



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

LUCIÉLIA LACERDA DA SILVA

AVALIAÇÃO DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO
PARQUE ECOLÓGICO PROFESSOR MAURÍCIO DE OLIVEIRA, MOSSORÓ - RN

MOSSORÓ

2022

LUCIÉLIA LACERDA DA SILVA

AVALIAÇÃO DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO
PARQUE ECOLÓGICO PROFESSOR MAURÍCIO DE OLIVEIRA, MOSSORÓ - RN

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Pompeu Paes Guimarães, Prof. Dr.

Co-orientador: Rejane Tavares Botrel, Profa. Dra.

MOSSORÓ

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)

Setor de Informação e Referência (SIR)

Setor de Informação e Referência

S586 Silva, Luciélia Lacerda da.
a Avaliação do risco de ocorrência de incêndios
florestais no Parque Ecológico Professor Maurício
de Oliveira, Mossoró - RN / Luciélia Lacerda da
Silva. - 2022.
71 f. : il.

Orientador: Pompeu Paes Guimarães.
Coorientadora: Rejane Tavares Botrel.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Florestal, 2022.

1. Incêndios florestais. 2. Biomassa arbórea.
3. Variáveis meteorológicas. I. Guimarães, Pompeu
Paes, orient. II. Botrel, Rejane Tavares, co-
orient. III. Título.

Bibliotecário-Documentalista

Nome do profissional, Bib. Keina Cristina Santos Sousa e Silva (CRB-15/120)

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semiárido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LUCIÉLIA LACERDA DA SILVA

AVALIAÇÃO DO RISCO DE OCORRÊNCIA DE INCÊNDIOS FLORESTAIS NO
PARQUE ECOLÓGICO PROFESSOR MAURÍCIO DE OLIVEIRA NA CIDADE DE
MOSSORÓ - RN

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Defendida em: 17/ 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Pompeu Paes Guimarães, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Rejane Tavares Botrel, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Jeferson Luiz Dallabona Dombroski, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Maria Lúcia e Edilson.

Aos meus irmãos Daniela, Danilo e Lucélia.

Ao meu companheiro Lucas por todo amor, apoio, incentivo e por ajudar em tudo que precisei para que eu conseguisse realizar o presente trabalho.

Aos meus colegas Ana Beatriz, Ana Raquel, Davi, Ludimila e Laíse por contribuírem no inventário florestal da área.

Ao meu orientador Pompeu pela paciência, incentivo e por tudo que me ensinou desde o início da minha graduação.

A minha co-orientadora Rejane pela ajuda e apoio e aprendizado ao longo desses anos.

Ao professor Jeferson pela disposição, ajuda e atenção durante os anos e na elaboração do trabalho.

A todos os professores com quem já tive a oportunidade de aprender.

RESUMO

Diante do histórico de incêndios no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, da inexistência de estudos sobre a temática, da ausência de um plano de prevenção e controle de incêndios bem como de equipamentos de combate: o presente trabalho tem como objetivo avaliar o risco de ocorrência de incêndios florestais no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira em Mossoró-RN, tendo como fundamentos a análise da biomassa e as variáveis meteorológicas como umidade relativa do ar, velocidade do vento, temperatura e precipitação, bem como estimar o comportamento do fogo na área. Assim, estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos: estimar a biomassa e o conteúdo de carbono do compartimento arbóreo e realizar o zoneamento da área conforme o risco de incêndios florestais (mapa de calor). Para a análise da biomassa arbórea, foi feito o inventário florestal do tipo censo da área e coletadas as variáveis: circunferência do tronco na base do solo (a 0,30 m de altura) e a altura do peito (a 1,30 m de altura), a altura total dos indivíduos (H) e suas áreas de copa. Essas variáveis foram utilizadas para estimar a biomassa arbórea por meio de equações alométricas. Calculou-se também o risco de incêndios florestais tendo como base as variáveis meteorológicas por exemplo a temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação por meio da Fórmula de Monte Alegre Alternada (FMA⁺) considerando julho a dezembro de 2021. Ademais, o comportamento do fogo foi estimado tendo em vista as espécies *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba), *Copernicia prunifera* (carnaúba) e *Tabebuia aurea* (craibeira) já que estas compuseram 74,6% dos indivíduos presentes na área de estudo. Concluiu-se que a biomassa arbórea e o teor de carbono encontram-se dentro do esperado para a caatinga, a distribuição diamétrica se deu em J invertido indicando uma adaptação de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC dentro do balanço entre mortalidade e recrutamento. A diversidade da área é intermediária. Ademais, a umidade relativa do ar variou entre 30 e 50% e a velocidade do vento foi classificada como brisa leve, sem influência da precipitação e, portanto, a FMA⁺ resultou na maioria dos dias com risco de incêndios nulo. Ainda, ressalta-se que *C. prunifera* apresenta maior calor por unidade de área e tem características inflamáveis resultando na maior contribuição em caso de incêndio florestal, assim deve ser monitorada.

Palavras-chave: Incêndios florestais. Biomassa arbórea. Variáveis meteorológicas.

ABSTRACT

Given the history of fires in the Professor Maurício de Oliveira Ecological Park, the lack of studies on the subject, the absence of a fire prevention and control plan as well as firefighting equipment: the present work aims to assess the risk of occurrence of forest fires in the Professor Maurício de Oliveira Ecological Park in Mossoró-RN, based on the analysis of biomass and meteorological variables such as relative humidity, wind speed, temperature and precipitation, as well as estimating the behavior of fire in the area. Thus, the following specific objectives were established: estimating the biomass and carbon content of the tree compartment and zoning the area according to the risk of forest fires (heat map). For the analysis of tree biomass, a census-type forest inventory of the area was carried out and the variables collected: influence of the trunk on the base of the soil (at 0.30 m in height) and the height of the chest (at 1.30 m in height), the total height of individuals (H) and their canopy areas. These variables were used to estimate tree biomass through allometric reflections. The risk of forest fires was also calculated based on meteorological variables such as temperature, relative humidity, wind speed and precipitation using the Alternated Monte Alegre Formula (FMA+) considering July to December 2021. Furthermore, the fire behavior was estimated considering the species *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba), *Copernicia prunifera* (carnauba) and *Tabebuia aurea* (craibeira) since they account for 74.6% of the individuals present in the study area. It was concluded that the tree biomass and the carbon content are within the expected range for the caatinga, the diametric distribution was in inverted J indicating an adaptation of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC within the balance between mortality and recruitment. The diversity of the area is protected. In addition, the relative humidity of the air varied between 30 and 50% and the wind speed was classified as light breeze, without influence of precipitation and, therefore, the FMA+ resulted in most days with zero risk of fire. Also, it should be noted that *C. prunifera* presents greater heat per unit area and has flammable characteristics generated in the greatest contribution in case of forest fire, so it must be monitored.

Keywords: Forest fires. Tree biomass. Meteorological variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Incêndio ocorrido em 2015 no interior do parque.	14
Figura 2. Localização do Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró RN.	21
Figura 3. Indivíduo de <i>P. juliflora</i> (Sw). DC no PEPMO.	34
Figura 4. Indivíduo de <i>C. prunifera</i> no PEPMO.	35
Figura 5. Estrutura diamétrica dos indivíduos da área de estudo.	37
Figura 6. Distribuição da <i>P. juliflora</i> (Sw.) DC, <i>T. aurea</i> e <i>C. prunifera</i> na área do parque.	38
Figura 7. Indivíduo jovem de <i>T. aurea</i> no PEPMO.	39
Figura 8. Distribuição das espécies frutíferas registradas no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN.	41
Figura 9. Distribuição da biomassa arbórea no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró – RN.	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros calculados e suas respectivas fórmulas para análise fitossociológica. ..	23
Tabela 2. Classes de biomassa.....	24
Tabela 3. Equações alométricas usadas para estimar a biomassa de cada espécie arbóreas registradas no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró - RN e seus respectivos autores.....	26
Tabela 4. Restrições ao somatório da FMA ⁺ de acordo com a precipitação pluviométrica do dia.	28
Tabela 5. Escala do risco da ocorrência de incêndios dado pela FMA ⁺	29
Tabela 6. Fatores de propagação (m/s) proposto por Soares, Batista e Tetto (2007) conforme a URA e a VV.	29
Tabela 7. Fator de propagação do fogo (r) elaborado em função da URA (%) e da VV (m/s).	30
Tabela 8. Fitossociologia das espécies encontradas.	32
Tabela 9. Análise da biomassa arbórea. das espécies registradas no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN.	42
Tabela 10. Dados meteorológicos dos meses estudados.	45
Tabela 11. Classificação do risco de incêndios conforme a FMA ⁺ de acordo com o mês correspondente e somatório do número de dias equivalente.	46
Tabela 12. Dados meteorológicos e estimativa do fator de propagação e da intensidade do fogo.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FMA ⁺	Fórmula de Monte Alegre Alterada
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
DAP	Diâmetro a Altura do Peito (medido a 1,3 m do solo)
DNS	Diâmetro a Nível do Solo (medido a 30 cm do solo)
H	Altura Total do Indivíduo
DEq	Diâmetro Equivalente
SIG	Sistema de Informações Geográficas
$\bar{D}$	Densidade básica média da espécie (em kg.m ⁻³)
DA	Densidade Absoluta
DR	Densidade Relativa
DoA	Dominância Absoluta
DoR	Dominância Relativa
H'	Índice de diversidade de Shannon-Weaver
URA	Umidade Relativa do Ar (%)
VV	Velocidade do Vento (m/s)
PRECI	Precipitação Pluviométrica (mm)
R	Fator de propagação do fogo (m/s)
I	Intensidade do Fogo (kcal/m/s)
H	Poder calorífico (Kcal/kg)
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
PEPMO	Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira
NE	Nordeste
SE	Sudeste
SO	Sudoeste
NO	Noroeste

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
2	Objetivos	13
3	Referencial teórico	14
3.1	Histórico da área de estudo	14
3.2	Biomassa arbórea e o risco de incêndios florestais.....	15
3.3	Mapa de calor (Kernel)	17
3.4	Índice de perigo de incêndios florestais.....	18
3.5	Estimativa do comportamento do fogo	19
4	Material e método.....	21
4.1	Caracterização da área de estudo	21
4.2	Fitossociologia	22
4.3	Distribuição da biomassa arbórea por meio do mapa de calor (Kernel).....	24
4.4	Estimativa da biomassa arbórea e estoque de carbono	25
4.5	Índice de perigo de incêndio florestal	28
4.6	Estimativa do comportamento do fogo	29
5	Resultados e discussão	31
5.1	Fitossociologia	31
5.1.1	Distribuição dos indivíduos de <i>P.juliflora</i> (Sw.) DC, <i>T. aurea</i> e <i>C. prunifera</i> 38	
5.1.2	Distribuição das frutíferas.....	40
5.2	Análise de biomassa arbórea e do teor de carbono	41
5.3	Índice de perigo de incêndio florestal	44
5.4	Estimativa do comportamento do fogo	47
6	Conclusão	49
7	Referências	50
8	Apêndices	61

1 INTRODUÇÃO

As formas mais eficientes de prevenção de incêndios florestais começam a partir do conhecimento sobre seu risco, o que permite o planejamento e alocação de recursos para seu combate (BORGES et al., 2012). Entre as informações que podem ser utilizadas na prevenção de incêndios florestais, pode-se destacar os índices de perigo de incêndio florestal, assim como o mapeamento de áreas de maior risco (VETTORAZZI; FERRAZ, 1998).

O conhecimento acerca do perigo da ocorrência de incêndios permite um melhor direcionamento das ações da prevenção, com reflexo na redução de comportamentos de risco (negligentes, ou acidentais ou dolosos). São exemplos de ações de prevenção a sensibilização dos grupos de risco e a fiscalização da área ao longo do ano (MAÇAL, 2021).

Dentre os principais índices de perigo de incêndio, a Fórmula de Monte Alegre (FMA) tem mostrado um índice robusto e eficiente (SOARES, 1988). Porém, a Fórmula de Monte Alegre Alterada (FMA⁺) inclui em sua estrutura a velocidade do vento, o que permite avaliar também o potencial de propagação do incêndio (HEIKKILA et.al., 1993), um fator de grande importância para a prevenção e principalmente para o combate aos incêndios (NUNES et al., 2008).

De encontro a essas afirmativas, Marques e Cunha (2019) ressaltam que o risco de incêndios florestais está diretamente relacionado com a quantidade de biomassa lenhosa nos povoamentos florestais, já que o acúmulo de material combustível é o fator que mais favorece a propagação do fogo.

Outrossim, devido à grande importância do conhecimento da biomassa vegetal para as mais variadas finalidades, têm-se desenvolvido diversos métodos que possibilitam a sua estimativa (SAMPAIO e SILVA, 2005).

Destaca-se que o Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira (PEPMO) em Mossoró – RN apresenta histórico de incêndios na sua área e, além disso, não possui planejamento, ações de prevenção ou material para combate destes. Dessa forma, faz-se necessária a avaliação do risco de ocorrência de incêndios no referido parque, dada sua importância para a adoção de medidas para a prevenção e combate desses desastres ambientais.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi estimar o risco de incêndios florestais e o comportamento do fogo, considerando as variáveis climáticas e a biomassa arbórea, do Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira na cidade de Mossoró - RN. Os objetivos específicos foram:

- Realizar o levantamento fitossociológico da área de estudo;
- Estimar a biomassa e o conteúdo de carbono do compartimento arbóreo;
- Realizar o zoneamento da área conforme o risco de incêndios florestais (mapa de calor);
- Estimar o risco de incêndios florestais utilizando a Fórmula de Monte Alegre Alternada (FMA⁺).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 *Histórico da área de estudo*

O PEPMO, em Mossoró – RN, já foi palco de uma série de incêndios florestais e urbanos, mas apesar disso não possui material para combate de incêndios e planejamento buscando a prevenção destes.

Segundo informações do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio sediado dentro do referido parque, um dos maiores incêndios já ocorrido foi em 2015 e demandou cerca de 20 combatentes sendo a sua extinção feita somente 2 dias após a detecção.

Ademais, o incêndio em questão foi responsável pela queima de 3 hectares de vegetação e pela morte de, no mínimo, 6 animais silvestres, entre os quais estavam tejus, iguanas, periquitos e preás. Fatores como o longo período de seca e a grande quantidade de material (lenha) apreendido e depositado no interior do PEPMO destacam-se como decisivos para a intensificação e dificuldade de combate.

Quanto ao incêndio já citado anteriormente, a Unidade Técnica do IBAMA destacou que o fogo atingiu os escritórios da referida unidade além de queimar cerca de 95% do material fruto de apreensões depositadas no local. Na Figura 1, pode-se observar uma fotografia do incêndio ocorrido no local em 2015.

Figura 1. Incêndio ocorrido em 2015 no interior do parque.



Fonte: o autor.

Outrossim, após o referido incêndio sobraram 9 caminhões carregados de lenha, 1 caminhão carregado de estacas, 1 bitrem carregada com madeira serrada, 1 caminhão limpa fossa e 1 pá mecânica, além de madeira serrada estocada. Conforme informações disponibilizadas pela Unidade Técnica de 2º nível do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA em Mossoró, no interior do PEPMO existem quantificados 187,3 st de lenha, 92,1 m² de madeira serrada, além de 160 sacos de carvão frutos de apreensões. Ademais, a referida Unidade Técnica destacou que essa quantidade de lenha está subestimada dada a impossibilidade da pesquisa do quantitativo.

Ademais, conforme Guimarães et al. (2019) ao todo foram encontradas 1.352 ocorrências de incêndios urbanos e florestais na cidade de Mossoró - RN durante os anos de 2012 a 2016. O ano de 2014 apresentou o menor número de incêndios urbanos (199 ocorrências), enquanto o menor número de incêndios florestais foi registrado no ano de 2016 (7 ocorrências).

3.2 *Biomassa arbórea e o risco de incêndios florestais*

A definição de biomassa é entendida por Coelho (1982) como toda matéria orgânica de origem vegetal (fitomassa) ou animal (zoomassa) que seja produzida pelos organismos na natureza. Ademais, a fitomassa viva é constituída de água, cuja quantidade de armazenamento depende do componente arbóreo, da espécie, das condições edafoclimáticas além da estação do ano (CALDEIRA, 2003).

Ainda, conforme Caldeira (2003) a biomassa total é o somatório dos diversos componentes da biomassa viva, tanto acima do solo quanto subterrânea, como da biomassa morta. Já conforme Brown (1997), a biomassa é a quantidade total de matéria seca viva acima do solo expressa em toneladas por unidade de área.

Para Silveira et al. (2006), a quantificação da biomassa permite obter informações relacionadas a ciclagem de nutrientes e são base para estudos para fins energéticos e de estudos de sequestro de carbono. Um dos motivos para a quantificação de material combustível em relação ao potencial de incêndio de uma floresta e outras abordagens aumentam a importância dos estudos de biomassa (HUSH et al., 1982).

Além disso, Caldeira (2003) afirmou que essa quantificação fornece informações sobre magnitude, qualidade e distribuição dos produtos da floresta que não se encontram nos tradicionais mapas dos ecossistemas.

Apesar do advento tecnológico para os estudos dos teores de carbono, a base de informações utilizadas para classificar as escalas é o emprego de informações obtidas por métodos tradicionais de determinação de biomassa em campo (GUSSON, 2014).

Segundo Gusson (2014), a determinação da biomassa pode ser feita através de métodos diretos, quando as árvores são derrubadas segundo um processo de amostragem estratificado. Assim, os resultados podem ser utilizados para a elaboração de modelos de predição que correlacionam a biomassa com as variáveis dimensionais das árvores - método indireto.

O uso de métodos indiretos é frequentemente preferível aos métodos diretos, pois são mais adequados quando o objetivo é trabalhar com grandes áreas, podendo ser utilizados em estudos de monitoramento das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas entre outros (VASHUM e JAYAKUMAR, 2012).

Conforme Ribeiro et al. (2011), o método mais comum para modelagem alométrica é a análise de regressão, a qual estima a relação entre Y (variável dependente) e X (variável independente), estabelecendo uma média esperada para os valores de Y em função de um valor específico de X.

Dados de medições realizadas em estudos fitossociológicos podem ser utilizados em equações alométricas para estimar a biomassa vegetal no bioma Caatinga e tem como principal vantagem o fato de não serem destrutivos (SAMPAIO e SILVA, 2005).

Ademais, o método direto para determinar a biomassa foi empregado, por exemplo, por Cotta et al. (2008) para consórcio de seringueira e cacau; Toledo (2012) para espécies de pinhão manso, entre outros. Já o método indireto foi utilizado por Schikowski et al. (2022) para estimar a biomassa do *Pinus* spp.

Ainda, estão surgindo diversos estudos utilizando o método indireto aplicado na Caatinga, sendo exemplos: Azevedo (2020) que, ao modelar para *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora*, *Aspidosperma pyrifolium* e *Croton blanchetianu*, obteve valores de $R^2=0,75$; bem como Mendeiros (2022) no estudo da *Cenostigma nordestinum* Gagnon & G.P. Lewis, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., *Anadenanthera columbrina* (Vell.) Brenan, *Senna spectabilis* (DC.) H.S. Irwin & Barneby e *Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl..

Ademais, a biomassa de uma área pode ser convertida em outros tipos de energia através de diversas tecnologias, em que se destacam a conversão térmica (combustão, gaseificação, pirólise ou liquefação), a conversão biológica (fermentação ou digestão) e a mecânica. Assim, a combustão é a transformação da energia química do combustível em calor por meio de reações, dos elementos que constituem os combustíveis, com o oxigênio (MAGALHÃES, 2006).

Outrossim, a principal característica da biomassa para a produção de energia é o seu poder calorífico, que consiste na quantidade de calor fornecida ao exterior quando se processa a queima de um combustível. Ressalta-se ainda que existe a possibilidade de autoignição da biomassa arbórea (MAGALHÃES, 2006).

O poder calorífico da carnaúba foi descrito por Lima et al. (2019) como 4.182,19 kcal/kg para as palhas e 4.129,65 kcal/kg quando avaliados o talo *in natura*. Vale ressaltar também que a cera de carnaúba, é inflamável em elevadas temperaturas (LEAL, 2013), como é o caso de um incêndio. Fonsêca (2011) ressaltou o mesmo fato ao destacar que indivíduos com extrativos inflamáveis, como óleos, resinas, ceras, etc., podem aumentar consideravelmente a queima.

Além disso, Cunha (2012) ressaltou que o poder calorífico da algaroba foi 4.726 Kcal/Kg. Ademais, o mesmo autor citou o baixo teor de cinzas como um fator relevante do ponto de vista energético, uma vez que podem ser problemas nos fornos das grandes indústrias e, portanto, destacando as boas características energéticas da espécie.

Conforme Cochrane e Ryan (2009), no caso do sertão, os combustíveis são principalmente carboidratos (celulose e hemicelulose) derivados de biomassa vegetativa (por exemplo, folhagem, madeira, húmus, entre outros).

O acúmulo gradativo de biomassa ao longo do tempo, pode exercer grande influência nas características do fogo próximo ao incêndio e na sobrevivência das plantas às elevadas temperaturas (WRIGHT e BAILEY, 1982). Uma vez que o combustível disponível para queima e a relação entre biomassa viva e morta são variáveis que determinam a ocorrência do fogo (COCHRANE e RYAN, 2009).

Ainda conforme Cochrane e Ryan (2009), dentre os componentes da madeira o teor de lignina é o que possui maiores características energéticas. Assim, indivíduos com maiores teores desse componente, tendem a ser mais problemáticos quanto a incêndios (COCHRANE E RYAN, 2009).

3.3 Mapa de calor (Kernel)

A ideia de criar mapas para relacionar dados diferentes surgiu por volta de 1854, quando o médico obstetra John Snow correlacionou os casos de cólera com a localização dos poços e fontes de água que abastecia os moradores de Soho em Londres (SCHOLTEN e LEPPER, 1991).

Segundo Letti (2012), o zoneamento é uma ferramenta de planejamento que realiza a delimitação de áreas categorizadas, pois mapeia o espaço desejado e indica regiões mais

propensas a ocorrência de determinados acontecimentos, levando em consideração variáveis que estão relacionadas à ocorrência de incêndios.

Conforme Ribeiro et al. (2008), essa é uma ferramenta eficiente para indicar os locais onde haverá maior probabilidade de ocorrer focos ativos de calor, auxiliando assim no plano de prevenção e combate. Já Aguiar et al. (2015) afirmam que a utilização de zoneamentos de risco de incêndios possibilita uma tomada de decisão mais rápida e, conseqüentemente, menor área devastada, perda de fauna e flora local reduzida assim como os custos de operação de combate.

A utilização de mapas de calor Kernel vem sendo difundida em estudos voltados a incêndios florestais sendo empregada, por exemplo, por Marques e Sobrinho (2020), De Souza Neto et al. (2021), Das Neves et al. (2021). Ainda, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) desde 1980 vem desenvolvendo um sistema de detecção de queimadas a partir de imagens de sensores a bordo de satélites polares e geoestacionários (MARQUES e SOBRINHO, 2020).

O uso dos Mapas de Kernel é um método estatístico de estimativa de curvas de densidades, utilizando pontos cotados. Neste método cada um dos pontos é ponderado pela distância em relação a um valor central, o núcleo (BOSSLE, 2017).

3.4 *Índice de perigo de incêndios florestais*

A diminuição da cobertura vegetal e a intensificação das atividades humanas resultaram em um aumento no risco de incêndios florestais (MBANZE et al., 2017). O monitoramento dos riscos de incêndios florestais é prática comum para a prevenção de incêndios, pois é uma medida que possibilita um melhor planejamento e diminuição dos custos de combate aos incêndios florestais. Ao detectar um risco considerável de incêndios, a advertência pública é considerada fator determinante nos programas de educação ambiental (BORGES et al., 2012).

Nunes, Soares e Batista (2006) salientam que o índice de perigo é confiável, além de um fator fundamental para um planejamento mais eficiente das medidas de prevenção e para a adoção de ações rápidas e efetivas no combate aos incêndios florestais, tendo em vista a redução das perdas e dos prejuízos financeiros advindos da ocorrência de eventos catastróficos.

Pereira et al. (2002) consideram os índices de incêndio em métodos cumulativos ou não cumulativos, sendo estes baseados somente nas condições do tempo vigentes no dia. Os índices cumulativos consideram o acúmulo das condições climáticas (temperatura e umidade do ar, velocidade do vento e precipitação) (OLIVEIRA, 2019; SORIANO et al., 2015). Esse aspecto é muito importante uma vez que a ocorrência e a propagação dos incêndios florestais estão

fortemente associadas às condições climáticas (SORIANO et al., 2015). A Fórmula de Monte Alegre Alternada (FMA⁺) (equação 35) foi criada por Soares (1972) para a região de Telêmaco Borba, Paraná (ALVARES et al., 2014). Atualmente essa fórmula é empregada em estudos nas diversas regiões Brasil e do mundo (MBANZE et al., 2017; NETO et al., 2017; CASAVECCHIA et al., 2019; BORGES et al., 2012).

Ademais, este índice tem apresentado um bom desempenho nas mais variadas regiões justificando-se em alguns casos apenas o ajuste das classes de perigo (MBANZE et al., 2017). A quantificação do perigo de incêndios é complexa, pois engloba vários fatores como aspectos climáticos, tipo de combustível, riscos de incêndio e a probabilidade de ignição (HEIKKILÄ; GRÖNQVIST; JURVÉLIUS, 2007).

3.5 Estimativa do comportamento do fogo

O estudo do comportamento do fogo tem como objetivo entender os fatores mais relevantes no início, na propagação e extinção dos incêndios florestais. Assim, as variáveis que descrevem o comportamento do fogo são, principalmente: velocidade de propagação, intensidade da linha de fogo, taxa de energia liberada e tempo de residência (BATISTA et al., 2013). Torres, Silva Júnior e Lima (2018) afirmam que entender o comportamento do fogo e a sua resposta às condições ambientais são cruciais para a tomada de decisão com relação aos incêndios florestais.

A relação entre a intensidade do fogo, poder calorífico, peso do material combustível e calor por unidade de área foi descrita por Camargos et al. (2015) como positiva. Ademais, a carga do material combustível é a variável mais afetada pela intensidade do fogo. Essa variável é a mais importante para estimar o comportamento do fogo já que está relacionada com a magnitude da combustão em termos de energia liberada (TORES, SILVA JÚNIOR e LIMA, 2018).

Conforme Byram (1959) a intensidade do fogo é caracterizada pela energia liberada por unidade de comprimento da frente do fogo. Essa variável contribui para o nível de impacto do fogo sob o referido ambiente, mas apenas a explica parcialmente (MOREIRA et al., 2010).

Ainda, esses autores também destacam que a intensidade do fogo pode ser utilizada para prever os níveis de impactos no solo causados pelo fogo em si (MOREIRA et al., 2010). Ademais, conforme Van Wagner (1973) a intensidade do fogo também pode ser empregada para prever os possíveis efeitos dos incêndios na vegetação da área.

Outrossim, o fator de propagação do fogo foi obtido visualmente por Batista et al. (2013) por meio da observação e determinação do tempo que o fogo leva para percorrer 2 metros de distância. Conforme Fiedler et al. (2015), quanto maior o fator de propagação, maior a quantidade de energia liberada para o ambiente e, conseqüentemente, mais rápida é a combustão do material.

O fator de propagação é influenciado também pelo poder calorífico do material combustível (MACHADO NETO et al., 2015) já que é a quantidade de energia contida no combustível, sendo que quanto maior for, maior será a energia interna contida (CARVALHO JÚNIOR et al., 2010).

Ademais, variáveis climáticas como a umidade relativa do ar é um fator controlador da propagação do fogo (CAMARGOS et al., 2015). Além disso, ela influencia o teor de umidade do combustível estando positivamente correlacionados (GIONGO et al., 2009).

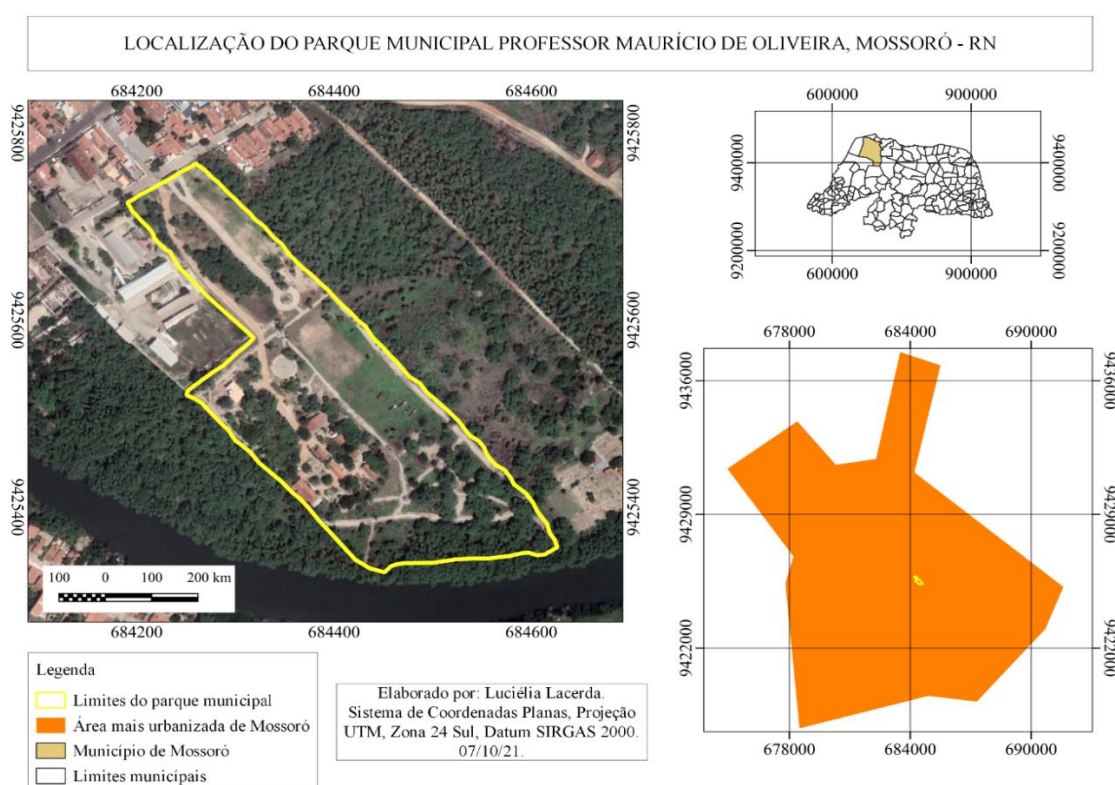
4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Caracterização da área de estudo

O município de Mossoró está inserido no semiárido brasileiro, onde as altas temperaturas, o ar seco e a escassez de chuvas, são características marcantes (DA COSTA SARAIVA et al., 2012). A temperatura média anual está em torno de 27,5°C e umidade relativa de 68,9% (CARMO FILHO et al., 1991). A precipitação média anual é de 670 mm e a umidade relativa média anual está em torno de 1.945,20 mm e a insolação média de 236 h.mês⁻¹. O clima é do tipo BSw^h, conforme a classificação climática de Köppen, ou seja, quente e seco, com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono (DE OLIVEIRA et al., 2014).

O PEPMO que possui 7,8 ha de área, foi inaugurado em 2016 implantado através de uma parceria entre a Prefeitura Municipal de Mossoró e uma empresa privada, conforme Lei Municipal nº 3.029/2013 (SILVA et al., 2017; SANTOS et al., 2017). Localizado na área central do município (Figura 2) o PEPMO foi pioneiro no quesito parques urbanos com vegetação semiárida do Rio Grande do Norte.

Figura 2. Localização do Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró RN.



4.2 Fitossociologia

Foi realizado o inventário florestal do tipo censo com inclusão de indivíduos com DAP maior ou igual a 6 cm, mortos ou vivos. Ainda, as variáveis coletadas foram: circunferência do tronco na base do solo (0,30 m de altura) e a altura do peito (1,30 m de altura), a altura total dos indivíduos (H) com o auxílio de uma régua graduada e suas áreas de copa. A área da copa foi calculada a partir das medidas do comprimento do eixo mais longo da área de projeção da coroa e de seu eixo ortogonal mais longo. As circunferências foram transformadas em diâmetros ao nível do solo (DNS) e à altura do peito (DAP), assumindo forma circular, e para área basal ao nível do solo (ABN) e à altura do peito (ABP). O critério de inclusão para os indivíduos arbóreos foi ter 6,0 cm ou mais de DAP.

Na Caatinga, conforme Souza et al., (2016), muitos fustes possuem mais de uma ramificação na altura de 1,30 (bifurcação, trifurcação e até mais galhos), sendo obtido o diâmetro equivalente pela Equação 1.

$$DEq = \sqrt{\sum DAP^2} \quad (1)$$

Em que: DEq é o diâmetro equivalente, em cm e DAP é o diâmetro com casca medido a 1,30 m do solo em cm.

Em seguida, foram calculadas a Densidade Absoluta (DA) que indica o número total de indivíduos de uma espécie por unidade de área, Densidade Relativa (DR) que corresponde ao número de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos de todas as espécies identificadas, Dominância Absoluta (DoA) indicando a soma das áreas basais dos indivíduos pertencentes a uma espécie, por hectare, Dominância Relativa (DoR) correspondente a porcentagem da área basal de cada espécie que compõe a área basal total de todas as árvores e espécies, por unidade de área e o Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') que expressa a diversidade de espécies das comunidades vegetais.

Tabela 1. Parâmetros calculados e suas respectivas fórmulas para análise fitossociológica.

Densidade Absoluta (DA)	$DA (m^2/ha) = \frac{ni}{A}$	(2)
Densidade Relativa (DR)	$DR (\%) = \frac{100 * DAi}{\sum DA}$	(3)
Dominância Absoluta (DoA)	$DoA (m^2/ha) = \frac{10.000 * \sum G}{a}$	(4)
Dominância Relativa (DoR)	$DoR (\%) = \frac{100 * DoAi}{\sum DoA}$	(5)
Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')	$H' (nats. ind^{-1}) = \sum \left(\frac{ni}{N} * -\ln \frac{ni}{N} \right)$	(6)
Índice de Valor de Cobertura por espécie (IVC)	$IVC (\%) = DR + DoR$	(7)

Em que:

NI = Número de indivíduos da espécie;

A = Tamanho da área inventariada (ha)

a = Tamanho da área inventariada (m²);

DAi = Densidade Absoluta individual;

$\sum DA$ = Somatório da DA.

$\sum G$ = Área basal da espécie (m²);

DoAi = Dominância Absoluta individual;

$\sum DoA$ = Somatório da DoA;

N = Número total de indivíduos na área inventariada;

H' = Índice de diversidade de Shannon-Weaver (nats.ind⁻¹);

IVI = Índice de Valor de Cobertura (%).

Foram produzidos gráficos de distribuição das classes diamétricas com base nos centros de classe. Para determinação do número de classes e da amplitude destas foi utilizada a fórmula de Sturges (1926) (Equação 8 e 9).

$$K = 1 + 3,22 \log(N) = 1 + 3,22 \log (520) \cong 10 \quad (8)$$

$$h = \frac{AT}{K} = \frac{127 - 6}{10} \cong 12 \quad (9)$$

Em que:

K = Número de classes;

N = Número total de indivíduos na área inventariada;

h = Amplitude das classes;

AT = Amplitude total do DAP (cm).

Então, foram estabelecidos os centros de classes para produção do gráfico de distribuição das classes diamétricas.

4.3 Distribuição da biomassa arbórea por meio do mapa de calor (Kernel)

Para a criação do mapa de calor foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas (SIG) no *software* livre QGIS, versão 3.22.10, por meio da interpolação dos dados de biomassa arbórea de cada indivíduo já anteriormente georreferenciado no parque, dispostos em pontos identificados (entre 1 e 520). Foram definidas 10 classes de biomassa (Tabela 2).

Tabela 2. Classes de biomassa

Classes	Variação da biomassa (Kg)	Classes	Variação da biomassa (Kg)
1	0 a 62	6	663 a 1.030
2	62 a 153	7	1.030 a 1.634
3	153 a 271	8	1.634 a 2.465
4	271 a 435	9	2.465 a 3.514
5	435 a 663	10	3.514 a 5.935

Ademais, foi adotado um raio de 25 metros, ou seja, a biomassa acumulada nesse raio e o mapa de calor classificava a área de acordo com o gradiente de cores e tonalidade representados, assim com cores quentes, usando o vermelho escuro, laranja, amarelo até azul. Assim, quando o mapa indicar focos vermelhos escuros existe uma concentração elevada pois os pontos estão muito próximos criando este tipo de resultado, o raciocínio pode ser feito de forma contrária, ou seja, quanto mais clara a cor (azul), menos concentrados (SOUZA, 2013).

4.4 *Estimativa da biomassa arbórea e estoque de carbono*

A estimativa da biomassa arbórea, para as espécies arbóreas registradas no PEPMO, foi realizada por método indireto utilizando equações alométricas disponíveis na literatura. Na Tabela 3 observa-se as equações adotadas conforme as espécies encontradas.

Tabela 3. Equações alométricas usadas para estimar a biomassa de cada espécie arbóreas registradas no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró - RN e seus respectivos autores.

Nome comum	Nome Científico	Equações alométricas adotadas		Autores
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	$Y = 2,172 (DAP^2) - 75,055 DAP + 684,18$	(10)	Rahman et al. (2017)
Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i>	$Y = (0,0096 * H) (DAP^{1,9293})$	(11)	Muturi et al. (2011)
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	$Y = 0,2482 DAP^{2,1628}$	(12)	Sampaio e Silva (2005)
Cajarana	<i>Spondias tuberosa</i> L.	$Y = 0,0681 DAP^{1,5829}$	(13)	Silva e Sampaio (2008)
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	$Y = 0,000322 DAP^{1,6479} H^{0,855235}$	(14)	Lima et al. (2020)
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.	$\ln(Y) = -2,46 + 2,171 \ln(DBH) + 0,367 \ln(H) + 0,161 \ln(0,669)$	(15)	Mahmood et al. (2019)
Carnaúba	<i>Copernicia prunifera</i>	$Y = \bar{D} V$	(16)	Ribeiro et al. (2009)
Castanhola	<i>Terminalia catappa</i> L.	$Y = 2,172 (DAP^2) - 75,055 DAP + 684,18$	(17)	Rahman et al. (2017)
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	$\ln(Y) = -2,39 + 1,82 \ln(H) + 0,069$	(18)	Tumwebaze et al. (2013)
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P	$Y = 0,2365 DAP^{2,1928}$	(19)	Sampaio e Silva (2005)
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	$Y = 2,172 (DAP^2) - 75,055 DAP + 684,18$	(20)	Rahman et al. (2017)
Craibeira	<i>Tabebuia aurea</i>	$Y = 0,121 (DAP^2 H)^{0,858}$	(21)	Robortella (2010)
Feijão Bravo	<i>Capparis hastata</i> (Jacq.) J. Presl	$Y = 0,2482 DAP^{2,1628}$	(22)	Sampaio e Silva (2005)
Juazeiro	<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.)	$Y = 0,2482 DAP^{2,1628}$	(23)	Sampaio e Silva (2005)
Jucá	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz.	$Y = 0,2482 DAP^{2,1628}$	(24)	Sampaio e Silva (2005)
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Mart.) Benth.	$Y = 0,0681 DAP^{1,5829}$	(25)	Silva e Sampaio (2008)
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	$Y = 6779,1 - 7965,5 H + 4462,4 CAP$	(26)	Aleixo et al. (2008)

Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	$Y = \exp^{[-2,134+2,530 \ln (DAP)]}$	(27)	Guiabao et al. (2016)
Moringa	<i>Moringa oleífera</i>	$Y = 0,2482 DAP^{2,1628}$	(28)	Sampaio e Silva (2005)
Nim	<i>Azadirac hta indica</i>	$Y = -0,068 + 0,008 (DAP + 4,191) * 10^{-5} (DAP^2) H - 1.038 * 10^{-9} (DAP^2 * H)^2$	(29)	Bohre et al., 2016
Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	$Y = 0,0292 (DAP * H)^{1,6371}$	(30)	Sampaio e Silva (2005)
Palmeira	Palmeira	$Y = 2,172 (DAP^2) - 75,055 DAP + 684,18$	(31)	Rahman et al. (2017)
Pata de Vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	$Y = 0,0292 (DAP * H)^{1,6371}$	(32)	Sampaio e Silva (2005)
Pinha	<i>Annona squamosa</i> L.	$Y = 2,172 (DAP^2) - 75,055 DAP + 684,18$	(33)	Rahman et al. (2017)
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniifolia</i> Benth.	$Y = 0,00404929514539746 + 0,0000278267926885885(DAP^2 * H)$	(34)	Lucena et al. (2020)
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	$Y = 2,172(DAP^2) - 75,055DAP + 684,18$	(35)	Rahman et al. (2017)
Timbaúba	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	$Y = 0,2482 DAP^{2,1628}$	(36)	Sampaio e Silva (2005)

A estimativa do estoque do carbono na biomassa arbórea foi feita de forma indireta, considerando-se que 50% da matéria seca seja carbono, como sugerido por Dewr e Cannel (1992), Soares e Oliveira (2002) e Losi et al. (2003). Essa conversão foi feita, multiplicando-se o total de biomassa (kg) por 0,5 resultando no estoque de carbono.

4.5 Índice de perigo de incêndio florestal

Os dados meteorológicos utilizados para o cálculo da FMA^+ foram coletados no banco de dados históricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação meteorológica localizada no município de Mossoró no campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA. Foram calculados os índices de perigo de incêndios florestais FMA^+ considerando a velocidade do vento a 2 e a 10 metros de altura, considerando a Equação (37).

$$FMA^+ = \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{100}{URAi} \right) \times e^{0,04v} \right] \quad (37)$$

Em que:

URA = umidade relativa do ar (%), medida às 13:00 h;

n = número de dias sem chuva maior ou igual a 13,0mm;

v = velocidade do vento em m/s, medida às 13:00h;

e = base dos logaritmos naturais (2,718282).

Ainda, destaca-se que essa metodologia traz restrições ao somatório da FMA^+ conforme a precipitação pluviométrica do dia (Tabela 4).

Tabela 4. Restrições ao somatório da FMA^+ de acordo com a precipitação pluviométrica do dia.

Precipitação do dia (mm)	Modificações
$\leq 2,5$	Nenhuma
2,5 a 4,9	Abater 30% na FMA^+ calculada na véspera e somar $(100/H_i) \times e^{0,04v}$ do dia
5,0 a 9,9	Abater 60% na FMA^+ calculada na véspera e somar $(100/H_i) \times e^{0,04v}$ do dia
10,0 a 12,9	Abater 80% na FMA^+ calculada na véspera e somar $(100/H_i) \times e^{0,04v}$ do dia
$>12,9$	Interromper a somatória ($FMA^+ = 0$) e recomeçar o cálculo no dia seguinte ou quando a chuva cessar

Fonte: Soares (1972).

Ademais, a interpretação do risco da ocorrência de incêndios dado pela FMA⁺ pode ser observada na Tabela 5.

Tabela 5. Escala do risco da ocorrência de incêndios dado pela FMA⁺.

Valor da FMA⁺	Nível de risco
≤ 3,0	Nenhum
3,1 a 8,0	Pequeno
8,1 a 14,0	Médio
14,1 a 24,0	Alto
> 24,0	Muito Alto

Fonte: Nunes (2005).

Ressalta-se que os dados analisados correspondem ao segundo semestre do ano de 2021 pois este tende a ser o período mais seco já que as chuvas em Mossoró se concentram entre janeiro e abril (SILVA, 2014).

4.6 Estimativa do comportamento do fogo

Primeiramente foi estimado o fator de propagação do fogo (r). Para tal, utilizou-se do modelo apresentado por Soares e Batista (2007) dos fatores de propagação baseados na relação entre o decréscimo da umidade relativa do ar e o aumento da velocidade de propagação do fogo, além da influência da velocidade do vento na taxa de propagação dos incêndios. (Tabela 6).

Tabela 6. Fatores de propagação (m/s) proposto por Soares, Batista e Tetto (2007) conforme a URA e a VV.

URA (%)	Fator de propagação (m/s)	VV (m/s)	Fator de propagação (m/s)
45 – 41	1,0	9 – 16	1,0
40 – 31	1,4	17 – 24	2,0
30 – 26	2,0	25 – 32	2,8
25 – 16	2,8	33 – 40	3,2
< 16	3,2	41 – 48	3,4

Fonte: Soares e Batista (2007).

Assim, elaborou-se a Tabela 7 por meio da Equação 36.

$$r \text{ (m/s)} = \text{Fator de propagação da UR} + \text{Log (Fator de propagação da VV)} \quad (38)$$

Em que:

r = Fator de Propagação do fogo (m/s);

UR = Umidade Relativa do Ar (%);

VV = Velocidade do Vento (m/s).

Tabela 7. Fator de propagação do fogo (r) elaborado em função da URA (%) e da VV (m/s).

URA (%)	VV (m/s)				
	9 a 16	17 a 24	25 a 32	33 a 40	41 a 48
> 45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
41 a 45	1,00	1,30	1,45	1,51	1,53
31 a 40	1,40	1,70	1,85	1,91	1,93
26 a 30	2,00	2,30	2,45	2,51	2,53
16 a 25	2,80	3,10	3,25	3,31	3,33
> 16	3,20	3,50	3,65	3,71	3,73

Fonte: adaptado de Soares e Batista (2007).

Outrossim, entre o período de 01/07/2021 e 31/12/2021 foram classificados conforme seu respectivo fator de propagação do fogo (r). Depois, calculou-se a intensidade do fogo de acordo com o modelo apresentado por Soares e Batista, 2007, Equação 39.

$$I = h \cdot w \cdot r \quad (39)$$

Em que:

I = Intensidade do Fogo (kcal/m/s);

h = Poder calorífico (Kcal/kg);

w = biomassa específica (kg/m²);

r = Fator de propagação do fogo (m/s).

Esta análise foi realizada para as espécies *Prosopis juliflora*, *Tabebuia aurea* e *Copernicia prunifera*, que juntas representaram 74,6% dos indivíduos inventariados na área de estudo. Para tanto, foram empregados o poder calorífico médio encontrado na literatura, sendo eles 4.633 (TAVARES e SANTOS, 2013) para a *P.juliflora* e 4.275 kcal/kg (FONSÊCA, 2011) para *C.prunifera*. Dada a ausência do poder calorífico da *T.aurea* na literatura, foi empregado o poder calorífico do gênero *Tabebuia* sp. sendo, portanto, 4.957 kcal/kg (QUIRINO et al., 2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Fitossociologia

A quantidade total encontrada foi de 86,67 indivíduos.ha⁻¹. As espécies mais representativas foram a *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (algaroba), *Copernicia prunifera* (carnaúba) e *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook.f ex S. Moore (craibeira), uma vez que juntas representaram 74,61% do total de indivíduos presentes na área (Tabela 8).

Tabela 8. Fitossociologia das espécies encontradas.

Nome comum	Família	Nome científico	I	DA (ind.ha)	DR (%)	DoA (m².ha)	DoR (%)	IVC (%)
Acerola	Malpighiaceae	<i>Malpighia emarginata</i>	4	0,6667	0,7692	0,0106	0,184	0,9532
Algaroba	Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	171	28,5000	32,8846	1,8329	31,887	64,7716
Angico	Fabaceae	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	2	0,3333	0,3846	0,1959	3,4072	3,7918
Cajarana	Anacardiaceae	<i>Spondias tuberosa</i> L.	14	2,3333	2,6923	0,4878	8,4854	11,1777
Cajueiro	Anacardium	<i>Anacardium occidentale</i> L.	1	0,1667	0,1923	0,0021	0,0369	0,2292
Carambola	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	2	0,3333	0,3846	0,0133	0,2311	0,6157
Carnaúba	Arecaceae	<i>Copernicia prunifera</i>	111	18,5000	21,3462	1,4822	25,7859	47,1321
Castanhola	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	1	0,1667	0,1923	0,0012	0,0209	0,2132
Casuarina	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	3	0,5000	0,5769	0,0377	0,655	1,2319
Catingueira	Fabaceae	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L. P.	2	0,3333	0,3846	0,0075	0,1297	0,5143
Coqueiro	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	14	2,3333	2,6923	0,0881	1,5324	4,2247
Craibeira	Bignoniaceae	<i>Tabebuia aurea</i> (Manso) Benth. & Hook.f ex S. Moore	106	17,6667	20,3846	0,6754	11,7494	32,134
Feijão Bravo	Capparaceae	<i>Capparis hastata</i> (Jacq.) J. Presl	18	3,0000	3,4615	0,0186	0,3231	3,7846
Juazeiro	Rhamnaceae	<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.)	1	0,1667	0,1923	0,0065	0,1131	0,3054
Jucá	Fabaceae	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz.	9	1,5000	1,7308	0,0281	0,4893	2,2201
Jurema preta	Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Mart.) Benth.	4	0,6667	0,7692	0,013	0,2257	0,9949
Leucena	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	8	1,3333	1,5385	0,0537	0,9344	2,4729
Mangueira	Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	9	1,5000	1,7308	0,2074	3,6074	5,3382
Moringa	Moringaceae	<i>Moringa oleífera</i>	2	0,3333	0,3846	0,0015	0,0263	0,4109
Nim	Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	18	3,0000	3,4615	0,1684	2,9287	6,3902
Noni	Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	1	0,1667	0,1923	0,0021	0,0369	0,2292

Palmeira	Arecaceae	-	2	0,3333	0,3846	0,0605	1,0527	1,4373
Pata de Vaca	Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i>	1	0,1667	0,1923	0,0010	0,0176	0,2099
Pinha	Annonaceae	<i>Annona squamosa L.</i>	1	0,1667	0,1923	0,0012	0,0208	0,2131
Sabiá	Fabaceae	<i>Mimosa caesalpiniiifolia Benth.</i>	9	1,5000	1,7308	0,0516	0,8981	2,6289
Tamarindo	Fabaceae	<i>Tamarindus indica L.</i>	4	0,6667	0,7692	0,1644	2,8608	3,63
		<i>Enterolobium comtortisiliquum</i>						
Timbaúba	Fabaceae	(Vell.) Morong	2	0,3333	0,3846	0,1357	2,3604	2,745
TOTAL			520	86,6667	100	5,7482	100	200

Em que: NI = Número de indivíduos; DA = Densidade absoluta; DR = Densidade Relativa; DoA = Dominância Absoluta; DoR = Dominância relativa, IVC (%) = Índice de Valor de Cobertura.

Prosopis juliflora (Sw.) DC. (Figura 3), apresentou DR de 32,88% do total dos indivíduos e DA de 28,5 indivíduos. Vale destacar que a grande quantidade de indivíduos de *Prosopis Juliflora* (Sw.) DC., reduz drasticamente a fitodiversidade do estrato adulto e da regeneração natural de espécies nativas das comunidades invadidas. Os resultados mostraram também que não apenas os índices de diversidade são afetados, mas também os parâmetros estruturais das comunidades autóctones (ANDRADE et al., 2008; PEGADO et al., 2006; ANDRADE et al., 2010).

Figura 3. Indivíduo de *P. juliflora* (Sw). DC no PEPMO.



Fonte: o autor.

Segundo Andrade et al. (2008), a algaroba se expandiu a partir dos plantios comerciais e dos pequenos arboretos estabelecidos pela população rural que teve a sua disseminação facilitada pelos rebanhos, pois seus frutos constituem forragem de boa qualidade (ANDRADE et al., 2008).

Segundo Santos et al. (2017) a vegetação característica encontrada no PEPMO é do tipo Caatinga do Sertão-Árido, mais precisamente uma caatinga do tipo Hiperxerófila, ou seja, uma vegetação de caráter mais seco com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixo espaçadas. Porém, ao observar os dados encontrados no presente trabalho, nota-se que isso não é uma realidade e que a área possui uma grande quantidade de espécies exóticas.

A segunda maior representatividade foi de *Copernicia prunifera* (Figura 4) que apresentou DA de 18,50 indivíduos.ha⁻¹ e DR de 21,34% dos indivíduos da área. Na área, nota-se que alguns indivíduos dessa espécie, principalmente aqueles localizados na parte mais frontal do parque, foram introduzidos na área. Ademais, em áreas mais interiores que foram historicamente atingidas por incêndios, existe uma grande quantidade de indivíduos da referida espécie queimados.

Figura 4. Indivíduo de *C. prunifera* no PEPMO.



Fonte: o autor.

O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') na área de estudo atingiu 2,06.nats.ind⁻¹. Esse resultado pode estar relacionado com a invasão da *P. Juliflora* (Sw.) DC. no ambiente, conforme evidenciado por Pegado et al. (2006). Além disso, o baixo H' evidencia a dominância ecológica dessa espécie exótica e mostra que grande parte das espécies nativas, mesmo se estabelecendo, não consegue atingir a idade adulta, o que se reflete em uma pobreza maior nos ambientes em que está inserida em grande quantidade (PEGADO et al., 2006).

Ademais, em estudos realizados em fragmento da caatinga por Barbosa et al. (2013) encontraram H' de 2,05 nats.ind⁻¹. Já em área de regeneração no referido bioma, o índice foi de 1,91 nats.ind⁻¹ (ALVES JÚNIOR et al., 2013). Outrossim, quando estimado para uma área relativamente homogênea no sertão paraibano encontrou-se H' de 2,54 nats.ind⁻¹ (GUEDES et al., 2012). Segundo Santos et al. (2017), o H' encontrados na caatinga podem variar de 1 a 4. Assim, o H' de 2,06 pode ser considerado intermediário.

Ao todo foram encontradas 15 famílias na área, sendo as mais representativas a Fabaceae (40,77%), Arecaceae (24,42%), Bignoniaceae (20,38%) e Anacardiaceae (4,42%). Ademais, as famílias com menos representatividade foram Anacardiaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae e Annonaceae (0,19%).

A família Fabaceae foi considerada a mais representativa em estudos fitossociológicos na caatinga como destacado por Sousa et al. (2017). Já em estudo realizado por Araújo et al. (2016) em área degradada no Seridó paraibano, destacaram-se as famílias Euphorbiaceae e Mimosaceae (subfamília da Fabaceae) que, nesse caso, não estão presentes na área do parque.

O número de famílias encontradas pode ser tido como considerável, uma vez que uma área com histórico de intensa antropização, com 30 anos de regeneração, apresentou apenas 5 famílias constituídas de espécies nativas (ANDRADE et al., 2005) e, em estudo realizado por Córdula, Morim e Alves (2014) em área da caatinga sem intervenção antrópica desde 1979, foram encontradas 7 famílias, sendo a espécie *Mimosa tenuiflora*, nativa da família Fabaceae, a mais representativa. Porém, na área estudada, 80,66% dos indivíduos dessa família são da espécie *P. Juliflora* (Sw.) DC. (algaroba) que, conforme citado anteriormente, é uma espécie exótica.

Além disso, vale destacar que a DoA foi em média 5,47 m².ha, sendo as espécies mais representativas as mesmas que destacaram – se anteriormente em relação ao número de indivíduos na área. Cardoso et al. (2020) ao estudarem um fragmento de vegetação da caatinga, observaram DoA de 3,43 m².ha. Araújo et al. (2016) encontraram que a DoA 3,54 m².ha⁻¹ ao estudarem uma área degradada de caatinga no Seridó paraibano. Já Marques et al. (2020) encontraram DoA de 12,71 m².ha, porém o estudo foi realizado em área as margens do rio

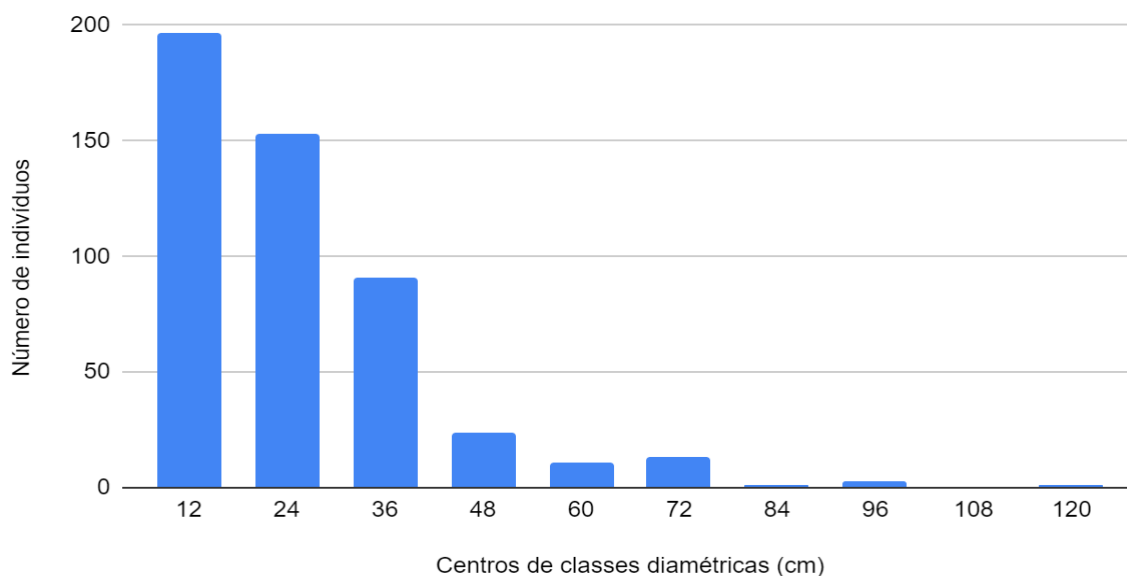
Sucuru em Coxixola, Paraíba. Ademais, Maragon et al. (2013) encontraram $4,53 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ em uma área típica do semiárido nordestino.

Outrossim, a distribuição das classes diamétricas se deu em 10 classes com a amplitude de 12 cm, adotado fórmula de Sturges (5). Conforme Caliman et al. (2020), a distribuição diamétrica permite entender os processos ecológicos e definir ações relacionadas ao manejo florestal com os mais diversos objetivos como, por exemplo, a conservação da floresta, aumento da biodiversidade, produção e sequestro de carbono.

Observa-se que existe uma concentração de indivíduos nas três primeiras classes, comportamento que, segundo Oliveira (2021) é uma característica de uma estrutura de J invertido. Tal comportamento se dá em comunidades estáveis e autorregenerando devido ao balanço entre mortalidade e recrutamento de árvores (GONÇALVES e SANTOS, 2008). Essa estrutura, pode indicar que a algaroba, apesar de ser uma espécie exótica, se adaptou dentro do balanço entre mortalidade e recrutamento.

Figura 5. Estrutura diamétrica dos indivíduos da área de estudo.

Estrutura diamétrica



Os DAPs foram enquadrados em 10 classes diamétricas com intervalo de 12 cm. A Figura 5 indica que a distribuição é um J invertido, pois a maior quantidade de indivíduos encontra-se nas classes iniciais de diâmetros, sendo a maior parte no centro de classe com DAP de 12, 24 e 36 cm respectivamente.

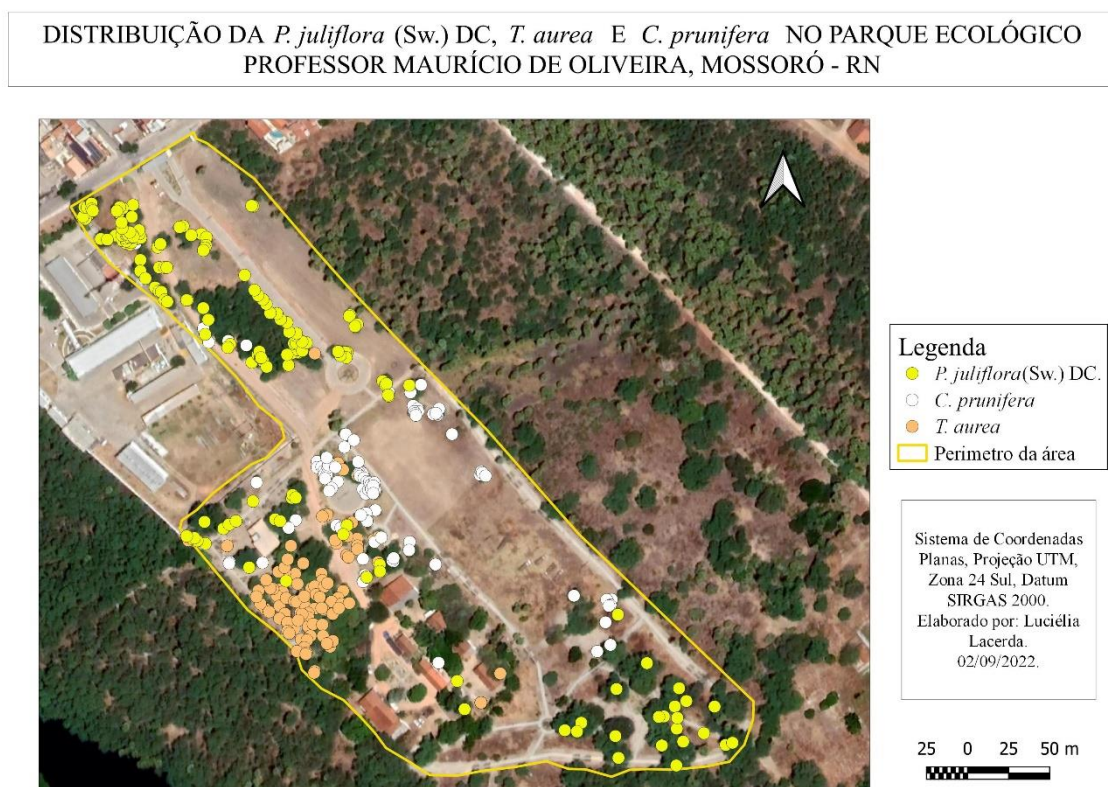
Segundo Lima e Leão (2013), este padrão de distribuição é característico de florestas tropicais multiâneas. Esse tipo de floresta é caracterizado pela estrutura característica de florestas naturais, em que existem todas as graduações de idade e tamanho (GOMIDE, 1997).

Além disso, o diâmetro médio aritmético dos indivíduos presentes na área é de 20,4 cm. Encinas et al. (2013), destacaram em seus estudos um diâmetro médio aritmético de 14,8 cm, enquadra a área como uma estrutura arbórea de porte médio ainda em processo inicial de crescimento da sucessão natural.

5.1.1 Distribuição dos indivíduos de *P.juliflora* (Sw.) DC, *T. aurea* e *C. prunifera*

Existe uma grande concentração da *T. aurea* (craibeira) na área comum do parque onde estão localizadas mesas em que os visitantes fazem confraternizações e no entorno da praça onde existem equipamentos para realização de exercícios físicos sendo, assim, sua presença resultado da introdução antrópica (Figura 6).

Figura 6. Distribuição da *P. juliflora* (Sw.) DC, *T. aurea* e *C. prunifera* na área do parque.



A craibeira é considerada uma ótima opção quando o objetivo é sombreamento, pois é uma árvore de grande porte e assim minimiza o efeito climático. Entre outros aspectos que fazem dessa uma opção adequada para a arborização está no fato de já serem conhecidas as propriedades socioambientais, de se desenvolverem em solos com teor de umidade reduzido e de terem reconhecido valor de embelezamento (Figura 7) (MENDEIROS, 2013).

Figura 7. Indivíduo jovem de *T. aurea* no PEPMO.



Fonte: o autor.

Com relação a *C.prunifera*, essa espécie ocorre naturalmente em solos halomórficos, embora apresente características morfológicas foliares que podem ser consideradas xerofíticas (HOLANDA et al., 2011). Ainda, Nogueira (2009) destacou que a carnaúba se desenvolve em áreas alagáveis próximas às margens dos rios. Atualmente, essa espécie é citada por alguns autores por ser comum na arborização urbana, como apresentado no trabalho de Machado et al. (2006) que destacam seu uso isolada em canteiros centrais com cerca de 2 metros de largura e em composições em praças e jardins. No PEPMO nota-se a presença destas em toda a praça

utilizada para realização de exercícios físicos. Nesse local específico nota-se grande quantidade de indivíduos jovens que foram plantados com objetivo de deixar o local mais bonito visualmente. Porém, existem alguns pontos que devem ser observados antes do plantio da espécie em áreas comuns como a queda das folhas e possível risco de acidentes com carros e pedestres, além da presença de espinhos no estipe e nas folhas que exigem muita manutenção (NASCIMENTO e GUEDES, 2015); (XIMENES et al., 2020).

A queda foliar dessa espécie está relacionada com fatores climáticos como, por exemplo, o aumento da temperatura, velocidade do vento, radiação e a diminuição da precipitação e da umidade relativa, sendo agosto a dezembro, o período com maior chance de perda de folhas (ROCHA et al., 2015). Porém, dado o período extenso, se torna difícil prever a queda de folhas e, dessa forma, evitar acidentes.

5.1.2 *Distribuição das frutíferas*

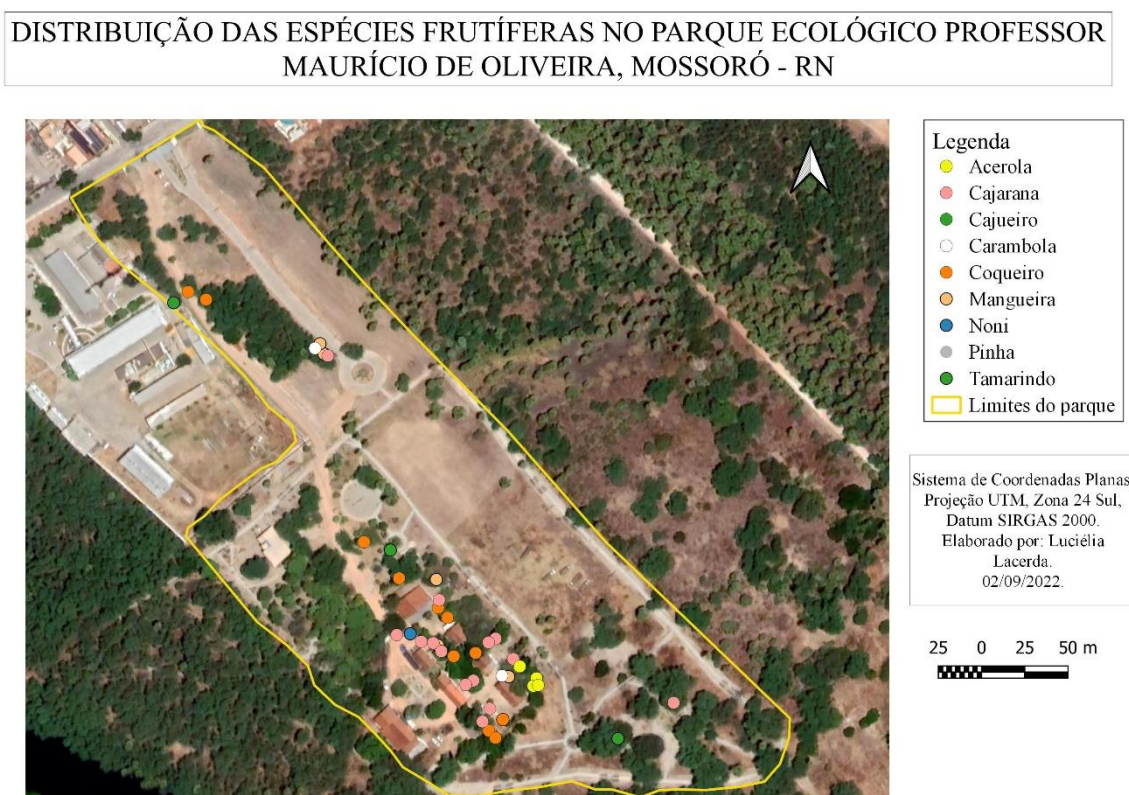
Nota-se uma concentração de frutíferas na área em que estão localizadas as instalações do ICMBIO, IBAMA e Polícia Ambiental (Figura 8). A espécie mais representativa é a *S. tuberosa* L. (cajarana) com 14 indivíduos, seguida pela *C. nucifera* (coqueiro) com 14 indivíduos e a *M. indica* (mangueira) com 9 indivíduos. Ademais, as espécies menos representativas foram a *Anacardium occidentale* L. (cajueiro), *Morinda citrifolia* (noni) e *Annona squamosa* (pinha).

Em estudo sobre espécies em quintais agroflorestais no Rio Grande do Norte Freitas et al. (2011) chegaram à conclusão de que a *S. tuberosa* L. representou 60,8% das espécies mais citadas sendo assim uma das preferidas pelas famílias analisadas. Essa espécie é citada por Araújo et al. (2005) como exemplo por possuir ampla distribuição no semiárido, uma vez que faz parte da vegetação nativa da caatinga.

Florentino, Araújo e Albuquerque (2006) destacaram que o *C. nucifera* é comum em quintais tropicais na caatinga. Já nos quintais agroflorestais em Mossoró – RN, essa espécie apresentou-se como a segunda mais comum e é utilizada para tratamento de diversas doenças como dor de barriga, vômito, diarreia, gripe, falta de apetite, tosse, garganta, privação, dor de ouvido, fraqueza, dor no estômago, dor na garganta, febre, “tiriça”, inflamação intestinal, dor de cabeça e disenteria (FREITAS et al., 2015).

Em trabalho realizado no semiárido paraibano, foram encontrados em quintais agroflorestais espécies como, por exemplo, a *A. squamosa* (pinha), *C. nucifera* (coqueiro), *M. emarginata* (acerola) (LACERDA et al., 2018).

Figura 8. Distribuição das espécies frutíferas registradas no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN.



Ademais essas espécies contribuíram para a formação de uma concentração de biomassa no local (Figura 9). Cabe ressaltar que outro agravante em relação ao perigo de ocorrência de incêndios é a presença, no local, de material combustível já seco (madeira), oriundo de apreensões realizadas pelo IBAMA, alocados no próprio transporte (caminhões) em vários locais do parque, sendo a área de instalações uma das que possuem maior concentração. O poder calorífico desconhecido das diferentes espécies não identificadas e o combustível dos próprios veículos potencializam o perigo de ocorrência de incêndios.

5.2 Análise de biomassa arbórea e do teor de carbono

As espécies com maiores biomassa e teores de carbono são, respectivamente, *P. juliflora*, *T. aurea*, *C. prunifera* e *C. nucifera*. Ademais, as espécies com menores representatividades foram *C. equisetifolia* L., *T. catappa* L. e *A. squamosa* L. A estimativa do teor de carbono pode ser empregada como base para estudos de sequestro de carbono e para

diversos outros fins como, por exemplo, a quantificação da ciclagem de nutrientes (SILVEIRA, 2010) (Tabela 9).

Tabela 9. Análise da biomassa arbórea. das espécies registradas no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró/RN.

Nome comum	Nome científico	NI	Biomassa (kg.ha ⁻¹)	Carbono (kg.ha ⁻¹)
Acerola	<i>Malpighia emarginata</i>	4	53,62	25,74
Algaroba	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	171	2.346,70	1.126,42
Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	2	1.283,94	616,29
Cajarana	<i>Spondias tuberosa</i> L.	14	76,59	36,76
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i> L.	1	0,01	0,01
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.	2	0,52	0,25
Carnaúba	<i>Copernicia prunifera</i>	111	6.348,37	3.047,22
Castanhola	<i>Terminalia catappa</i> L.	1	27,86	13,37
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	3	0,53	0,25
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.	2	39,73	19,07
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	14	356,77	171,25
Craibeira	<i>Tabebuia aurea</i>	106	3.661,62	1.757,58
Feijão Bravo	<i>Capparis hastata</i> (Jacq.) J. Presl	18	87,87	42,18
Juazeiro	<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.)	1	34,04	16,34
Jucá	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz.	9	145,29	69,74
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Mart.) Benth.	4	3,49	1,67
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.)	8	221,58	106,36
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	9	2.357,47	1.131,59
Moringa	<i>Moringa oleífera</i>	2	6,67	3,20
Nim	<i>Azadirachta indica</i>	18	841,30	403,82
Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	1	1,69	0,81
Palmeira	-	2	726,88	348,90
Pata de Vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	1	6,69	3,21
Pinha	<i>Annona squamosa</i> L.	1	27,56	13,23
Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniiifolia</i> Benth.	9	0,13	0,06
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	4	2.420,57	1.161,88
Timbaúba	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	2	393,62	188,94
TOTAL		520	21.471,10	10.306,13

Em que: NI = Número de indivíduos.

Sanquetta et al. (2014) afirmaram que as florestas não consomem carbono sendo esse fato de suma importância para mitigar mudanças climáticas. Assim, os autores destacam que essa quantificação é extremamente relevante para dimensionar este potencial de mitigação.

Ao analisar o teor de carbono da biomassa arbórea de 334 indivíduos em praças urbanas da cidade de Tatuí – SP, obtiveram $4,1 \text{ kg.m}^{-2}$ de carbono (DE MELO CARVALHO et al., 2022). Já para a área do parque, o teor de carbono é de $1,71 \text{ kg.m}^{-2}$. Essas diferenças podem ser influenciadas pelo próprio bioma do local de estudo já que na caatinga as árvores costumam ser de menor porte e mais espaçadas quando comparadas com outros biomas e, por conta disso, é normal obter teor de carbono e biomassa arbórea menores (SANTOS et al., 2016).

Além disso, Giongo et al. (2011) destacaram que a biomassa arbórea na caatinga também tende a ser menor por conta da característica da semiaridez quando comparado a regiões úmidas tropicais ou temperadas. Além disso, os mesmos autores destacam que existem alterações no teor de carbono da biomassa arbórea como consequência do processo de antropização no Bioma Caatinga.

Os combustíveis nos incêndios florestais são a biomassa vegetal. As diferentes espécies e configurações da floresta suportam de forma variada a propagação do incêndio (MARTINS, 2010). Assim, nota-se na Figura 9 os indivíduos classificados conforme sua biomassa individual e, além disso, a concentração de biomassa considerando raios de 25 metros.

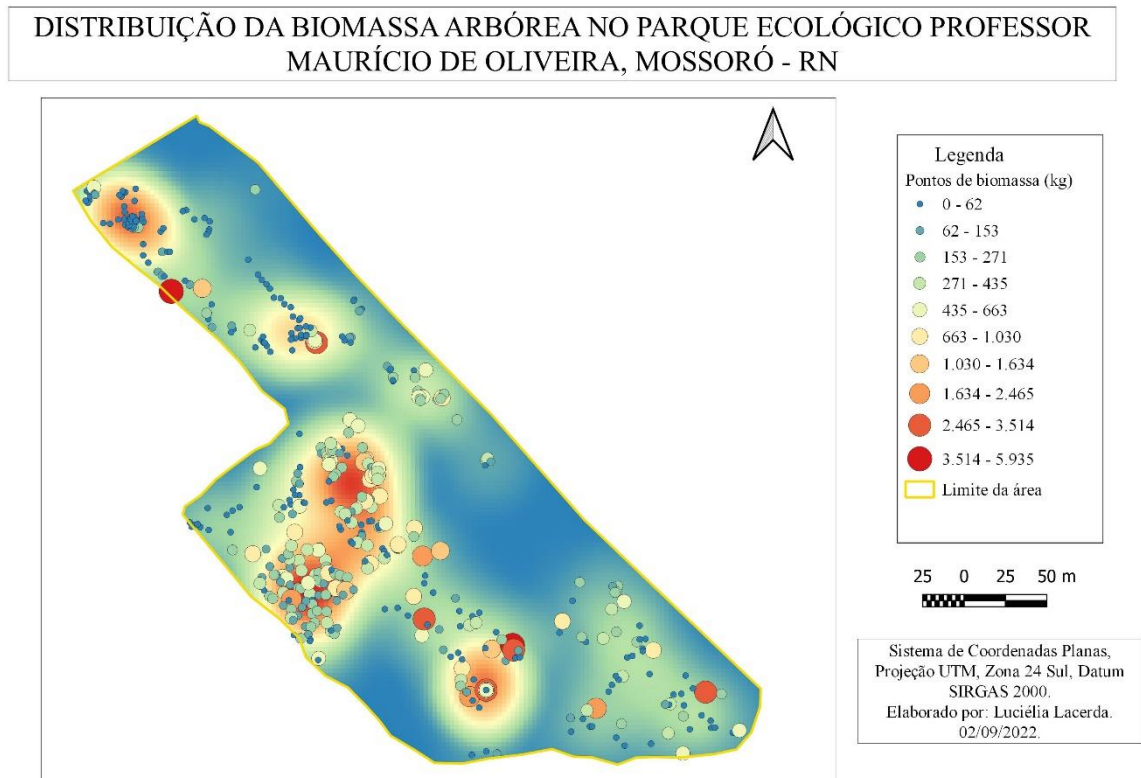
A área com maior concentração de biomassa é oriunda da grande quantidade de *T.aurea* adultas assim como pode ser observado na Figura 9 e Existe uma grande concentração da *T. aurea* (craibeira) na área comum do parque onde estão localizadas mesas em que os visitantes fazem confraternizações e no entorno da praça onde existem equipamentos para realização de exercícios físicos sendo, assim, sua presença resultado da introdução antrópica (Figura 6).

Figura 6. Apesar desse fato, é improvável que haja a ignição na respectiva área tratando-se de incêndios superficiais, pois o material combustível é constantemente retirado do solo uma vez que o espaço conta com brinquedos e mesas para atender o público visitante.

A biomassa e o estoque de carbono estão correlacionados diretamente com a composição estrutural da floresta em questão. Ademais, indivíduos com maiores portes mostram-se também com o maior estoque de biomassa e carbono do que os indivíduos menores (LIPINSKI et al., 2016). Esse fato é condizente com a situação encontrada na área do PEPMO, uma vez que os indivíduos de *T. aurea* obtiveram diâmetro médio de 19,3 cm.

Além disso, a área de concentração próxima a entrada do PEPMO é composta quase totalmente por indivíduos de *P. juliflora* (Sw.) DC.

Figura 9. Distribuição da biomassa arbórea no Parque Ecológico Professor Maurício de Oliveira, Mossoró – RN.



5.3 Índice de perigo de incêndio florestal

Na Tabela 10, estão classificadas as URA (%), VV (m.s) e precipitação pluviométrica (mm³) em mínima, média e máxima, de acordo com cada mês analisado.

Tabela 10. Dados meteorológicos dos meses estudados.

Mês		URA (%)	VV (m/s) a 2 m	Direção do vento (graus) a 2 m	VV (m/s) a 10 m	Direção do vento (graus) a 10 m	PRECI (mm)
Julho	Min	27,55	1,64	95,00 (SE)	1,11	53,59 (NE)	0,00
	Med	41,28	2,61	182,33 (SO)	2,61	156,47 (SE)	0,00
	Máx	51,69	4,09	339,00 (NO)	5,62	241,10 (SO)	0,00
Agosto	Min	30,62	2,13	102,00 (SE)	2,26	73,05 (NE)	0,00
	Med	38,03	2,98	192,13 (SO)	3,55	172,11 (SE)	0,00
	Máx	51,27	4,19	275,00 (NO)	5,51	276,30 (NO)	0,00
Setembro	Min	28,38	2,18	46,00 (NE)	1,19	12,62 (NE)	0,00
	Med	38,11	3,03	128,10 (SE)	3,38	108,09 (SE)	0,00
	Máx	53,31	4,92	265,00 (SO)	6,23	216,20 (SO)	0,00
Outubro	Min	25,96	2,31	40,00 (NE)	1,98	14,32 (NE)	0,00
	Med	43,61	3,52	93,23 (SE)	3,81	70,45 (NE)	0,00
	Máx	58,27	5,07	198,00 (SO)	5,72	164,50 (SE)	0,00
Novembro	Min	32,69	2,84	36,00 (NE)	1,66	7,04 (NE)	0,00
	Med	49,69	4,24	82,17 (NE)	4,71	54,82 (NE)	0,00
	Máx	61,94	5,17	153,00 (SE)	6,52	134,00 (SE)	0,00
Dezembro	Min	39,11	1,86	17,00 (NE)	1,38	25,79 (NE)	0,00
	Med	55,00	3,84	75,55 (NE)	4,81	62,30 (NE)	0,07
	Máx	71,00	5,00	179,00 (SE)	6,52	182,00 (SO)	2,29

Em que: UR (%) = Umidade Relativa do Ar; VV (m.s) = Velocidade do Vento; PRECI (mm) = Precipitação Pluviométrica; NE = Nordeste; SE = SUDESTE; SO = SUDOESTE; NO = NOROESTE.

As menores URA (%) foram observadas em outubro (25,96%), seguida por julho (27,55%). Conforme Santos et al. (2017), quanto menor a umidade do ar, maior a possibilidade de focos ativos. Ainda, as maiores URA (%) apareceram nos meses de dezembro (71,00%), novembro (61,94%) e outubro (58,27%). Ademais, as maiores velocidades do vento a 2 metros de altura foram observadas justamente nesses meses de maiores umidades. Esse fato é positivo, uma vez que a velocidade do vento poderá influenciar diretamente na intensidade do fogo, velocidade de propagação e direção do incêndio florestal (DIÓGENES, GUIMARÃES e BOTREL, 2018). Assim, é menos preocupante quando as maiores velocidades do vento estão nos meses em que a umidade relativa do ar está também maior.

Outrossim, quando a 2 metros de altura, a menor velocidade do vento (1,67 m/s) foi encontrada em julho com direção SE, seguido por dezembro (1,86 m/s) com direção para o NE. Ademais, em ventos a 10 metros de altura, as menores velocidades do vento foram observadas em julho (1,11 m/s) também no sentido NE e em setembro (1,19 m/s) com direção também para o NE. Esse comportamento pode indicar que, em casos de incêndios o fogo possivelmente iria se propagar mais lentamente tendo em vista as menores velocidades do vento nos meses citados.

Ademais, a probabilidade de propagação do fogo é maior na direção em que o vento está (LIMA e LIMA, 2014).

As maiores velocidades do vento quando a 2 metros de altura foi no mês de novembro (5,17 m/s) com sentido SE. Ainda, o vento estava a 10 metros de altura outubro com direção ao SE.

Na Tabela 11, encontram-se quantificados a classificação do risco de incêndios florestais conforme os dias de cada mês entre julho e dezembro de 2021.

Tabela 11. Classificação do risco de incêndios conforme a FMA⁺ de acordo com o mês correspondente e somatório do número de dias equivalente.

Mês	Ventos a 2 m de altura		Ventos a 10 m de altura	
	Nulo	Pequeno	Nulo	Pequeno
Julho	26	5	26	5
Agosto	18	13	16	15
Setembro	16	14	17	14
Outubro	23	8	23	8
Novembro	27	3	27	3
Dezembro	30	1	30	0
Total	140	44	139	45

Conforme a Tabela 11, nota-se que não houve nenhum dia com risco de incêndios médio ou alto. Ainda, os resultados quando comparando ventos a 2 e 10 metros se mostraram-se semelhantes. O maior número de dias com risco classificado como pequeno para ventos a 10 metros de altura pode ter sido decorrente das maiores velocidades observadas na Tabela 10.

Pode-se entender que no mês de agosto, os incêndios seriam provavelmente de copa e esse comportamento é evidenciado quando observada a Tabela 10, pois a velocidade do vento é maior a 10 metros de altura do que a 2 m e a FMA⁺ destacou 15 dias de risco pequeno a 10 metros de altura e somente 13 quando considerado ventos a 2 metros. Soares (2000) destacou que incêndios de copa tem a continuidade vertical das copas como um fator muito relevante para a propagação.

Os meses de junho e outubro, há maior chance de episódios de incêndios nas regiões Sudeste e Norte. Já no Sul e Centro-Oeste, os meses de julho a setembro, as ocorrências acontecem com maior frequência (SILVA, 2020). Na caatinga, os meses de agosto, setembro,

outubro, novembro e dezembro, devida a baixa precipitação, atingiram o maior grau de perigo, sendo classificados como de perigo médio a muito alto conforme utilização da FMA⁺ (SANTANA et al., 2010).

Ademais, os dias do trimestre setembro-novembro parecem ser os mais críticos do ano, (SANTANA et al., 2010). Porém, esses autores destacaram também que, menos 6% dos dias do referido trimestre apresentaram índices nulos, pequenos e médios. Assim, nota-se que os resultados não foram semelhantes aos dos autores citados.

Ademais, de modo geral pode-se afirmar que tanto incêndios pouco frequentes, porém com alta intensidade do fogo, como queimadas muito frequentes vão causar impactos consideráveis aos ecossistemas. Assim, é necessário saber o ponto de equilíbrio em que a frequência e a intensidade do fogo causam os menores impactos possíveis (FRIZZO et al., 2011).

5.4 Estimativa do comportamento do fogo

A estimativa do comportamento do fogo para as espécies mais relevantes pode ser observada abaixo (Tabela 12 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

Tabela 12. Dados meteorológicos e estimativa do fator de propagação e da intensidade do fogo.

		URA	r	<i>P. juliflora</i>	<i>T. aurea</i>	<i>C. prunifera</i>
		(%)	(m/s)	I (kcal.m/s)	I (kcal.m/s)	I (kcal.m/s)
Julho	Min	27,55	2,00	217,45	363,01	542,79
	Méd	41,28	1,00	108,72	181,51	271,39
	Máx	51,69	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	Min	30,62	1,40	152,21	254,11	379,95
	Méd	38,03	1,40	152,21	254,11	379,95
	Máx	51,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Setembro	Min	28,38	2,00	217,45	363,01	542,79
	Méd	38,11	1,40	152,21	254,11	379,95
	Máx	53,31	0,00	0,00	0,00	0,00
Outubro	Min	25,96	2,00	217,45	363,01	542,79
	Méd	43,61	1,00	108,72	181,51	271,39
	Máx	58,27	0,00	0,00	0,00	0,00
Novembro	Min	32,69	1,40	152,21	254,11	379,95
	Méd	49,69	0,00	0,00	0,00	0,00
	Máx	61,94	0,00	0,00	0,00	0,00
Dezembro	Min	39,11	1,40	152,21	254,11	379,95
	Méd	55,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Máx	71,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Ainda, quando a intensidade do fogo é maior que zero, o calor por unidade de área (kcal/m^2) foi de 108,72 para *P. juliflora*, 181,51 para *T. aurea* e 271,39 quando considerada *C. prunifera*. Ressalta-se que esses valores não apresentaram diferenças ao longo dos meses analisados. Outrossim, não foi considerado o teor de umidade do material combustível e não houve diferenças na propagação do fogo quando considerados ventos de 2 ou 10 metros de altura.

C. prunifera durante o período seco, além de perder folhas (material combustível) também busca provavelmente minimizar a perda de água pelo fechamento estomático e formação de uma fina camada de pó cerífero na superfície adaxial das folhas, que deve ser mais concentrada durante o referido período (ROCHA et al., 2015).

Ademais, Pereira (2015) ressalta que o pó cerífero da carnaúba funciona como uma espécie de proteção que permite a sua sobrevivência às elevadas temperaturas. O referido pó torna-se matéria-prima básica para produção da cera, produto de importância industrial, cosmética, alimentícia e farmacêutica (CARVALHO e GOMES, 2008). A queda das folhas da carnaúba, além de representar material combustível, apresentam o pó cerífero já citado acima que pode colaborar para a ignição e/ou aumento dos incêndios florestais.

Ademais, nota-se que quando a URA (%) é máxima, a velocidade do vento tende a ser menor e, portanto, o fator de propagação (r) tende a ser 0 m/s ou seja, não há risco de incêndios. O oposto se observa quando a URA (%) é mínima, pois o fator de propagação (r) tende a ser maior e variar entre 1,4 e 2 m/s. Conforme Motta (2008), o fator de propagação do fogo (r) é uma taxa segundo a qual o fogo aumenta, tanto em área. Essa taxa é muito importante na previsão do comportamento do fogo (MOTTA, 2008).

Percebe-se que os indivíduos de *C. prunifera* possuem valores de intensidade do fogo (I) quase duas vezes maiores que os de *P. juliflora* e *T. aurea*, sendo os meses de novembro e dezembro os que apresentaram menores I quando a URA (%) era mínima. Assim, destaca-se que essa espécie merece atenção especial para prevenção e combate a incêndios na área e que o risco de incêndios se deu principalmente em dias com umidades relativa entre 27 e 38% e nos meses citados acima.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho poderá ser base para a criação e estabelecimento de um plano de prevenção e combate a incêndios florestais do PEPMO:

- O PEPMO apresenta a maioria dos indivíduos compostos pelas espécies: *P. juliflora* (Sw.) DC., *T. aurea*, *C. prunifera* e com o índice de diversidade intermediário com distribuição diamétrica em J invertido, mesmo não se tratando de uma floresta nativa. A biomassa arbórea e o estoque de carbono da área encontram-se dentro da classificação esperada para a caatinga;
- Como a umidade relativa do ar variou entre 30 e 50%, velocidade do vento classificada como brisa leve (não houve diferença entre ventos a 2 e a 10 m) e não houve restrição da precipitação da FMA⁺ resultou na maioria dos dias no risco de incêndios florestais nulo no período de julho a dezembro de 2021;
- *C. prunifera* apresentou valores referentes a intensidade do fogo maiores do que as demais espécies destacando-se principalmente julho e setembro. Assim, na ocorrência de um incêndio na área de estudo, essa espécie apresentará maior contribuição para este e, portanto, deve ser monitorada nos dias de maior risco. Ademais, essa situação é agravada tendo em vista as características de inflamabilidade apresentada pela referida espécie.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, R; SANTOS, L; MATRICARDI, E; BATISTA, I. Zoneamento de risco de incêndios florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros-GO. **Enciclopédia Biosfera**, v. 1, n. 21, 2015.

ALEIXO, V.; MALAVASI, U. C.; CALEGÁRIO, N.; MALAVASI, M. D. M.; MACEDO JÚNIOR, E. K. Relações alométricas para *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 3, 2008.

ALMEIDA FILHO, I. A. DE. **Aplicação da densidade de kernel para atendimento do SAMU na cidade de Mossoró**. 2020. 18 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

ALVARES, A.; CEGATTA, I. R.; VIEIRA, L. A. A.; PAVANI, R. F.; MATTOS, E. M.; SENTELHAS, P. C.; STAPE, J. L.; SOARES, R. V. Perigo de incêndio florestal: aplicação da Fórmula de Monte Alegre e avaliação do histórico para Piracicaba, SP. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 104, 2014.

ALVES JUNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. D.; MARANGON, L. C.; CESPEDDES, G. H. G. Regeneração natural de uma área de caatinga no sertão Pernambucano, nordeste do Brasil. **Cerne**, v. 19, n. 2, 2013.

ANDRADE, L. A. D.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X. D. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, 2008.

ANDRADE, L. A. DE.; FABRICANTE, J. R.; DE OLIVEIRA, F. X. Impactos da invasão de *Prosopis juliflora* (sw.) DC. (Fabaceae) sobre o estrato arbustivo-arbóreo em áreas de Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 32, n. 3, 2010.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, 2005.

ARAÚJO, E. L.; MENDEIROS, M. K. M.; SILVA, V. E.; ZUCCHI, R. Moscas-das-Frutas (Diptera: Tephritidae) no Semi-Árido do Rio Grande do Norte: Plantas Hospedeiras e Índices de Infestação. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, 2005.

ARAUJO, S. R.; DE ARAÚJO, B. A.; NETO, J. D.; DE SOUSA, J. Y.; FERRAZ, R. L. D. S. Análise da estrutura e composição florística de um remanescente de caatinga degradada no Seridó paraibano. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 31, n. 2, 2016.

AZEVEDO, A. L. DE. **Levantamento fitossociológico e estimativa de biomassa aérea de uma área de caatinga com uso de equações alométricas e geotecnologias**. 2020. 83 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2020.

BARBOSA, M. D.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; DUARTE, G. M. T. Florística e fitossociologia de espécies arbóreas e arbustivas em uma área de Caatinga em Arcoverde, PE, Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, 2012.

BATISTA, A. C.; BEUTLING, A.; PEREIRA, J. F. Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de *Pinus elliotti*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, 2013.

BEUTLING, A.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; VITORINO, M. D. Quantificação de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **Floresta**, v. 35, n. 3, 2005.

BOHRE, P.; CHAUBEY, O. P.; PRADESH, M.; FOREST, S.; JABALPUR, M. P. Biomass production and carbon sequestration by *Azadirachta indica* in coal mined lands. **International Journal of Bio-Science and Bio-Technology**, v. 8, n. 2, 2016.

BORGES, T. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R.; LOUREIRO, E. B.; MAFIA, R. G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, 2012.

BORGES, T. S.; FIEDLER, N. C.; SANTOS, A. R.; LOUREIRO, E. B.; MAFIA, R. G. Desempenho de alguns índices de risco de incêndios em plantios de eucalipto no norte do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente**, v. 18, n. 2, p. 153-159, 2012.

BOSSLE, R. C. **QGIS e geoprocessamento na prática**. 2ª ed. São José dos Pinhais. Edição do autor, 2017.

BROWN, A. A.; DAVIS, K. P. **Forest fire: control and use**. 2 Ed. New York: McGraw Hill Book, p. 686, 1973.

BROWN, J. K. **Handbook for inventorying downed woody material**. Ogden: USDA Forest Service, 1974. (General technical report INT, 16). Disponível em: <<https://www.fs.usda.gov/research/treesearch/28647>>. Acesso em: 27/10/22.

BROWN, S. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. **FAO Forestry Paper**, 134, 1997.

BURROUGH, P. Principles of geographical information systems for landresources assessment. Oxford: **Clarendon Press**, 1986.

BYRAM, G. M.; **Combustion of forest fuels**. In: Davis, K.P. Forest Fire: Control and Use, McGraw-Hill, New York. p. 90-123, 1959.

CALDEIRA, M. V. W. **Determinação de biomassa e nutrientes em uma floresta ombrófila mista montana em General Carneiro, Paraná**. 2003. 8 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

CALIMAN, J. P.; REIS, G. G. D.; REIS, M. D. G. F.; LEITE, H. G.; TORRES, C. M. M. E.; VOLPATO, M. M. L. RESENDE, R. T.; MONTE, M. A. Variabilidade temporal e espacial da distribuição de diâmetro em uma mata atlântica secundária sugere práticas de manejo específicas do local. **Revista Árvore**, v. 44, n.1, 2020.

CAMARGOS, V. L. D., RIBEIRO, G. A., SILVA, A. F. D., MARTINS, S. V., & CARMO, F. M. D. S. Estudo do comportamento do fogo em um trecho de floresta estacional semidecídua no município de Viçosa, Minas Gerais. **Ciência Florestal**, v. 25, n.3, 2015.

CARDOSO, E. L.; DOS SANTOS, M. J. G.; CASTRO, P. V. S.; EDUARDO, M. J.; LEÃO, A. P.; DE AGUIAR, M. I. Levantamento florístico e fitossociológico em uma área de caatinga em Pacajus, CE. **Magistra** v. 31, 2021.

CARVALHO JÚNIOR, R. M. **Desenvolvimento e análise energética do processo de obtenção do biodiesel de microalga por metanólise *in situ***. 2010. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CARVALHO, A. C.; DOS SANTOS, R. C.; CASTRO, R. V. O.; DE SOUSA SANTOS, C. P.; DE LIMA COSTA, S. E.; DE CARVALHO, A. J. E.; PAREYN, F. G. C.; VIDAURRE, G. B.; JUNIOR DIAS, A. F.; DE ALMEIDA, M. N. F. Produção de energia da madeira de espécies da Caatinga aliada ao manejo florestal sustentável. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 126, 2019.

CARVALHO, F. P. A. DE; GOMES, J. M. A. Eco-eficiência na produção de cera de Carnaúba no município de Campo Maior, Piauí, 2004. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, 2008.

CASAVECCHIA, B. H.; DE SOUZA, A. P.; STANGERLIN, D. M.; ULIANA, E. M.; MELO, R. R. Índices de perigo de incêndios em uma área de transição Cerrado-Amazônia. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, 2019.

COCHRANE, M. A.; RYAN, K. C. **Fire and fire ecology: concepts and principles**. p. 25-62. In: COCHRANE, M. A. (ed.) *tropical fire ecology: climate change, land use, and ecosystem dynamics*. Springer-Praxis, Chichester, UK. p.645, 2009.

COELHO, S. T. Bioenergia. Brasília, DF, Ministério de Minas e Energia, 1982. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/biogas/wp-content/uploads/sites/3/2014/01/livro_bioenergia.pdf>. Acesso em: 30/10/22.

CÓRDULA, E.; MORIM, M. P.; ALVES, M. 2014. f. Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, 2014.

COTTA, M. K. **Quantificação de biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono**. 2005. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

CUNHA, A. B. Análise das propriedades físicas, mecânicas e energéticas da parte aérea e tronco de algaroba (*prosopis juliflora*). Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2012.

DA COSTA SARAIVA, A. L. B.; VALE, C. C.; ZANELLA, M. E. Temperaturas na zona urbana e na zona rural no município de Mossoró - RN. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, 2012.

DA SILVA SANTOS, P. C.; AQUINO, G. S. M.; ALVES, L. L. B.; DE ALMEIDA, G. N.; DE CASTRO, V. G.; BOTREL, R. T. Avaliação ambiental do Parque Municipal Mauricio de

Oliveira, Mossoró/RN. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 12, n. 3, 2017.

DAS NEVES, F. P.; FIEDLER, N. C.; DOS SANTOS, A. R.; DA SILVA, E. C. G.; DOS SANTOS, L. H. S. Capacitação de defesas civis municipais em combate a incêndios florestais em prol da sustentabilidade. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, 2022.

DE LUCENA, M. S.; DA SILVA, E. D. G.; ALVES, A. R.; DE HOLANDA, A. C.; BEZERRA, R. M. B.; DE MELO, R. R. Estimativas de biomassa aérea e volume lenhoso de Sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) em povoamento com 12 anos de idade. **Gaia Scientia**, v.14, n. 3, 2020.

DE SOUZA NETO, L. T.; DA SILVA, M. T.; DO VALE, W. K. S.; GRIGIO, A. M. O Uso do Mapa de Kernel como Subsídio para Identificação da Dispersão dos Focos de Queimadas no Município de Mossoró (RN). **Revista de Geografia**, v. 38, n. 2, 2021.

DE SOUZA, M. P.; COUTINHO, J. M. D. C. P.; DA SILVA, L. S.; AMORIM, F. S.; ALVES, A. R. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, 2017.

DEWAR, R. C.; CANNELL, M. G. R. Carbon sequestration in the trees, products and soils of forest plantations: an analysis using UK examples. **Tree Physiology**, v.11, n.1, 1992.

DIÓGENES, F. E. G.; GUIMARÃES, P. P.; BOTREL, R. T. Ocorrência de incêndios florestais em Caicó e Natal-RN. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.14, n. 1, 2018.

DO NASCIMENTO, J. F.; DE ALENCAR G. J. Arborização urbana do espaço público de Major Sales, RN. **Caderno de Estudos Geoambientais**, v. 6, n. 1, 2015.

ENCINAS, J. M.; CONCEIÇÃO, C. A.; SANTANA, O. A.; IMAÑA, C. R.; PAULA, J. E. Distribuição diamétrica de um fragmento de Floresta Atlântica no município de Santa Maria de Jetibá, ES. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 43, n. 3, 2013

FLORENTINO, A. T. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. Contribuição de quintais agroflorestais na conservação de plantas da Caatinga, Município de Caruaru, PE, Brasil. **Acta bot. bras.** v. 21, n. 1, 2007.

FONSÊCA, C. M. B. D. Estudo comparativo do potencial energético do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Martius) e da algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) na produção de carvão no Semiárido Paraibano. 2011. 40 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos - PB, 2011.

FREITAS, A. V. L.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; AZEVEDO, R. A. B. A percepção dos quintais rurais por crianças de São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Verde**, v.6, n.2, 2011.

FREITAS, A. V. L.; COELHO, M. F. B.; PEREIRA, Y. B.; FREITAS NETO, E. C.; AZEVEDO, R. A. B. Diversidade e usos de plantas medicinais nos quintais da comunidade de São João da Várzea em Mossoró, RN. **Rev. Bras. Pl. Med**, v. 17, n. 4, 2015.

FRIZZO, T. L.; BONIZARIO, C.; BORGES, M. P.; VASCONCELOS, H. Uma revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de formações savânicas do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, 2011.

GIONGO, M.V.; BATISTA, A.C.; SOARES, R.V.; KOEHLER, H.S.; PEREIRA, J.F. Modelagem de umidade do material combustível, baseada em variáveis meteorológicas. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 1, 2009.

GIONGO, V.; CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GAVA, C. A. T. Carbono no sistema solo-planta no Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 4, n. 6, 2011.

GOMIDE, G. L. A. **Estrutura e dinâmica de crescimento de florestas tropicais primária e secundária no estado do Amapá**. 1997. 181 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

GONÇALVES, F. G.; SANTOS, J. R. Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 2, 2008.

GUEDES, R. D. S.; SANTANA, G. M.; ZANELLA, F. C. V.; DA SILVA, J. A.; JÚNIOR, J. E. V. C. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiáridoparaibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, 2012.

GUIABAO, E. G. Contribution of mango (*Mangifera Indica*) to carbon sequestration in barangay macutay and romualdez, rizal, kalinga. **International Journal of Advanced Research in Engineerin g and Applied Sciences**, v. 5, n. 6, 2016.

GUSSON, E. **Avaliação de métodos para a quantificação de biomassa e carbono em florestas nativas e restauradas da Mata Atlântica**. 2014. 14 f. Tese (Doutorado em recursos florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

HEIKKILÄ, T. V.; GRÖNQVIST, R.; JURVÉLIUS, M. Wildland fire management: handbook for trainers. **Helsinki: Ministry for Foreign Affairs of Finland**, p. 248, 2007.

HEIKKILÄ, T.V.; GRONOVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Handbook on Forest Fire Control Helsinki: Forestry Training Programme**, p. 239, 1993.

HOLANDA, S. J. R.; ARAÚJO, F S.; GALLÃO, M. I.; MEDEIROS FILHO, S. Impacto da salinidade no desenvolvimento e crescimento de mudas de carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, Campina Grande, 2011.

HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3.ed. New York: J. Wiley, 1982. 402 p.

LACERDA, A. V.; SILVA, D. V.; GOMES, A. C.; DORNELAS, C. S. M.; BARBOSA, F. M. Riqueza florística de quintais agroflorestais no semiárido paraibano, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 13, n. 3, 2018.

LEAL, M. A. A. Documento 293: Xaxim agroecológico obtido por enraizamento vegetal. Embrapa Agrobiologia. Seropédica – RJ, 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/971089/1/DOC29313.pdf>. Acesso em: 09/10/22.

LETTI, C. A. L. Mapas de zoneamento de risco de incêndios florestais: uma alternativa para o planejamento e controle em Santa Catarina. Florianópolis: Curso de Formação de Soldados - Biblioteca CEBM/SC, 2012. 15 p.

LIMA, D.; LIMA, H. Autômatos celulares estocásticos bidimensionais aplicados à simulação de propagação de incêndios em florestas homogêneas. In: **Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA)**, p. 15-24, 2014.

LIMA, J. P. C.; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de crescimento e distribuição diamétrica de fragmentos de florestas nativa e plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 1, 2013.

LIMA, R. N.; PAIXÃO, R. L.; MARQUES, R. B.; MALVEIRA, J. Q.; FURTINI, J. A. O.; RIOS, M. A. D. S. Investigation of the potential of the carnauba stalk and of the carnauba's straw to use as biofuel. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 24, n. 2, 2019.

LIMA, V. Y. M. DE.; DE ARAÚJO, A. L. D.; AMARO, M. A. Ajuste de equações hipsométricas, volumétricas, de biomassa e carbono do fuste de árvores utilizadas na arborização urbana no Parque da Maternidade em Rio Branco-Acre **Scientia Naturalis**, v. 2, n. 2, 2020.

LOSI, C. J.; SICCAMI, T. G.; CONDIT, R.; MORELAES, J. E. Analysis of alternative methods for estimating carbon stock in young tropical plantations. **Forest Ecology and Management**, v.184, n.1/3, 2003.

MACHADO NETO, A. DE P.; BRANDÃO, C. F. L. E S.; DUARTE, B.; ALMIR, J.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P. Densidade e poder calorífico como base para prevenção de incêndios florestais sob linhas de transmissão. **Nativa**, v. 3, n. 1, 2015.

MAÇAL, J. J. R. **Da investigação das causas dos incêndios florestais à ação de prevenção operacional da Guarda Nacional Republicana**. 2021. 10 f. Dissertação (Mestrado em Segurança da Guarda Nacional Republicana) – Academia Militar, Lisboa, 2021.

MACHADO, R. R. B.; MEUNIER, I. M. J.; DA SILVA, J. A. A.; CASTRO, A. A. J. F. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 1, n. 1, 2006.

MAGALHÃES, T. G. D. **O uso da biomassa na gestão do risco de incêndio florestal no concelho de Fafe**. 2006. 197 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Riscos Naturais) – Faculdade de Letras de Universidade do Porto, Porto, 2006.

MAHMOOD, H.; SIDDIQUE, M. R.; COSTELLO, L.; BIRIGAZZI, L.; ABDULLAH, S. R.; HENRY, M.; SIDDIQUI, B. N.; AZIZ, T.; ALI, S.; MAMUN, A. A.; FORHAD, K.; AKHTER, M.; IQBAL, Z.; MONDOL, F. K. Allometric models for estimating biomass, carbon and nutrient stock in the Sal zone of Bangladesh. **I Forest-Biogeosciences and Forestry**, v. 12, n. 1, 2019.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; DA SILVA, J. A. A.; DE SOUZA, D. F.; SILVA, E. A.; LOUREIRO, G. H. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de caatinga. **Floresta**, v. 43, n. 1, 2013.

MARIANO, D. A; DOS SANTOS, C. A; WARDLOW, B. D; ANDERSON, M. C; SCHILTMAYER, A. V; TADESSE, T; SVOBODA, M. D. Use of remote sensing indicators to assess effects of drought and human induced land degradation on ecosystem health in Northeastern Brazil. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 213, 2018.

MARQUES, F. J.; CABRAL, A. G. A.; DE LIMA, C. R.; DE FRANÇA, P. R. C. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas margens do rio Sucuru em Coxixola, Paraíba: reflexos da antropização. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, 2020.

MARQUES, R. J.; SOBRINHO, W. F. R. DA C. Detecção das ocorrências de focos de queimadas e produção de mapas de calor em Timon, MA: Detection of burnt focuses and heat map production in Timon, MA. **Geonorte**, v. 11, n. 37, 2020.

MARTINS, S. D. R. **Incêndios florestais: comportamento, segurança e extinção**. 2010, 32 f. Dissertação (Mestrado interdisciplinar em dinâmicas sociais, riscos naturais e tecnológicos) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2010.

MBANZE, A. A.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; ROMERO, A. M.; MUDEKWE, J. Desempenho dos índices de Nesterov e fórmula de Monte Alegre no distrito de Lichinga, norte de Moçambique. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 2, 2017.

MEDEIROS, Ú. T. O. DE. **Projeção de produção de biomassa em um programa de restauração da caatinga**. 2022. 34 f. Monografia (Graduação em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

MELO CARVALHO, N.; QUARTUCCI, F.; DE MARIA, I. Estoque de carbono e diagnóstico físico e químico do solo de praças urbanas no município de Tatuí-SP. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, 2022.

MOREIRA, F.; CATRY, F. X.; SILVA, J. S.; REGO, F. C. **Ecologia do fogo e gestão de áreas ardidas**, Lisboa, Portugal, p. 17, 2010. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/3894/1/REPEcologia_do_Fogo.Web.Lowresolution.pdf>. Acesso em: 27/10/22.

MOTTA, D. S. **Identificação dos fatores que influenciam no comportamento do fogo em incêndios florestais**. 2008. p. 14. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, 2008.

MOTTA, D. S. **Identificação dos fatores que influenciam no comportamento do fogo em incêndios florestais**. 2008. p. 14. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2008.

MUTURI, G. M.; KARIUKI, J. G.; POORTER, L.; MOHREN, G. M. Allometric equations for estimating biomass in naturally established Prosopis stands in Kenya. **Journal of Horticulture and Forestry**, v. 4, n. 2, p. 69-77, 2011.

NETO, A. D. P. M.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; BIONDI, D.; DE MORAIS, R. L. Avaliação dos focos de calor e da fórmula de Monte Alegre no parque Nacional da Chapada dos Guimarães. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, 2017.

NETO, A. D. P. M.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; BIONDI, D.; PEDRO, A.; BORGES, R. Desempenho do índice de perigo de incêndios FMA no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães-MT. **Nativa**, v. 6, n. 2, 2018.

NUNES, J. R. S. **FMA⁺: Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná – Brasil**. 2005. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Análise da fórmula de monte alegre alterada (FMA⁺) para o estado do Paraná. **Floresta**, v. 39, n. 3, 2008.

NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. FMA+: Um novo índice de perigo de incêndios florestais para o Estado do Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, 2006.

OLIVEIRA, D. V. DE. **Distribuição de diâmetros e dinâmica em área submetida ao manejo e ao incêndio acidental no oeste do Pará**. 2021. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2021.

OLIVEIRA, T. M. DE. **Monitoramento dos focos de calor e do risco de incêndios florestais no município de Ituiutaba-MG**. 2019. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2019.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A. D.; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 4, 2006.

PEREIRA JÚNIOR, A. C. **Métodos de Geoprocessamento na Avaliação da Susceptibilidade do Cerrado ao Fogo**. 2002. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências da área de Concentração em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PEREIRA, R. N. B. Modernização urbana de Campo Maior-PI no período áureo da cera de carnaúba (1930-1947). 2015. 27 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2015.

QUIRINO, W. F., VALE, A. D., ANDRADE, A. D., ABREU, V. L. S., & AZEVEDO, A. D. S. Poder calorífico da madeira e de materiais ligno-celulósicos. **Revista da madeira**, v. 89, n. 100, 2005.

RAHMAN, M. Z.; ABU BAKAR, M. A.; RAZAK, K. A.; RASIB, A. W.; KANNIAH, K. D.; WAN KADIR, W. H.; OMAR, H.; FAIDI, A.; ABD KASSIM, R.; ABD LATIF, Z. Non-destructive, laser-based individual tree aboveground biomass estimation in a tropical rainforest. **Forests**, v. 8, n. 3, p. 86, 2017.

RIBEIRO, G. A. **Estudo do comportamento do fogo e de alguns efeitos da queima controlada em povoamentos de *Eucalyptus viminalis* Labill em Três Barras, Santa**

Catarina. Curitiba, 1997. 145 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1997.

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L.; STOLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a fazenda experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Revista Floresta**, v. 38, n. 3, 2008.

RIBEIRO, S. C. et al. Above-and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 3, p.491-499, 2011.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L.; NARDELLI, A. M. B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 33, n. 5, 2009.

ROBORTELLA, H. S. **Equações de biomassa e estoques de carbono de seis espécies em plantios mistos no noroeste do Mato Grosso**. 2010. 31 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2010.

ROTHERMEL, R. C. A mathematical model for predicting fire spread in wildland surface fuels and biomass in the Interior West, Ogden, Intermountain Forest and fuels. Ogden, UT: USDA Forest Service, 1972. (Research paper INT-115).

SAMPAIO, E. V.; SILVA, G. C. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, 2005.

SANQUETTA, C. R.; CORTE, A. P. D.; MOGNON, F.; MAAS, G. C. B.; RODRIGUES, A. L. Estimativa de carbono individual para *Araucaria angustifolia*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 1, 2014.

SANTANA, J. A. D. S.; DE ARAÚJO, I. M. M.; DE SENA, C. M.; PIMENTA, A. S.; DA FONSECA, F. D. C. E. Determinação dos períodos críticos de ocorrência de incêndios florestais na estação ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte-RN. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, 2011.

SANTOS, R. C.; CASTRO, R. V. O.; CARNEIRO, A. D. C. O.; CASTRO, A. F. N. M.; PIMENTA, A. S.; PINTO, E. M.; MARINHO, I. V. Estoques de volume, biomassa e carbono na madeira de espécies da Caatinga em Caicó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 85, 2016.

SANTOS, W. DE S.; SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S. Estimativa de risco de incêndios florestais em unidades de conservação no bioma caatinga no estado da paraíba, brasil. **Nativa**, v. 5, n. 6, 2017.

SANTOS, W. S.; PEREIRA DE SOUSA, M.; FORMIGA, Q. N. G., SILVA DE MEDEIROS, F.; ROCHA ALVES, A.; HOLANDA, A. C. DE. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso em fragmento de caatinga no município de Upanema - RN. **Nativa**, v. 5, n. 2, 2017.

SCHACHT, W. H.; MESQUITA, R. C. M.; MALECHEK, J. C.; KIRMSE, R. D. Response of caatinga vegetation to decreasing levels of canopy cover. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 11, 1989.

SCHIKOWSKI, A. B.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Modelagem do crescimento e de biomassa individual de Pinus. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 75, 2013.

SILVA JÚNIOR, J. A.; PACHECO, A. P. Avaliação de incêndio em ambiente de Caatinga a partir de imagens Landsat-8, índice de vegetação realçado e análise por componentes principais. **Ciênc. Florest.** v. 31, n. 1, 2021.

SILVA, E. E. M.; SILVA, S. M. M.; FREITAS, D. C.; DUARTE, E. F.; LUNARDI, V. D. Perfil e percepção dos visitantes de um parque municipal em Mossoró, RN, Brasil. In: **II Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido - CONIDIS**, Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <<http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/33739>>. Acesso em: 10/08/2021.

SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas de plantas de caatinga. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, 2008.

SILVEIRA, P. Estimativa da biomassa e carbono acima do solo em um fragmento de floresta ombrófila densa utilizando o método da derivação do volume comercial. **Floresta**, v. 40, n. 4, 2010.

SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, v. 38, n. 1, p. 185-206, 2008.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, 2002.

SOARES, R. V. Desempenho da “Fórmula de Monte Alegre”: índice brasileiro de perigo de incêndios florestais. **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, 1998.

SOARES, R. V. **Determinação de um índice de perigo de incêndio para a região centro paranaense, Brasil**. 1972. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas da OEA, Turrialba, Costa Rica, 1972.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2007.

SORIANO, B. M. A.; DANIEL, O.; SANTOS, S. A. Eficiência de índices de risco de incêndios para o pantanal Sul-Mato-Grossense. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, 2015.

SOUSA, K. H. S.; CENTRO, S. C. C. B.; PEREIRA, M. A. Zoneamento de Riscos de Incêndios Florestais no Parque Estadual Serra do Rola Moça – MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, 2021.

SOUZA, N. P.; SILVA, E. M. G. C.; TEIXEIRA, M. D.; LEITE, L. R.; Aplicação do Estimador de Densidade kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto -SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SOUZA, P. F. D.; SILVA, J. A. D.; LUCENA, D. D. S., SANTOS, W. D. S.; HENRIQUES, Í. G. N.; LUCENA, M. D. F. D. A.; SOUZA, A. D. D. Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de Caatinga, São José de Espinharas-PB. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, 2016.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal of the American Statistical Association**, v.21, n.153, p.65-66, 1926.

TAVARES, S. R. L.; SANTOS, T. E. Uso de diferentes fontes de biomassa vegetal para produção de biocombustíveis sólidos. **Holos**, v. 5, n. 29, 2013.

TOLEDO, D. D. P.; JACOVILLE, L. A. G.; TORRES, C. M. M. E.; SOARES, C. P. B. Equação de biomassa e estoque de carbono do pinhão manso, no município de Viçosa, MG. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, 2012.

TORRES, F. T. P.; SILVA JÚNIOR, M. R. D.; LIMA, G. S. Influência dos Elementos Meteorológicos Sobre o Comportamento do Fogo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 1, 2018.

TORRES, F. T. P.; ROQUE, M. P. B.; LIMA, G. S.; MARTINS, S. V.; FARIA, A. L. L. D. Mapeamento do risco de incêndios florestais utilizando técnicas de geoprocessamento. **Floresta e Ambiente**, v. 24, 2017.

TUMWEBAZE, S. B.; BEVILACQUA, E.; BRIGGS, R.; VOLK, T. Allometric biomass equations for tree species used in agroforestry systems in Uganda. **Agroforestry systems**, v. 87, n. 4, 2013.

VAN WAGNER, C. E. **Height of crown scorch in forest fires**. Canadian Journal of Forest Research, Ed. 3, p.373-378, 1973.

VASCONCELOS, A. D. M.; SOUTO, P. C.; LEITE, A. P.; GUEDES, A. F.; NUNES, V. H.; JUSTINO, S. T. P.; DE OLIVEIRA, R. J. Espécies da caatinga para uso em cortinas de segurança contra incêndios florestais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, 2020.

VASHUM, K.; JAYAKUMAR, S. Methods to Estimate Above-Ground Biomass and Carbon Stock in Natural Forests - A Review. **Journal of Ecosystem & Ecography**, 2012.

VETTORAZZI, C. A.; FERRAZ, S. F. B. Uso de sistemas de informações geográficas aplicados à prevenção e combate a incêndios em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, 1998.

WRIGHT, H. A.; BAILEY, A. W. **Fire ecology. united states and southern Canada**. John Wiley & Sons, New York. p. 501, 1982.

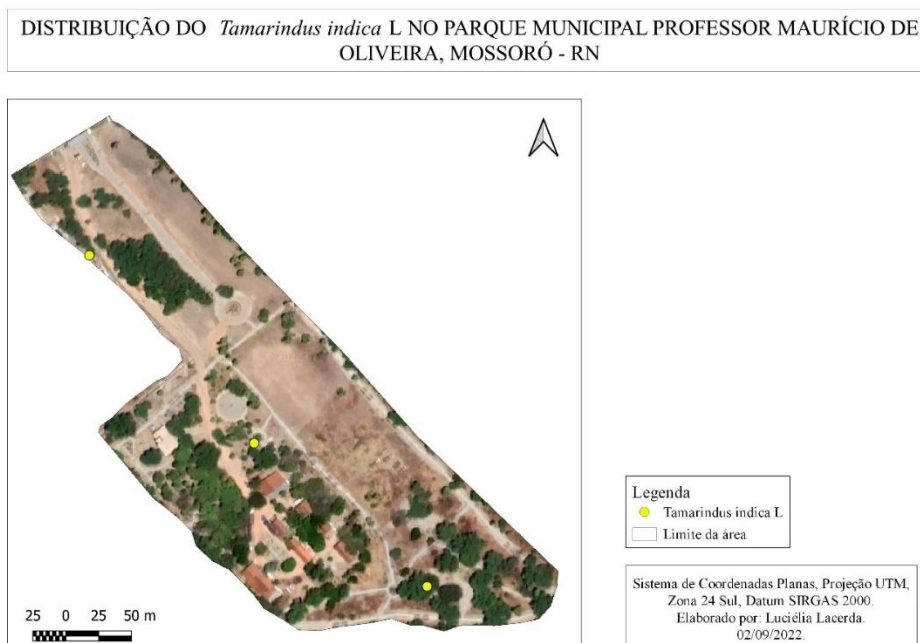
XIMENES, E.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Percepção ambiental dos cidadãos sobre a arborização de ruas com Copernicia prunifera em Natal e Parnamirim, RN. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 15, n. 3, 2020.

8 APÊNDICES

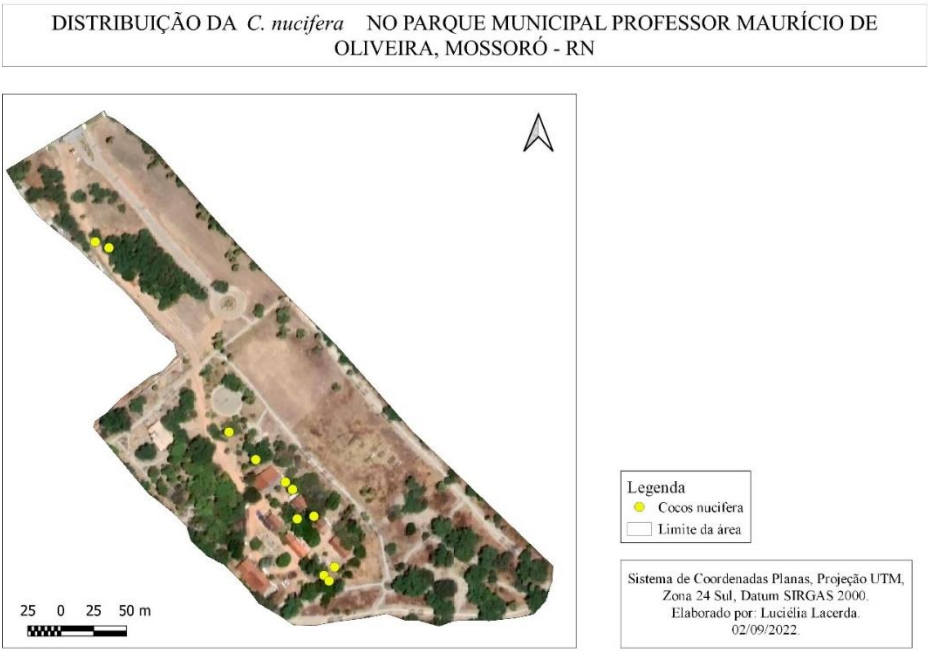
Distribuição da *Azadirachta indica*.



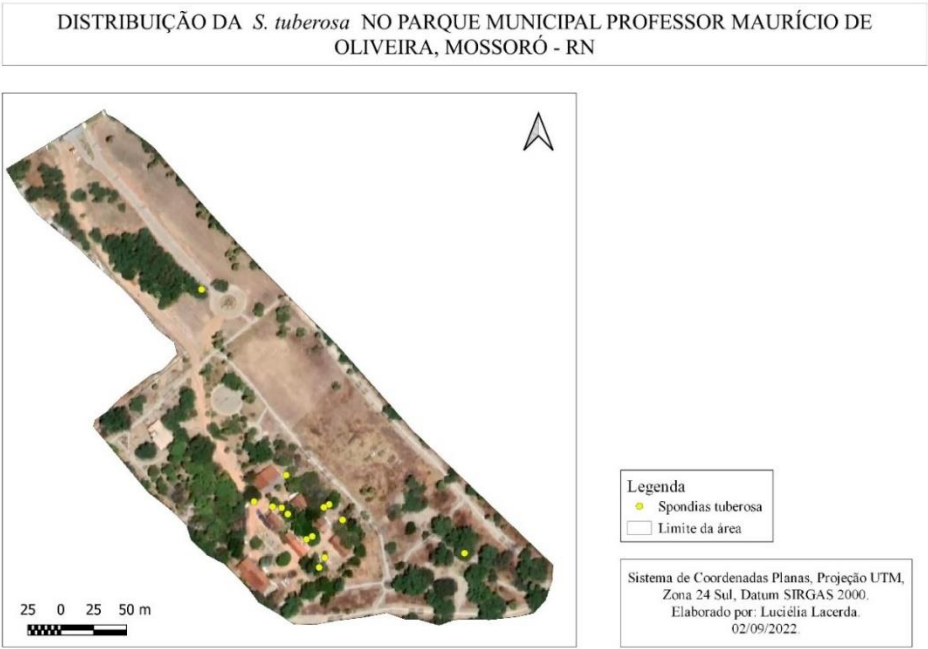
Distribuição da *T.indica* L.



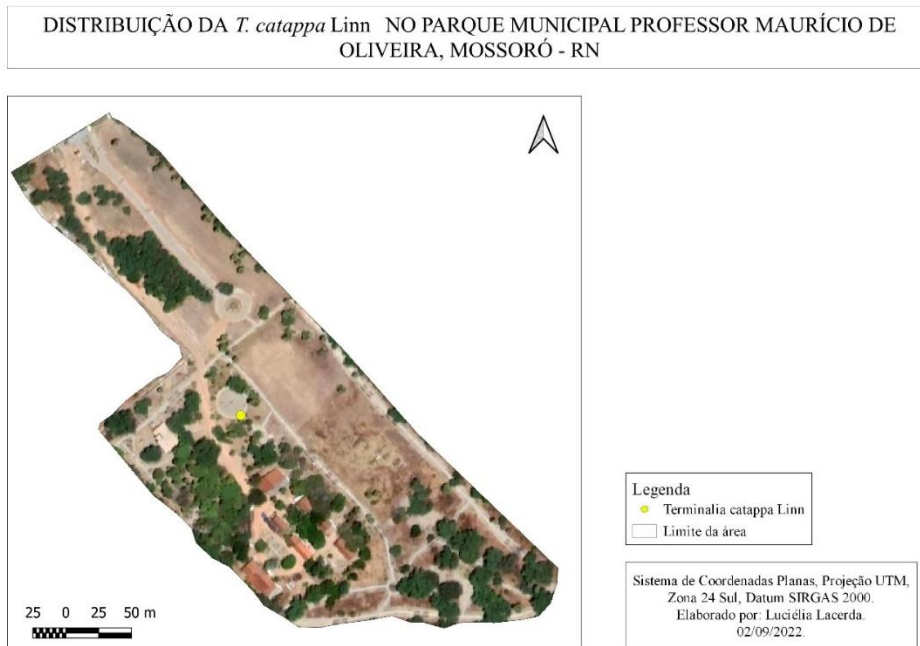
Distribuição da *Cocos nucifera*.



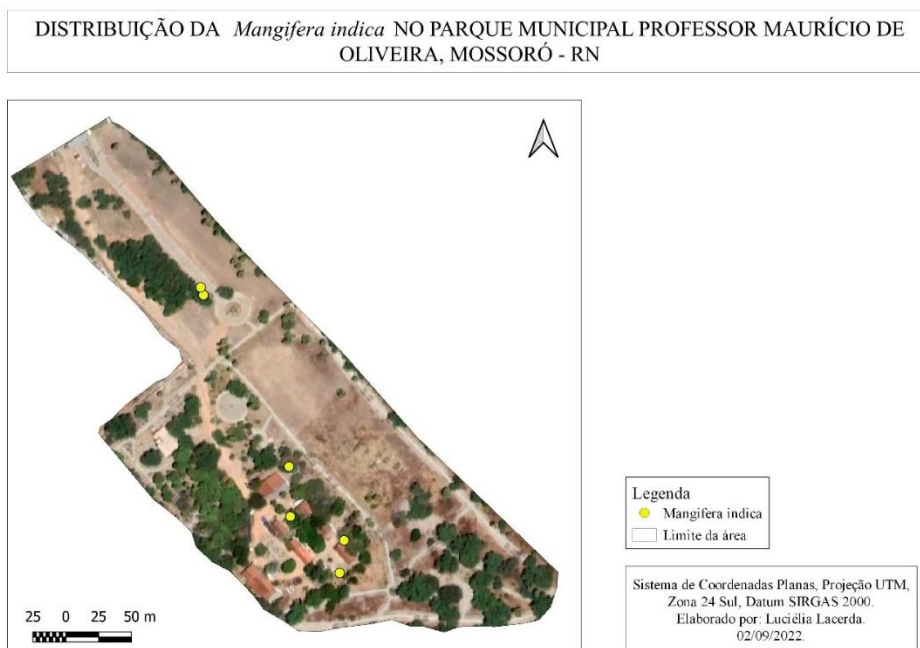
Distribuição da *Spondias tuberosa* L.



Distribuição da *Terminalia catappa* Linn.



Distribuição da *Mangifera indica*



Distribuição da *Leucaena leucocephala* (Lam.)

DISTRIBUIÇÃO DA *L. leucocephala* NO PARQUE MUNICIPAL PROFESSOR MAURÍCIO DE OLIVEIRA, MOSSORÓ - RN

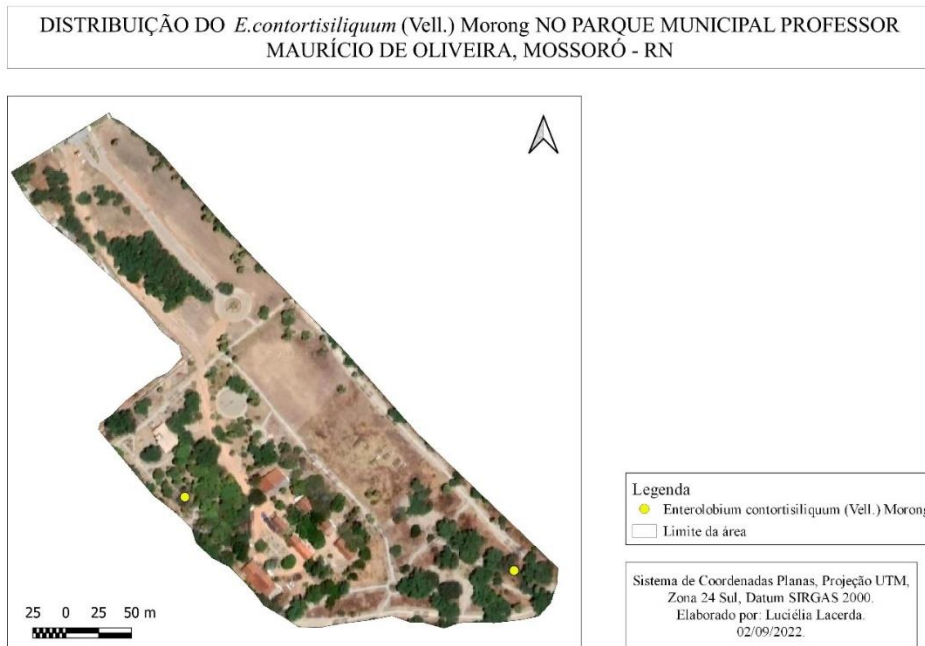


Distribuição da *Anadenanthera macrocarpa*.

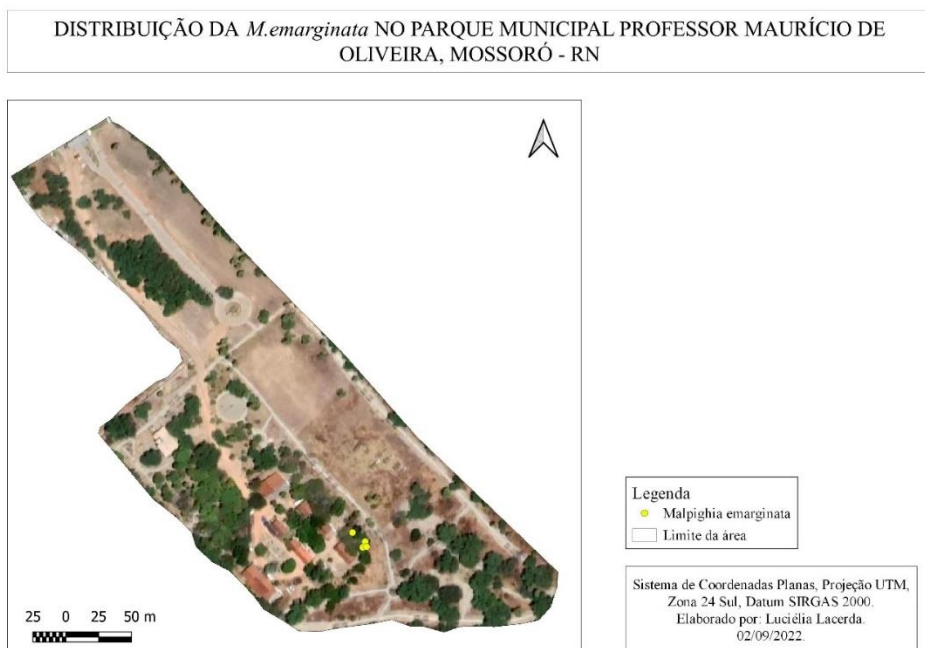
DISTRIBUIÇÃO DA *A. macrocarpa* NO PARQUE MUNICIPAL PROFESSOR MAURÍCIO DE OLIVEIRA, MOSSORÓ - RN



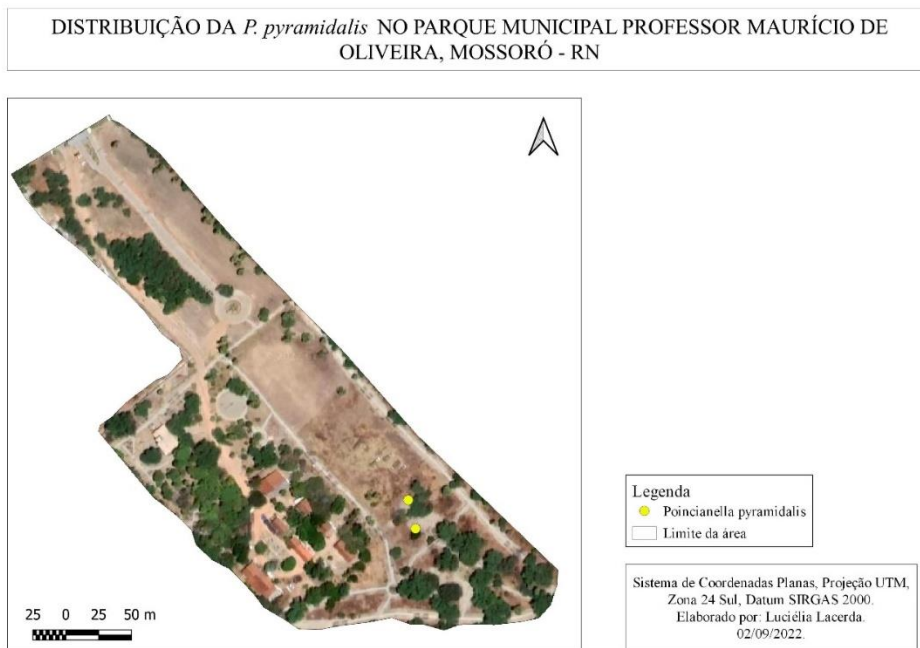
Distribuição da *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.



Distribuição da *Malpighia emarginata*.



Distribuição da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P.



Distribuição da *Annona squamosa* L.



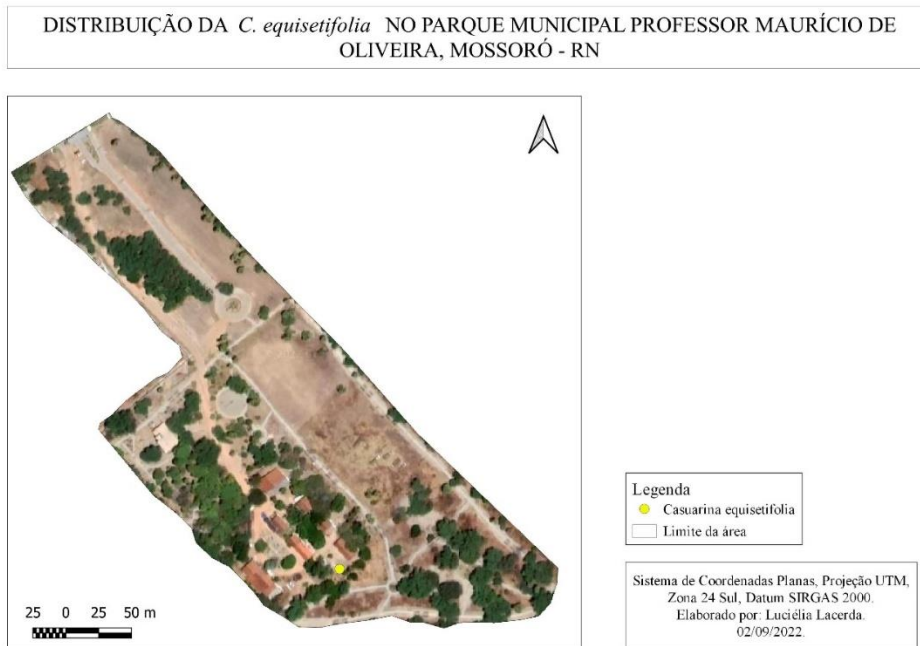
Distribuição da *Bauhinia forficata*



Distribuição da *Anacardium occidentale* L.



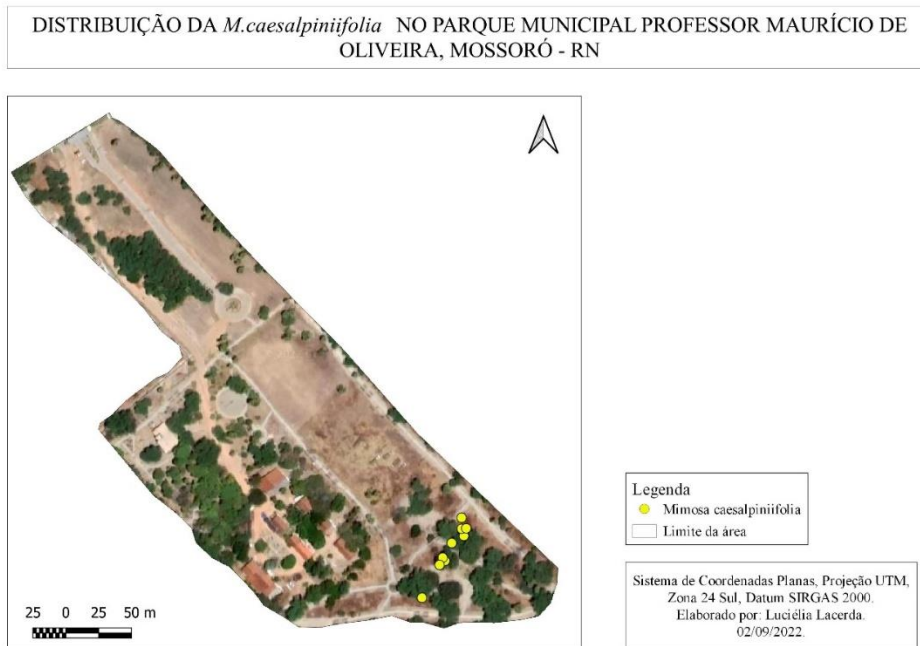
Distribuição da *Casuarina equisetifolia* L.



Distribuição da *Mimosa tenuiflora* (Mart.) Benth.



Distribuição da *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth



Distribuição da *Averrhoa carambola* L.



Distribuição da *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz

DISTRIBUIÇÃO DA *L. ferrea* NO PARQUE MUNICIPAL PROFESSOR MAURÍCIO DE OLIVEIRA, MOSSORÓ - RN



Distribuição da *Moringa oleífera*

DISTRIBUIÇÃO DA *Moringa oleífera* NO PARQUE MUNICIPAL PROFESSOR MAURÍCIO DE OLIVEIRA, MOSSORÓ - RN



Distribuição do *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.)

