: os de caráter permanente (material combustível, tipo de Floresta e relevo) e os variáveis (condições climáticas) (NUNES; SOARES; BATISTA, 2005).

Segundo Soares e Batista (2007), os índices de perigo de incêndios mais difundidos, principalmente no Brasil, são os índices de Nesterov (G), Fórmula de Monte Alegre (FMA) e Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA+).

O índice Nesterov foi desenvolvido na ex-URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas) e tem como variáveis o déficit de saturação do ar e a temperatura do ar medida às 13h00min horas em seu modelo original (SOARES, 1984).

Já o índice de FMA+, proposto por Nunes, Soares e Batista (2005), inclui em sua estrutura a velocidade do vento, que permite avaliar também o potencial de propagação do incêndio, portando, são analisados a umidade relativa do ar medida as 13h00min, número de dias consecutivos sem chuvas e fator de propagação de incêndio.

Tendo como base as fórmulas citadas, optou-se pela Fórmula de Monte Alegre, em função dos dados disponíveis, sendo precipitação e umidade relativa do ar, apenas. Além disso, a fórmula já foi utilizada por vários autores, como Nunes *et al* (2010) e Borges *et al* (2011), demonstrando que a mesma possui um bom desempenho para o cálculo de períodos críticos de incêndio e sendo bastante difundida pelo Brasil.

2.3 Poluição atmosférica

Incêndios florestais provocados por queimadas antrópicas em anos de grande seca como em anos de episódios do fenômeno "El Niño", podem provocar a emissão

de grandes quantidades de gases do efeito estufa para a atmosfera (BARBOSA; FEARNSTIDE, 1999).

Segundo Fearnside (2002), quando há uma queimada, além da liberação de gás carbônico (CO_2), são liberados também gases-traço como metano (CH_4), monóxido de carbono (CO) e óxido nitroso (N_2O).

Ainda segundo o mesmo autor, a quantidade de gases de efeito estufa liberadas pelo desmatamento são significantes tanto em termos do impacto presente quanto do potencial para contribuição a longo prazo com a continuação do desmatamento da vasta área de florestas restante no Brasil.

Chuvienco e Salas (1994), afirmam que incêndios não programados e não controlados têm consequências diversas em diferentes escalas, que vão desde o risco para as populações rurais até a degradação ambiental, com contribuição para a poluição atmosférica.

2.4 Efeitos climáticos

As condições climáticas incluem diversos fatores importantes na combustão e propagação de incêndios. Segundo Brown e Davis (1973), as condições do tempo podem variar diariamente devido a um grande número de fatores como: a radiação solar, fonte de energia e outro fator é a rotação da Terra, como a intensidade da radiação solar é a máxima no ponto em que os raios incidem perpendicularmente à superfície terrestre, ela é responsável, indiretamente pela temperatura do solo e do ar, gerando gradientes de pressão, responsáveis pela formação e circulação das massas de ar, dando origem aos ventos.

A partir das variáveis meteorológicas é possível identificar os dias e as épocas de maior probabilidade de ocorrência de incêndios e, com essas informações, pode-se tomar medidas técnicas e administrativas para reduzir o potencial de danos pelo fogo (SCHROEDER; BUCK, 1970).

A temperatura do ar influi direta e indiretamente na combustão e propagação dos incêndios, sua influência direta se refere à quantidade de calor necessária para elevar o combustível a temperatura de ignição e depende da própria temperatura inicial do combustível, como também da temperatura do ar em volta do mesmo, já a influência indireta está relacionada com o efeito sobre os outros fatores relacionados

a propagação do fogo, entre os quais o vento, a umidade do combustível e a estabilidade atmosférica (PHILIPP, 2007).

A umidade atmosférica é um elemento chave nos incêndios florestais, tendo efeito direto na inflamabilidade dos combustíveis florestais, havendo uma troca constante de umidade entre a atmosfera e os combustíveis florestais mortos (NUNES; SOARES; BATISTA, 2005).

Com grande influência, a hora do dia afeta diretamente nos níveis de umidade relativa, já que no período da manhã as temperaturas estão mais baixas e os níveis de umidade são mais altos.

Entende-se que a ocorrência dos incêndios está associada às condições de precipitação, pois longos períodos sem chuva poderiam favorecer a incidência de ocorrências, porém ao se avaliar o efeito da precipitação sobre o potencial de propagação do fogo em uma região, é necessário levar em consideração não apenas a quantidade de chuva, mas também sua distribuição estacional e espacial (FERREIRA, 2017).

A distribuição da precipitação é, portanto, fator fundamental na definição do início, término e duração das estações de alto potencial de incêndio (WHITE; RIBEIRO, 2011).

O tipo de cobertura vegetal também exerce acentuada influência na ocorrência de incêndios florestais, já que uma floresta densa e fechada intercepta a radiação solar, reduzindo a temperatura do ar e, conseqüentemente, do material combustível no interior da mesma, no entanto, as espécies florestais também exercem certa influência na propagação dos incêndios em função do tipo do combustível que produzem (NUNES; SOARES; BATISTA, 2005).

Segundo Brown e Davis (1973) a ignição, a propagação e o comportamento do fogo dependem muito mais dos combustíveis do que de outros fatores, pois é no combustível que nasce e se desenvolve a energia de um incêndio florestal.

Adicionalmente, mudanças climáticas, sejam de causas naturais ou antropogênica, têm causado grande preocupação, devido às incertezas relacionadas com o assunto.

De acordo com Marengo (2008), grande parte dos países menos desenvolvidos já enfrenta períodos incertos e irregulares de chuvas, e as previsões para o futuro indicam que as mudanças climáticas vão tornar a oferta de água cada vez menos previsível e confiável.

As projeções futuras associadas aos impactos das mudanças climáticas apontam para alterações da temperatura e dos totais pluviométricos, com aumento da frequência dos eventos extremos de precipitação que poderão causar inundações e secas mais severas e frequentes em inúmeras partes do planeta (ASSIS, 2012).

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), criado para fornecer informações técnicas e científicas sobre as mudanças climáticas, em seu quarto relatório científico, de acordo com Solomon, Qin e Manning (2007), relaciona a ocorrência de chuvas nas regiões do Brasil, mostrando que quando ocorre redução de chuvas em determinada área, poderá comprometer diretamente regiões que apresentam estações chuvosas na mesma época do ano.

2.5 Fragmentação dos habitats florestais

Ao longo dos tempos a cobertura vegetal nativa vem sendo bastante alterada e enfrentando crescentes fragmentações dos seus habitats e, conseqüentemente perdendo sua biodiversidade (FERREIRA, 2017).

De acordo com Bond e Wilgen (1996), o fogo em determinadas condições pode provocar grande impacto ecológico, seja modificando as paisagens, seja modificando as estruturas dos ecossistemas. Os mesmos autores ainda chamam a atenção para o fato de que o fogo pode favorecer o aumento de espécies invasoras quando os incêndios são muito frequentes.

A fragmentação do habitat implica em redução da abundância local de espécies, e um aumento do isolamento entre populações, junto com as mudanças ambientais, afetando deste modo, muitos processos ecológicos das populações e comunidades (RATHCKE; JULES, 1993).

2.6 Impactos na saúde

Segundo Carrero e Alves (2016), resultados de estudos indicam que nas áreas urbanas próximas a florestas, com alto índice de queimadas e incêndios, a população é bastante suscetível a doenças respiratórias e cardíacas.

Estudos realizados nas últimas décadas têm demonstrado que o material particulado inalável (PM10) acima das recomendações, certifica um aumento de sintomas e doenças respiratórias em crianças, diminuição da função pulmonar em

crianças, aumento da mortalidade em pacientes com doenças cardiovasculares e pulmonares, aumento e piora dos ataques de asma em asmáticos, aumento de casos de câncer devido a efeitos de partículas cuja composição química contém componentes carcinogênicos (AMERICAN THORACIC SOCIETY, 1996).

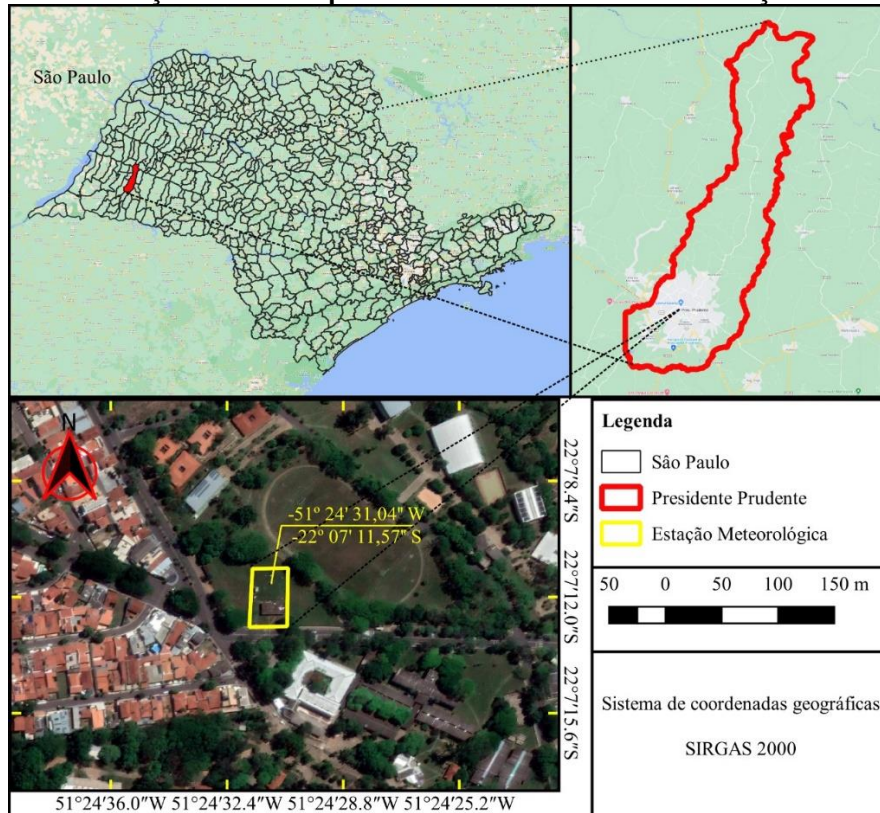
O monóxido de carbono (CO) é um gás tóxico, sem cor e sem odor, que resulta da combustão incompleta do carbono em incêndios, e seu envenenamento é uma das causas mais frequentes das mortes ocorridas durante incêndios florestais e os afetados principais são aqueles combatentes do fogo (RIBEIRO; ASSUNÇÃO, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do meio físico

O município de Presidente Prudente-SP, pertencente a mesorregião e microrregião de mesmo nome, localiza-se na região Oeste do estado de São Paulo, na Latitude $22^{\circ}07'47''$ Sul e Longitude de $51^{\circ}24'31''$ Oeste (Figura 1), e encontra-se em altitude média de 430m. Possui uma extensão territorial de 560 km², população estimada de 230.371 mil habitantes e densidade demográfica de 409,3 hab/km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020).

Figura 1 – Localização do município Presidente Prudente e da estação Meteorológica



Fonte: Autoria Própria (2021)

Por estar localizado sob um regime de clima tropical, numa área de transição climática, tem a atuação da maioria dos sistemas atmosféricos presentes na América do Sul; massa de ar tropical atlântica (mTa), tropical continental (mTc), equatorial continental (mEc), polar atlântica (mPa) e polar tropicalizada, linhas de instabilidade, Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Zona de Convergência de Umidade (ZCOU), Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM), cristas e cavados (Figura 2), (MONTEIRO, 1969; NIMER, 1989; BOIN, 2000).

Figura 2 – Trajetos preferenciais das massas de ar atuantes no oeste paulista onde está inserida a área de estudo Presidente Prudente – SP



Fonte: Boin (2000, p. 195)

A área de estudo também tem influência do fenômeno El Niño e La Niña (Oscilação Sul/ENOS), (BEREZUK, 2007). O El Niño e a La Niña são partes de um mesmo fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no oceano Pacífico Equatorial (e na atmosfera adjacente), denominado de El Niño Oscilação Sul (ENOS). O ENOS refere-se às situações nas quais o oceano Pacífico Equatorial está mais quente (El Niño) ou mais frio (La Niña) do que a média normal histórica. A mudança na temperatura do oceano Pacífico Equatorial acarreta efeitos globais na temperatura e precipitação (CPTEC/INPE, 2021).

O clima de Presidente Prudente é caracterizado como tropical com influência tanto dos fatores estáticos; relevo, continentalidade quanto dos fatores dinâmicos, sistemas atmosféricos atuantes ao longo do ano.

De acordo com a classificação de Köppen (1948), o município de Presidente Prudente se enquadra na tipologia Aw (clima tropical). O clima é caracterizado por duas estações definidas, um período de verão/primavera, mais quente (temperaturas médias das máximas entre os 27 °C e 29°C) e muito chuvoso (entre 150 e 200 mm

mensais) e invernos amenos (com temperaturas médias das mínimas entre os 16°C e 18°C) e menos úmidos (chuvas mensais entre os 20 e 50 mm), tendo uma temperatura média anual de 24,3 °C, sendo janeiro o mês mais quente e junho e julho os meses mais frios (AMORIM; MONTEIRO, 2011).

Conforme a coluna lito estratigráfica da bacia do Paraná, segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981), as formações geológicas dominantes que afloram na região do Pontal do Paranapanema, pertencem ao Grupo São Bento – Formação Serra Geral-JKsg (4,3%); ao Grupo Bauru – Formações Caiuá-Kc (28,7%), Santo Anastácio-Ksa (2,7%), Adamantina-Ka (62,2%), e os Depósitos Cenozóicos-Qa (2,1%).

Ainda segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981), a formação predominante, Adamantina-Ka é constituída por arenitos finos a muito finos, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos com lentes de siltitos arenosos e argilitos ocorrendo em bancos maciços, estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte.

A área de estudo está localizada na Bacia Sedimentar do Paraná (morfoestrutura) e no Planalto Ocidental Paulista (morfoescultura), mais precisamente no Planalto Centro Ocidental (ROSS e MOROZ, 1996). As formas de relevo predominantes são as colinas amplas e baixas com altimetria em torno de 300 a 600 metros, declividades que variam entre 10 a 20% e o predomínio de Latossolos e Argissolos.

Através da Geologia predominante na área de estudo é possível entender a formação dos solos e suas características morfológicas, devido aos processos pedogenéticos ocorridos. As classes predominantes no Oeste Paulista são os Argissolos Vermelho-Amarelos; Argissolos Vermelhos; Latossolos Vermelhos; Nitossolos Vermelhos; Gleissolos Háplicos; Neossolos Quartzarênicos; Neossolos Flúvicos; Neossolos Litólicos, de acordo com o mapa pedológico do estado de São Paulo (EMBRAPA, 1999).

Segundo Fushimi e Nunes (2012), as classes de solos mais representativas no município de Presidente Prudente são os Argissolos Vermelhos e os Latossolos Vermelhos. As manchas de Latossolos Vermelhos apresentam-se nos topos suavemente ondulados dos compartimentos das colinas convexizadas (sobretudo nas colinas mais amplas) e vertentes com extenso comprimento de rampa e morfologia retilínea.

Os mesmos autores afirmam que os Argissolos Vermelhos ocorrem nas colinas de topos menos extensos e no domínio das vertentes convexo-côncavas e retilíneas (340 a 400 m), declividades aproximadas entre 5 a 20%. Os Neossolos Regolíticos predominam em vertentes íngremes com declividades acima de 20%, Já nos fundos de vales (290 a 340 m), em especial com morfologia em berço, identificou-se a presença de solos hidromórficos (Planossolos e Gleissolos), mas também depósitos sedimentares de origem antrópica, ou seja, depósitos tecnogênicos. Nesses locais, as declividades médias variam entre 0 a 5%

O uso da terra na área de estudo, segundo Fushimi e Nunes (2012), é composto predominantemente pela pastagem com a ocorrência de queimadas em algumas épocas do ano, influencia no desenvolvimento do horizonte A antrópico, com vestígios de queimada até mesmo nos horizontes subsuperficiais. No setor norte, próximo ao Distrito de Ameliópolis, predominam as lavouras de cana de açúcar, paisagem diferenciada do resto do município. De modo geral, a cobertura vegetal original foi removida e atualmente há o predomínio de gramínea.

3.2. Dados utilizados

Foram utilizados os dados diários de precipitação e umidade relativa das 13h00min da estação Climatológica de Presidente Prudente, localizada nas coordenadas -22° 07' 11,57" S e -51° 24' 31,04" W e altitude de 431.4 metros. A série histórica compreendeu o período consecutivo de 2005 a 2020.

Os dados de ocorrência de focos de incêndios foram extraídos a partir de informações dos satélites (TERRA_M-T e M-M; AQUA_ M-T e M-M) B, disponibilizados através do site oficial do banco de dados de queimadas - BDQUEIMADAS, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2021).

3.3. Fórmula de Monte Alegre

Este estudo foi realizado utilizando-se uma série temporal de 2005 a 2020 de dados de precipitação pluvial diária (mm) e de umidade relativa do ar (%), medidos às 13h00min.

Foi utilizada a fórmula de Monte Alegre (FMA) proposta por Soares (1972).

Equação básica:

Equação (1)

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

Sendo:

FMA – Fórmula de Monte Alegre

H = Umidade Relativa do ar (%) medida às 13h00min.

n= Número de dias sem chuva

Após utilização da Equação 1, o valor de FMA foi modificada dependendo da precipitação diária (Tabela 1).

Tabela 1 - Modificação no cálculo da FMA de acordo com a precipitação	
MM DE CHUVA DO DIA	MODIFICAÇÃO NO CÁLCULO
≤2,4	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA calculada na véspera e somar (100/H) do dia
>12,9	Interromper o cálculo (FMA=0), recomeçando a somatória no dia seguinte ou quando a chuva cessar

Fonte: Nunes (2005)

Os valores da FMA foram calculados mensalmente e classificados de acordo com a escala de periculosidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Escala que estabelece o grau de periculosidade de incêndios de acordo com os índices da FMA

Valor da FMA	Grau de Periculosidade
De 0,0 a 1,0	Nulo
De 1,1 a 3,0	Pequeno
De 3,1 a 8,0	Médio
De 8,1 a 20,0	Alto
Acima de 20,1	Muito Alto

Fonte: Soares (1972)

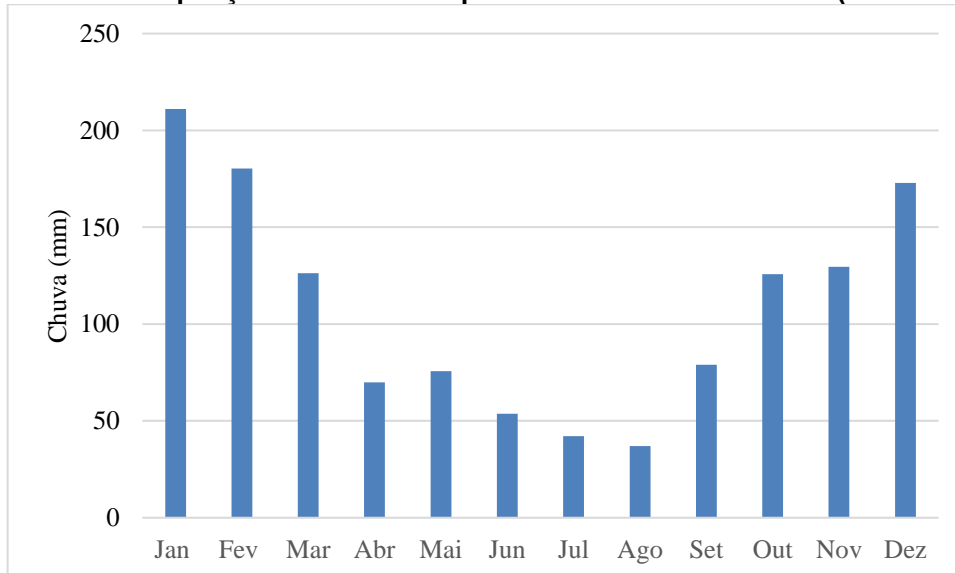
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico serão apresentados os resultados e discussões, divididos em: análise dos dados de chuva em diferentes escalas de análises, ocorrências de focos de incêndio e identificação dos períodos críticos de incêndio.

4.1 Análise dos dados de precipitação

A região apresenta alternadamente com período quente e chuvoso (outubro a março) e ameno e seco (abril a setembro). Portanto é perceptível visualizar no Gráfico 1, uma onda anual bem marcada da distribuição da média mensal histórica, devido a própria localização da área de estudo estar sob um típico regime de clima tropical, isso lhe confere os maiores valores nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro. Os menores valores em julho e agosto se devem aos sistemas estabilizadores de tempo no outono e no inverno que provocam uma diminuição das chuvas, tornando esse período mais seco.

Gráfico 1 - Precipitação média mensal para Presidente Prudente-SP (1969 – 2015)



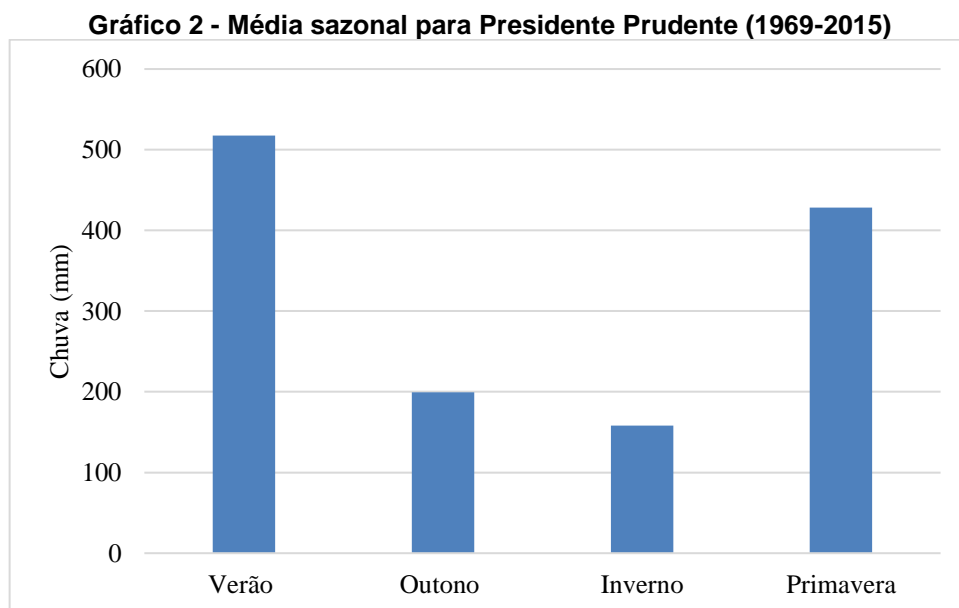
Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

A sazonalidade é marcada na área de estudo, com evidência de maiores valores para o verão e primavera, mas com destaque para o verão com mais de 500 mm. De acordo com Barrios e Sant'Anna Neto (1996), os sistemas atmosféricos que atingem o estado de São Paulo são os de origem Tropical, Polar e Frontal. Desta

forma, no extremo Oeste Paulista há uma alternância de massas de ar tropicais e polares, sendo de grande importância a participação da Frente Polar Atlântica devido a contribuição na gênese das chuvas, deixando a região sujeita às constantes invasões de perturbações frontais, mesmo na primavera e no verão, quando as chuvas são mais frequentes e intensas, o que acarreta um período úmido.

As médias sazonais de chuva, tanto no outono quanto no inverno são muito inferiores quando comparado as demais estações do ano (Gráfico 2). Isso ocorre porque nessas estações do ano, os sistemas estabilizadores causam diminuição das chuvas, provocando um período mais seco. Os sistemas tropicais caracterizam-se na Massa de ar Tropical Atlântica (mTa), na Massa Tropical Atlântica Continentalizada, na Massa Tropical Continental e na Massa Equatorial Continental. A Massa Tropical Atlântica origina-se no anticiclone atlântico Sul e atua durante o ano todo sobre o território paulista, trazendo estabilidade de tempo no inverno, em decorrência de subsidência superior nesta célula de alta pressão (BARRIOS, SANT'ANNA NETO, 1996).

A partir do conhecimento das épocas de estiagens, considerando os riscos de ocorrência de incêndio, é possível realizar um planejamento, afim de alertar a população para evitar que incêndios florestais aconteçam e em casos de ocorrências, minimizar as consequências e a propagação.

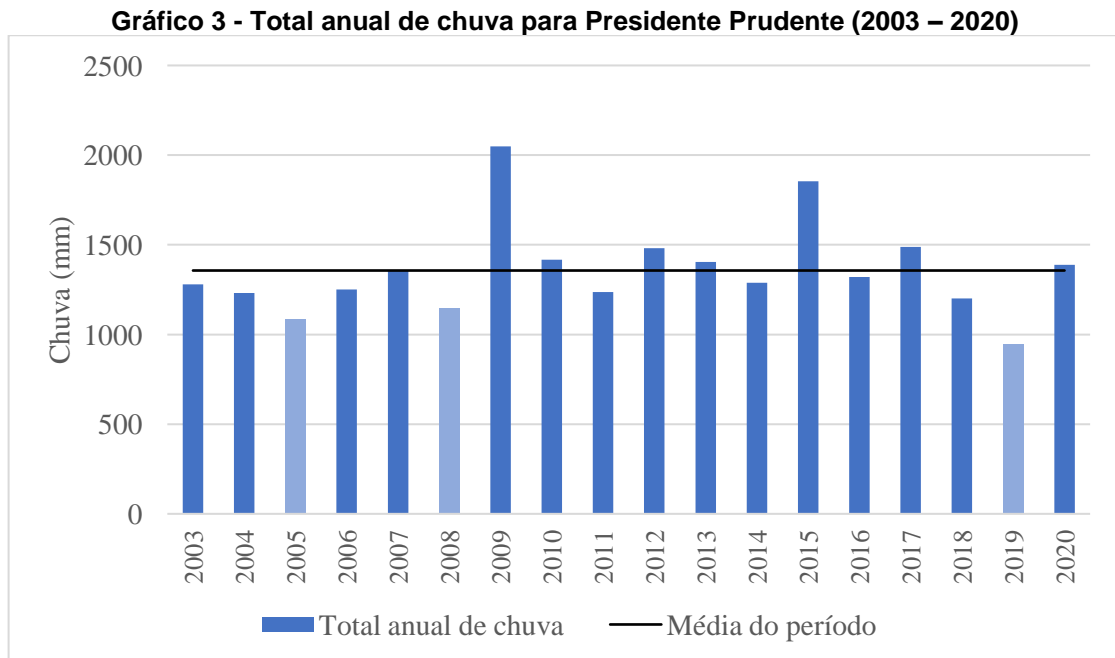


Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

A média anual de chuva é de 1.357 mm, resultados semelhantes foram obtidos para a mesma área de estudo, por Sant'anna Neto e Tommaselli, (2009); Cardoso (2015).

Com relação ao total anual de chuva, dentre o período analisado, 2003 a 2020, foi possível identificar que os anos de 2009 e 2015, os valores extrapolaram a média histórica. Conforme estabelecido por Golden Gate Weather Service (2020) baseado no Índice de Niño Oceânico (ONI) o ano de 2009 foi registrado intensidade de El Niño moderado e 2015 El Niño forte. Os demais anos os valores ficaram próximo da média, porém chama atenção que 10 anos ficaram abaixo da média, com destaque para os anos de 2019, 2005 e 2008 respectivamente com os menores valores (Gráfico 3).

Evidente que a distribuição da chuva ao longo de um ano, é mais importante do que apenas averiguar o total anual, porém nos dá uma ideia da variabilidade temporal ao longo de uma série histórica. Vale ressaltar que o período escolhido de 2003 a 2020, não utilizou os critérios estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), ou seja, o mínimo de 30 anos de dados, porque o objetivo do trabalho era analisar um específico recorte temporal.



Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

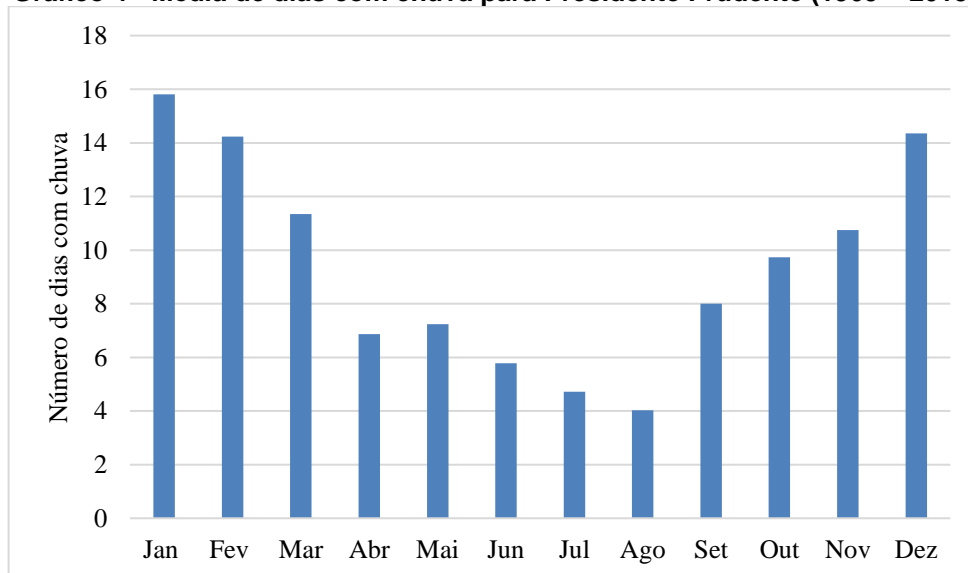
As médias mensais de dias com chuva (Gráfico 4), apresentaram um padrão muito similar com a distribuição da média mensal histórica apresentada no Gráfico 1, para o mesmo período de análise.

No período correspondente de abril a agosto, as chuvas podem ter ocorrido de forma mais concentrada ou devido aos baixos valores registrados nesse período, principalmente em julho e agosto, como esperado considerando a dinâmica dos sistemas atmosféricos atuantes nesse período que provocam a estabilidade do tempo atmosférico.

Nos meses em que registra os maiores valores de chuva, também se observa os maiores valores de dias com chuvas, por exemplo, o mês de janeiro apresentou uma média de 16 dias e fevereiro e dezembro 14 dias com chuvas.

Identificar a distribuição da chuva ao longo dos meses é uma informação relevante, para diversas áreas do conhecimento, destacando a agricultura, principalmente aquelas que fazem o uso do sistema de irrigação. Uma outra aplicabilidade é para alertar a população do perigo do uso do fogo, devido ao alto risco de incêndios, devido as condições atmosféricas propícias para a propagação.

Gráfico 4 - Média de dias com chuva para Presidente Prudente (1969 – 2015)



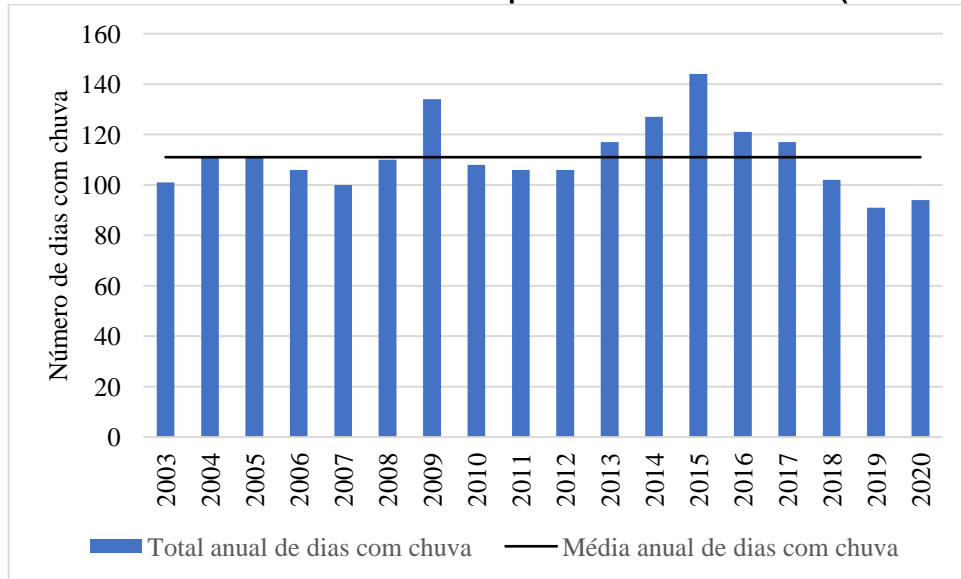
Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

A média anual de dias com chuva, na área de estudo, é de 111 dias. Os maiores valores foram registrados nos mesmos anos que apresentaram os maiores totais anuais de chuva, ou seja, 2009 e 2015, porém isso não é uma regra. Os anos de 2014 e 2016 tiveram os totais anuais de chuva abaixo da média, e, no entanto, a quantidade

de dias com chuva foram de 127 e 121, respectivamente, portanto não é uma regra que a maior quantidade de dias com chuva esteja sempre atrelada ao maior volume precipitado (Gráfico 5).

Entre os anos de 2016 a 2020, foi observado uma sutil redução dos dias com chuva, não seria correto afirmar que se trata de uma tendência, porque não foi aplicado nenhum teste, considerando não ser o objetivo dessa pesquisa, mas seria o desdobramento de uma outra pesquisa (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Total anual de dias com chuva para Presidente Prudente (2003 – 2020)

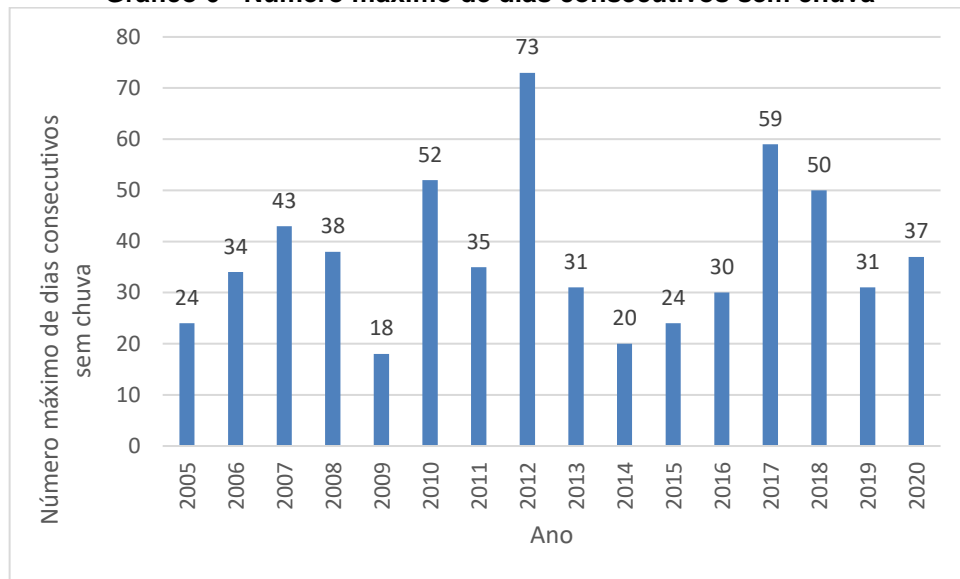


Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

Foram analisados os dias consecutivos sem chuva para os anos de 2005 a 2020 (Gráfico 6). O ano de 2012 apresentou 73 dias consecutivos sem qualquer registro de precipitação. Essa estiagem também foi registrada para São Paulo capital, de acordo com G1 (2012), em que apresentou 65 dias consecutivos sem chuva, representando o segundo maior período de dias sem chuva desde 1985.

Para os anos de 2017, 2010 e 2018 foram observados 59, 52 e 50 dias consecutivos sem chuva, respectivamente. Para esses três anos, os períodos consecutivos sem chuva ocorreram durante os meses de junho, julho e agosto.

Os dias consecutivos sem chuva favorecem o acúmulo de material combustível seco, facilitando a ocorrência e a velocidade de propagação de incêndios. Além do acúmulo do material combustível seco, períodos de estiagem com altas temperaturas contribuem para o processo de combustão em todo o material orgânico dos solos, aumentando o risco de incêndios.

Gráfico 6 - Número máximo de dias consecutivos sem chuva

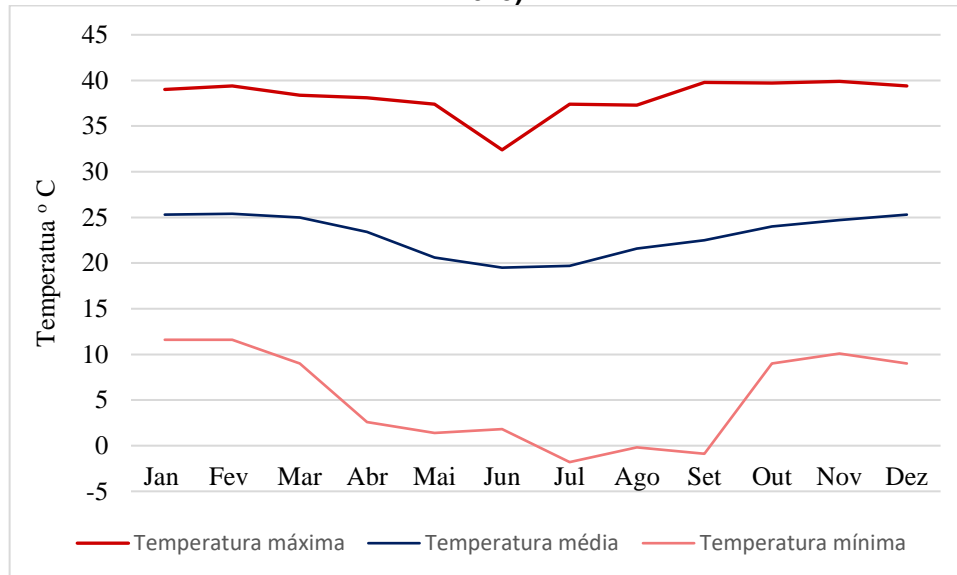
Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

4.2 Análise de temperatura

As temperaturas mais elevadas foram registradas no verão e na primavera (Gráfico 7). Segundo Barrios e Sant'anna Neto (1996), os sistemas tropicais conferem as temperaturas elevadas nessas estações do ano.

Enquanto os sistemas extratropicais (massas polares) que originam as frentes frias e as incursões de ar polar no outono e inverno, ocasionam as baixas temperaturas entre abril a setembro, sendo as mínimas absolutas registradas no mês de julho, quando as temperaturas diminuem com a entrada das massas polares (SANT'ANNA NETO, TOMMASELLI, 2009).

Gráfico 7 - Temperatura máxima, média e mínima absoluta de Presidente Prudente (1969 – 2015)



Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

Foram constatadas por Sant'anna Neto e Tommaselli (2009), que a temperatura média anual é de 23,4°C, atingindo os 26°C nos meses de verão e 20°C no inverno. Quando se observam os valores máximos e mínimos, as temperaturas oscilam entre 27°C e 28°C, com extremos acima dos 38°C e as mínimas ficam entre 16°C e 18°C. Mas, o que prevalece são os dias quentes, com máximas diárias acima dos 30°C e esses dias, nas últimas décadas, ultrapassaram os 200 dias do ano.

4.3 Ocorrências e identificação dos períodos críticos de incêndio

Com os dados disponíveis dos focos de incêndio para Presidente Prudente – SP, foi possível identificar 426 focos em um período de 16 anos (2005 – 2020). A partir da utilização da Fórmula de Monte Alegre – FMA (SOARES, 1972), foram determinados os períodos críticos de incêndio para cada grau de periculosidade: Nulo, Pequeno, Médio, Alto e Muito Alto.

A Tabela 3 apresenta o número de dias previstos para cada classe de perigo de incêndio, calculados por meio da da FMA, no período de 2005 a 2020. Pode-se observar que 24 e 37% dos dias foram críticos, classificados como Alto e Muito Alto,

respectivamente, ou seja, apresentaram valores de $FMA > 8$. O risco nulo ocorreu em aproximadamente 10% dos dias dos 16 anos, totalizando 564 dias.

Borges *et al.* (2011), em estudo feito no estado do Espírito Santo – ES, indicou que o índice FMA teve uma tendência em concentrar o percentual de número de dias nas classes de riscos mais altos, com um valor médio de 56,62%, quando consideradas as classes de risco alto (31,90%) e muito alto (24,72%).

Tabela 3 - Identificação de períodos críticos de incêndio e focos para os anos de 2005 a 2020

Perigo	FMA		Focos de Incêndio	
	Nº	%	Nº	%
Nulo	564	10%	7	1,6%
Pequeno	626	11%	2	0,5%
Médio	1063	18%	32	7,5%
Alto	1403	24%	69	16,2%
Muito Alto	2188	37%	316	74,2%
Total	5844	100%	426	100,0%

Fonte: Autoria própria (2021)

Foi verificada que a maioria dos focos de calor se concentram nas classes de perigo Alto e Muito Alto, onde o valor médio da ocorrência dos focos observados nessas classes foi de 16,2 e 74,2%, respectivamente, indicando desta forma uma grande possibilidade de ocorrência de incêndios florestais e denotando a efetiva possibilidade em emprego da Fórmula de Monte Alegre.

A menor quantidade de focos de incêndio foi percebida para os índices “nulo” e “pequeno”, apresentando respectivamente 7 e 2 números de focos de incêndio. Os 7 focos de incêndio identificados no índice “nulo”, podem ser decorrentes mais de incêndios por ações antrópicas forjadas, do que propriamente de influência do clima.

Ao avaliar a FMA para todos os meses nos anos de 2005 a 2020, observou-se que o grau de risco Muito Alto teve uma grande relevância nos meses de maio a setembro, assim como a maioria dos registros de focos de incêndio também ocorreram nesse período, demonstrando a convergência entre estas duas variáveis (Tabela 4). Os meses de maio a setembro são caracterizados por duas estações, outono e inverno. Outono costuma ser uma estação seca e com baixa umidade relativa do ar e o inverno, por ser uma estação mais fria, pode apresentar registros de precipitação ainda menos frequentes e valores de umidade relativa do ar muito menores.

Tabela 4 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade e distribuição mensal dos focos de incêndio registrados no município de Presidente Prudente – SP para os anos de 2005 a 2020

Meses	Nulo	Pequeno	Médio	Alto	Muito Alto	Focos	Meses/Focos %
Janeiro	102	123	147	101	23	3	0,7%
Fevereiro	71	84	116	126	55	10	2,4%
Março	51	59	131	162	93	9	2,1%
Abril	33	39	87	145	176	20	4,8%
Maio	30	32	66	30	251	32	7,6%
Junho	21	34	56	110	241	33	7,9%
Julho	21	21	37	90	327	89	21,2%
Agosto	18	15	27	59	377	84	20,0%
Setembro	32	31	45	63	279	92	21,9%
Outubro	58	59	99	146	135	24	5,7%
Novembro	50	54	101	146	129	19	4,5%
Dezembro	75	73	146	138	64	5	1,2%
Total	562	624	1058	1316	2150	420	100,0%
Índices %	9,8%	10,9%	18,5%	23,0%	37,7%	-	100,0%

Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

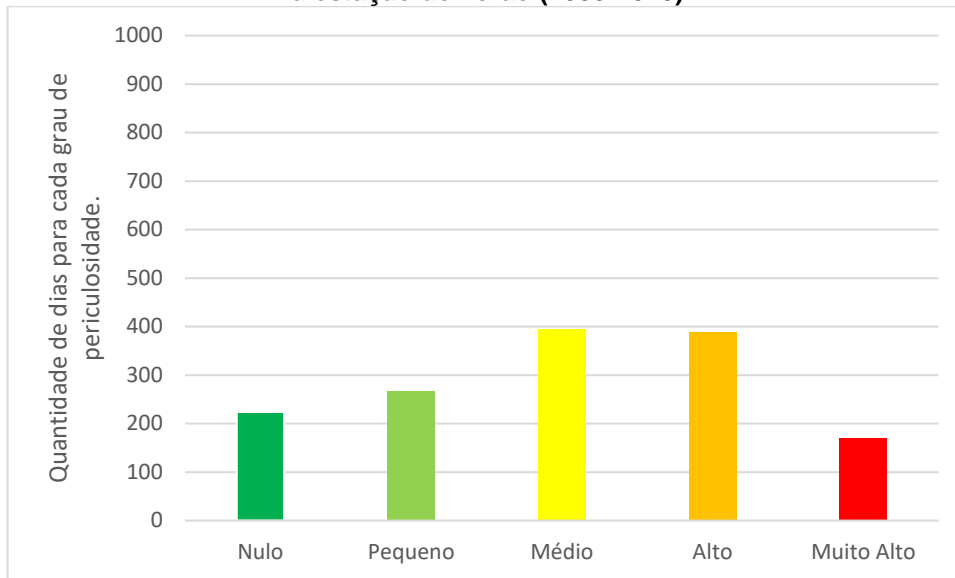
Do total dos focos de incêndio, 78,6% ocorreram nos meses de maio a setembro, meses esses que apresentaram as menores médias de precipitações, conforme evidenciado pelo Gráfico 1. Para o período citado, fica demonstrado a necessidade de um aumento na vigilância, visando evitar que os incêndios se deflagrem em áreas verdes do município de Presidente Prudente – SP, ocasionando grandes áreas de queimadas, no interior e entorno de florestas.

Philipp (2007), em estudo realizado em Sorriso – MT, verificou que os valores absolutos do índice FMA aumentaram gradativamente a partir de maio, em função da escassez de precipitação neste período, atingindo valores de índice de risco resultante, FMA= 423,08.

No decorrer do ano de 2003, Deppe *et al.* (2004), identificou em estudo realizado para o estado do Paraná 3.699 focos de calor, deste total, pouco mais de 70% ocorreram nos meses de agosto, setembro e outubro.

É perceptível visualizar nos Gráficos 8 e 11, que os graus de periculosidade estão bem distribuídos para as estações de verão e primavera. Isso se deve ao fato de que as chuvas mais frequentes e intensas, nesse período, acarretam em uma época úmida, diminuindo as chances de ocorrência de incêndio.

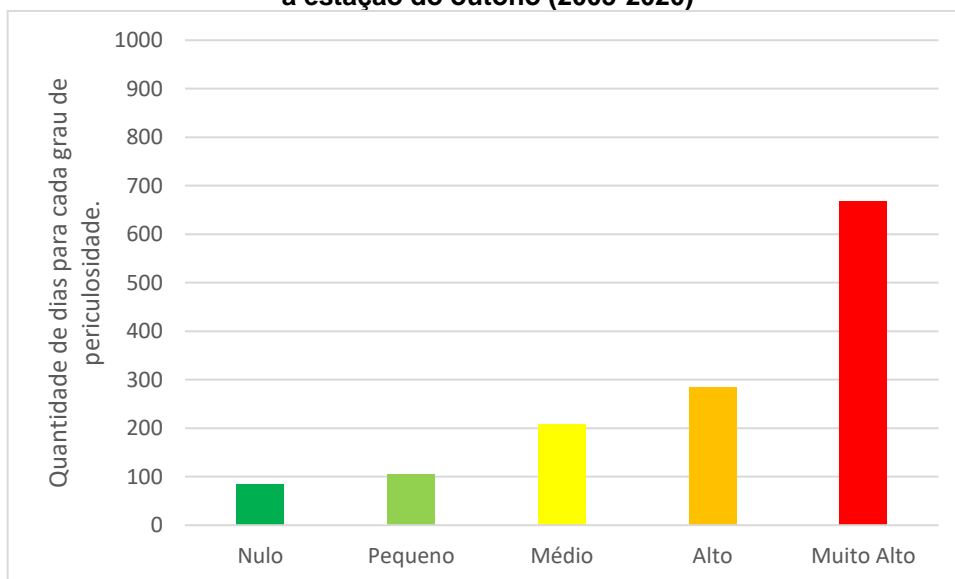
Gráfico 8 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação do verão (2005-2020)



Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

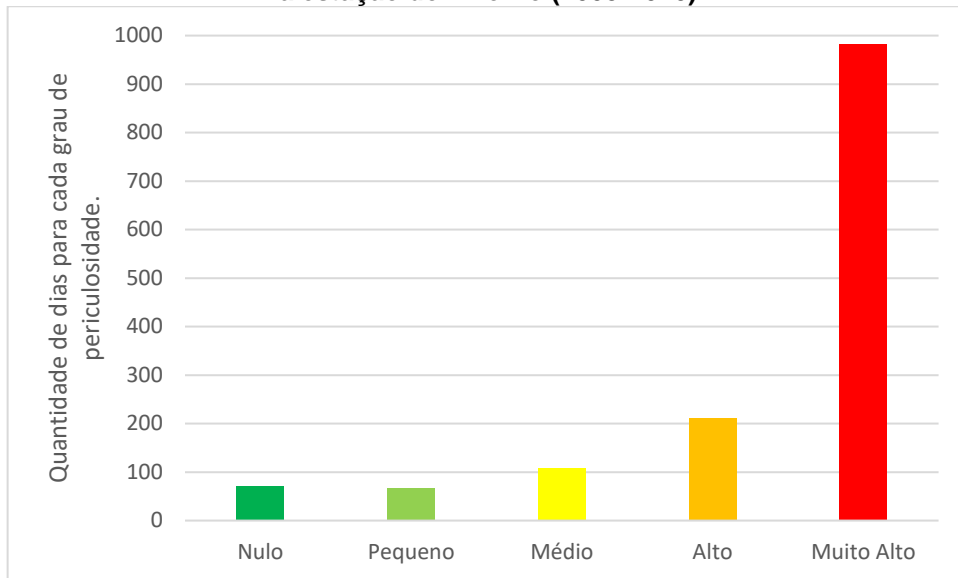
Para as estações inverno e outono (Gráficos 9 e 10), verifica-se uma grande discrepância entre as classes de periculosidade, sobressaindo a classe muito alto. Por serem períodos secos, com menos ocorrências de chuva, conseqüentemente, a umidade relativa do ar diminui, favorecendo um ambiente propício a ter focos de incêndio e propagações rápidas.

Gráfico 9 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação do outono (2005-2020)



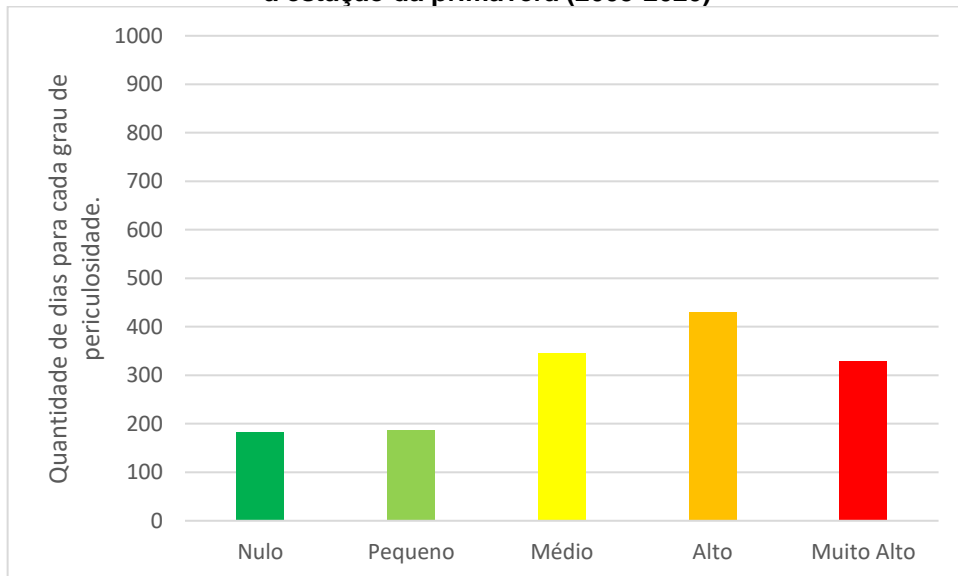
Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

Gráfico 10 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação do inverno (2005-2020)



Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

Gráfico 11 - Resultado da Fórmula de Monte Alegre (FMA), com classes de periculosidade para a estação da primavera (2005-2020)



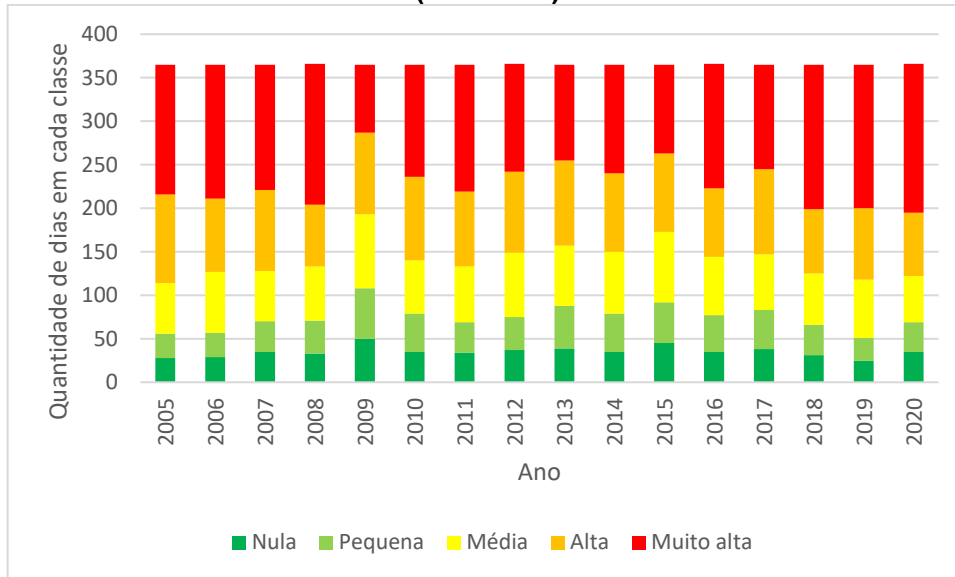
Fonte: Dados da estação meteorológica da FCT/UNESP

Considerando o índice da FMA ao longo dos 16 anos, pode-se observar a evolução do valor da classe de risco Muito Alto com o decorrer do tempo, devido à ausência de chuvas que atingiram 13 mm ou mais. Esse aumento da classe de risco fica evidenciado pelos anos de 2018, 2019 e 2020, em comparação com os demais (Gráfico 12).

Em comparação com o Gráfico 5, é possível perceber que os anos de 2018, 2019 e 2020 também apresentaram menor precipitação anual, ficando abaixo da média

histórica, evidenciando que as menores precipitações favorecem o aumento do índice de perigo de incêndio.

Gráfico 12 - Classe de periculosidade segundo o índice da FMA para toda a série histórica (2005-2020)

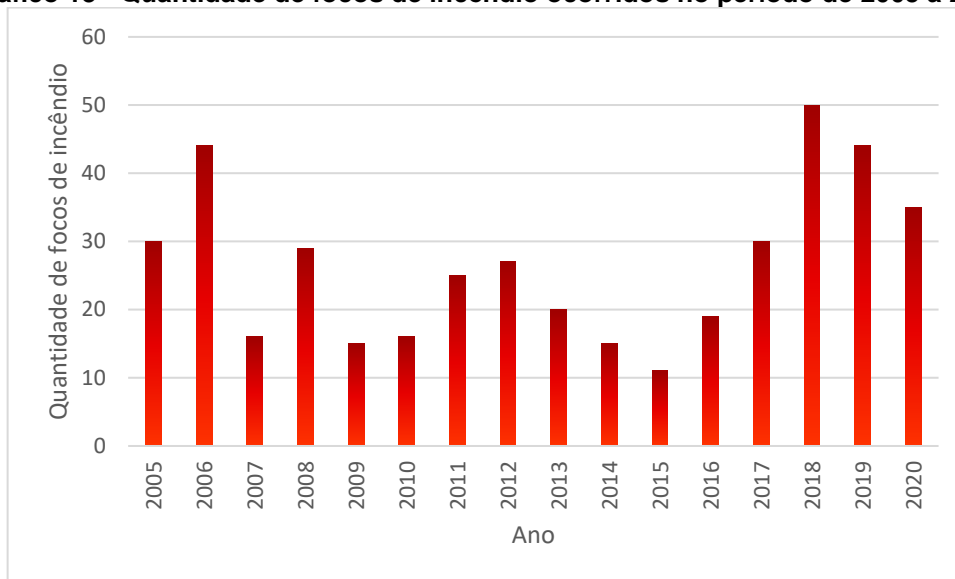


Fonte: Autoria própria (2021)

Segundo Marengo (2008), as mudanças climáticas que vem ocorrendo ao longo dos anos representam um sério risco para os recursos de água no Brasil, com projeções do clima sugerindo que a chuva pode reduzir em até 20% nos finais do século XXI, num cenário de altas emissões. Ainda de acordo com o mesmo autor, a falta de chuvas está inserida no quadro calamitoso do aquecimento global, em que a devastação da Amazônia tem triste papel de destaque.

Para Bolson e Haonat (2016), se, antes, os nefastos efeitos do aquecimento global se mostravam fluidos e distantes do nosso dia a dia, agora, ao revés, somos cada vez mais afetados pelo excesso de chuvas ou pela seca, além disso, as mudanças climáticas, em algumas partes do Brasil, são responsáveis pelo aparecimento de estados climáticos imprevisíveis e catastróficos, como ondas de calor extremas.

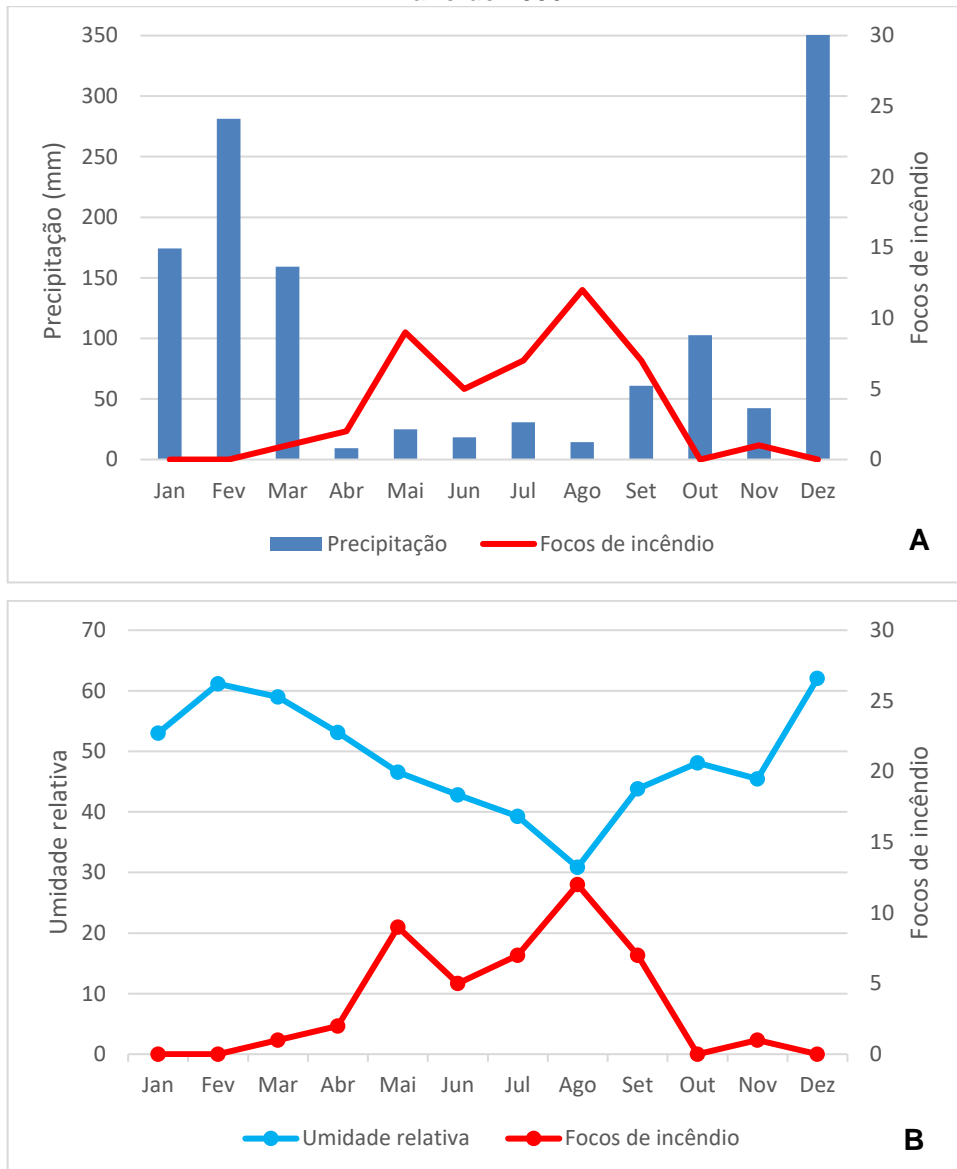
Ao analisar a quantidade de focos de incêndios distribuídos ao longo dos anos (Gráfico 13), é possível identificar a forte relação com o Gráfico 12, observando que os anos que tiveram índice de risco mais alto, são os mesmos anos que apresentaram maiores números de focos de incêndio.

Gráfico 13 - Quantidade de focos de incêndio ocorridos no período de 2005 a 2020

Fonte: Autoria própria (2021)

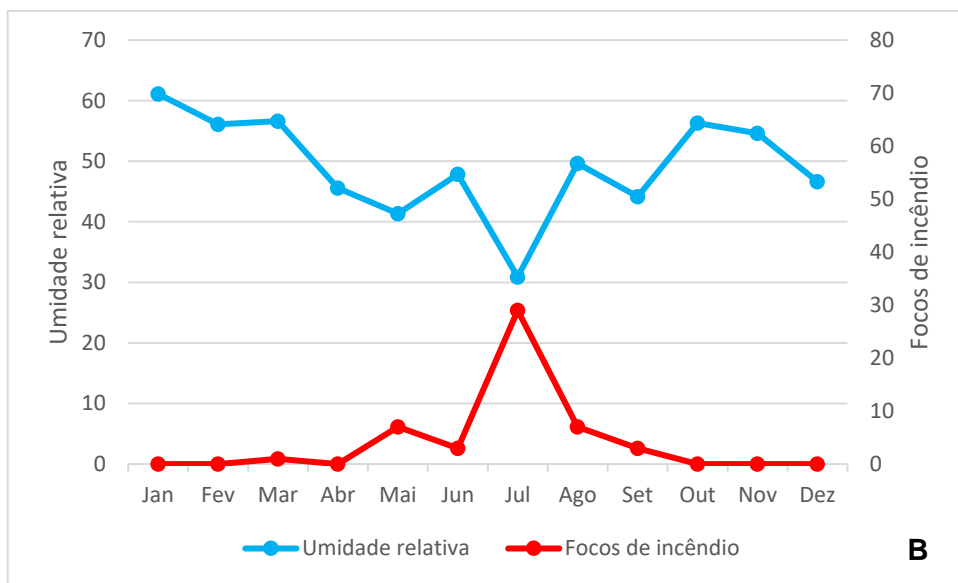
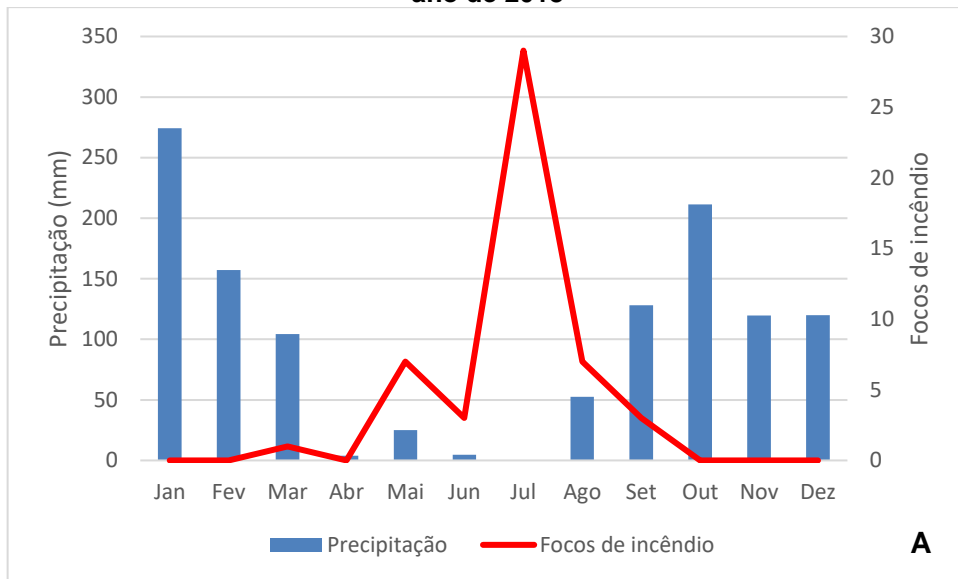
Considerando os anos que tiveram mais ocorrências de focos de incêndio, 2006, 2018 e 2019, é possível identificar a relação dos focos de incêndio com a umidade relativa e precipitação (Gráfico 14, 15 e 16).

Gráfico 14 - Análise da Precipitação (a) e Umidade relativa (b) com focos de incêndio para o ano de 2006



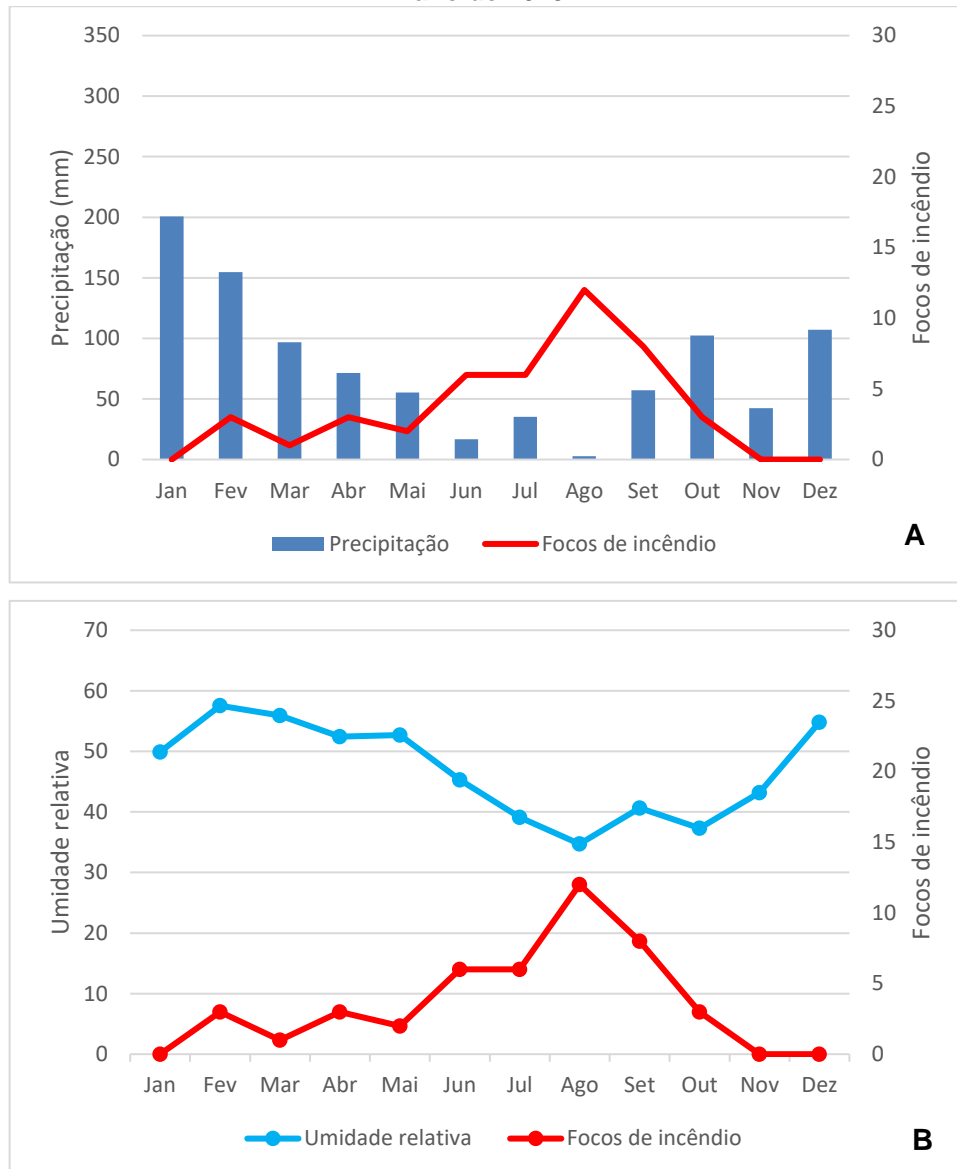
Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 15 - Análise da Precipitação (a) e Umidade relativa (b) com focos de incêndio para o ano de 2018



Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 16 - Análise da Precipitação (a) e Umidade relativa (b) com focos de incêndio para o ano de 2019



Fonte: Autoria própria (2021)

A relação da umidade relativa do ar e precipitação com as ocorrências de incêndio são bem parecidas, quanto maior a umidade do ar e a precipitação, menor a presença de focos de incêndio.

Quanto menor é a umidade relativa, maior é o número de focos de incêndios, visto que o ar mais seco, proporciona, sobretudo no material combustível, uma maior propensão à ocorrência do fogo.

Torres *et al.* (2011) ao analisarem a ocorrência de incêndios florestais em Juiz de Fora - MG, concluíram que a UR apresenta uma maior influência na ocorrência de incêndios do que a precipitação.

Torres (2006), afirma que há uma maior influência da umidade relativa do ar nas ocorrências de incêndios em comparação com o total anual de precipitação, podendo ser explicado pela influência maior da umidade sobre o material morto devido ao fato do qual, refletir melhor em relação ao material vivo a umidade do ambiente, enquanto que o combustível vivo se mantém úmido por mais tempo graças a umidade retirada do solo, mesmo em épocas mais secas.

Os meses de maio a setembro de 2006, 2018 e 2019 apresentaram os menores valores de precipitação e, nestes meses, foram identificados os maiores números de focos de incêndio, evidenciando o que foi discutido nos Gráficos 3 e 4, em que os períodos mais críticos para ocorrências de incêndio são o outono e o inverno.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho, foi possível concluir que:

Foram identificados os meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro como os meses mais secos para o período estudado (2005-2020). Os meses correspondentes aos mais chuvosos foram janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro. Sendo assim, o outono e o inverno foram identificados como estações secas com alto risco de incêndio e propagação, já verão e primavera como estações chuvosas, com poucos riscos.

A média anual de dias com chuva na área de estudo, é de 111 dias. O ano de 2012 apresentou 73 dias consecutivos sem qualquer registro de precipitação.

Foi identificado 426 focos de incêndio para o período estudado. Foi verificada que a maioria dos focos de calor se concentram nas classes de perigo Alto e Muito Alto, demonstrando bom desempenho e eficiência da FMA.

Os anos de 2006, 2018 e 2019 foram os mais críticos do período estudado, onde apresentaram precipitação anual abaixo da média, focos de incêndio elevados e altos índices de periculosidade para as classes alto e muito alto.

Constatou-se que os períodos mais críticos para ocorrência de incêndio são as estações outono e inverno, devido a baixos valores de precipitação e umidade relativa do ar. Nas mesmas estações também foram verificadas as maiores quantidades de focos de incêndio registradas.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, M. C. C. T.; MONTEIRO, A. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. **Confins**, v. 13, p. 1-18, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.7284>. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/7284>. Acesso em: 16 jul 2021.
- AMERICAN THORACIC SOCIETY. A committee of the environmental and occupational health assembly of the American Thoracic Society. Health effects of outdoor air pollution. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 153, n. 1, p. 30-50, 1996. DOI: 10.1164/ajrccm.153.2.8564086. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8564086/>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- ASSIS, J. M. O. **Análise de tendências de mudanças climáticas no semiárido de Pernambuco**. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10596/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Janaina%20Assis.pdf. Acesso em: 13 jul. 2021.
- BARBOSA, R. I.; FEARNSTIDE, P. M. Incêndios na Amazônia Brasileira: Estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de roraima na passagem do evento “EL NINO” (1997/98), **Acta Amazônica**, Boa Vista-RR, v. 29(4), p.513-534, 1999. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/29-4/PDF/v29n4a02.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2021.
- BARRIOS, N. A. Z.; SANT’ANNA NETO, J. L. A circulação atmosférica no extremo oeste paulista. **Boletim climatológico**, Presidente Prudente-SP, v.1, n.1, p.8-9, 1996.
- BEREZUK, A. G. **Análise das adversidades climáticas no oeste paulista e norte do Paraná**. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual “Júlio Mesquita Filho” FCT/UNESP, campus Presidente Prudente, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102967>. Acesso em: 07 nov. 2021.
- BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102872/boin_mn_dr_rcla.pdf?sequence=1. Acesso em: 08 nov. 2021.
- BORGES, T. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R.; 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**, Espírito Santo – RS, v. 2, n. 18, p. 153-159, 2011. Disponível em: <https://www.floram.org/article/10.4322/floram.2011.033/pdf/floram-18-2-153.pdf>. Acesso em: 26 out. 2021.
- BOLSON, S. H.; HAONAT, A. I. A governança da água, a vulnerabilidade hídrica e os impactos das mudanças climáticas no Brasil. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte

– BH, v. 13, n. 25, p. 223-248, 2016. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/575>. Acesso em: 26 out. 2021.

BOND, W. J.; WILGEN, B. W. V. **Fire and plants**. 1. ed. London. Chapman & Hall. 1996.

BROWN, A. A.; DAVIS, K. P. **Forest fire: control and use**. 2. ed. New York. McGraw-Hill. 1973.

CARRERO, G. C.; ALVES, C. S. Queimadas e *incêndios* na Amazônia: impactos ambientais e socioeconômicos, prevenção e combate. *In: ALMEIDA, M. C. S.; MAY, P. H. Gestão e governança local para a Amazônia sustentável: Notas Técnicas-2*. Rio de Janeiro-RJ, p. 157-165. 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322722343_Queimadas_e_incendios_na_Amazonia_impactos_ambientais_e_socioeconomicos_prevencao_e_combate. Acesso em: 10 jul. 2021.

CARDOSO, R. S. **Classificação de potenciais unidades climáticas em Presidente Prudente-SP**. 2015. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, FCT/UNESP, campus Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138512>. Acesso em: 07 nov. 2021.

CHUVIECO, E.; SALAS, F.J.; Geographic Information Systems for wildland fire risk mapping. **Wildfire Magazine**, Fairfield-EUA, v. 3, n. 2, p. 7-13. 1994. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/268743228_Geographic_Information_Systems_for_wildland_fire_risk_mapping. Acesso em: 17 jul. 2021.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC/INPE. **El Niño e La Niña**. 2021. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 11 nov. 2021.

DEPPE, F.; PAULA, E. V.; MENEGHETTE, C. R.; VOSGERAU, J. Comparação de índice de risco de incêndio florestal com focos de calor no estado do Paraná. **Revista Floresta**, Curitiba – PR, v. 2, n. 34, p. 119-126, 2004. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2382/1991>. Acesso em: 26 out. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF: Serviço de Produção de Informação (SPI), 1999. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 11 nov. 2021.

FEARNSIDE, P. M. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia Brasileira. **Estudos Avançados**, São Paulo-SP, v.16, n.44, p. 99-123, 2002. DOI:10.1590/S0103-40142002000100007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/XSwmhQjJmfnDLx5RYZpvjxh/?lang=pt>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FERREIRA, A. J. D., COELHO, C. O. A., SHAKESBY, R.A., WALSH, R.P.D. Sediment and solute yield in forest ecosystems affected by forest fire and rip-ploughing techniques, central Portugal: a plot and catchment analysis approach. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 22, n. 3-4, p. 309-314. 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-1946\(97\)00150-X](https://doi.org/10.1016/S0079-1946(97)00150-X). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S007919469700150X>. Acesso em: 10 jul. 2021.

FERREIRA, M. V. M. Avaliação da relação entre incêndios e precipitação nas unidades de conservação parque estadual do Biribiri e parque estadual do Rio Preto. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente-SP, v. 2, n. 39, p.118-140, 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/4506>. Acesso em: 11 jul. 2021.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Principais classes de solos do município de Presidente Prudente-SP: identificação e caracterização. **Boletim Goiano de Geografia**. Goiânia, v. 32, n. 1, p. 45-58, jan./jun. 2012. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/index.php/bgg/article/view/18955>. Acesso em: 11 nov. 2021.

HEIKKILÄ, T. V.; GRONOVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Handbook on Forest Fire Control**. 1. ed. Helsinki-FI. Forestry Training Programme. 1993.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. INPE. **Monitoramento dos Focos Ativos por Países**. 2021. Disponível em: https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_paises/. Acesso em: 26 jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **População estimada 2020**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/presidente-prudente/panorama>. Acesso em: 16 jul. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). **Mapa geológico do Estado de São Paulo: 1:500.000**. São Paulo: IPT, v. I, p. 46-8. 1981. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/6423/geologicoseg.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

KOVALSYKI, B. **Zoneamento de risco de incêndios florestais para o Parque Estadual de Vila Velha e seu entorno**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2014. Disponível em: http://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-12/projeto_056_2014.pdf. Acesso em: 12 jul. 2021.

KENDALL MG. **Rank Correlation Methods**. 4. ed. London: Charles Griffin. 1975.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. 1. ed. **México**. Fondo de Cultura Econômica. 1948. Disponível em: https://issuu.com/lucaspestana/docs/koeppen_climatologia. Acesso em: 10 jul. 2021.

LINN, R. R.; CANFIELD, J. M.; CUNNINGHAM, P.; EDMINSTER, C.; DUPUY, J. L.; PIMONT, F. Using periodic line fires to gain a new perspective on multidimensional aspects of forward fire spread. **Agricultural and Forest Meteorology**, Ontário-CA, v.157, p.60-76, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.01.014>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168192312000445>. Acesso em: 10 jul. 2021.

MARENGO, J. A. M. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, São Paulo-SP, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/fXZzdm68cnztt6Khr8zYx3L/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

MANN, H. B. Non-parametric tests Against trend. **Econométrica**, Cleveland-EUA, v. 13, n. 3, p. 245-249, 1945. DOI: <https://doi.org/10.2307/1907187>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1907187>. Acesso em: 20 jul. 2021.

MONTEIRO, C. A. “A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil” *In: Série Teses e Monografias*, n.1. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1969.

NERY, J. T.; SILVA, E. S.; CARFAN, A. C. Distribuição da precipitação pluvial no Estado de São Paulo. 2004. **Climatologia Geográfica**, Ourinhos-SP v. 6, 2004. Disponível em: <https://www.ourinhos.unesp.br/Home/Pesquisa/GruposdeEstudo/Clima/Simposios/084.pdf>. Acesso em: 27 out. 2021.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989, 422 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81099.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2021.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA+ - Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 36, n. 1, p. 75-91, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rev.v36i1.5509>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/5509>. Acesso em: 20 jul. 2021.

NUNES, J. R. S.; FIER, I. S. N.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Desempenho da Fórmula de Monte Alegre e da Fórmula de Monte Alegre Alterada no distrito florestal de Monte Alegre. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 40, n. 2, p. 319-326, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/17827/11629>. Acesso em: 07 nov. 2021.

OLIVEIRA, D. S.; BATISTA, A. C.; MILANO, M. S. Fogo em unidades de conservação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2000, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande, 2000. p. 200-207. Disponível em: <https://academic-accelerator.com/Impact-Factor-IF/ro/Anais-Do-Congresso-Brasileiro-De-Unidades-De-Conservacao>. Acesso em: 6 jul. 2021.

PHILIPP, M. P. **Análise do perigo de incêndio em municípios do estado de Mato Grosso por meio da Fórmula de Monte Alegre**. 2007. Dissertação (Mestrado em física e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2007. Disponível em: <https://pgfa.ufmt.br/index.php/br/utilidades/dissertacoes/105-mauricio-moleiro-philipp/file>. Acesso em: 10 jul. 2021.

PORTAL DE NOTÍCIAS DA GLOBO – G1. **SP teve segundo maior período sem chuva desde 1985**. 2012. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2012/09/sp-teve-segundo-maior-periodo-sem-chuva-desde-1985-diz-inmet.html>. Acesso em: 27 out. 2021.

RATHCKE, B. J.; JULES, E. S. Habitat fragmentation and plant-pollinator interactions. **Current Science**, Ann Arbor-EUA, v. 65, n. 3, p. 273-277, 1993. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/24095130>. Acesso em: 15 jul. 2021.

RIBEIRO, H.; ASSUNÇÃO, J. V. Efeitos das queimadas na saúde humana. **Estudos Avançados**, São Paulo-SP, v. 16, n. 44, p. 125-148. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142002000100008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/5KxLnYV6c8kRph4Dxd49rv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 jul. 2021.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 10, 1996. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53703/57666>. Acesso em: 11 nov. 2021.

SALA, M.; RUBIO, J. L. Soil erosion and degradation as a consequence of forest fires. 1. ed. Logroño-ES. **Geofoma Ediciones**. 1994. Disponível em: [https://geomorfologia.es/sites/default/files/Sala%20y%20Rubio%20\(eds\)%201994%20Soil%20erosion%20as%20a%20consequence%20of%20forest%20fires.pdf](https://geomorfologia.es/sites/default/files/Sala%20y%20Rubio%20(eds)%201994%20Soil%20erosion%20as%20a%20consequence%20of%20forest%20fires.pdf). Acesso em: 21 jul. 2021.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente-SP: FCT/UNESP, 2009.

SCHROEDER, M. J.; BUCK, C. C. **Fire weather: A Guide for Application of Meteorological Information to Forest Fire Control Operation**. 1. ed. Washington. USDA Forest Service, Agriculture Handbook 360. 1970. Disponível em: <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=barkbeetles>. Acesso em: 18 jul. 2021.

SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (SSP-SP). **Dados estatísticos do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo**. 2021. Disponível em: <http://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/CorpoBombeiro.aspx>. Acesso em 12 de jul. 2021.

SILVA, J. C.; FIELDLER, N. C.; RIBEIRO, G. A.; SILVA, M. C. Avaliação de brigadas de incêndios florestais em unidades de conservação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p. 95-101. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/zrtYFw6Ppx8fJgCHstsZwPN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 de jul. 2021.

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para região centro-paranaense, Brasil**. 1972. Dissertação (Mestrado em Ciências). Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, Turrialba-CR, 1972. Disponível em: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/1136>. Acesso em: 15 jul. 2021.

SOARES, R. V. Comparação entre quatro índices na determinação do grau de perigo de incêndios no município de Rio Branco do Sul-PR. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v.17, n.1/2, p. 31-35, 1987. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v17i12.6383>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/6383/4580>. Acesso em: 13 jul. 2021.

SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v. 18, n. 1/2, p. 94-121, 1988. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v18i12.6387>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/6387/4584>. Acesso em: 13 jul. 2021.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios florestais: controle, efeito e usos do fogo**. Curitiba-PR: UFPR, 2007. 250 p.

SOARES, R. V. **Prevenção e controle de incêndios florestais**. Curitiba-PR, ABEAS, 1984. 120 p.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M. (Org.) **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. United Kingdom, New York, v. 1, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/224017972_Climate_Change_2007_The_Physical_Science_Basis_Working_Group_I_Contribution_to_the_Fourth_Assessment_Report_of_the_IPCC. Acesso em: 15 jul. 2021.

SORIANO, B. M. A.; DANIEL, O.; SANTOS, S. A.; Eficiência de índices de risco de incêndios para o pantanal Sul-Mato-Grossense. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 25, n. 4, p. 809-816. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509820231>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/DWLchpQCnNdPB4xDrmShPJN/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 13 jul. 2021.

SOUZA, P. A. L.; SISMANOGLU, R. A.; LONGO, K. M.; MAURANO, L. E.; RECUERO, F. S.; SETZER, A. W.; YOSHIDA, M. C. Avanço no monitoramento de queimadas realizado no INPE. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, 2004. p. 1-15.

Disponível em:

https://queimadas.dgi.inpe.br/~rqueimadas/documentos/200409_desouza&etal__cbmet8_fortaleza_642.pdf. Acesso em: 19 jul. 2021.

TORRES, F.T.P.; RIBEIRO, G. A.; MARTINS, S. V.; LIMA, G. S. Correlações entre os elementos meteorológicos e as ocorrências de incêndios florestais na área urbana de Juiz de Fora, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.143-150, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000100017>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/WqbxMcGB5c3Dm3LYjtPhMHw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 03 out. 2021.

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora – MG. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 7, n. 18, p. 162-171, 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15426/8724>. Acesso em: 03 out. 2021.

VIEIRA, A; COSTA, F. Investigação sobre erosão e degradação dos solos afetados por incêndios florestais. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA EM GEOGRAFIA, 2., 2015, Guimarães. **Anais [...]**. Guimarães, 2015. p. 33-49. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/37689>. Acesso: 18 jul. 2021.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté-SP, v. 6, n. 1, p. 148-156, 2011. DOI: [doi:10.4136/ambiente.180](https://doi.org/10.4136/ambiente.180). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275985282_Analise_da_precipitacao_e_sua_influencia_na_ocorrenca_de_incendios_florestais_no_Parque_Nacional_Serra_de_Itabaiana_Sergipe_Brasil. Acesso em: 15 jul. 2021.