

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

PABLO RAPHAEL OLIVEIRA HONORATO DA SILVA

INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

JOÃO PESSOA

2021

PABLO RAPHAEL OLIVEIRA HONORATO DA SILVA

INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Joel Silva dos Santos

JOÃO PESSOA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586i Silva, Pablo Raphael Oliveira Honorato da.
Incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa-PB /
Pablo Raphael Oliveira Honorato da Silva. - João
Pessoa, 2021.
65 f. : il.

Orientação: Joel Silva dos Santos.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Incêndios - variáveis climatológicas. 2. Incêndios
em vegetação - João Pessoa. 3. Incêndios em vegetação -
área urbana. I. Santos, Joel Silva dos. II. Título.

UFPB/BC CDU 551.509.68(043)

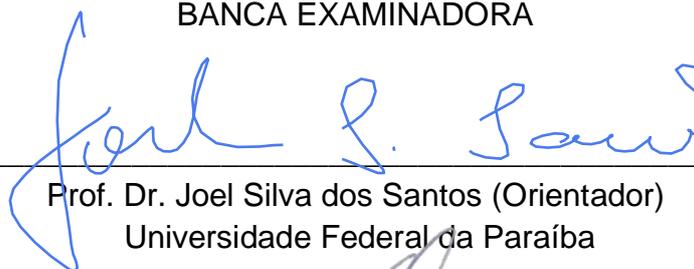
PABLO RAPHAEL OLIVEIRA HONORATO DA SILVA

INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO NA CIDADE DE JOÃO PESSOA-PB

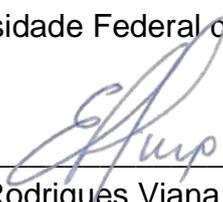
Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA – da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Trabalho Aprovado. João Pessoa, 31 de março de 2021.

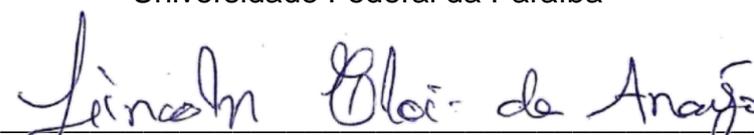
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Joel Silva dos Santos (Orientador)
Universidade Federal da Paraíba



Professor Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima (Membro Interno)
Universidade Federal da Paraíba



Professor Dr. Lincoln Elói de Araújo (Membro externo)
Universidade Federal da Paraíba/Campus IV

Aos meus pais, esposa e filhos,
dedico todo esforço e comprometimento. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pai todo poderoso por cuidar de mim e dos meus, estando a frente de todas as batalhas em minha vida e proporcionando sempre muito mais que mereço.

Aos meus pais por me dar a oportunidade de estudar e lograr êxito nas oportunidades apresentadas. Serei extremamente grato por todo empenho, investimento e incentivo nos caminhos trilhados até aqui, nunca esquecerei.

A minha esposa, grande amor da minha vida e meu exemplo de pessoa e profissional. Você é minha grande inspiração e o meu suporte frente aos desafios diários. Obrigado por me ajudar a sempre seguir adiante, te amo.

Aos meus filhos, o meu amor por vocês é o combustível na busca de trilhar os caminhos que possam proporcionar o melhor para nossa família. Espero que os bons exemplos sejam o alicerce de vossas jornadas. Obrigado por me impulsionar a ser melhor por vocês.

Ao Comando do Corpo de Bombeiros, ao Diretor de Ensino, Instrução e Pesquisa, ao Chefe do DEFID e aos militares da EsFAE, obrigado pelo incentivo e pelo apoio essencial nos momentos de ausência em busca de capacitação. Assumo o compromisso de proporcionar o retorno deste esforço à corporação, na busca incansável de prestar o melhor serviço para a sociedade. Sem dúvidas, não seria possível chegar até aqui sem o apoio de todos.

Aos amigos mais próximos que, com suas generosas expectativas, nos impulsionam e apoiam em momentos de superação, sou muito grato por ter vocês ao meu redor. Obrigado por estarem sempre juntos.

Ao Professor Doutor Joel, meu orientador e grande incentivador. Obrigado pela humanidade de nossas partilhas e orientações, sua forma de conduzir todo esse processo foi além da experiência profissional, contribuindo também em minha formação pessoal.

Aos Membros da Banca, primeiramente ao Professor Doutor Eduardo Vianna, o qual gentilmente contribuiu com sua vasta experiência profissional além das prerrogativas de um avaliador, sua disponibilidade nos momentos finais, além de seu apoio técnico foi determinante no sucesso dessa jornada. Ao Professor Doutor Lincoln Elói, obrigado pelos conceitos repassados de forma tão

sutil e generosa, a sua capacidade de transmitir os conteúdos evidenciam com clareza o real sentido da vocação à docência que desperta a admiração dos discentes e o interesse de buscarem sempre dar o seu melhor.

“Meu povo perece por falta de conhecimento”

Oséias, 4:6

RESUMO

As ocorrências de incêndios em vegetação, especialmente em áreas urbanas, podem estar diretamente relacionadas às condições climáticas de uma determinada região, como também, à fatores antropogênicos. No entanto, verificar as causas e consequências de incêndios em vegetação de áreas urbanas, torna-se um grande desafio devido à complexidade de fatores antrópicos e naturais que podem desencadear tal processo. Nos últimos anos a cidade de João Pessoa/PB apresenta uma significativa incidência de incêndios em vegetação distribuídos por sua malha urbana em diferentes localidades, gerando uma série de consequências socioambientais. Nesse contexto, há a necessidade de analisar os fatores associados às ocorrências incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB, o que se tornou o objetivo geral deste trabalho. Para a realização do estudo, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito da temática em questão e uma pesquisa de cunho quantitativo e documental. Foram coletados dados sobre as características das ocorrências de incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB e sua distribuição, utilizando a base de dados do Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba, de uma série histórica correspondente aos anos de 2012 a 2019. Para averiguar a possível influência de causas naturais (variáveis climatológicas), foram coletados os seguintes dados diários do Instituto Nacional de Meteorologia: temperatura média, máxima e mínima; umidade relativa do ar média e mínima; velocidade do vento média e rajada máxima; precipitação total; pressão atmosférica média e ponto de orvalho. Tais dados foram coletados para a mesma série temporal das ocorrências de incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB (2012 a 2019). Para avaliar a possível influência de causas antropogênicas para a ocorrência de incêndios em vegetação na área de estudo, foram tabulados e espacializados os dados referentes a ocupação dos terrenos na área estudada, baseado em dados da Prefeitura Municipal. Os resultados apontam o maior número de ocorrências de incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB entre os anos de 2015 e 2016, nos quais foram registrados fenômenos de El Niño, classificados como “muito forte”, sugerindo assim, uma relação de causa e efeito entre esses processos. Os meses de novembro e dezembro (período mais seco da região) apresentaram maiores índices de ocorrência na série temporal avaliada e os horários predominantes de ocorrências estão entre 13 e 18 horas do ciclo diário. Verificou-se também, que os bairros com maiores índices de ocorrência em incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB são: Mangabeira, Altiplano e Cabo Branco, e que as ocorrências tendem a apresentar maior incidência nos bairros com maior densidade demográfica.

Palavras-chave: Incêndios; Vegetação; Clima

ABSTRACT

The occurrence of fires in vegetation, especially in urban areas, can be directly related to the climatic conditions of a given region, as well as to anthropogenic factors. However, verifying the causes and consequences of fires in vegetation in urban areas, becomes a great challenge due to the complexity of anthropic and natural factors that can trigger such a process. In the last years, the city of João Pessoa / PB has presented a significant incidence of fires in vegetation distributed by its urban network in different locations, generating a series of socio-environmental consequences. In this context, there is a need to analyze the factors associated with vegetation fires in the city of João Pessoa / PB, which has become the general objective of this work. To carry out the study, a bibliographic review was initially carried out regarding the subject in question and a quantitative and documentary research. Data were collected on the characteristics of fire occurrences in vegetation in the city of João Pessoa \ PB and its distribution, using the database of the Military Fire Brigade of Paraíba, from a historical series corresponding to the years 2012 to 2019. To find out the possible influence of natural causes (climatological variables), the following daily data from the National Institute of Meteorology were collected: average, maximum and minimum temperature; average and minimum relative humidity; average wind speed and maximum gust; total precipitation; average atmospheric pressure and dew point. Such data were collected for the same time series of vegetation fires in the city of João Pessoa / PB (2012 to 2019). In order to assess the possible influence of anthropogenic causes for the occurrence of fires in vegetation in the study area, data on the occupation of land in the studied area were tabulated and specialized, based on data from the City Hall. The results show the highest number of occurrences of vegetation fires in the city of João Pessoa / PB between the years 2015 and 2016, in which El Niño phenomena were recorded, classified as “very strong”, thus suggesting a cause relationship and effect between these processes. The months of November and December (the driest period in the region) had the highest occurrence rates in the evaluated time series and the predominant times of occurrences are between 13 and 18 hours of the daily cycle. It was also found that the neighborhoods with the highest rates of occurrence in vegetation fires in the city of João Pessoa / PB are: Mangabeira, Altiplano and Cabo Branco, and that the occurrences tend to have a higher incidence in the neighborhoods with the highest demographic density.

Keywords: Fires; Vegetation; Climate

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo.....	25
Figura 2 - Espacialização das ocorrências de incêndio em vegetação.....	33
Figura 3 - Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2012.....	37
Figura 4 - Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2013.....	37
Figura 5 - Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2014.....	38
Figura 6 - Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2015.....	38
Figura 7 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2016.....	39
Figura 8 - Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2017.....	39
Figura 9 - Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2018.....	40
Figura 10 - Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2019.....	40
Figura 11 - Bairros Altiplano, Cabo Branco, Mangabeira e Valentina.....	49
Figura 12 - Mapa de Cobertura do Solo no Município de João Pessoa (PB)	50
Figura 13 - Atividades do grupo A em João Pessoa-PB.....	52
Figura 14 - Atividades do grupo B em João Pessoa-PB.....	53
Figura 15 - Atividades do grupo C em João Pessoa-PB.....	53
Figura 16 - Atividades do grupo D em João Pessoa-PB.....	54
Figura 17 - Atividades do grupo E em João Pessoa-PB.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Adaptação entre os bancos de dados para análise da ocupação.....	30
Tabela 2 - Análise da correlação entre as variáveis climáticas e o número de ocorrências de incêndio no período de 2012 a 2019.....	34
Tabela 3 - Média dos valores das variáveis climatológicas mais correlacionadas com a quantidade de ocorrências em toda a série temporal estudada, e nos meses de maior e menor número de ocorrências.....	35
Tabela 4 - Frequência das ocorrências de incêndio em vegetação de 2012 a 2019.....	36
Tabela 5 - Ocorrências de incêndio em vegetação de acordo com os meses do ano.....	43
Tabela 6 - Ocorrências de incêndio em vegetação de acordo com as horas do dia.....	45
Tabela 7 - Frequência das ocorrências de incêndio em vegetação de acordo com os bairros.....	47
Tabela 8 – Análise de correlação entre o número de ocorrências e a quantidade de atividades por grupo.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1º BBM – 1º Batalhão de Bombeiro Militar

APP – Área de Preservação Permanente

CBMPB – Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba

CCS – Centro de Ciências da Saúde

DOLs – Distúrbios ondulatórios de Leste

ENOS – El Niño-Oscilação Sul

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

IBAMA – Centro Especializado do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

MEAS – Massa Equatorial Atlântica Sul

MTA – Massa Tropical Atlântica

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NE – Região Nordeste

PMJP – Prefeitura Municipal de João Pessoa

PREVFOGO – Sistema Nacional de Prevenção e Controle de Incêndios Florestais

TSM – Temperatura da superfície do mar

UFPB – Universidade Federal da Paraíba

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 OBJETIVOS.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 O FOGO E SUA IMPORTÂNCIA NA VIDA HUMANA.....	16
2.2 INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS	19
2.3 INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO DE ÁREAS URBANAS E SUA RELAÇÃO COM AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS LOCAIS.....	21
2.4 ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS COM OS INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS DE COMBATE E PREVENÇÃO.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
3.2.1 Tipo de pesquisa	29
3.2.2 Delineamento amostral e procedimento de coleta de dados	29
3.3 TÉCNICAS DE ANÁLISES DE DADOS.....	32
3.4 PROCEDIMENTOS ÉTICOS	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. ESPACIALIZAÇÃO DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM ALGUMAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS.....	34
4.2 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO POR ANO, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE 2012 A 2019.....	37
4.3 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO POR MESES, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA ANALISADA ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2019.....	44
4.4 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO POR HORA, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA ANALISADA ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2019.....	46
4.5 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO POR BAIROS, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA ANALISADA ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2019.....	47
4.6 ASPECTOS RELACIONADOS A OCUPAÇÃO DOS BAIROS DA CIDADE E SUA RELAÇÃO COM AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO	52
5 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DO ESTUDO	57
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A devastação que ocorre em áreas de vegetação causada por incêndios pode provocar danos ambientais das mais diversas magnitudes, principalmente quando são atingidas áreas de preservação ambiental. Além disso, a perturbação da fauna local, a erosão do solo, a liberação de gases e problemas relacionados com as comunidades de áreas adjacentes a zonas urbanizadas são fatores que precisam ser levados em consideração nos estudos que abordem o combate e prevenção a incêndios (BACANI, 2016).

No contexto mundial, encontramos evidências que as ocorrências de incêndios em vegetação estão diretamente relacionadas com as condições climáticas de uma dada região, correlacionadas muitas vezes com fatores antropogênicos. Porém, o quanto cada um desses fatores interfere diretamente na frequência e intensidade desses incêndios em diversas localidades ainda dever ser investigado através de estudos mais detalhados e exploratórios (CAVALCANTI et al., 2009).

No Brasil, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2020), foram detectados 197.632 focos de incêndio apenas durante o ano de 2019. Desse total, 44.157 (22,34%) apenas na região Nordeste (INPE, 2020).

As condições climáticas determinam as condições de temperatura e umidade da atmosfera em uma dada região, podendo potencializar a ocorrência de incêndios em áreas de vegetação. As zonas climáticas tropicais e temperadas (estações bem definidas), são caracterizadas por temperaturas mais elevadas e baixa umidade relativa do ar, ou seja, condições propícias para desencadeamento de incêndios. Entretanto, o maior desafio ainda é tentar compreender as causas antrópicas associadas a esses incêndios, tendo em vista que não há como separar a estreita relação entre o clima local e as atividades humanas para o desencadear desses sinistros (FREIRE, CARRÃO e CAETANO, 2012).

Em áreas urbanas, o consumo pelo fogo de áreas vegetadas, quando ligado a fatores antrópicos, pode estar relacionado especialmente à fatores culturais de cada comunidade, como a queima de lixo ou folhas secas, limitações de acesso a coleta de resíduos, ou até mesmo negligência da população e atuação de incendiários (TORRES, 2018; KIM et al, 2019).

Diante desse cenário, torna-se evidente e relevante a necessidade de se abordar essa temática através de estudos de caráter interdisciplinar. A necessidade constante do diálogo de saberes com as comunidades locais afetadas por incêndios torna-se imprescindível na resolução ou mitigação dessa problemática.

Sendo assim, faz-se necessário estudos que possam perpassar aspectos ambientais, sociais e econômicos e inserir a pauta organizacional e de recurso pessoal que envolve profissionais que trabalham na área de combate à incêndios.

No contexto do estado da Paraíba, o combate a incêndios faz parte do trabalho de rotina do Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba (CBMPB), que demanda recursos materiais e humanos, além de conhecimento das causas e consequências dos incêndios de uma forma geral, e na vegetação mais especificamente. Tal atividade tem gerado um grande aporte financeiro por parte do estado da Paraíba e a demanda de bombeiros capacitados para o serviço de risco. Daí a importância e justificativa deste trabalho de pesquisa para a formação de profissionais de combate a incêndio, especialmente do Corpo de Bombeiros militar, o qual possui como atribuição constitucional em nível federal, a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e patrimônio (BRASIL, 1988).

O Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba ampara ainda suas atividades na Constituição do Estado da Paraíba (1989), a qual atribui a essa instituição as ações de prevenção e combate a incêndios, em seu inciso I, §2º do art. 48 (PARAÍBA, 1989).

Apesar do termo mais comum ser “incêndio florestal”, neste estudo será usado o termo “incêndio em vegetação” para descrever os fenômenos de consumo pelo fogo de materiais vegetais, corroborando com a metodologia descrita no trabalho de Torres (2008), considerando esse termo mais abrangente e adequado para o uso no contexto de áreas urbanas.

A região metropolitana de João Pessoa/PB apresenta vários focos de incêndios em vegetação. No entanto, faz-se necessário compreender as causas e consequências desses incêndios.

É diante desse contexto que se insere este estudo na cidade de João Pessoa/PB, partindo da seguinte problemática: Quais os principais fatores associados às ocorrências incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB?

Como hipótese da pesquisa tem-se: Os incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB têm suas causas relacionadas com as condições climáticas da cidade, porém os fatores demográficos e socioeconômicos locais potencializam os incêndios na área urbana.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os principais fatores associados às ocorrências incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB.

1.1.2 Objetivos específicos

Identificar as áreas com maior índice de ocorrência de incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB;

Verificar a relação entre as ocorrências de incêndio em vegetação e as condições climáticas na cidade de João Pessoa/PB;

Investigar a relação dos incêndios em áreas de vegetação na cidade de João Pessoa/PB com a ocupação e atividades desenvolvidas nos bairros;

Fornecer subsídios para a definição de estratégias de prevenção e combate a incêndios pelo Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba por meio da apresentação do perfil das ocorrências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O FOGO E SUA IMPORTÂNCIA NA VIDA HUMANA

Antes mesmo do seu domínio pelos seres humanos, o fogo já era de extrema importância para a humanidade, sendo protegido cuidadosamente quando obtido na natureza durante as peregrinações dos povos nômades em busca de abrigo e alimentação. Após sua descoberta e dominação, esse elemento figurou como importante elemento do habitat do homem social, influenciando não só no contexto natural da própria sobrevivência, como

socialmente nos núcleos familiares, sendo considerados “fogo” e “casa” como elementos inseparáveis, nesse contexto (RODRIGUES, 2016).

As suas propriedades de iluminação, emanar calor e transformação de outros materiais, foram desbravadas aos poucos pelo homem, e conseqüentemente, proporcionando a ele a possibilidade de cozinhar alimentos, clarear as noites, proteger-se de outros animais, auxiliando assim na consolidação de civilizações. Não obstante esses fenômenos físico-químicos, foram atribuídos ao fogo também outros valores místicos e culturais, aumentando sua relevância para diversos povos. Muitas tradições consideram o fogo um elemento sagrado (RODRIGUES, 2016).

O período Neolítico é marcado pela mudança de hábito, no qual os seres humanos começaram a deixar de ser apenas coletores e caçadores, passando a permanecer mais em seus locais através do uso de técnicas agrárias. Esses povos utilizaram o fogo de diversas formas para tratar a alimentação, primeiramente através da fertilização do solo gerada pela queima da vegetação. Após várias culturas consecutivas, esse solo perdia algumas de suas propriedades, e era preciso repetir o processo em outros locais, ateando fogo na vegetação para tornar o solo propício. Verifica-se nesses momentos, os primeiros casos de incêndios em vegetação baseados em fatores antropogênicos. Muitos desses incêndios fugiam do controle das populações locais e geravam perdas irreparáveis (VIQUEIRA, 2019).

O uso do fogo em menor escala, até sua interferência no meio ambiente e na própria evolução da espécie humana, proporcionou uma progressiva redução do tamanho e das características da arcada dentária dos povos, derivada da aquisição do costume de cozimento dos alimentos. Além disso, o fogo continuou acompanhando o homem em sua evolução e interação histórica com a natureza (DOUGHTY, 2013).

As evidências do impacto do homem na natureza por intermédio do fogo continuam por existir nas eras seguintes, desde as teorias de sua interferência na extinção da megafauna, quanto nos indícios do incremento de gás carbônico e metano na atmosfera, derivado de grandes queimadas em quantidade suficiente para sugerir alterações ecossistêmicas e climáticas de proporções mundiais até os períodos pré-industriais (DOUGHTY, 2013).

No período após a revolução industrial houve um exponencial incremento da queima de combustíveis fósseis, além de uma expansão da população humana e urbana na mesma intensidade. Nesse contexto, a atividade antrópica assumia um grande protagonismo na interferência dos processos climáticos a partir do uso do fogo como ferramenta ainda para limpeza de solo e pastagens, abastecimento de combustíveis para as indústrias, entre outros, elevando a queima de biomassa e alterações significativas do aquecimento global nessa época (PECHONY e SHINDELL, 2010).

Com o avanço dos estudos e da capacidade do homem em interpretar as evidências de períodos cada vez mais longínquos, elevou-se o reconhecimento do fogo e suas propriedades com relação a natureza, como um processo ambiental de grandes proporções que interfere na dinâmica da biosfera e conseqüentemente na relação sociedade-natureza desde seu aparecimento, até os tempos atuais (PECHONY e SHINDELL, 2010).

O fogo é primordial nos sistemas de manutenção dos diversos ecossistemas mundiais, principalmente se levarmos em consideração suas implicações diretas nos processos não apenas ecológicos, como também nos ciclos da água, geomorfológicos e biogeoquímicos. De forma tradicional, os biomas são apresentados através de variáveis como temperatura e precipitação, porém, atualmente não há como deixar de lado a grande importância do fogo na dinâmica de todos esses processos (LIESENFELD et al., 2016).

Para que um material entre em combustão, faz-se necessário pelo menos três elementos principais, são eles: combustível, comburente (oxigênio) e calor. Nesse contexto, nos incêndios em vegetação o combustível principal são as cadeias de celulose que reagem com o oxigênio na presença de calor suficiente para iniciar a reação, também chamado de energia de ativação (LOURENÇO et al., 2006).

Além da interação inicial desses três elementos, para que o fogo seja gerado, faz-se necessária uma sequência de reações químicas alimentadas pelo próprio calor proveniente da reação inicial que também acontece para que a combustão se torne autossustentável. A essa interação, podemos chamar de reação em cadeia ou reação química, a qual mantém o fogo até que um de seus

elementos seja retirado e a reação seja interrompida, ou seja, o fogo apagado (MANUAL DE COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS, 2006).

2.2 INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

Incêndios em vegetação são definidos pela destruição total ou parcial de combustíveis vegetais pela ação do fogo e de maneira desordenada, ou seja, fora do controle humano. Tais situações acontecem desde pequenos focos, até mesmo o acometimento de grandes florestas, gerando perturbações na fauna e na flora local (MANUAL DE COMBATE A INCÊNDIOS FLORESTAIS, 2006).

Já as queimadas, também são ações que consomem a vegetação através do processo de combustão, porém a utilização dessa técnica é geralmente de forma intencional e está baseada no contexto de preparação da terra para o cultivo. Durante a queimada, acontece a queima da vegetação, e a consequente limpeza do solo viabilizando sua utilização. Essa técnica, sendo realizada de forma intencional ou não, quando não controlada, pode evoluir para grandes incêndios. E nesse contexto, deve-se levar em consideração as características topográficas, climáticas e o tipo de vegetação da área atingida (SILVA JÚNIOR et al., 2016).

Vale destacar que esses incêndios de maneira geral se expandem através da propagação do calor gerado pelos processos de combustão envolvidos. Quanto a esses processos, três deles são os mais comuns: Condução, o qual se processa pelo contato de partícula a partícula, necessitando uma aproximação entre a fonte de calor e o material combustível subsequente; Convecção, quando o calor se propaga através de massas de fluídos em alta temperatura, fazendo com que outros materiais também possam entrar em ignição; e Radiação, quando o calor é transmitido através de ondas eletromagnéticas, ou seja, não necessariamente é preciso de matéria para que essa energia se propague (CASTILLO S. e CORREA J., 2012).

No incêndio em vegetação podemos encontrar os três métodos de propagação de calor mais comuns, porém a radiação deve ser levada em consideração de maneira peculiar, visto a capacidade de pré-aquecer e desidratar a vegetação por intermédio da ação do sol, favorecendo a

possibilidade de o material entrar em ignição caso sua temperatura se eleve até a energia de ativação necessária para que a combustão aconteça. Tal fenômeno é chamado de autoignição (CASTILLO S. e CORREA J., 2012).

Os incêndios em vegetação são fenômenos que atingem o mundo inteiro, estando presente nas mais diversas regiões do planeta, apresentando características peculiares como frequência, periodicidade, dimensão e intensidade baseadas nas características dos biomas, o que reforça a influência considerável no seu desencadeamento (VIQUEIRA, 2019).

Nesse contexto, vale ressaltar que alguns fatores como a inserção de plantações mais uniformes (monoculturas), o êxodo rural e o consequente inchaço urbano, além do aumento de áreas degradadas pelos mais diversos fatores, favoreceram a transformação das paisagens naturais, elevando assim a possibilidade de ocorrência desses incêndios no mundo inteiro (TORRES et al., 2017).

Os impactos ambientais onde a vegetação é consumida pelo fogo de forma desordenada, geram preocupações não apenas locais, como também promovem consequências de grandes proporções de curto, médio e longo prazo (HERAWATI e SANTOSO, 2011). Essas ocorrências geram impactos financeiros alarmantes na economia dos países de forma frequente, proporcionando enormes prejuízos e mobilização dos órgãos especializados para o combate a esses sinistros (FREIRE, CARRÃO e CAETANO, 2012).

Cada incêndio possui características peculiares e são direta ou indiretamente influenciados pelo clima, vegetação, além da constante intervenção humana, gerando mecanismos agregados no tocante a essas variáveis. Não obstante essas possibilidades, a velocidade e o modo de propagação do fogo estão diretamente ligados a topografia do ambiente sinistrado (TORRES et al., 2017).

Aliado ao dano patrimonial causado pelos incêndios em vegetação, outros fatores ainda mais alarmantes que precisam ser evidenciados são as implicações diretas na população e no meio ambiente, pois muitos incêndios podem causar impactos ambientais irreversíveis e mortes. Vale destacar que, em um contexto local, podem ser afetadas a biodiversidade, a vegetação, a fauna, além de vidas humanas que podem ser ceifadas dependendo da

magnitude do evento. Em uma dimensão universal, a emissão de gases poluentes apresenta-se como protagonista devido ao aumento dos índices a cada ano associados às alterações climáticas globais (TORRES et al., 2017).

Mesmo ciente da estreita relação da propagação do fogo em áreas vegetadas com as características do clima local e a cobertura do solo, os dados sobre a frequência, intensidade e áreas de maior incidência desses eventos precisarão ser balizados através da dimensão da ação antrópica em cada ecossistema, capaz de alterar condições favoráveis aos incêndios, seja potencializando ou mitigando, e favorecendo a alteração das paisagens locais (POWER, 2010).

2.3 INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO DE ÁREAS URBANAS E SUA RELAÇÃO COM AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS LOCAIS

O clima de uma região pode ser definido como a média da sucessão de tempos meteorológicos ao longo de décadas de observações (mínimo 30 anos). Numa escala climatológica mais abrangente, as condições climáticas influenciam e são influenciadas pela atmosfera, hidrosfera, litosfera, criosfera e biosfera (INMET, 2018). No entanto, na percepção de uma escala local como uma cidade, por exemplo, tem-se a formação de um clima específico – clima urbano – em função do crescimento das áreas urbanas e das diversas formas de uso e ocupação do solo. A formação desse tipo de microclima peculiar potencializa o aumento de temperaturas com a formação das ilhas de calor e a redução da umidade relativa do ar em áreas urbanas

Nesse contexto, em algumas regiões da superfície terrestre o clima pode ser um fator primordial na caracterização dos incêndios em vegetação, ressaltando as características da indicação do teor de umidade e as altas temperaturas. Em áreas urbanas, tais características já são perceptíveis, podendo potencializar os incêndios em vegetação. Assim, uma correta caracterização dos elementos climáticos locais favorece o estabelecimento de estratégias e planejamento perante tais ocorrências e combate à incêndios (TORRES et al. 2017).

Segundo Wu et al. (2016), a ação antrópica é consideravelmente importante na variação de temperatura, precipitação, ventilação, umidade e

outros elementos do clima. Em áreas urbanas, tais alterações nos elementos climáticos têm gerado o aumento das temperaturas e mudanças no regime dos ventos e na precipitação local. Essas variações causam impactos ambientais relevantes, as quais impulsionam o homem a se adaptar as novas condições estabelecidas.

Destarte, se faz necessário reconhecer tais parâmetros climáticos para auxiliar nas tomadas de decisão e formular ações de prevenção específicas para cada local, levando em consideração suas características peculiares e a interação entre as variáveis climatológicas e antrópicas, as quais desempenham consideráveis papéis na deflagração dos incêndios em áreas urbanas. Daí a importância da compreensão da dinâmica do clima local e as características de elementos climáticos como temperatura e umidade do ar associadas às ocorrências de incêndios em vegetação (MACHADO NETO et al., 2018).

Nesse contexto, Torres (2008) e Francisco (2015) já destacaram a relevância considerável de se estabelecer parâmetros climáticos e meteorológicos mais precisos para atuar no planejamento do combate e prevenção a incêndios em vegetação em áreas urbanas. O monitoramento de variáveis microclimáticas é imprescindível na tomada de decisão e planejamento estratégico de combate à incêndios, especialmente em áreas urbanas.

Freitas et al. (2016) destacam a importância da compreensão das condições climáticas locais no planejamento ambiental da cidade, principalmente quando se leva em consideração fatores como a concentração cada vez mais densa da construção civil nos grandes centros urbanos, a consequente impermeabilização desenfreada do solo, que influenciam as propriedades térmicas dos materiais de construção e a geometria dessas construções que ocasionam aumento de temperatura, alteração na direção dos ventos e diminuição da umidade relativa do ar nesses ambientes modificados

Somam-se a isso, os efeitos das mudanças climáticas globais que potencializam o aumento das temperaturas e o desconforto térmico em áreas urbanas. Infelizmente, uma parte dos planejadores urbanos e das populações que residem nessas áreas antropizadas acabam por negligenciar os efeitos das mudanças climáticas na saúde e na qualidade de vida da população local. As

condições climáticas locais podem ser um indicador ambiental da degradação da qualidade do ar com efeitos diversos na saúde e bem-estar da população.

Nesse contexto, o clima pode ser compreendido como um recurso natural benéfico e maléfico para a sociedade em geral, evidenciando o seu potencial acerca da dinâmica socioambiental e dos processos ecológicos que podem influenciar nos incêndios em vegetação e no planejamento ambiental (SANTOS, 2011; SANTA'ANNA NETO, 2008).

É neste sentido, a respeito das consequências socioambientais provenientes das modificações do clima local, que novas perspectivas direcionam a análise sobre o tema através de uma abordagem ampliada, diante da necessidade de se compreender a questão climática em áreas urbanas e sua influência na degradação ambiental, no bem-estar e na saúde da população. Dessa forma, evidencia-se a necessidade da abordagem dos incêndios em vegetação sob um viés da percepção humana, seus impactos na saúde, poluição do ar e conforto térmico, além de outros contextos sociais inerentes a cada localidade específica (NASCIMENTO JÚNIOR, 2019).

Considerando que a maioria dos incêndios em vegetação apresenta características antrópicas presentes, de forma direta ou indireta, sua ocorrência acaba por ser evitável em diversas situações, elevando a importância da prevenção, bem como, considerando que a percepção ambiental da população local em relação ao manejo do fogo também são fatores que devem ser investigados para se desvendar as causas antrópicas dessas ocorrências (SAMPAIO, 1999).

Nesse contexto, em locais de crescimento desordenado e com um grande contingente populacional, conseqüentemente acontece uma demanda excessiva de recursos naturais, seja para consumo (alimento, energia, matéria prima, etc), ou para mobilidade e estabelecimento das estruturas da comunidade. Dessa forma, localidades com alta carga de material combustível tendem a apresentar risco maior de incêndio em vegetação no seu entorno, sendo potencialmente elevados os riscos quando somadas as características topográficas dos locais, características climáticas e proximidade das regiões de maior densidade vegetal (CASTILLO S. e CORREA J., 2012).

2.4 ASPECTOS LEGAIS RELACIONADOS COM OS INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO E POLÍTICAS PÚBLICAS DE COMBATE E PREVENÇÃO

Segundo o artigo 225 da Constituição Federal, é de dever do Poder Público zelar por um ambiente ecologicamente equilibrado, protegendo-o e assegurando sua preservação e diversidade. Além dessa atribuição, o Estado também é incumbido da promoção de educação ambiental e conscientização da população nos diversos níveis de ensino presentes na federação, bem como, a sanção aos infratores que por ventura venham a adotar condutas lesivas ao meio ambiente, conforme previsto em legislação vigente (BRASIL, 1988).

No código florestal vigente, Leis nº 12.651 de 25 de maio de 2012 e 12.727 de 25 de outubro de 2012, encontram-se as principais normas que regulam as áreas de preservação e exploração da mata nativa brasileira e a forma como devem proceder. Desde sua primeira regulamentação, no ano de 1934, até a versão atual, vem sofrendo modificações importantes (BRASIL, 2012; BRASIL, 2012b).

No Brasil, a ideia de preservação ambiental através da proteção de áreas de ecossistemas naturais está fundamentada desde o Código de 1934, o qual já apresentava um perfil preservacionista, condicionando o uso da propriedade ao tipo florestal presente. Mais adiante, em 1965, as modificações trouxeram conceitos de preservação permanente, atribuindo limites às propriedades privadas e se adaptando às realidades atuais (WOLLMANN e BASTOS, 2015).

A partir de então, o código foi sendo modificado por diversas medidas provisórias, até chegar aos moldes do código atual de 2012. As principais mudanças dessa nova legislação são a implementação dos novos conceitos acerca das Áreas de Preservação Permanente (APP) e de Reserva Legal, favorecendo o cômputo das APPs na Área de Reserva Legal das propriedades, segundo condições previstas em Lei. Além disso, devido a implantação da Reserva Legal, espera-se que a função ambiental natural da vegetação nativa seja potencializada, evidenciada através dos corredores ecológicos (WOLLMANN & BASTOS, 2015).

No âmbito dos incêndios florestais, as políticas públicas no Brasil são estruturadas nas três esferas governamentais. No plano federal temos o Sistema Nacional de Prevenção e Controle de Incêndios Florestais - Prevfogo, o Instituto

Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, além do Centro Especializado do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. No contexto estadual e municipal, as secretarias de meio ambiente estaduais e municipais atuam em parceria com os Corpos de Bombeiros Militares estaduais na prevenção, planejamento e execução das medidas a serem adotadas (FONSECA-MORELLO et al, 2017).

Quanto ação efetiva desses órgãos, o Prevfogo atua apenas nos assentamentos do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, e nas terras indígenas gerenciadas pela Fundação Nacional do Índio – FUNAI. Suas atividades ocorrem de forma descentralizada, gerenciado por sua Coordenação Nacional na capital federal, além de 21 Coordenações estaduais e três regionais na Amazônia Legal. Já o ICMBio é responsável pelo controle e prevenção de incêndios nas unidades de conservação. As demais áreas ficam a cargo dos órgãos estaduais e municipais (FONSECA-MORELLO et al, 2017).

A lei nº 9605/98 de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, regulando as infrações cometidas contra o meio ambiente e responsabilizando seus respectivos autores, sejam eles pessoa física ou jurídica. Dessa forma, ela exerce um controle sobre ações criminosas que porventura venham ocorrer contra o meio ambiente, favorecendo a aplicação das políticas públicas que tenham como foco o desenvolvimento sustentável e a proteção dos ecossistemas (BRASIL, 1998).

Nos crimes contra a flora previstos, os quais buscam evitar a ação do homem em destruir florestas consideradas de preservação, em estágio de formação ou regeneração, existe uma preocupação no sentido de proteção contra o desmatamento desenfreado. Tal foco se dá principalmente em áreas de reserva permanente, como também em Unidades de Conservação de Proteção Integral ou de Uso Sustentável (MARCOS et al., 2017).

Nesse contexto, estão previstas penas de reclusão para quem causar poluição que afete a saúde humana, dos animais, ou ainda destruição considerável da flora. Além disso, aquele que por suas ações poluentes tornar uma área inabitável, alterar o abastecimento hídrico da população, lançar resíduos em locais inapropriados, ou qualquer outra conduta semelhante que

degrade o meio ambiente, também estará sujeito a pena semelhante (MARCOS et al., 2017).

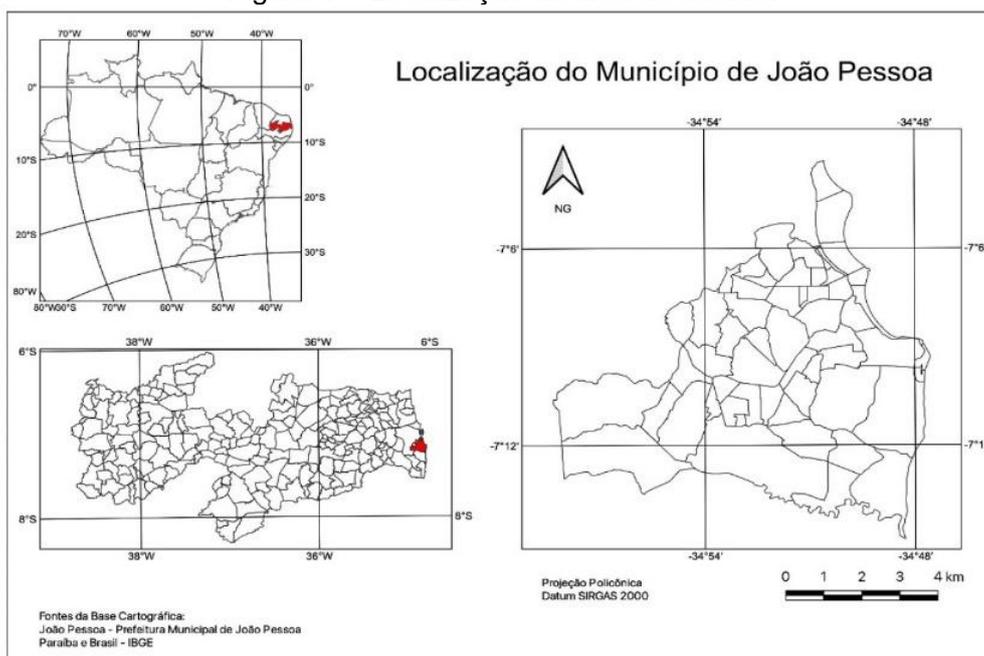
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é o município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, situada no litoral oriental da região Nordeste do Brasil, que tem uma população de aproximadamente 723.514 habitantes. O município possui uma área de 211,286 km² e densidade demográfica de 3.421,28 hab/km² (IBGE, 2019).

Está situada entre as coordenadas geográficas a seguir: 7°14'29" e 7°03'18" de Latitude Sul, e 34°47'36" e 34°58'36" de Longitude Oeste, com os seguintes limites: ao sul com o município do Conde, a oeste com as cidades de Bayeux e Santa Rita, ao norte com Cabedelo e a Leste com o Oceano Atlântico, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Dados da Pesquisa

Possui aproximadamente 24 quilômetros de orla marítima, incluindo o ponto mais oriental das américas. Além disso, é considerada a terceira cidade construída mais antiga do país, apresentando um centro histórico com

edificações tombadas pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN (PMJP, 2020).

O clima da cidade, segundo Köppen-Geiger, é do tipo As', descrito como clima quente e úmido (Tropical chuvoso – classe A). Nesse clima os períodos de maior precipitação na região são os meses de maio, junho e julho, com média anual de 1.896 mm/ano (SANTOS, 2011; SOUZA, 2016).

O período mais seco na região é situado entre os meses de setembro a fevereiro, os quais detêm uma média de 22% das chuvas anuais apenas, dando ênfase ao mês de novembro, que normalmente apresenta os menores índices de precipitação anual. Desta feita, os demais 78% das ocorrências de chuvas anuais ocorrem no período chuvoso (L. SILVA et al., 2017).

A temperatura mínima anual na área de estudo é de 21°C e a máxima é de 30°C. A umidade relativa do ar sofre variações médias entre 73% e 82% durante todo o ano. A capital recebe interferência dos ventos úmidos de Sudeste (ventos alísios), sofrendo alteração na frequência devido a ação dos ventos de leste e de nordeste, além da zona de convergência intertropical, levando-se em consideração a localização geográfica da cidade no extremo oriente brasileiro (SOUZA, 2016).

O principal fenômeno meteorológico que influencia as precipitações no período chuvoso na região de estudo são as Ondas de Leste, ou Distúrbios ondulatórios de Leste (DOLs), os quais provocam alterações bruscas nas condições sinóticas, principalmente na componente meridional do vento, com consequente umidificação da camada, aumento da nebulosidade e precipitação (COUTINHO e FISCH, 2007).

O relevo de João Pessoa apresenta poucas variações altimétricas, e em relação ao nível do mar, com baixas altitudes. A forma de relevo predominante são os Tabuleiros Costeiros ou Baixos Planaltos Costeiros (ARAÚJO et al, 2019).

No que diz respeito a cobertura vegetal, remanescentes de Mata Atlântica ainda podem ser encontrados em alguns locais da cidade, sendo verificada sua ocorrência principalmente em regiões próximas aos vales dos rios.

Segundo dados do IBGE (2010), a capital paraibana está entre os 2.841 municípios que possuem seus territórios completamente inseridos no bioma Mata Atlântica, os quais somados a mais 984 municípios inseridos parcialmente,

totalizam 61% das cidades que ocorrem nesse bioma. Isso corresponde a aproximadamente 72% da população do Brasil inserida na área de ocorrência do bioma Mata Atlântica. Destaca-se ainda, que na cidade de João Pessoa restam apenas 12% de remanescentes de Mata Atlântica, os quais por vezes não oferecem condições mínimas de sobrevivência das espécies devido também a limitação da área desses fragmentos (DANTAS et al., 2017).

Em sua fundação, no ano de 1585, a cidade foi chamada de Cidade Real de Nossa Senhora das neves, recebendo outras denominações, até que no ano de 1930 recebeu o seu nome atual em homenagem ao político homônimo paraibano assassinado no mesmo ano. Porém, a implementação de equipamentos urbanos, que teve seu início por volta de 1920, obteve uma aceleração mais evidente apenas a partir das décadas de 1940 e 1950 (MAIA, 2001; SANTOS, 2011).

Em relação ao processo histórico de urbanização, com um enfoque maior no século XX, a projeção da malha urbana da cidade de João Pessoa/PB se dá no sentido de uma expansão em direção ao sul e a leste (litoral), que ocorreu simultaneamente, através de grandes reformas e construção dos parques da cidade, bem como a modernização de suas principais avenidas, transformando-se progressivamente no que se encontra atualmente, uma cidade marítima, marcada pela cultura e perfil social com características heterogêneas (BARBOSA, 2019).

Tal processo de urbanização foi evidenciado na década de 1960 através de aportes financeiros em construções públicas, sendo um marco inicial a implantação do Campus da Universidade Federal da Paraíba. A partir desse mesmo período, a estruturação do Distrito industrial e de outros conjuntos habitacionais, favoreceram a expansão do município para o sul e sudeste, elevando exponencialmente a densidade demográfica local, composta em sua maioria de pessoas com renda baixa ou média (MENESES et al., 2011).

Já a população com renda mais alta se instalou predominantemente as margens do eixo central de ligação com as praias, tendo como destaque a Avenida Epitácio Pessoa. Tal exploração dessa região conferiu aos bairros dessa área uma valorização maior do solo e conseqüente sedimentação permanente da ocupação da orla marítima da cidade (MENESES et al., 2011).

Por volta dos anos de 1990, a concentração urbana da capital paraibana se apresentava de forma mais adensada ainda mais próximo da região central da cidade e, conseqüentemente, dos primeiros bairros de João Pessoa, como Centro, Roger, Tambiá e Varadouro. Outros bairros mais próximos também complementavam esse alto grau de ocupação, como Bairro dos Estados, Jaguaribe e Cruz das Armas. Nesse mesmo período, bairros como Jardim Cidade Universitária, Bancários, Mangabeira e Valentina já apresentavam um adensamento populacional considerável (RAFAEL et. al, 2013).

Rafael et al. (2013), relatam em seus estudos o crescimento exponencial da cidade em direção a região sul ao comparar os anos de 1990 e 2006, passando de 17,98% de ocupação urbana para 38,26%, além de uma considerável redução do percentual de solo exposto de 39,44%, em 1990, para 17,44% no ano de 2006. Tais dados evidenciam o acelerado processo de urbanização da cidade nesse período, bem como sendo justifico o aumento de ocupação do solo devido o uso de área livres para construção de novas moradias na região.

Ainda que diante de tamanha expansão e ocupação, atualmente a zona sul continua apresentando um mercado imobiliário aquecido em relação aos demais bairros da cidade, visto o processo de verticalização dos imóveis e a comparação com valores mais acessíveis em relação às áreas mais nobres da capital paraibana.

3.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.2.1 Tipo de pesquisa

A presente pesquisa quanto a abordagem pode ser considerada de cunho quantitativo. Já quanto a natureza, ela é considerada uma pesquisa-ação pois, ao mesmo tempo que investiga a problemática propõe soluções. No contexto dos seus objetivos, este estudo está situado como descritivo e explicativo, e quanto aos procedimentos, ela se encaixa como pesquisa documental (GIL, 2007; GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

3.2.2 Delineamento amostral e procedimento de coleta de dados

Inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico e documental a respeito da temática em questão. Em seguida, foram coletados os dados sobre

as características de localização e prevalência das ocorrências de incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB. Os dados foram coletados no banco de dados do Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba, e correspondem ao período de monitoramento de incêndios em vegetação entre 01 de janeiro de 2012 até 31 de dezembro de 2019. Vale salientar que o recorte espacial da pesquisa é a cidade de João Pessoa/PB.

As ocorrências analisadas foram apenas as atendidas pelo 1º Batalhão de Bombeiro Militar – 1º BBM, Unidade do CBMPB responsável por atender as ocorrências na cidade de João Pessoa. As ocorrências que não solicitaram o apoio do CBMPB, ou que não chegaram a ser identificadas de forma oficial pela corporação, não serão consideradas neste estudo.

Os dados coletados foram catalogados conforme estavam descritos no banco de dados original durante a análise inicial de número de ocorrências, bem como durante a análise de correlação dessas com as variáveis climatológicas. Faz-se uma ressalva apenas ao momento da espacialização dos dados, quando foram retirados da amostra os dados referentes às ocorrências que estavam descritas no banco de dados com a localização de Br-101, Br-230 e PB-008, devido a limitação das informações presente no banco de dados que impedia identificar com precisão o trecho das rodovias que aconteceram os incêndios.

Os dados das variáveis climatológicas foram coletados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo esses referentes a estação climatológica situada em João Pessoa/PB, quais sejam: temperatura média, máxima e mínima; umidade relativa do ar média e mínima; velocidade do vento média e rajada máxima do vento; precipitação total e pressão atmosférica média. Além disso, também foi coletada temperatura do ponto de orvalho. Vale destacar que os dados meteorológicos correspondem ao mesmo intervalo temporal do banco de dados de monitoramento de incêndios em vegetação do Corpo de Bombeiros Militar do Estado da Paraíba.

Os dados da ocupação dos terrenos nos bairros da cidade de João Pessoa foram cedidos pela Prefeitura Municipal de João Pessoa – PMJP, com informações atualizadas do ano de 2020. Não constavam no banco de dados as informações referentes aos bairros Mumbaba e Mussuré, os quais ficaram de fora dos resultados desta pesquisa.

Para fins de análise do banco de dados com as ocorrências de incêndio em vegetação, cedido pelo CBMPB, em relação ao banco de dados das atividades realizadas nos bairros de João Pessoa, cedido pela PMJP, foi necessária uma padronização entre os bancos de dados, de modo que alguns locais precisaram ser aglutinados com uma só nomenclatura. Vale ressaltar que, na espacialização das ocorrências, e na análise em relação as variáveis climatológicas, não foi necessário nenhum procedimento adicional de padronização.

Exemplificando o procedimento adotado, os dados do Bairro dos Novaes e Jardim Planalto foram todos somados aos dados de Oitizeiro, ficando o Bairro de Oitizeiro representando também os outros dois bairros. Eis a seguir os procedimentos adotados:

Tabela 1 – Adaptação entre os bancos de dados para análise da ocupação

Dados do CBMPB		Dados da PMJP	
Localização original	Nova Localização	Localização original	Nova Localização
Bairro dos Novaes	Oitizeiro	Aeroclube	Jardim Oceania
Cidade Verde	Mangabeira	Alto do Céu	Mandacaru
Colinas do Sul	Gramame	Anatólia	Bancários
Cordão Encarnado	Jaguaribe	Jardim São Paulo	Bancários
Distrito Mecânico	João Paulo II	Padre Zé	Mandacaru
Esplanada	Costa do Sol	Planalto da Boa Esperança	Valentina
Jacarapé	Brisamar	Treze de Maio	Mandacaru
Jardim Luna	Oitizeiro	Trincheiras	Jaguaribe
Jardim Planalto	Jardim Veneza		
Marés	Distrito Industrial		
Praia do Sol	Barra de Gramame		
Quadramares	Portal do Sol		
Rangel	Varjão		
São Rafael	Castelo Branco		

Fonte: Base de dados do CBMPB e PMJP

Após a padronização, as atividades foram organizadas em 05 grupos por afinidade em relação a sua ocupação. O critério utilizado para agrupar atividades foi a Tabela 1, Classificação das edificações quanto à sua ocupação, da NBR 9077/2001, sendo adaptado aos cinco grupos, sendo: Grupo A, terrenos vazios ou abandonados; Grupo B, residenciais, hotéis/pousadas e condomínios; Grupo C, comércios/serviços de grande circulação de público; Grupo D, escritórios e

serviços com baixa circulação de público; Grupo E, praças, grandes obras em andamento ou paralisadas, locais indefinidos.

3.3 TÉCNICAS DE ANÁLISES DE DADOS

Após a coleta dos dados meteorológicos e das ocorrências de incêndio em vegetação na cidade de João Pessoa/PB, os dados foram organizados em uma planilha do Excel, tratados e analisados por meio de estatística exploratória, descritiva e inferencial.

Inicialmente foram realizadas análises de distribuição de frequência em relação à variável de interesse, que se caracteriza pela “ocorrência de incêndios em vegetação” por hora, mês, ano e bairro. Quanto às variáveis independentes, foi realizada análise de distribuição de frequência para a variável qualitativa “atividades desempenhadas nos lotes dos bairros do município”, e para as variáveis quantitativas “temperatura média, máxima e mínima; umidade relativa do ar média e mínima; velocidade do vento média e rajada máxima do vento; precipitação total, pressão atmosférica média, temperatura do ponto de orvalho”, foram extraídas medidas de tendência central e dispersão.

Em seguida, foram realizados testes inferenciais para obter conclusões acerca da interação entre a variável de interesse e as variáveis independentes. O Teste qui-quadrado foi utilizado para investigar a associação entre as proporções das ocorrências de incêndio e os anos, meses, horas e bairros analisados.

O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar anos, meses, horas e bairros específicos entre si quanto à quantidade absoluta de ocorrências. Já os testes de correlação de Pearson e de Spearman foram utilizados para avaliar a relação entre o número de ocorrências de incêndio e o número de atividades por lote, e entre o número de ocorrências de incêndio e as variáveis climatológicas, respectivamente.

Os dados de ocorrência e em relação as variáveis climatológicas foram coletados de acordo com informações diárias, porém, para análise de correlação entre o número de ocorrência e as variáveis ligadas ao clima, tais informações foram catalogadas de forma mensal, sendo aplicadas as médias aritméticas das variáveis climatológicas de cada período em relação ao número total de ocorrências no mês proposto.

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para avaliar a distribuição de probabilidade das variáveis e auxiliar na escolha pelo uso de testes paramétricos ou não paramétricos.

Os coeficientes de correlação são utilizados para avaliar e quantificar o grau de relacionamento linear entre duas variáveis, observando se as variáveis se modificam conjuntamente e em que grau. O coeficiente de correlação varia de -1 a 1, sendo que os valores negativos indicam que as variáveis se comportam de modo inversamente proporcional, enquanto valores positivos indicam que elas variam proporcionalmente (DANCEY e REIDY, 2006).

Para a classificação dos coeficientes de correlação, adotou-se, nesta pesquisa, que valores de 0,1 a 0,3 representam uma correlação fraca; entre 0,4 e 0,6 indicam correlação moderada; e acima de 0,7 é possível afirmar que o grau de correlação entre as variáveis é forte. (DANCEY e REIDY, 2006).

Toda a análise estatística foi realizada por meio do software SPSS versão 2.0, adotando-se um nível de significância de 0,05.

Para a confecção dos mapas da caracterização da área de estudo, da espacialização dos dados referentes ao número de ocorrências, bem como da espacialização dos dados das atividades desempenhadas nos bairros da cidade de João Pessoa-PB, foi utilizado o software *Quantum Gis versão 3.12*, sendo utilizada a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), com exceção da figura 1, que trata da localização da área de estudo, a qual usou uma projeção Policônica.

3.4 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

A autorização para a coleta de dados das ocorrências de incêndio em vegetação da região metropolitana de João Pessoa foi solicitada oficialmente ao comando geral do Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba, ao qual foram esclarecidos todos os procedimentos a serem realizados. A pesquisa só foi iniciada após emissão da carta de anuência pelo referido órgão.

Ressalta-se ainda que o projeto de pesquisa que antecedeu a este trabalho foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CCS/UFPB, via Plataforma

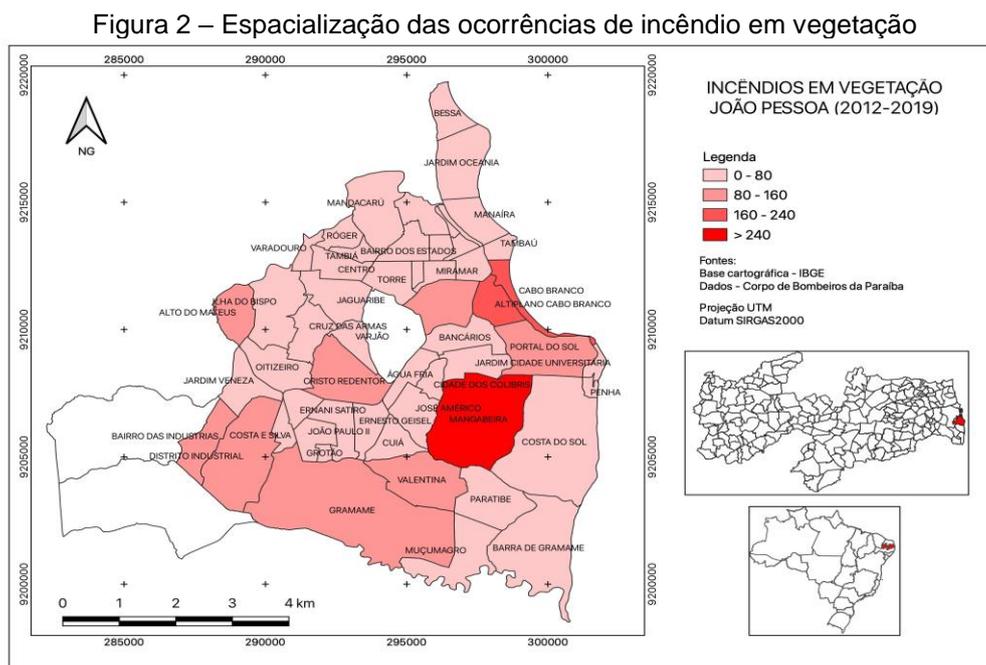
Brasil, e aprovado conforme parecer substanciado número 4.113.959, com CAAE de número 30668520.3.0000.5188.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. ESPACIALIZAÇÃO DO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM ALGUMAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS

Após a coleta e tabulação do banco de dados do 1º Batalhão do Corpo de Bombeiros Militar (1ºBBM), foram encontradas um total de 3.190 (três mil cento e noventa) ocorrências de incêndio em vegetação atendidas pela unidade militar na cidade de João Pessoa/PB ao longo da série histórica analisada (2012 a 2019).

A figura 02 apresenta a espacialização e distribuição do número de incêndios na cidade de João Pessoa/PB ao longo da série histórica analisada. Fatores naturais e antropogênicos contribuíram para essa distribuição desigual ao longo da cidade.



Fonte: Dados da Pesquisa

No que diz respeito aos aspectos naturais, as condições climáticas e o comportamento de algumas variáveis climatológicas apontam para algumas

evidências e correlações que contribuíram para a distribuição dos focos de incêndio na cidade de João Pessoa/PB.

Quando realizada a correlação entre as variáveis climatológicas coletadas no banco de dados do INMET em comparação ao número de ocorrências de incêndio em vegetação, verificam-se correlações entre todas as variáveis. No entanto, a Precipitação Total Diária (mm), a Umidade Relativa do Ar Média (%) e a Umidade Relativa do Ar Mínima (%) apresentaram uma correlação forte, conforme dados apresentados na tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Análise da correlação entre as variáveis climáticas e o número de ocorrências de incêndio no período de 2012 a 2019.

Variável	Correlação	p-valor
PRECIPITACAO TOTAL, DIARIO (mm)	-0,827	<0,001*
PRESSAO ATMOSFERICA MEDIA DIARIA (mB)	-0,400	<0,001*
TEMP. DO PONTO DE ORV. MEDIA DIARIA (Â°C)	-0,280	
TEMPERATURA MAXIMA, DIARIA (Â°C)	0,674	<0,001*
TEMPERATURA MEDIA, DIARIA (Â°C)	0,610	<0,001*
TEMPERATURA MINIMA, DIARIA (Â°C)	0,678	<0,001*
UMIDADE RELATIVA DO AR, MEDIA DIARIA (%)	-0,908	<0,001*
UMIDADE RELATIVA DO AR, MINIMA DIARIA (%)	-0,895	<0,001*
VENTO, RAJADA MAXIMA DIARIA (m/s)	-0,285	0,01*
VENTO, VELOCIDADE MEDIA DIARIA (m/s)	0,378	0,001*

Teste de Correlação de Spearman

*Significante a 0,05.

De acordo com a análise dos dados observou-se uma correlação direta entre a umidade relativa do ar e a taxa de precipitação da área de estudo. Por exemplo, verificou-se que, quanto menor a precipitação, umidade relativa do ar e umidade relativa do ar mínima do dia na cidade de João Pessoa ao longo da série climatológica investigada, maior a ocorrência de incêndios nos anos, meses e dias quando tais condições meteorológicas ocorreram.

Dessa forma, destaca-se que o mês de dezembro de 2016 apresentou o maior pico no número de ocorrências de incêndio em vegetação registradas pelo 1ºBBM, na capital paraibana, somando um total de 177 ocorrências desta natureza. Já os meses de junho do ano de 2012 e abril do ano de 2018, foram os únicos que não apresentaram ocorrências no banco de dados estudado.

Na tabela 3 abaixo, observa-se o comportamento das variáveis com forte correlação, nos meses descritos acima, e sua comparação com a média dos valores registrados na série temporal da pesquisa.

Tabela 3 – Média dos valores das variáveis climatológicas correlacionadas com a quantidade de ocorrências de incêndios em toda a série temporal estudada, nos meses de maior e menor número de incidências

Mês/Ano	Jan/2012 à Dez/2019	Dez/2016*	Jun/2012**	Abr/2018**
Precipitação Total Diária (mm)	3,37	1,84	6,16	17,31
Umidade Relativa do ar média (%)	75,25	71,64	82,61	84,12
Umidade Relativa do ar mínima (%)	59,40	55,52	66	65,63
Quantidade de Ocorrências (nº)	19	177	0	0

*mês com maior número de ocorrências

**meses com menor número de ocorrências

Tais resultados corroboram com vários estudos encontrados na literatura que relacionam as ocorrências de incêndios em vegetação às condições pluviométricas (MACHADO NETO et al., 2018; SILVA JÚNIOR et al., 2016)

Vale destacar também que a cidade de João Pessoa não apresenta grandes variações de amplitude térmica, bem como alterações climáticas consideráveis devido suas características geográficas, posição latitudinal e efeitos da maritimidade o que favorece um balanço térmico positivo permanente ao longo do ano (SILVA et al., 2017; SANTOS, 2011).

Torres et al. (2018), observaram que a umidade relativa do ar (%) apresentou a maior correlação com a ocorrência de incêndios ao analisar a influência os elementos meteorológicos em relação ao número de ocorrências de incêndios em vegetação e as dimensões de área queimada no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, em Minas Gerais. Estes autores deixam claro que a umidade relativa do ar se apresenta como indicador das ocorrências de incêndio na área de estudo investigada, pois apresentam indiretamente um panorama acerca da precipitação, temperatura e outros processos biofísicos vinculados, os quais interferem diretamente nos processos de propagação e surgimento de novas ocorrências de incêndios.

4.2 DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO POR ANO, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA DE 2012 A 2019

Os resultados apontam que há diferença significativa entre os anos em relação ao número de ocorrências de incêndio em vegetação ($p < 0,001$) ao longo da série analisada e sua relação com as condições climatológicas da área de estudo. De acordo com a análise descritiva dos dados, o ano de 2015 e o ano de 2016, são aqueles que mais apresentaram ocorrência de incêndios na área de estudo. O ano de 2015 é marcado pelo maior número de ocorrências de incêndios em vegetação na área de estudo (17,1%), seguido do ano de 2016 (16,2%). A comparação entre os dois anos com maior frequência de ocorrências realizada por meio do Teste Mann-Whitney, aponta que o número de ocorrências registrado no ano de 2015 é estatisticamente maior do que no ano de 2016 ($p < 0,001$) conforme observado na Tabela 4.

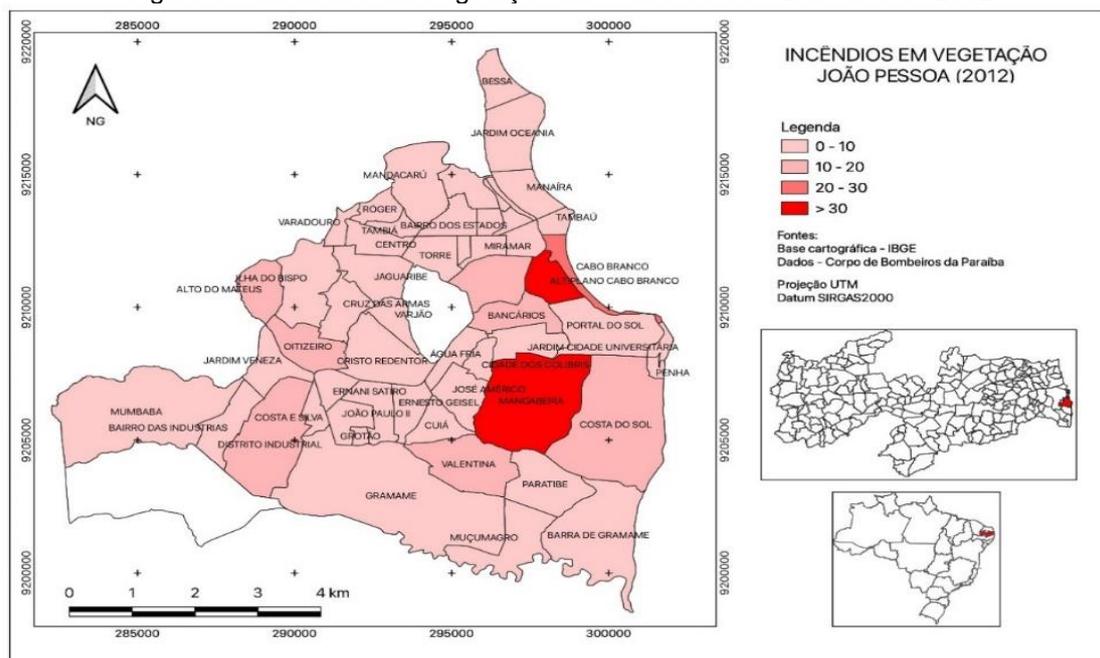
Tabela 4 – Frequência das ocorrências de incêndio em vegetação de 2012 a 2019.

Ano	n	%	% acumulado	p-valor
2012	428	13,4	13,4	
2013	427	13,4	26,8	
2014	299	9,4	36,2	
2015	547	17,1	53,3	
2016	518	16,2	69,6	
2017	318	10,0	79,5	
2018	284	8,9	88,4	
2019	369	11,6	100,0	
Total	3190	100,0		

Teste Qui-quadrado
*Significante a 0,05

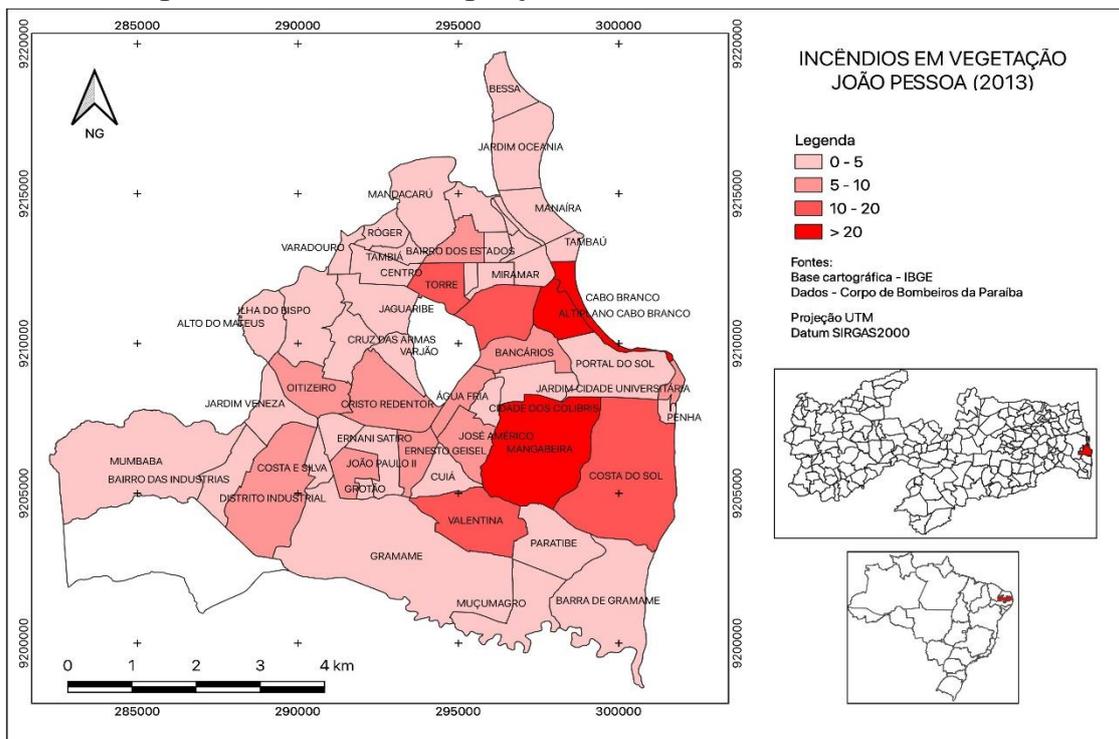
A espacialização dos dados deixa explícito a distribuição geográfica do comportamento da incidência das ocorrências de incêndio na cidade de João Pessoa/PB ao longo dos anos da série analisada. Na sequência de figuras abaixo (3 a 10), é apresentada a distribuição das ocorrências de incêndios, sendo evidenciados os locais com maior concentração.

Figura 3 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2012



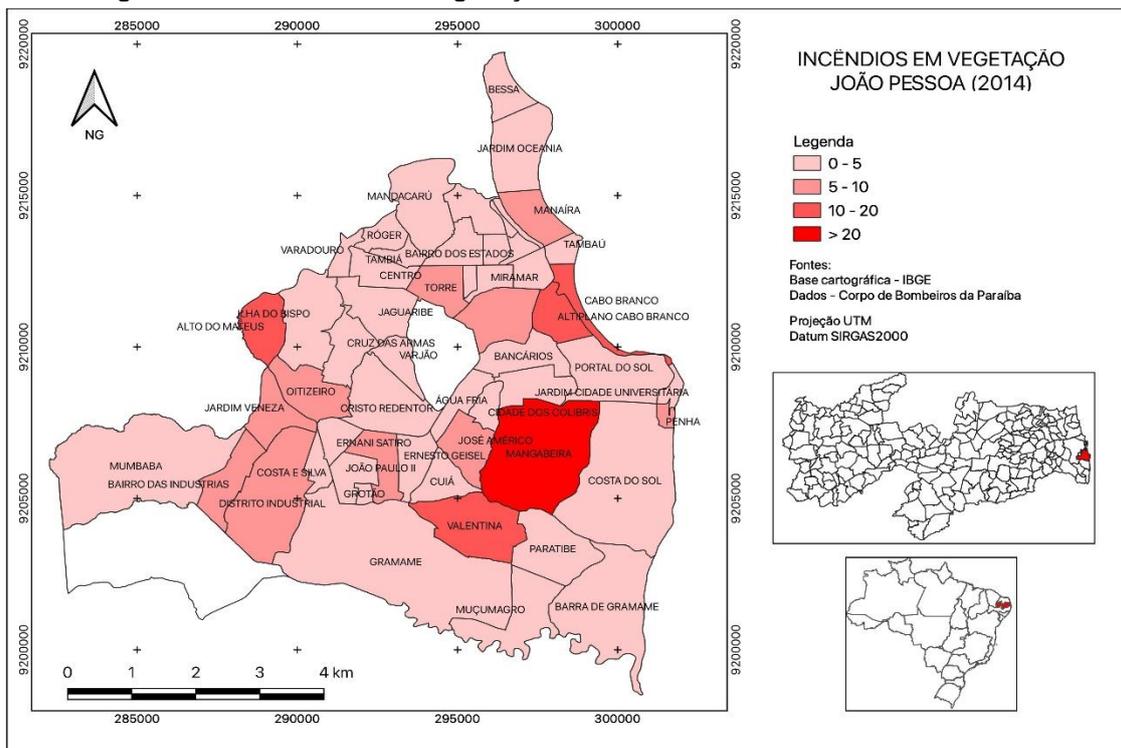
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 4 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2013



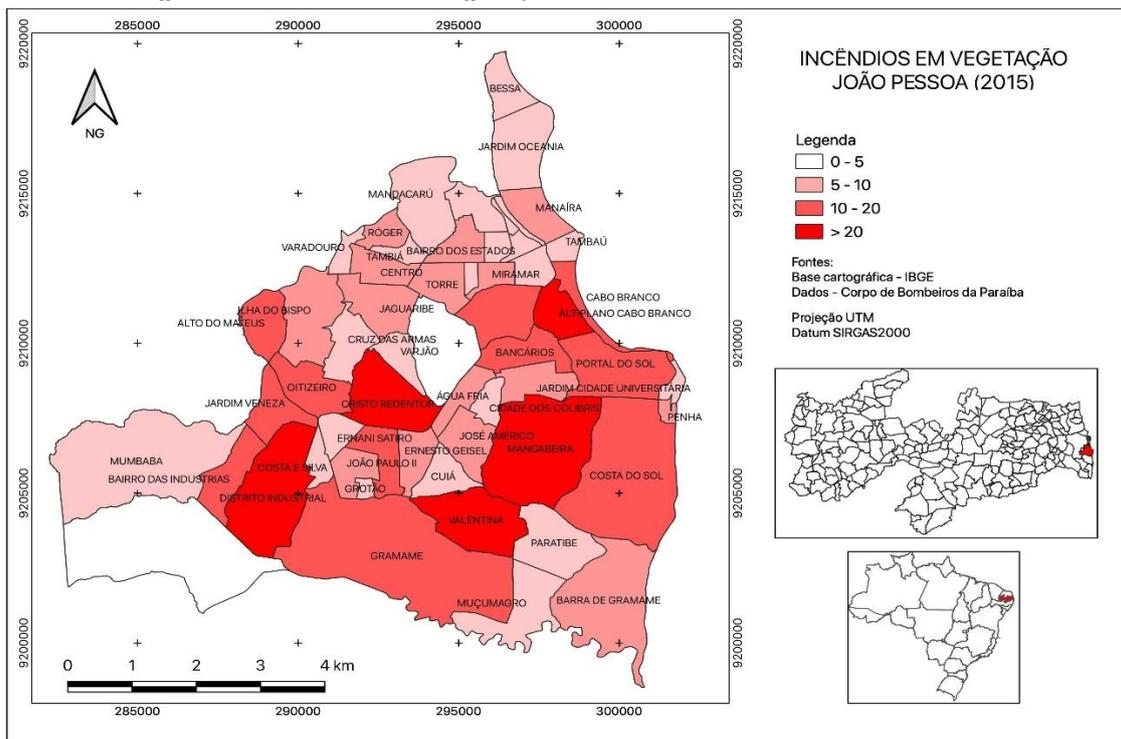
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 5 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2014



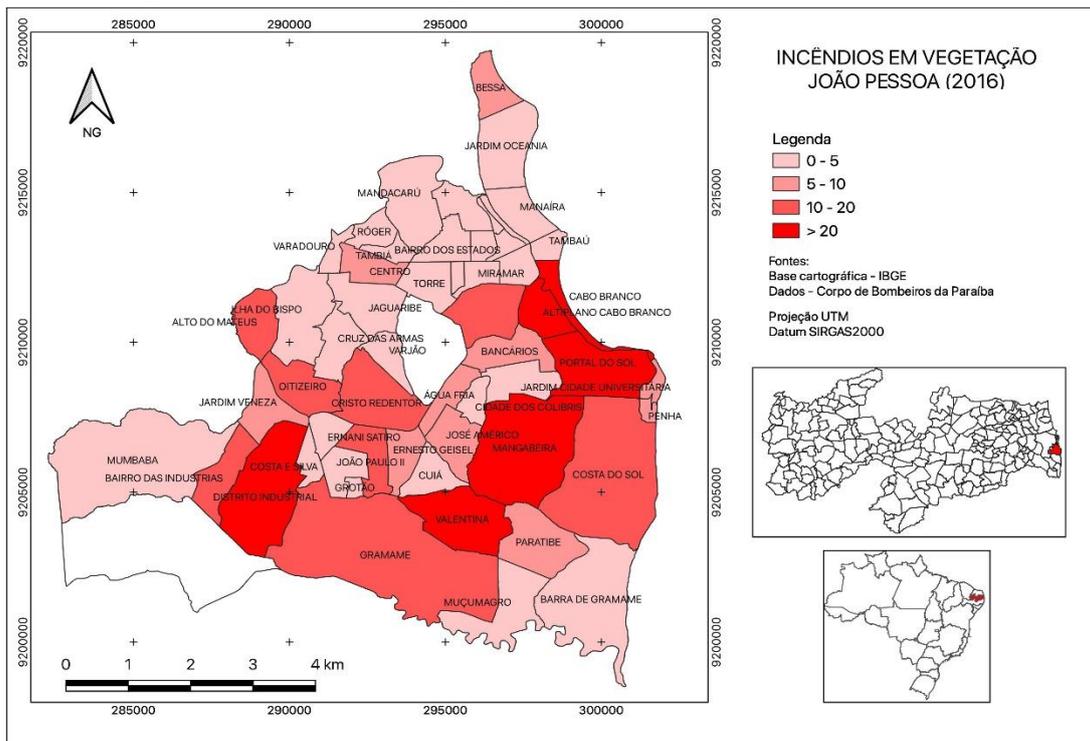
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 6 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2015



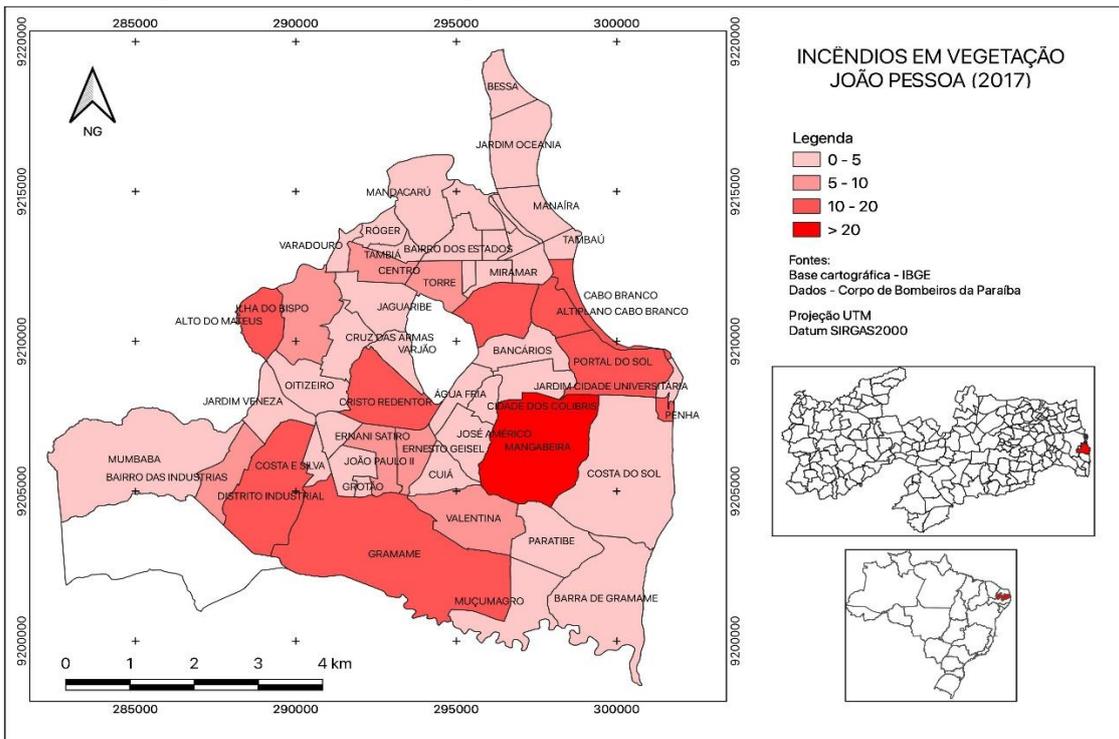
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 7 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2016



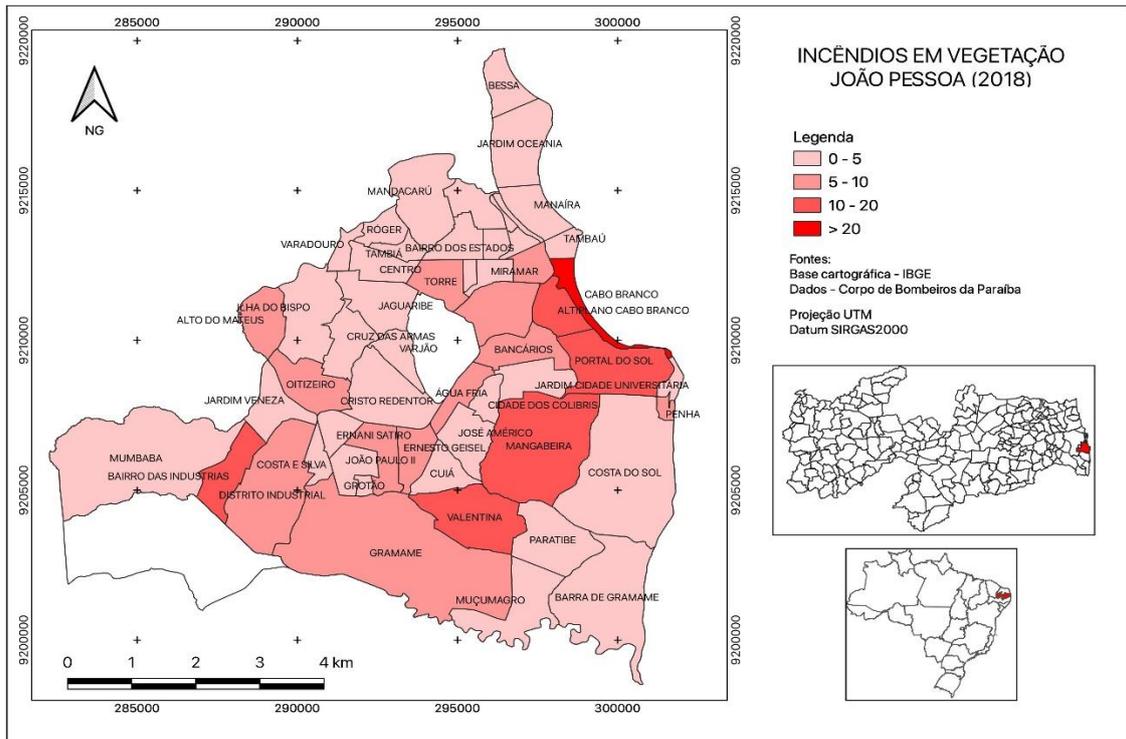
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 8 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2017



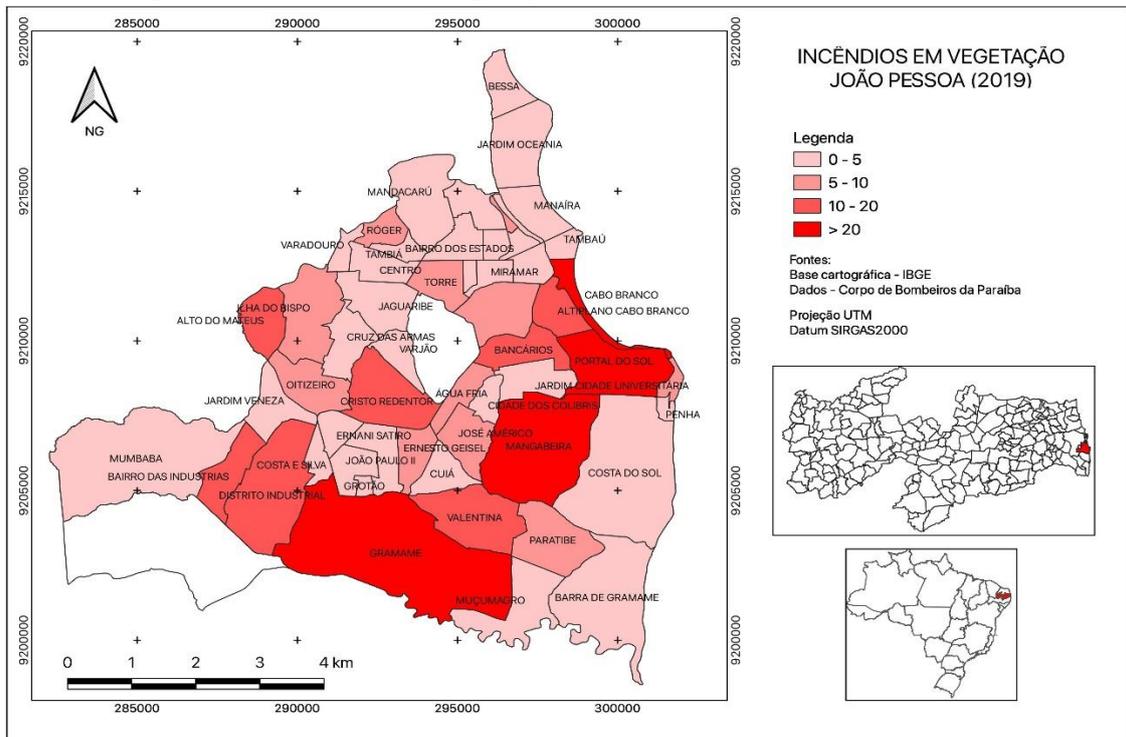
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 9 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2018



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 10 – Incêndios em Vegetação em João Pessoa/PB no ano de 2019



Fonte: Dados da pesquisa

A maior quantidade de ocorrências encontrada nos anos de 2015 e 2016 sugere uma relação com fase positiva do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) que ocorreu nesse período. Quando da ocorrência desse fenômeno, as condições de instabilidade atmosférica ficam elevadas devido ao aquecimento irregular das águas superficiais do Oceano Pacífico, podendo causar um aumento na temperatura e redução na precipitação na região Nordeste do Brasil. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, o fenômeno que ocorreu nesse período foi considerado como muito forte (INPE, 2020; DINIZ, 2019).

Segundo Diniz (2018), as variações climáticas derivadas do El Niño podem causar aumento dos focos de incêndio em vegetação, além do aumento do desconforto térmico na população, devido a redução da precipitação e aumento da temperatura na região do Nordeste Brasileiro. O mesmo autor destaca, que esse fenômeno foi considerado como um dos mais fortes já registrados nos últimos anos entre os anos de 2015 e 2016. Dessa forma, tais implicações podem corroborar com o maior número de ocorrências de incêndios na área de estudo.

Vale destacar, que apenas a manifestação do EL Niño não é suficiente para a redução da precipitação no Nordeste Brasileiro, pois outros fatores meteorológicos associados também contribuem para a redução das precipitações. Nesse sentido, Kane (1997), ao avaliar 46 eventos de El Niño de intensidade forte e moderada na cidade nordestina Fortaleza, capital do estado do Ceará, durante o período de 1849 até 1992, encontrou apenas 46% desses eventos meteorológicos associados a secas no Estado do Ceará, relacionando assim, a problemática da seca também a outros eventos meteorológicos.

Dessa forma, a modulação climática da região nordeste deriva também da interação de outros sistemas meteorológicos como a ZCIT, as perturbações ondulatórias ao longo dos alísios provenientes do Atlântico Sul, dentre outros fatores (SANTOS E SILVA et al., 2012). Tais sistemas atmosféricos atuam em níveis diferentes de escalas do tempo e espaço e afetam diretamente as condições meteorológicas da região do Nordeste Brasileiro.

A National Aeronautics and Space Administration – NASA, em janeiro de 2017 também relatou que os anos de 2015 e 2016 foram os anos mais quentes

já registrados, ressaltando o impacto direto do El Niño no pacífico tropical devido ao aquecimento global. Tal fenômeno meteorológico contribuiu para o aumento da anomalia anual da temperatura do planeta em 0,2 graus Fahrenheit ou 0,12 graus Celsius (NASA, 2017)

Mesmo sendo considerado o clima um fator influenciador na sazonalidade da quantidade de ocorrências de incêndios em vegetação, o que corrobora com o resultado deste estudo, é inequívoco afirmar que a própria variabilidade climática observada mundialmente, segundo o IPCC, é ocasionada por fatores antrópicos. A crescente urbanização sem planejamento adequado, a degradação de florestas e recursos hídricos, a poluição ambiental e demais fatores relacionados são determinantes (PENREIRO, 2020). Ou seja, o fator antrópico é o catalisador de tais alterações climáticas globais, que consequentemente contribuem para a ocorrências de incêndios (IPCC, 2018).

Nesse sentido, Souza et al. (2018), relata em seus estudos a iminente modificação sofrida pelas condições climáticas urbanas derivadas da ação antrópica ligada ao processo de urbanização desenfreada e a redução da cobertura vegetal na cidade de João Pessoa/PB. A explosão demográfica nas áreas urbanas da capital paraibana, e consequente impermeabilização do solo, favorece a formação de verdadeiras ilhas de calor em sua extensão e podem potencializar os focos de incêndios vegetais na área de estudo.

Nascimento (2017) discorre em seus estudos sobre índice de conforto térmico na cidade de Bayeux, apresentando nos resultados que alguns pontos não apresentaram um Índice de Desconforto Térmico – IDT confortável, mesmo em períodos mais chuvosos e amenos na cidade. A essas afirmações são atribuídos o aumento da impermeabilidade do solo, redução da cobertura vegetal e o adensamento populacional da cidade como principais causas, evidenciando o papel da preservação da vegetação local como regulador térmico, e sua potencial contribuição para o estabelecimento de um maior conforto microclimático nos ambientes urbanos.

4.3 DISTRIBUIÇÃO DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO POR MESES, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA ANALISADA ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2019.

Em relação aos meses do ano da série histórica avaliada, os resultados encontrados na tabela 4 apontam que há diferença significativa entre a ocorrência de incêndios ao longo dos meses dos anos investigados e sua relação com número de ocorrências ($p < 0,001$) para a cidade de João Pessoa/PB.

Verifica-se que os incêndios em vegetação estão concentrados entre os meses mais secos do ano da área de estudo: novembro e dezembro. Nesse sentido, os resultados da pesquisa obtidos com a análise estatística descritiva dos dados na cidade de João Pessoa/PB apontam que novembro é o mês em que ocorre o maior número de ocorrências (21,3%), seguido do mês de dezembro (19,5%). Isso corrobora com os dados anteriormente discutidos à respeito da umidade relativa do ar e as taxas de precipitação relacionadas com a ocorrências de incêndios na área de estudo.

A comparação entre os dois meses do ano com maior frequência de ocorrências realizada por meio do Teste Mann-Whitney, aponta que não há diferença significativa entre o número de ocorrências registrado nesses dois meses ao longo da série histórica avaliada. Dessa forma, novembro e dezembro são considerados semelhantes em relação à variável de interesse analisada ($p = 0,085$) que é a ocorrência de incêndios.

Tabela 5 – Ocorrências de incêndio em vegetação de acordo com os meses do ano

Meses do ano	n	%	% acumulado	p-valor
Janeiro	348	10,9	10,9	
Fevereiro	318	10,0	20,9	
Março	292	9,2	30,0	
Abril	99	3,1	33,1	
Maio	44	1,4	34,5	
Junho	31	1,0	35,5	<0,001*
Julho	33	1,0	36,5	
Agosto	92	2,9	39,4	
Setembro	210	6,6	46,0	
Outubro	421	13,2	59,2	
Novembro	680	21,3	80,5	
Dezembro	622	19,5	100,0	
Total	3190	100,0	-	

Teste Qui-quadrado

*Significante a 0,05

Diante dos resultados encontrados, com relação ao maior número de ocorrências encontrado nos meses de novembro e dezembro, observa-se que estes corroboram com a literatura no que concerne a probabilidade de uma maior incidência e propagação de incêndios em vegetação nos períodos mais secos do ano (SILVA et al., 2017). Além disso, vale salientar que nos primeiros meses **mais secos do ano a vegetação ainda se encontra abundante, decorrente do período chuvoso**, e com os passar dos meses de estiagem com elevadas temperaturas boa parte da vegetação pode ser queimada e pode interferir diretamente nos índices de novas ocorrências e potenciais formas de propagação dos incêndios.

Na porção Leste da região Nordeste do Brasil, na qual a área de estudo está inserida, Santos e Silva et al. (2012) relatam em seus estudos que o período de maior precipitação é observado entre junho e julho, momento em que a ZCIT se apresenta na posição mais ao norte possível ou bem próxima a isso. Já Costa (2018) corroboram com esta afirmação. Com isso fica claro a influência da ZCIT nas chuvas abundantes entre os meses de maio, junho e julho na área de estudo.

Contudo, ao apresentarem características de uma maior intensidade de chuvas nos meses de junho e julho, esta afirmação corrobora com os resultados encontrados na pesquisa, sugerindo a influência da precipitação na quantidade reduzida de ocorrências atendidas no mesmo período, sendo os meses citados responsáveis apenas por 2% do número total de atendimentos, conforme apresentado na tabela 5.

Outros fenômenos meteorológicos de diferentes escalas e intensidades também contribuem para as precipitações no Nordeste Brasileiro entre os meses de maio, junho e julho. O mais significativo são os Distúrbios Ondulatórios de Leste, ou apenas Ondas de leste, provocam alterações nas condições sinóticas na componente meridional do vento, trazendo nebulosidade e precipitação para a região, no período de maio a agosto, estando sua intensidade ligada a variação da temperatura da superfície do mar – TSM, o que também se apresenta alinhado com os resultados encontrado nesse estudo. (COSTA, 2018).

4.4 DISTRIBUIÇÃO DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO POR HORA, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA ANALISADA ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2019

Os resultados apontam que há diferença significativa entre as horas do ciclo diário e sua relação com o número de ocorrências de incêndio em vegetação ($p < 0,001$) ao longo da série avaliada. De acordo com a análise descritiva dos dados, percebe-se que às 18 horas ocorre o maior número de ocorrências (8,6%) de incêndios em vegetação na cidade de João Pessoa/PB.

O segundo horário que apresentou maior quantidade de ocorrências foi o horário das 13 horas. A comparação entre os dois horários com maior frequência de ocorrências realizada por meio do Teste Mann-Whitney, aponta que não há diferença significativa entre o número de ocorrências registrado nos dois horários, sendo esses considerados semelhantes em relação à variável de interesse analisada ($p = 0,323$).

Tabela 6 – Ocorrências de incêndio em vegetação de acordo com horas do dia

Hora	n	%	% acumulado	p-valor
00:00	65	2,0	2,0	
01:00	44	1,4	3,4	
02:00	13	0,4	3,8	
03:00	17	0,5	4,4	
04:00	16	0,5	4,9	
05:00	18	0,6	5,4	
06:00	33	1,0	6,5	
07:00	50	1,6	8,0	
08:00	99	3,1	11,1	
09:00	147	4,6	15,7	
10:00	205	6,4	22,2	
11:00	202	6,3	28,5	
12:00	215	6,7	35,2	
13:00	241	7,6	42,8	
14:00	237	7,4	50,2	
15:00	215	6,7	57,0	
16:00	207	6,5	63,4	
17:00	238	7,5	70,9	
18:00	275	8,6	79,5	
19:00	166	5,2	84,7	
20:00	138	4,3	89,1	
21:00	155	4,9	93,9	
22:00	108	3,4	97,3	
23:00	86	2,7	100,0	
Total	3190	100,0		<0,001*

Teste Qui-quadrado

*Significante a 0,05

Diante dos resultados encontrados, observou-se o número de ocorrências variando de acordo com os horários do ciclo diário. Os dados apresentados na tabela 6 nos mostra uma crescente no aumento das ocorrências a partir de nascer do sol, entre 05h00min e 6h00min da manhã, um considerável platô entre as 10h00min e 18h00min, seguido por um decréscimo no período noturno e na madrugada.

Nesse contexto, compreende-se que durante os horários que o combustível (vegetação) mais perde a umidade para o ambiente (do nascer ao pôr do sol), acentuado nos dias mais quentes e secos, bem como durante os horários noturnos, quando há um aumento da população em suas respectivas residências, a incidência dos incêndios se apresenta em maior número (MEDINA et al., 1999).

Sendo assim, tais resultados corroboram com as expectativas do aumento do número de ocorrências de incêndio em vegetação em ambientes urbanos de acordo com o aumento de temperatura, redução da umidade relativa do ar e consequente redução da umidade da vegetação, o que sugere o número elevado de ocorrências durante o dia quando comparado com a madrugada (MEDINA et al., 1999).

Já no contexto das ocorrências que acontecem no período noturno, por mais que a vegetação já tenha sofrido influência das variáveis climatológicas durante todo o dia, normalmente tais fatores apresentam uma menor incidência sobre a vegetação. Na ausência da incidência de tais variáveis, o fator humano, do qual deriva atitudes irresponsáveis no manejo do fogo para limpeza, ou até mesmo ações propositais, se apresenta como provável causa nesses horários (CASTILLO S. e CORREA J., 2012).

4.5 DISTRIBUIÇÃO DA OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS EM VEGETAÇÃO POR BAIRROS, NA CIDADE DE JOÃO PESSOA/PB, AO LONGO DA SÉRIE HISTÓRICA ANALISADA ENTRE OS ANOS DE 2012 A 2019

Os resultados apontam que há diferença significativa entre os bairros em relação ao número de ocorrências de incêndio em vegetação ($p < 0,001$) na área de estudo. De acordo com a análise estatística descritiva dos dados, o bairro de Mangabeira é o que registra o maior número de ocorrências (10,8%), seguido do

bairro do Altiplano (6%). A comparação entre os dois bairros com maior frequência de ocorrência realizada por meio do Teste Mann-Whitney, aponta o número de ocorrências registrado nos dois bairros, sendo esses considerados semelhantes em relação à variável de interesse analisada ($p=0,219$), conforme demonstra a tabela 7.

Tabela 7 – Frequência das ocorrências de incêndio em vegetação de acordo com os bairros.

Bairros	n	%	% acumulado	p-valor
MANGABEIRA	343	10,8	10,8	
ALTIPLANO	190	6	16,8	
CABO BRANCO	171	5,4	22,2	
BR-230	149	4,7	26,9	<0,001*
VALENTINA	142	4,5	31,4	
BR-101	141	4,4	35,8	
DISTRITO INDUSTRIAL	106	3,3	39,1	
CASTELO BRANCO	99	3,1	42,2	
ALTO DO MATEUS	93	2,9	45,1	
BAIRRO DAS INDÚSTRIAS	84	2,6	47,6	
DEMAIS 63 LOCAIS	1672	52,4	100,00	
TOTAL	3190	100,0		

Teste Qui-quadrado

*Significante a 0,05

O bairro de mangabeira, apontado na estatística descritiva com o maior número de ocorrências de incêndio em vegetação, se apresenta em sua essência como um grande centro comercial que surgiu no espaço intraurbano da capital paraibana. Criado entre o fim da década de 1970 e início da década de 1980, no decorrer dos anos expandiu rapidamente o número de habitantes, representando já no ano de 2000 aproximadamente um quinto da população de João Pessoa (ANDRADE et al., 2009). Mangabeira é considerado o bairro mais populoso da capital paraibana.

Entre as principais características que tornaram Mangabeira um grande centro comercial atualmente estão sua densidade demográfica acentuada, além de uma distância considerável dos grandes centros comerciais no período de criação do bairro. Dessa forma, as adversidades que surgiram na criação do bairro impulsionaram o processo de estruturação local, e atualmente os moradores da região não precisam se deslocar para o centro tradicional da

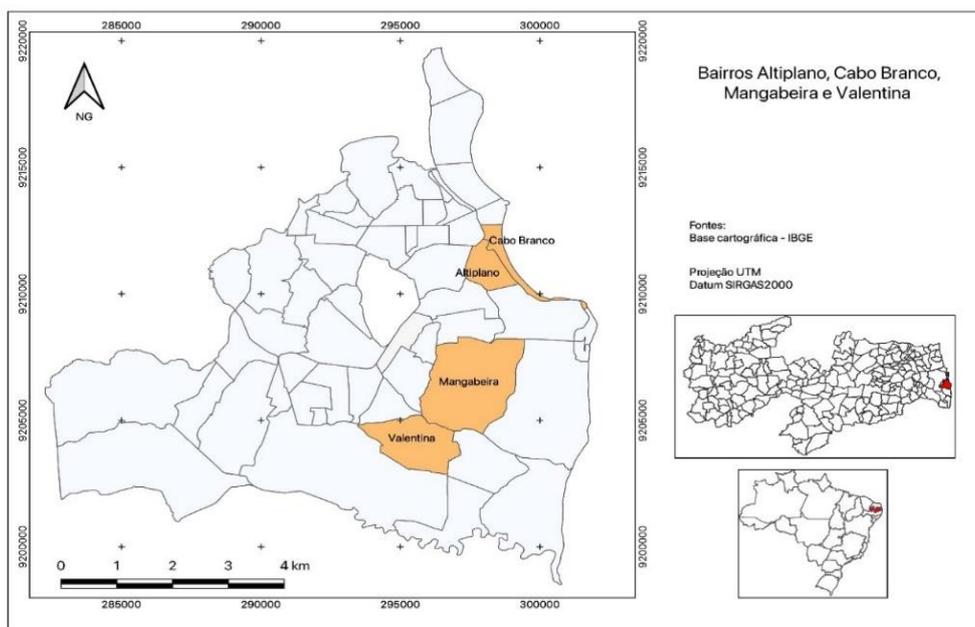
cidade para suprir suas demandas de materiais e serviços, usufruindo da diversidade de comércios locais, formais ou informais (ANDRADE et al., 2009).

Nesse sentido, os efeitos da desenfreada explosão demográfica que aconteceu no bairro de mangabeira, a qual serve de exemplo com o que ocorreu na cidade de João Pessoa como um todo nas décadas de 60 e 70, traz consigo impactos negativos diretos sobre o ambiente natural, e conseqüentemente, deficiências estruturais e infraestruturais nas periferias urbanas. Nos moldes do que acontece na capital paraibana, a expansão espacial urbana acaba por degradar bem mais do que o necessário, principalmente pela negligência ao deixar de preservar áreas de altíssima importância ecológica para a conservação do bioma predominante da região, a Mata Atlântica, potencializando os impactos ambientais e sociais na região (PMJP, 2010).

Tais aspectos, ao serem relacionados com os resultados encontrados nesse estudo, corroboram com os estudos de Wu et al. (2016), os quais relatam a considerável interferência da ação antrópica na dinâmica das variáveis climáticas como temperatura, ventilação e umidade, trazendo impactos ambientais relevantes. Neste sentido, de acordo com o potencial que estas variáveis também apresentam para o surgimento e propagação de incêndios em vegetação, sugere-se que os resultados deste estudo apontem para um número elevado dessas ocorrências em alguns bairros que mais sofrem em detrimento dos fatores antropogênicos derivados da realidade de crescimento urbano na área de estudo.

Observando-se a tabela 7 destacada anteriormente, verifica-se que dos 05 primeiros bairros com maiores números de ocorrência, 04 deles apresentam proximidade geográfica relevante, ainda que situados em setores diferentes da cidade devido suas extensões territoriais, se apresentam de forma praticamente consecutiva em relação aos seus limites territoriais, de forma que o bairro do Valentina faz divisa com Mangabeira, que por sua vez apresenta-se bem próximo ao Altiplano, o qual faz divisa com o bairro do Cabo Branco, conforme observado na Figura 11 estabelecendo assim, quase um corredor de ocorrências de incêndios vegetais em João Pessoa/Pb.

Figura 11 – Bairros Altiplano, Cabo Branco, Mangabeira e Valentina



Fonte: Dados da pesquisa

Nesse contexto, outra vez os resultados desse estudo apontam para um caminho semelhante a uma das vertentes de urbanização da cidade nos últimos anos, conforme afirma Barbosa (2019), quando relata que grande parte do processo histórico de urbanização e ocupação territorial de João Pessoa acontece em direção sul e a leste (litoral), localizações territoriais dos bairros citados anteriormente com maiores índices de ocorrências.

Ao observar na literatura evidências de tais características citadas anteriormente que acontecem em locais de crescimento urbano desordenado e com um grande contingente populacional, e conseqüentemente com uma demanda excessiva de recursos naturais, seja para consumo, mobilidade ou estabelecimento das estruturas da comunidade, observa-se a tendência de apresentar risco maior de surgimento e propagação de incêndio em vegetação no seu entorno, sendo potencialmente elevados os riscos quando somadas as características topográficas dos locais, características climáticas específicas e proximidade das regiões de maior densidade vegetal (CASTILLO S. e CORREA J., 2012).

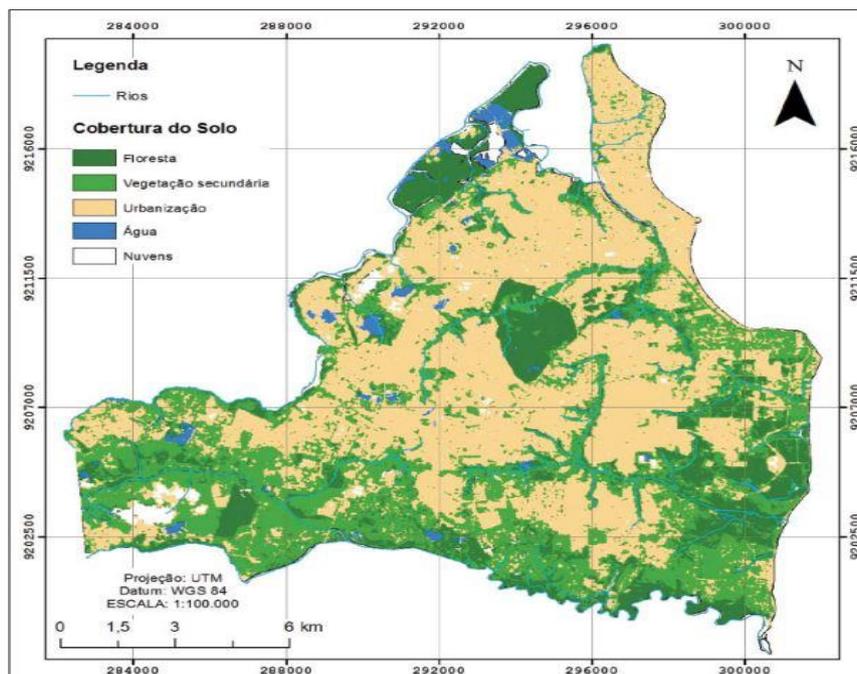
É neste sentido que são evidenciadas as ações antrópicas de forma indireta na área de estudo investigada que podem também interferir nas condições climatológicas desde a esfera global até a local e assim retroalimentar o ciclo das queimadas.

Corroborando com os dados da pesquisa e as evidências da ação antrópica, Souza et al. (2016) já afirmavam em seus estudos sobre as diferentes formas de uso e ocupação do solo na superfície da cidade de João Pessoa/PB e sua relação com o aumento de temperaturas. Nesse estudo, os autores afirmam um aumento de temperatura da superfície em áreas mais adensadas da cidade, citando a região sul e sudeste, as quais se expandiram continuamente durante o processo de ocupação territorial da capital paraibana nos últimos anos.

Diante destes resultados, observa-se ainda que as condições climáticas continuam exercendo um papel importante no consumo da vegetação pelo fogo, bem como na propagação destes incêndios, visto que a sazonalidade da incidência das ocorrências se correlaciona com as variáveis climatológicas, como já evidenciado anteriormente. Contudo, a dinâmica da incidência destes eventos nos períodos de pico (meses mais quentes e secos), sugere que a ação do homem também possa exercer um papel protagonista nesta relação, principalmente no contexto urbano (MACHADO NETO et al., 2018).

A figura 12, apresenta o mapa de cobertura do solo de João Pessoa e os principais pontos de concentração vegetal da cidade no ano de 2016:

Figura 12 - Mapa de Cobertura do Solo no Município de João Pessoa (PB)



Fonte: VITAL et al. (2016)

Tal ilustração, quando analisada juntamente com a espacialização das ocorrências apresentadas na figura 2, evidencia o contexto da interferência local da população no desencadear dos eventos, e principalmente com intensidade variável dessa interferência em locais específicos. Dessa forma, mesmo apresentando concentração de vegetação variável em diferentes pontos da cidade, em alguns locais as ocorrências acontecem com frequência diferente.

Nesse sentido, corroborando com estudos presentes na literatura (NASCIMENTO, 2017; SILVA et al., 2017; SOUZA et al., 2016), o adensamento populacional elevado sugere novamente um aumento no número de ocorrências de incêndio em vegetação em locais com características de áreas verdes semelhantes.

4.6 ASPECTOS RELACIONADOS COM A OCUPAÇÃO DOS BAIRROS DA CIDADE E SUA RELAÇÃO COM AS OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIO EM VEGETAÇÃO

Ao analisar a distribuição de ocorrências nos bairros do município, e confrontar com a concentração de atividades desempenhadas nos lotes da capital paraibana, estas divididas por grupos, sendo Grupo A, terrenos vazios ou abandonados; Grupo B, residenciais, hotéis/pousadas e condomínios; Grupo C, comércios/serviços de grande circulação de público; Grupo D, escritórios e serviços com baixa circulação de público; Grupo E, praças, grandes obras em andamento ou paralisadas, locais indefinidos, foram encontradas correlações positivas apenas entre o número de ocorrências e os grupos B, C e D.

Dessa forma, quando há um aumento de atividades referente aos grupos B, C e D em cada bairro estudado, há um aumento no número de ocorrências de incêndio em vegetação.

Em relação ao grupo C, comércios/serviços de grande circulação de público, e o Grupo D, escritórios e serviços com baixa circulação de público, os resultados encontrados apresentaram uma correlação fraca. No que diz respeito ao grupo B, residenciais, hotéis/pousadas e condomínios, foram encontrados resultados que representavam uma correlação positiva moderada, conforme apresentado na tabela 8 abaixo.

Tabela 8 – Análise de correlação entre o número de ocorrências e a quantidade de atividades por grupo.

Grupo		Nº de ocorrências	
		Coefficiente de correlação	p-valor
A	(terrenos vazios ou abandonados)	0,123	0,376
B	(residenciais, hotéis/pousadas/ condomínios)	0,594	<0,001*
C	(comércios/serviços de grande circulação de público)	0,342	0,011*
D	escritórios e serviços com baixa circulação de público	0,344	0,011*
E	praças, grandes obras em andamento ou paralisadas, locais indefinidos	0,240	0,081

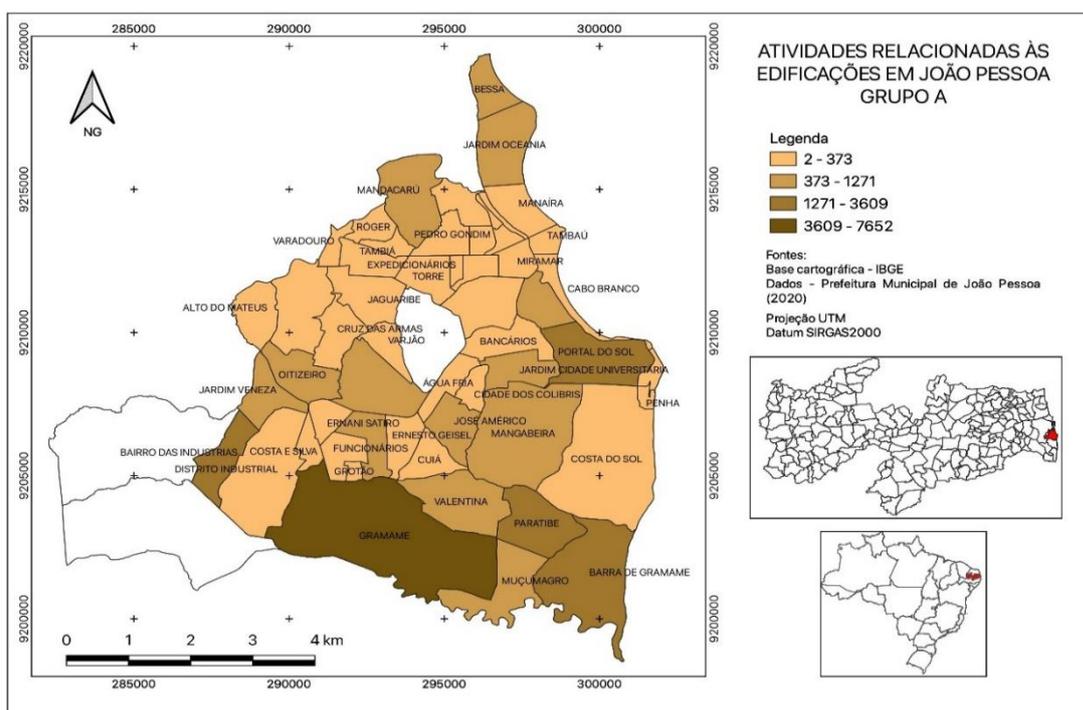
Legenda: DP = Desvio-padrão.

Teste de Correlação de Pearson. Significante a 0,05.

As figuras 13 a 17, apresentam um panorama das atividades nos bairros da capital paraibana, sendo evidenciada a concentração de atividades por grupo em cada bairro especificamente. Através das imagens, com os dados de forma espacializada, compreende-se melhor tal distribuição e principais pontos de concentração de ocupação da cidade.

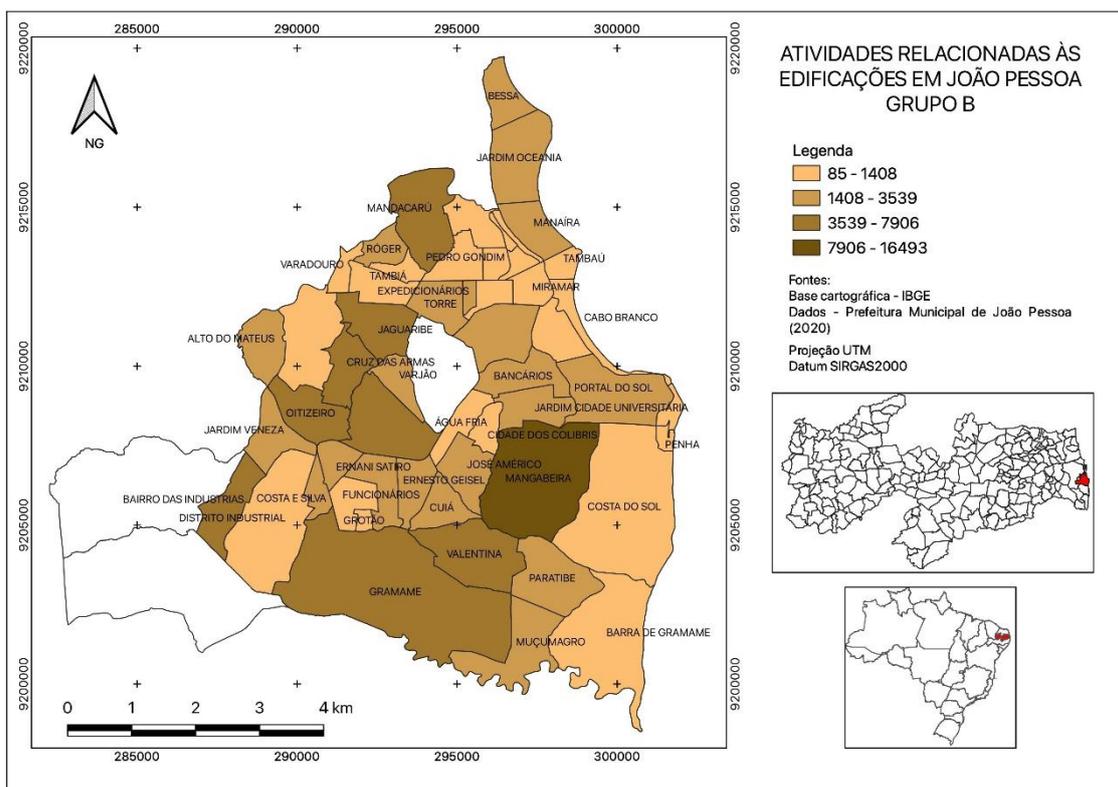
O objetivo desta sequência de imagens é apresentar como as cada tipo de atividade se concentra em cada região da cidade de forma mais específica. Sendo assim, é possível vislumbrar regiões da cidade com concentrações maiores de residenciais, comércios ou áreas com uma quantidade aumentada de terrenos vazios, sugerindo uma potencial rota de expansão da cidade.

Figura 13 – Atividades do Grupo A em João Pessoa-PB



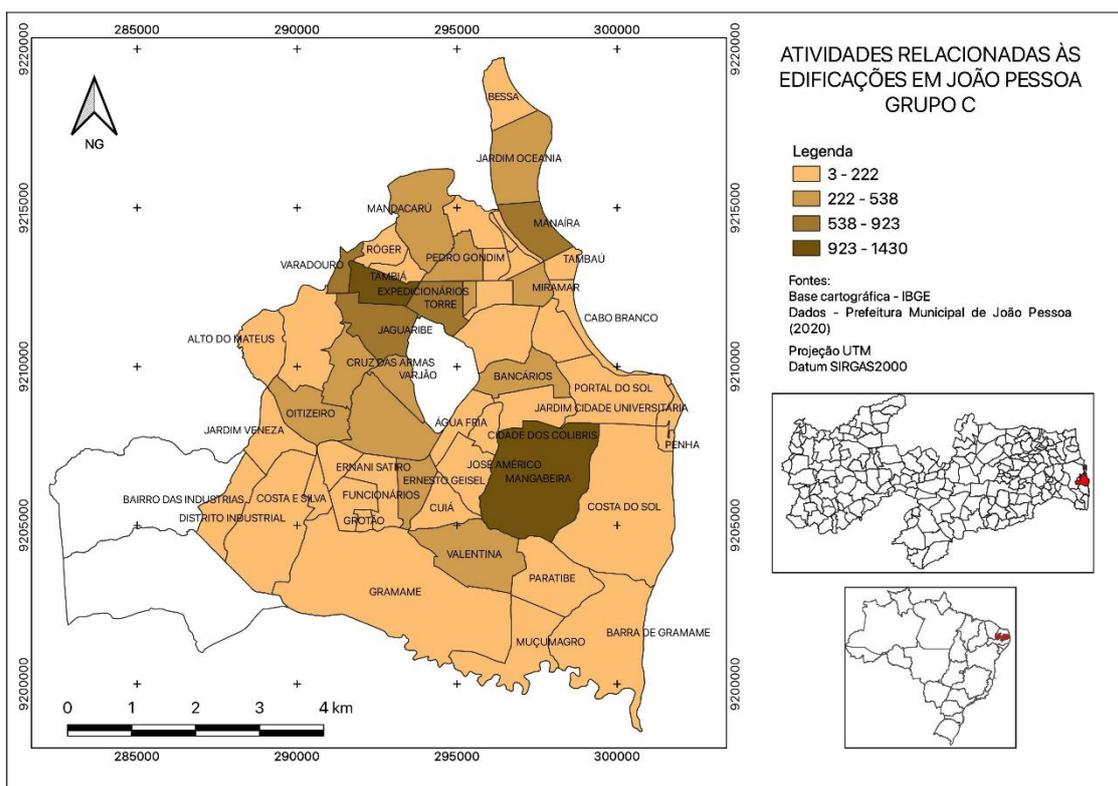
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 14 – Atividades do Grupo B em João Pessoa-PB



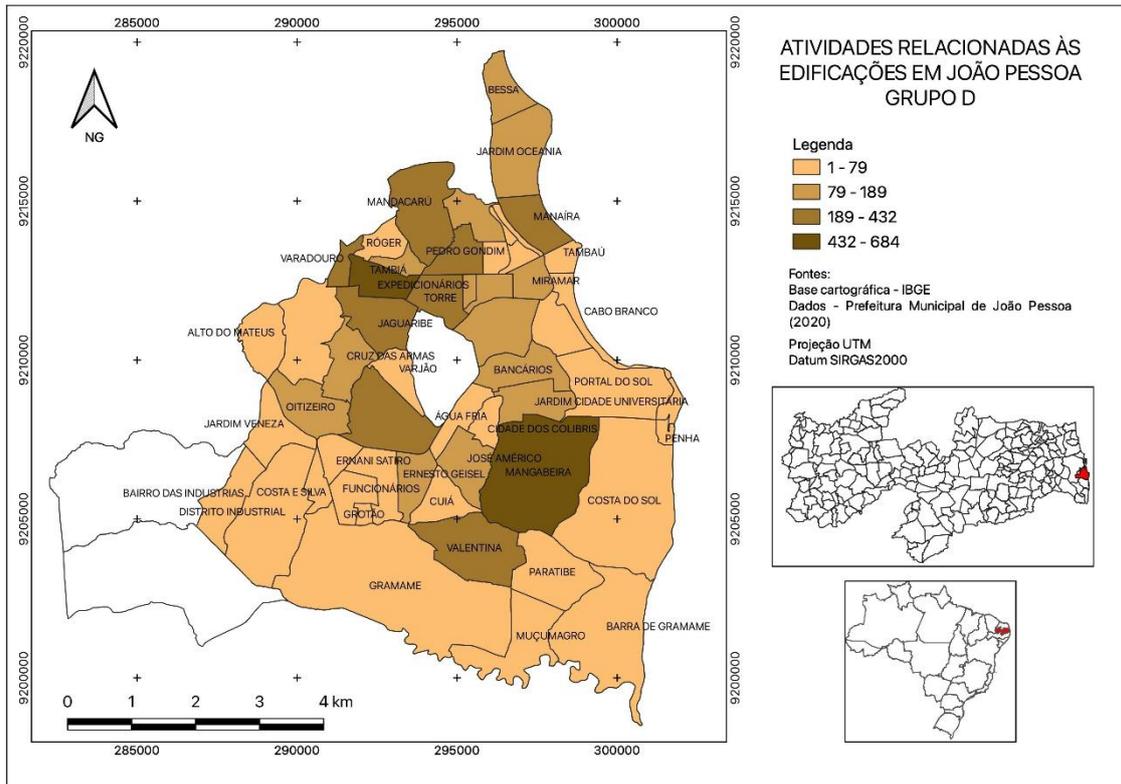
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 15 – Atividades do Grupo C em João Pessoa-PB



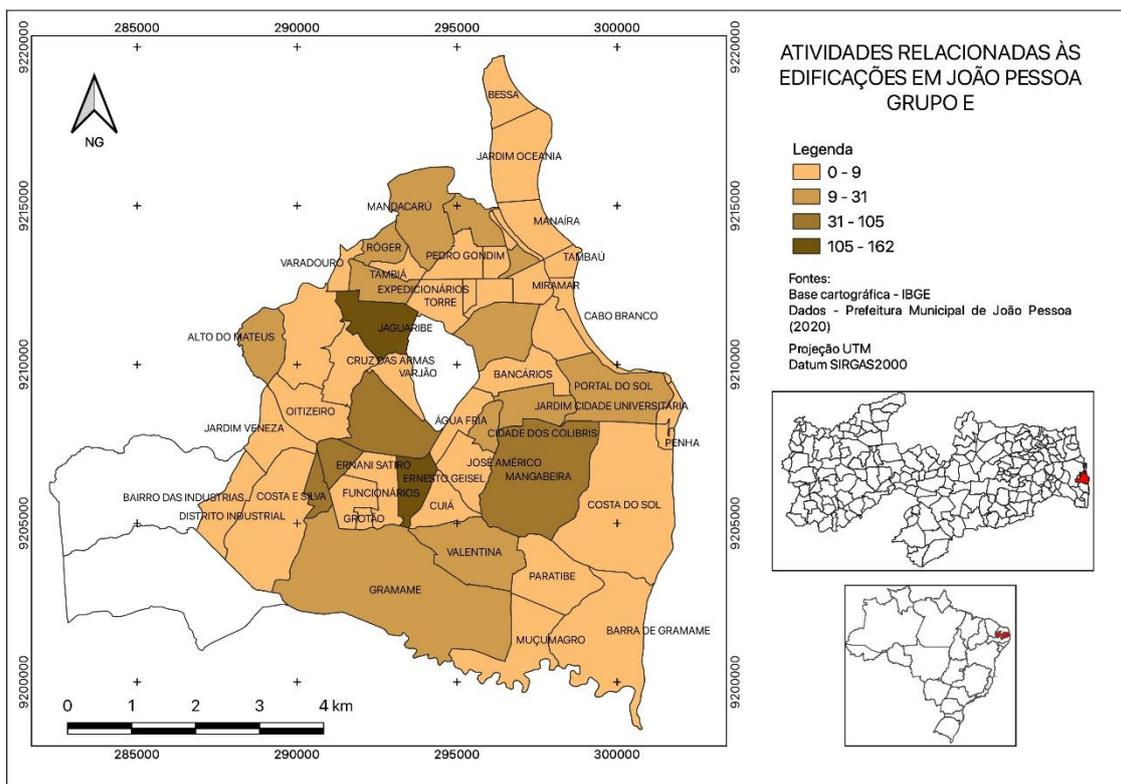
Fonte: Dados da pesquisa

Figura 16 – Atividades do Grupo D em João Pessoa-PB



Fonte: Dados da pesquisa

Figura 17 – Atividades do Grupo E em João Pessoa-PB



Fonte: Dados da pesquisa

Nesse sentido, baseado nos resultados deste estudo apresentados na tabela 8 e figuras de 13 a 17, observa-se que existe uma tendência do número de ocorrências aumentar nos bairros que possuem uma quantidade maior de pessoas residindo ou circulando no local (grupos B, C e D). Logicamente que, para que ocorra incêndio em vegetação, se faz necessário uma concentração de área verde, porém, após a análise de correlação entre os bancos de dados de ocorrência e das atividades dos lotes na capital, verificou-se que os grupos A (terrenos vazios) e E (praças, grandes obras paralisadas ou em andamento), não apresentaram correlação com o aumento da incidência da vegetação ser consumida pelo fogo.

De forma semelhante ao ser observado em relação a análise de distribuição de ocorrências entre os bairros da cidade, novamente o estudo sugere que apenas as variações climatológicas não são suficientes para desencadear a maioria dos incêndios em vegetação em áreas urbanizadas, visto que, os terrenos vazios e locais com densidade demográfica reduzida (grupos A e E), apresentaram índices menores de ocorrência, evidenciando mais uma vez o protagonismo antrópico do desencadear destes eventos.

Conforme já mencionado anteriormente, autores como Torres (2018) e Kim et al. (2019) relatam em seus estudos evidências que o aumento no número de incêndios em vegetação em áreas urbanas pode ter relação a fatores culturais locais, como a queima do lixo ou de folhas, ou até mesmo a ação proposital de incendiários, além de limitações de acesso a serviços de saneamento básico.

Apesar de não ser possível apresentar um causa concreta que se apresente em todas as ocorrências de incêndio em vegetação que acontecem na cidade, os resultados sugerem a necessidade de uma investigação mais aprofundada nas ações desenvolvidas pela comunidade que potencializam esses eventos, ampliando a visão no intuito de enxergar a maior complexidade que envolve tais ocorrências nos bairros de João Pessoa/Pb. Esta pesquisa pretendia investigar isso mais de perto, porém a crise sanitária impossibilitou.

Assim sendo, os estudos na área de preservação ambiental que envolvem mitigação dos eventos em que a vegetação é consumida pelo fogo, requerem uma abordagem mais interdisciplinar, principalmente no que concerne às ocorrências ligadas aos ambientes urbanos, saindo da visão centrada apenas

nas variações climatológicas e abrangendo também o contexto social da dinâmica de cada localidade, levando em consideração o comportamento da população diante desse cenário.

Com esse novo olhar, sob a égide de uma visão interdisciplinar, novos horizontes se abrem em busca da investigação dos transtornos decorrentes desses incêndios. Tais evidências suscitam uma abordagem mais ampliada acerca dos impactos ambientais desses eventos, conforme se busca averiguar concomitantemente os efeitos no bem-estar e saúde da população, poluição do ar e alterações sociodemográficas (NASCIMENTO JÚNIOR, 2019).

5 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES DO ESTUDO

Nesta seção serão elencadas algumas limitações do estudo e recomendações que podem ser abordadas em novos trabalhos a serem realizados posteriormente, de modo a municiar ainda mais as pesquisas na área de prevenção e combate a incêndios em vegetação em ambientes urbanos, bem como investigar mais profundamente suas causas com base nos resultados preliminares já encontrados.

Uma das limitações encontradas foi a ausência da localização das ocorrências de incêndio em vegetação por meio de coordenadas geográficas, algo que limitou a espacialização com mais exatidão dos pontos de ocorrência com maior incidência.

Além disso, o fato de a pesquisa ter sido desenvolvida durante a pandemia do COVID-19, provocou alguns ajustes nas etapas previstas anteriormente no projeto de pesquisa desse trabalho. As medidas de isolamento social limitaram o acesso às comunidades para indagação da percepção ambiental da população em relação a essas ocorrências, impossibilitando a investigação das principais causas destes eventos *in loco*.

Outro fator limitante observado durante a pesquisa foi a disponibilidade reduzida de estudos que abordassem o incêndio em vegetação em contextos urbanos, sendo em sua maioria ligados a incêndios florestais e por diversas vezes embasados nas variações climatológicas apenas. Em algumas ocasiões eram citados os fatores antrópicos sem explicitar suas particularidades.

Outrossim, outro aspecto que não permitiu uma melhor discussão dos resultados desta pesquisa foi a escassez de estudos acerca da distribuição da vegetação na cidade de João Pessoa no decorrer dos anos, bem como sua concentração e distribuição nos bairros ao longo dos anos. Tais pesquisas poderiam auxiliar na análise dos resultados, contribuindo com a investigação das causas e consequências dessas ocorrências.

No quesito das recomendações, após o perfil de comportamento das ocorrências apresentado nos resultados desta pesquisa, sugere-se ao Corpo de Bombeiros Militar da Paraíba uma atenção peculiar aos períodos de pico de incêndios em vegetação na cidade, principalmente nos meses de novembro e dezembro, bem como em relação aos principais bairros onde acontecem esses eventos, sendo Mangabeira, Valentina, Altiplano e Cabo Branco, citados neste estudo.

No tocante a este aspecto, propõe-se que sejam adotadas ações de reforço do efetivo empregado para atender esse tipo de ocorrência nos períodos citados, bem como também sejam estabelecidos pontos de apoio logístico nos locais com maior demanda, sejam viaturas, ferramentas de trabalho ou monitoramento específicas. A proposta para adoção de tais ações tem por objetivo uma resposta ainda mais rápida e eficaz no combate as ocorrências, mitigando os danos socioambientais por elas causados.

Recomenda-se também aos órgãos ambientais atuantes na área dos incêndios em vegetação, na região da capital paraibana, que sejam difundidas medidas de prevenção e educação ambiental com a população da cidade. Dessa forma, as pessoas da região poderiam ser instruídas e conscientizadas a respeito da gravidade das consequências desses eventos na dinâmica da cidade.

Com base no perfil apresentado, tais medidas educativas e preventivas podem ser implementadas primeiramente nos locais de maior incidência dos incêndios, tomando como exemplo a realização de palestras em escolas ou em Unidades Básicas de Saúde da região, sobre o tema, e posteriormente a disseminação de informações por meio das redes sociais e realização de campanhas no rádio e televisão local.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do estudo, observou-se variáveis de grande importância para obtenção de um perfil do comportamento das ocorrências de incêndio em vegetação da cidade de João Pessoa-PB. Estas se apresentam como potenciais ferramentas para serem utilizadas em um projeto de prevenção contra o número recorrente de fenômenos existentes na região, bem como na necessidade de uma maior ênfase em políticas de educação ambiental e conscientização popular, visando mitigar esses acontecimentos.

A identificação dos principais locais de ocorrência, seu comportamento em relação aos meses do ano e horas do dia, bem como sua correlação com as principais variáveis climatológicas estudadas, representam um perfil de aparecimento desses eventos na capital paraibana. O tratamento e análise dos dados servirá de base para estudos futuros que vislumbrem aprofundar o conhecimento na área, bem como investigar a possibilidade de estabelecer parâmetros preditivos desses incêndios.

Com a espacialização das ocorrências encontradas nos resultados desta pesquisa, foi possível compreender melhor sua distribuição na cidade, sendo os recursos gráficos uma ferramenta extremamente eficiente nessa área de estudo. Outrossim, os mapas construídos durante esta pesquisa, e suas respectivas análises, oferecem também uma melhor percepção dos principais fatores que possam alterar seu comportamento.

Dessa forma, munidos das ferramentas já citadas, observa-se que na cidade de João Pessoa as ocorrências acontecem principalmente nas regiões Sul e Sudeste da cidade, sendo os principais locais acometidos os bairros de Mangabeira, Altiplano, Cabo Branco e Valentina. Tais resultados encontrados corroboram com os processos de expansão e urbanização adotados na cidade ao longo dos últimos anos, conforme citado no estudo.

No decorrer da análise dos dados, observou-se também que as ocorrências apresentavam uma maior incidência nos bairros que possuem uma densidade demográfica maior, além de uma quantidade maior de comércio e serviços, ou seja, quanto mais pessoas por perto das áreas verdes, maior a probabilidade desse material entrar em ignição. O número de ocorrências se

mostrou mais reduzido em locais com menos ocupação, ou seja, com predominância maior de espaços vazios.

Diante dos resultados apresentados, observa-se a sazonalidade das ocorrências, assunto já outrora difundido na literatura e também corroborado nesse estudo, sendo o pico das ocorrências durante os meses de novembro e dezembro, meses mais quentes e secos do ano na região. Além disso, a ação dos fenômenos atmosféricos que auxiliam na redução da umidade e precipitação, como também possível no aumento da temperatura média da região, sugerem a consequência de um aumento no número de ocorrências, assim como encontrado nos anos de 2015 e 2016.

Um elemento de grande destaque após as análises foi o fator antropogênico, evidenciado nos processos de ocupação e adensamento demográfico da cidade. A análise dos resultados sugeriu uma influência direta no aumento dos índices de incêndio em vegetação na área urbana da cidade, trazendo à tona a necessidade de estudos cada vez mais específicos visando compreender melhor o papel do homem do desencadear destes episódios.

Apoiado nos resultados e discussão provenientes desse estudo, sugere-se que políticas públicas possam ser embasadas na realidade local da cidade frente a essa problemática. Os danos causados pelas ocorrências precisam ser levados em consideração e traduzidos em estratégias de trabalho governamentais que visem mitigar suas consequências.

Por fim, espera-se que novos estudos mais aprofundados e específicos possam advir desta iniciativa, inclusive aproximando o conhecimento técnico-profissional da prevenção e combate aos incêndios à pesquisa científica, estreitando os laços entre os saberes, teórico e prático, potencializando a atuação de ambos em favor da população.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. A. F.; RIBEIRO, E. L.; SILVEIRA, J. A. R.; Centralidade urbana na cidade de João Pessoa – PB uma análise dos usos comerciais e de serviços entre o centro tradicional e o centro seletivo – 1970/ 2006. *Arquitextos*. n.106. mar. 2009.
- ARAÚJO, Y. R. V.; MOREIRA, Z. C. G.; BORGES, L. A. C.; SOUZA, A. N.; COELHO JUNIOR, L. M.; Avaliação da arborização viária da cidade de João Pessoa-PB, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 47, n. 121, p. 71-82, mar, 2019.
- BACANI, V.M. Geoprocessing applied to risk assessment of forest fires in the municipality of bodoquena, Mato Grosso do Sul. *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 40, n.6, p. 1003-1011, Dez. 2016.
- BARBOSA, R. B. O processo de modernização conservadora da cidade de João Pessoa - PB. *Revista de Antropologia e Sociologia*, v.3, n.7, p. 171-195, mar, 2019.
- BORGES, T.S. et al. Desempenho de Alguns Índices de Risco de Incêndios em Plantios de Eucalipto no Norte do Espírito Santo. *Floresta e Ambiente*, v.18, n.2, p. 153-159, 2011.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.
- BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; *Diário Oficial da União*, seção 1, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio de 2012.
- _____. Lei n. 12.727, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; *Diário Oficial da União*, seção 1, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 202, 18 outubro de 2012.
- CASTILLO S., M.; CORREA J., L. Acciones Para La Disminución Del Peligro De Incendios Forestales En áreas De Interfaz Urbano-forestal. Estudio De Caso. *Revista Territorium*, n.19, p.95-100, 2012.
- CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- CORPO DE BOMBEIROS DA POLÍCIA MILITAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. MCF – Manual de Combate a Incêndios Florestais. Coletânea de manuais técnicos de bombeiros, 1ª Ed. Vol. 31, 2006.
- COSTA, M. N. M. Validação dos dados de reanálise e aplicação no estudo da estrutura da atmosfera sobre o estado da Paraíba: estudo de casos. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). UFCG. Campina Grande, p.164. 2018.

COUTINHO, E. C.; FISCH, G. Distúrbios ondulatórios de leste (DOLs) na região do centro de lançamento de Alcântara-MA. *Revista Brasileira de meteorologia*, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 193-203, 2007.

DANCEY, C.; REIDY, J. *Estatística sem matemática para psicologia: usando SPSS para Windows*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DANTAS, M. S.; ALMEIDA, N. V.; MEDEIROS, I. S.; SILVA, M. D. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. *Journal of Environmental Analysis and Progress*. v. 2, n. 1, p.87-97, 2017.

DINIZ, F. R. MIRANDA, G. S. B.; PIACENTI-SILVA, M. MACHADO, J. P. O impacto do El Niño nos focos de incêndio e desconforto térmico humano no Brasil no período entre o verão de 2014/2015 e o outono de 2016. *Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ*, v.42, n.3, p.192-201, 2019.

DINIZ, F.R.; IWABE, C.M.N.; PIACENTI-SILVA, M. Valuation of the human thermal discomfort index for the five Brazillian regions in the period of El Niño-Southern Oscilation (ENSO). *International Journal of Biometeorology*, special issue. p. 1507–1516, 2018.

DINIZ, F.R.; IWABE, C.M.N.; PIACENTI-SILVA, M. Valuation of the human thermal discomfort index for the five Brazillian regions in the period of El Niño-Southern Oscilation (ENSO). *International Journal of Biometeorology*, special issue. p. 1507–1516, 2018.

DOUGHTY, C. E.; Preindustrial human impacts on global and regional environment. *Annual Review of Environment and Resources*, v.38, p. 503– 527. 2013.

FONSECA-MORELLO, T.; RAMOS, R.; STEIL, L.; PARRY, L.; BARLOW, J.; MARKUSSON, N. Queimadas e incêndios florestais na Amazônia brasileira: Porque as políticas públicas têm efeito limitado? *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 19-38, 2017.

FRANCISCO, P.R.M. et al. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 08, n.04, p. 1006-1016, 2015.

FREIRE, S.; CARRÃO, H.; CAETANO, M.R. *Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal com Recurso a Imagens de Satélite e Dados Auxiliares*. Instituto Geográfico Português (IGP), 2002. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/242754146> Producao de Cartografia de Risco de Incendio Florestal com Recurso a Imagens de Satelite e Dados Auxiliares>. Acesso em: 18 de Outubro de 2018.

FREITAS, A. F.; SANTOS, J. S.; LIMA, R. B. Análise microclimática e planejamento ambiental: um caso da UFPB Campus I. *Geosul*, Florianópolis, v. 31, n. 62, p 93-124, jul./ago. 2016

GERHARDT, T. E.; SIILVEIRA, D. T. (org.) Métodos de pesquisa. Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS, Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HERAWATI, H.; SANTOSO, H. Tropical forest susceptibility to and risk of fire under changing climate: a review of fire nature, policy and institutions in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, v.13, n.4, p. 227-233, 2011.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/joao-pessoa/panorama>. Acesso em: 20 jul. 2020.

KANE, R. P. Prediction of Droughts in North-East Brazil: role of ENSO and Use of Periodicities. *International Journal of Climatology*. n.17, p.655–665, 1997.

KAYANO, M.T. E ANDREOLI, R.V. O clima da região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; SILVA DIAS, M.A.F. Tempo e clima do Brasil. 1.ed. São Paulo: Oficina de Textos, p.213-233, 2009.

KIM, S.; LIM, C.-H.; KIM, G.; LEE, J.; GEIGER, T.; RAHMATI, O.; SON, Y.; LEE, W.-K. Multi-temporal analysis of forest fire probability using socio-economic and environmental variables. *Remote Sensing*, v. 11, p. 86. 2019.

L. SILVA, A.; SILVA, W. S.; NASCIMENTO, M. B.; SILVA, G. S.; ARAÚJO, L. E. Revista Brasileira de Agrotecnologia (BRASIL) ISSN: 2317-3114. v. 7, n. 3, p. 123 – 136, 2017

LIESENFELD, M.; VIEIRA, G.; MIRANDA, I. Ecologia do fogo e o impacto na vegetação da Amazônia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 36(88), p. 505-517, 2016.

LOURENÇO, L. et al. Manual de combate a incêndios florestais para equipes de primeira intervenção. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2006.

MACHADO NETO, A.P. et. Al. Desempenho do índice de perigo de incêndios FMA no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães – MT. *Nativa*, Sinop, v.6, n.2, p. 153-158, mar./abr. 2018.

MAIA, D.S. Notas sobre a urbanização de João Pessoa/PB: do processo e do seu reverso. *Revista Paraibana de Geografia*, v.3, n.1, p. 59-77, 2001.

MARTINS, M. A. M. M.; FORMIGONI, A.; MARTINS, K. C. C. S. M.; ROSINI, A. M. Crimes ambientais e sustentabilidade: Discussão sobre a responsabilidade penal dos gestores e administradores de empresas. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS*, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 143-158, Set./Dez., 2017.

MATIAS, M.; LOPES, A. Surface Radiation Balance of Urban Materials and Their Impact on Air Temperature of an Urban Canyon in Lisbon, Portugal. *Applied Sciences*. n. 10, p.1-15, 2020.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira 'Valência' sob deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v.11, p.29-34, 1999.

MENESES, L. F.; SILVA, T. C.; FIGUEIREDO, E. C. T. P.; RAFAEL, R. A. Evolução urbana e vulnerabilidade dos aquíferos superiores no município de João Pessoa. *Revista Brasileira de Cartografia*, nº 63/02, p 267-280, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Instituto Nacional de Meteorologia, Previsão de incêndios florestais. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/queima/nesterov/arquivos/previsao_incendios_florestais.pdf>. Acesso em: 18 de Outubro de 2018.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Portal do Programa Queimadas do INPE. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/portal/estatistica_estados>. Acesso em: 18 de Outubro de 2018.

NASA, NOAA data show 2016 warmest year on record globally. National Aeronautics and Space Administration – NASA. January 17, 2017. Disponível em: <<https://climate.nasa.gov/news/2537/nasa-noaa-data-show-2016-warmest-year-on-record-globally/>>

NASCIMENTO JÚNIOR, L. O clima urbano como risco climático. *Geo UERJ*, Rio de Janeiro, n. 34, p. 1-34, 2019.

NASCIMENTO, J. G.; PAULINO, A. M.; ANDRADE, E. C.; SANTOS, J. S.; SILVA, A. A.; Índice de Conforto térmica da malha urbana em pontos representativos da cidade de Bayeux. *Revista Brasileira de Agrotecnologia Brasil*. Vol. 7, nº 3, 2017.

PARAÍBA. Constituição (1989). Constituição do Estado da Paraíba de 1989. Disponível em: <http://www.al.pb.leg.br/wp-content/uploads/2017/02/Constitui%C3%A7%C3%A3o-Estadual-Atualizada-at%C3%A9-a-Emenda-40-de-2015.pdf>. Acesso em: 02 de jun. 2020.

PASSOS, L. A. dos; SILVEIRA, F. de A.; PITA, A. L. L.R.; BRAGA, C. F. C.; SILVEIRA, J. A. R. Processo de expansão versus sustentabilidade urbana: reflexão sobre as alternativas de deslocamento na cidade de João Pessoa, PB. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*. Paraná, v. 4, n. 1, p. 47-59, jan./jun. 2012.

PECHONY, O.; SHINDELL, D. T. Driving forces of global wildfires over the past millennium and the forthcoming century, *P. Natl. Acad. Sci., USA*, 107(45), p. 19167– 19170, 2010.

PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L.; BADINGER, A. Tendências de insolação, temperatura média e precipitação pluviométrica no inverno e verão do Brasil. *Acta Geográfica, Boa Vista*, v.14, n.34, jan./abr., p. 54-73, 2020.

PEREIRA, M. D. B.; MONTEIRO, D. C. S.; SILVA, N. T.; MOURA, M. O. Avaliação quantitativa das precipitações diárias intensas na cidade de João Pessoa, Paraíba. Revista Geonorte, Edição Especial 2, V.1, n.5, p.921 – 929, 2012.

POWER, M. J.; MARLON, J. R.; BARTLEIN, P. J.; HARRISON, S. P. Fire history and the Global Charcoal Database: A new tool for hypothesis testing and data exploration. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology., vol.291(1), p.52-59, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Secretaria de Turismo, 2020. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/setur/a-capital/>>. Acesso em 12 de maio de 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Secretaria Municipal De Meio Ambiente. Diretoria De Estudos e Pesquisas Ambientais. Plano municipal de conservação e recuperação da mata atlântica. 2010. Disponível em: https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2014/04/pmma_joao_pessoa.pdf Acesso em 02 de fevereiro de 2021.

RAFAEL, R. A.; SILVEIRA, T. A. SILVEIRA; DINIZ, J. M. T.; WANDERLEY, J. A. C.; MARACAJÁ, P. B. Estudo das implantações ambientais no município de João Pessoa – PB devido ao crescimento urbano. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.8, n.1, p. 286-293, jan-mar, 2013.

RODRIGUES, S. C. C.; O fogo como centro e símbolo da casa. arq.urb, n. 15, p. 7-25, 16 dez. 2019.

SAMPAIO, O. B. Análise de eficiência de quatro índices na previsão de incêndios florestais para a região de Agudos – SP. p. 157. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

Santa'Anna Neto, J. L. Da Climatologia Geográfica à Geografia do Clima – gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. ANPEGE, v.4, n.1, p.134-153, 2008.

SANTOS E SILVA, C. M.; LUCIO, P. S.; SPYRIDES, M. H. C. Distribuição espacial da precipitação sobre o Rio Grande do Norte: estimativas via satélite e medidas por pluviômetros. Revista brasileira de meteorologia, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 337-346, 2012.

SANTOS, C. L.; SILVA, O. G.; VITAL, S. R. O., WANDERLEY, L. S. A. Análise da suscetibilidade à ocorrência de enchentes e inundações na bacia do rio Jaguaribe - João Pessoa/PB. Revista Brasileira de Geografia Física. v.11, n.5., p.1876-1888, 2018.

SANTOS, J.S. Campo térmico urbano e a sua relação com uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida. Tese de Doutorado, Universidade de Federal de Campina Grande. UFCG. Campina Grande, 2011. 108 p.

SILVA JUNIOR, C. H.; ANDERSON, L.; ARAGÃO, L. E.; RODRIGUES, B. Dinâmica das Queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 35, p. 1-14, 24 jul. 2018.

SILVA, A. L.; SILVA, W. S.; NASCIMENTO, M. B.; SILVA, SILVA, G. S. Lincoln E. ARAÚJO. Avaliação da precipitação do município de João Pessoa-PB. *Revista Brasileira De Agrotecnologia*. v. 7, n. 3. p. 123 – 136. 2017.

SOUZA, J. F.; SILVA, R. M.; SILVA, A. M. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa – PB. *Ambiente Construído, Porto Alegre*, v. 16, n. 1, p. 21-37, jan./mar. 2016.

SOUZA, M. R.; FERREIRA, E. G.; ARAÚJO, N. H.; FURTADO, G. D. Análise histórica do clima em uma cidade do nordeste brasileiro. *Environmental smoke*. V.1, n.1, p. 162-167. 2018.

TORRES, F. T. P. 2008. Análise da ocorrência de incêndios em vegetação da área urbana de Juiz de Fora, MG. *Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. UFV. Viçosa*, 65 p. 2008.

TORRES, F. T. P.; TORRES, C. M. M. E.; LIMA, G. S.; MARTINS, S. V.; MENDES, A. E. O.; PADOVANI, M. T. P.; SIQUEIRA, R. G.; MOREIRA, G. F.; VALVERDE, S. R. Análise do perfil dos incêndios florestais no parque estadual da serra do brigadeiro e entorno (MG). *Ciência Florestal, Santa Maria*, v. 28, n. 3, p. 1008-1021, 2018.

TORRES, F.T.P. et al. Mapeamento do Risco de Incêndios Florestais Utilizando Técnicas de Geoprocessamento. *Floresta e Ambiente, Seropédica*, v.24, n.1, p. 1-10, 2017.

VIQUEIRA, F. Díaz-Fierros; Incendios forestales en Galicia y Portugal: una perspectiva histórica. *Revista Territorium*, n.26, p.97-124, 2019.

WOLLMANN, L. M.; BASTOS, L. C. Novo Código Florestal e reserva legal em propriedades rurais do município de Porto Alegre/RS. *Ciência Rural*, v. 45, n. 3, p.412-417, 2015.

VITAL, S. R. O.; FERREIRA, B.; GIRÃO, O.; SANTOS, C. L.; NUNES, F. C.; SILVEIRA, T. A.; Base cartográfica digital como instrumento para a identificação de áreas suscetíveis à erosão e movimentos de massa em João Pessoa (PB), Brasil. *Revista Geográfica da América Central*, n. 57, p. 261-287, 2016.

WU, P. C.; LAY, J. G.; GUO, H. R.; LIN, C. Y.; LUNG, S. C.; SU, H. J. Higher temperature and urbanization affect the spatial patterns of Dengue fever transmission in subtropical Taiwan. *Science of the Total Environment*, v. 407, n. 7, p. 2224-2233, 2009.