



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL, CONHECIMENTO
TRADICIONAL E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS E
ENDOCARPOS DE UMBUZEIRO (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara.)
DE SERGIPE**

NATALI APARECIDA SANTANA

2022



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**

NATALI APARECIDA SANTANA

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL, CONHECIMENTO TRADICIONAL E
CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS E ENDOCARPOS DE UMBUZEIRO (*Spondias
tuberosa* Arr. Câm.) DE SERGIPE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

Orientadora
Profa. Dra. Renata Silva Mann

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL
2022

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S232d Santana, Natali Aparecida.
Distribuição potencial, conhecimento tradicional e
caracterização de frutos e endocarpos de umbuzeiro (*Spondias
tuberosa* Arr. Câm.) de Sergipe / Natali Aparecida Santana;
orientadora Renata Silva Mann. – São Cristóvão, SE, 2022.
88 f.;il.

Dissertação (mestrado em Agricultura e Biodiversidade) –
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Agrobiodiversidade. 2. Umbuzeiro. 3. Conhecimento tradicional
associado. 4. Prospecção. 5. Biometria. I. Mann, Renata Silva,
orient. II. Título.

CDU 634.442

NATALI APARECIDA SANTANA

**DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL, CONHECIMENTO TRADICIONAL E
CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS E ENDOCARPOS DE UMBUZEIRO (*Spondias
tuberosa* Arr. Câm.) DE SERGIPE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestre em Ciências”.

APROVADA em 27 de julho de 2022.

Dra. Valdinete Vieira Nunes
SEBRAE

Dr. Bruno Antônio Lemos de Freitas
UFPA

Profa. Dra. Renata Silva Mann
UFS
(Orientadora)

SÃO CRISTÓVÃO
SERGIPE – BRASIL

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Margarida e João, por todo amor e incentivo.

Ao Bruno Fernandes, pelo apoio e estímulo durante a pesquisa.

À minha orientadora Dra. Renata Silva Mann pela paciência, orientação e conhecimentos compartilhados.

À minha coorientadora Dra. Juliana Souza Lopes por toda contribuição para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que compõem o Grupo de Pesquisa GENAPLANT, pela colaboração e amizade. Vocês são especiais.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade pela oportunidade do desenvolvimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. <i>Spondias tuberosa</i> Arruda Câmara	2
2.2. Conhecimento tradicional associado	5
2.3. Modelagem de distribuição potencial	6
2.4. Caracterização morfométrica	7
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
4. ARTIGO 1: IMPLICAÇÕES DO CONHECIMENTO DE <i>Spondias tuberosa</i> : HOTSPOTS, CONHECIMENTO TRADICIONAL E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
4.1. Introdução	17
4.2. Material e métodos.....	17
4.2.1. Modelagem de distribuição	17
4.2.2. Registro do conhecimento tradicional.....	18
4.2.3. Conhecimento tecnológico	18
4.3. Resultados e discussão.....	19
4.3.1. Modelagem de distribuição	19
4.3.2. Registro do conhecimento tradicional.....	23
4.3.3. Conhecimento tecnológico.....	29
4.4. Conclusões	30
4.5. Referências Bibliográficas	30
5. ARTIGO 2: CARACTERIZAÇÃO DE MATRIZES, BIOMETRIA E COLORIMETRIA DE FRUTOS E ENDOCARPOS DE <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm. DE SERGIPE.....	36
RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
5.1. Introdução	38
5.2. Material e Métodos	38
5.2.1. Informações das matrizes de umbuzeiro	38
5.2.2. Obtenção dos frutos e endocarpos.....	39
5.2.3. Análise biométrica e de distribuição de cor	39
5.2.4. Análises estatísticas.....	41

5.2.5. Levantamento bibliométrico	41
5.3. Resultados e discussão	41
5.3.1. Dendrometria dos umbuzeiros	41
5.3.2. Análise biométrica dos frutos.....	44
5.3.3. Distribuição de cores nos frutos	47
5.3.4. Biometria e colorimetria dos endocarpos.....	49
5.3.5. Levantamento bibliométrico	52
5.4. Conclusões	52
5.5. Referências Bibliográficas	53
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
ANEXOS	59

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.): árvore em Sergipe (A); floração (B); frutificação (C); unidades de dispersão (endocarpo) (D)	3
2	Distribuição atual do umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) no Brasil de acordo com pontos de ocorrência da plataforma <i>SpeciesLink</i> . UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	4

ARTIGO 1

Figura		Página
1	Modelagem de distribuição potencial de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) no Brasil. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	20
2	Mapa de distribuição potencial de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) em Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	22
3	Distribuição geográfica dos participantes da pesquisa sobre o conhecimento associado ao umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) no Brasil. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	24
4	Nuvem de palavras formada com palavras-chave contidas nas respostas dos participantes da pesquisa sobre o porquê do umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) necessitar de ações que promovam a sua preservação. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	28

ARTIGO 2

Figura		Página
1	Distribuição espacial de matrizes de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) em população natural localizada no Povoado Lagoa dos Trigos, Nossa Senhora da Glória, Sergipe.	39
2	Processamento de imagens de frutos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) no programa GroundEye: imagem dos frutos (A); cor de fundo calibrada (B); imagem processada (C). UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	40
3	Endocarpo de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) e modelo de obtenção das medidas de comprimento e largura. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	40
4	Média de altura, diâmetro maior e menor de copa e diâmetro à altura do peito (DAP) da população natural umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) representada em uma matriz, localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	42
5	Matriz de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) de população natural localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	44
6	Circularidade de frutos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.): umbu com formato muito circular (0,98) (A); umbu com formato pouco circular (0,64) (B). UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	46
7	Média de distribuição de cores dos frutos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) de uma população natural localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe, 2022.	48

8	Distribuição de cores em frutos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.): 57,22% oliva (A); 99,48% amarelo (B); 100,00% laranja (C). UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.	49
9	Varição morfométrica de endocarpos da matriz 02 de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.	51
10	Composição média de cores de endocarpos de 17 matrizes de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) localizadas em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Produção de frutos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm) em toneladas no Brasil de 2011 a 2020.	5

ARTIGO 1

Tabela		Página
1	Variáveis ambientais com contribuição e importância para permuta $\geq 1\%$ na modelagem de distribuição potencial de <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm. no Brasil. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	21
2	Número de participantes da pesquisa sobre conhecimento associado ao umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) por município de residência no estado de Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	25
3	Registro de pedidos de depósito de patentes encontradas em 2022 no Google Patentes, Latipat, PatentScope, INPI e Lens utilizando o termo de busca “ <i>Spondias tuberosa</i> ” e “umbu”. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	29
4	Número de patentes encontradas no Google Patentes, Latipat, PatentScope, INPI e Lens sobre <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm. Por seções e classes. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	30

ARTIGO 2

Tabela		Página
1	Localização geográfica e informações dendrométricas (diâmetro do fuste (Deq), altura (H), diâmetro maior da copa (DMA) e diâmetro menor da copa (DME) de 14 indivíduos de uma população natural de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	43
2	Número de frutos (Nº frutos) e médias de comprimento (DMA), largura (DME), área e circularidade de frutos de 14 matrizes de <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm. Localizadas em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	45
3	Valores de média, máximos e mínimos para a área, comprimento, largura e circularidade de frutos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) de população natural localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	46
4	Intervalos de medidas de comprimento e largura de frutos de <i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm. Da Bahia (BA), Paraíba (PB), Piauí (PI) e Rio Grande do Norte (RN). UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.	47
5	Valores mínimos (Min), máximos (Máx), média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) referentes à distribuição de cores de frutos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) em população localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe, 2022.	48
6	Médias de comprimento, largura e área dos endocarpos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) de 14 matrizes localizadas em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.	50
7	Medidas de comprimento e largura de endocarpos de umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câm.) provenientes da Bahia (BA), Minas Gerais (MG) e Rio Grande do Norte (RN).	50

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AUC	Área sob a curva
BA	Bahia
BGU	Banco Ativo de Germoplasma de Umbu
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CAP	Circunferência à altura do peito
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro quadrado
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CV	Coefficiente de variação
Deq	Diâmetro equivalente
DMA	Diâmetro máximo
DME	Diâmetro mínimo
DP	Desvio padrão
GE	GroundEye
H	Altura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
INCT	Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia
IPC	Classificação Internacional de Patentes
m	Metro
MG	Minas Gerais
PB	Paraíba
PET	Politereftalato de etileno
PI	Piauí
PVC	Policloreto de vinila
RN	Rio Grande do Norte
SNPC	Serviço Nacional de Proteção de Cultivares
SisGen	Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

RESUMO

SANTANA, Natali Aparecida. **Distribuição potencial, conhecimento tradicional e caracterização de frutos e endocarpos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) de Sergipe**. São Cristóvão: UFS, 2022. 88p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) *

O umbuzeiro é uma espécie frutífera nativa de grande importância socioeconômica para o Semiárido nordestino, tendo como destaque os seus frutos que são consumidos *in natura* e processados em forma de polpas e doces. Outras partes da planta, como as raízes e folhas, são frequentemente utilizadas na medicina tradicional. No entanto, a sua exploração, feita quase unicamente de forma extrativista, ocorre muitas vezes sem o manejo adequado, o que pode impedir a regeneração natural, manutenção da espécie ao longo do tempo e a própria produção de frutos para comercialização local. Em Sergipe, onde a espécie ocorre naturalmente, pouco se sabe sobre suas populações tanto quanto às características fenotípicas como genéticas, ainda que o umbuzeiro seja um elemento essencial na identidade do sertanejo sergipano. Dessa forma, objetivou-se determinar, por meio de modelagem de distribuição potencial, as áreas com maior probabilidade de ocorrência da espécie no Brasil e em Sergipe, registrar o conhecimento associado à espécie, analisar o conhecimento tecnológico e científico e caracterizar árvores, frutos e endocarpos de *Spondias tuberosa* provenientes de Sergipe. As áreas com maior probabilidade de ocorrência da espécie localizam-se no Nordeste do Brasil, dentro do domínio do bioma Caatinga e, em Sergipe, essas áreas estão inseridas nas microrregiões Agreste Central, Médio e Alto Sertão. O registro do conhecimento associado à espécie demonstra o potencial de uso e a importância social que a espécie desempenha nos locais de ocorrência natural, sinalizando a relevância do conhecimento tradicional para a exploração econômica dos recursos genéticos da espécie. As informações reunidas neste trabalho fornecem subsídios para a definição de estratégias que busquem o manejo sustentável e conservação da espécie. Como o endocarpo é frequentemente utilizado para a produção de mudas da espécie, realizou-se também um levantamento bibliométrico sobre o conhecimento científico acerca das unidades de dispersão de *S. tuberosa*. As árvores matrizes estão distribuídas entre si com distância mínima de 30 m e apresentam-se com altura média de 5,31 m, diâmetros de copa de 9,83 e 9,02 m e do tronco de 30,83 cm. Os frutos possuem em média 2,98 cm de comprimento e 2,57 cm de largura e suas cascas apresentam-se predominantemente amarelas. Os endocarpos têm em média 1,83 cm de comprimento por 1,17 cm de largura e a cor laranja como predominante. O levantamento bibliométrico aponta para uma utilização inadequada do termo “semente” nos trabalhos científicos avaliados.

Palavras-chave: Maxent, prospecção, biometria, GroundEye.

* Comitê Orientador: Dra. Renata Silva Mann – UFS (Orientadora), Dra. Juliana Lopes Souza – UFS (Coorientadora).

ABSTRACT

SANTANA, Natali Aparecida. **Potential distribution, traditional knowledge, and fruit and endocarp characterization of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) from Sergipe.** São Cristóvão: UFS, 2022. 88p. (Thesis – Master’s degree in Agriculture and Biodiversity) *

Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) is a native fruit-bearing species of great socioeconomic importance for the semi-arid Northeast region of Brazil. It is known for its fruit, which is consumed in natura and processed in the form of jam and confections. Other parts of the plant, such as roots and leaves, are frequently used in traditional medicine. However, it is nearly always made use of in an extractive manner, without adequate management. This may impede natural regeneration, species maintenance over time, and even fruit production for local commercial trading. In Sergipe, where the species occurs naturally, little is known regarding the population, either its phenotypic traits or genetic traits, even though umbu is an essential element in the identity of the dwellers of the *sertão* region of Sergipe. Thus, the aim of this study was to determine the areas with greatest probability of occurrence of the species in Brazil and in Sergipe through potential distribution modeling, record knowledge regarding the species, analyze technological and scientific knowledge, and characterize the trees, fruit, and endocarps of *Spondias tuberosa* coming from Sergipe. The areas of greatest probability of occurrence of the species are in the Northeast region of Brazil, within the Caatinga biome domain. In Sergipe, these areas are in the microregions of the *Agreste Central*, *Médio Sertão*, and *Alto Sertão*. Knowledge associated with the species shows the potential for use and the social importance that the species holds in the locations of natural occurrence, indicating the relevance of traditional knowledge for economic use of the genetic resources of the species. The information gathered in this study assists definition of strategies that aim at sustainable management and conservation of the species. As the fruit stone (endocarp + seed) is frequently used to produce seedlings, a bibliometric survey was also conducted of scientific knowledge regarding the dispersal units of *S. tuberosa*. The donor trees are separated from each other at a minimum distance of 30 m and have a mean height of 5.31 m, canopy diameters of 9.83 m (larger measure) and 9.02 m (smaller measure), and trunk diameter of 30.83 cm. The fruit has an average length of 2.98 cm and average width of 2.57 cm, and its peel is predominantly yellow. The fruit stone has an average length of 1.83 cm and average width of 1.17 cm, and is predominantly orange in color. The bibliometric survey indicates inadequate use of the term “seed” in the scientific studies evaluated.

Keywords: Maxent, prospection, biometry, GroundEye.

* Advisory Committee: Dr. Renata Silva Mann – UFS (Advisor), Dr. Juliana Lopes Souza – UFS (Coadvisor).

1. INTRODUÇÃO GERAL

O padrão de exploração da biodiversidade nativa da Região Nordeste do Brasil foi por muito tempo baseado no extrativismo, com atividades de coleta de frutos e endocarpos, sem a preocupação com a perpetuação do recurso, com as condições de crescimento, com o estabelecimento de plantios e manejos adequados, além de elevada pressão de seleção sobre plantas mais produtivas. Para algumas espécies frutíferas nativas, esse padrão de exploração continua presente nas comunidades locais, o que pode colocar em risco a conservação da espécie (KILL *et al.*, 2020).

As espécies frutíferas são as que mais sofrem com o extrativismo, e algumas delas correm risco de extinção. Como exemplo, tem-se *Spondias tuberosa* Arruda Câmara, comumente chamada de umbuzeiro. É uma espécie arbórea, símbolo de resistência e fonte de renda para os nordestinos, descrita em 1984 pelo escritor brasileiro Euclides da Cunha em sua obra “Os Sertões” como “*árvore sagrada do sertão [...] o mais frizante exemplo de adaptação da flora sertaneja*” por possuir um caráter xerófilo, comum das plantas típicas de regiões secas e dominante na vegetação da Caatinga (DRUMOND *et al.*, 2016).

O umbuzeiro é endêmico da Caatinga e suas populações naturais estão distribuídas por todo o Nordeste, inclusive em Sergipe, onde os frutos são comercializados em feiras-livres e utilizados na gastronomia local.

No entanto, assim como outros estados do Nordeste, a paisagem de Sergipe vem sofrendo constante processo de fragmentação florestal (FERNANDES *et al.*, 2017), colocando em risco a conservação de espécies antes mesmo de se obter conhecimento sobre as populações quanto aos seus recursos genéticos e importância socioeconômica na região onde ocorre.

Acredita-se que as populações naturais no estado, devido às mudanças na paisagem da Caatinga, sejam pequenas e fragmentadas e apresentem variações fenotípicas que podem se dar em função das variações genéticas em nível de DNA, condição para a manutenção da espécie ao longo do tempo. Além disso, essas variações podem refletir na produtividade de frutos das árvores e em frutos e unidades de dispersão com variabilidade em tamanho, forma e cor. Somado a isso, a falta de informações básicas e o extrativismo sem manejo adequado faz do umbuzeiro uma espécie florestal prioritária para conservação (CAMPOS; ALBUQUERQUE, 2021).

Com esse trabalho objetiva-se fornecer informações sobre a distribuição potencial da espécie no Brasil e em Sergipe, registrar o conhecimento tradicional associado, conhecer sobre o desenvolvimento de produtos tecnológicos utilizando partes do umbuzeiro e caracterizar matrizes, frutos e endocarpos da espécie em população natural de Sergipe, constituindo assim um agrupamento de informações que podem auxiliar na valorização dos recursos genéticos do umbuzeiro e promover a conservação da espécie no estado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Spondias tuberosa* Arruda Câmara

O gênero *Spondias* pertence à família Anacardiaceae, compreende cerca de 20 espécies de grande importância econômica, ecológica e social (SANTOS; ALMEIDA, 2019). Algumas espécies ocorrem no Brasil, como *Spondias mombin*, *S. purpurea*, *S. venulosa*, *S. bahiensis*, *S. dulcis* e *S. tuberosa* (MITCHELL; DALY, 2015). No entanto, a espécie típica da paisagem do Semiárido nordestino é *Spondias tuberosa* (CARVALHO, 2006), comumente conhecida como umbuzeiro.

O umbuzeiro é uma árvore com altura que varia de 4 m a 6 m e copa umbeliforme, podendo atingir um diâmetro em torno de 10 m a 15 m (CARVALHO, 1986) formada por um número grande de galhos, curtos e entrelaçados (Figura 1A). A casca é acinzentada, os ramos novos são lisos e os mais velhos apresentam fissuras que às vezes se desprendem em placas. As folhas têm, em média, de 8 a 13 cm de comprimento, são alternas, compostas com 3 a 7 folíolos, com bordas inteiras, com aproximadamente 4 cm de comprimento e 2 cm de largura (KILL *et al.*, 2020).

Suas flores (Figura 1B) hermafroditas e unissexuais masculinas, ocorrem na proporção de 1:1 (PIRES; OLIVEIRA, 1986), surgem associadas ao início das chuvas da região Semiárida e logo ao final do período de estiagem (NADIA; MACHADO; LOPES, 2007) e são polinizadas por insetos principalmente pelos pertencentes à ordem Hymenoptera (QUIRINO; MACHADO, 2014), dando origem aos frutos, que são do tipo drupa elipsoidal glabro ou piloso (Figura 1C) geralmente arredondado com 2 a 4 cm de diâmetro (OLIVEIRA *et al.*, 2018), explorados de maneira extrativista pela comunidade local. A frutificação ocorre nos períodos chuvosos da região Semiárida (SANTOS, 2020) e seus frutos, com apenas uma semente cada é envolvida por endocarpo rígido e lignificado (Figura 1D) que restringe a entrada de água e de oxigênio no interior da semente (FONSECA *et al.*, 2019; SOUZA, 1998), são dispersos por animais (MACHADO; BARROS; SAMPAIO, 1997; OLIVEIRA, 2018).



FIGURA 1. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.): árvore em Sergipe (A); floração (B); frutificação (C); unidades de dispersão (endocarpo) (D).

A espécie tem ocorrência natural na região Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe) e também possui registros de ocorrência no Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) (FIGURA 2) (SILVA-LUZ; PELL; MITCHELL, [s. d.]), sendo considerada nativa da região Nordeste do Brasil (PRADO; GIBBS, 1993).

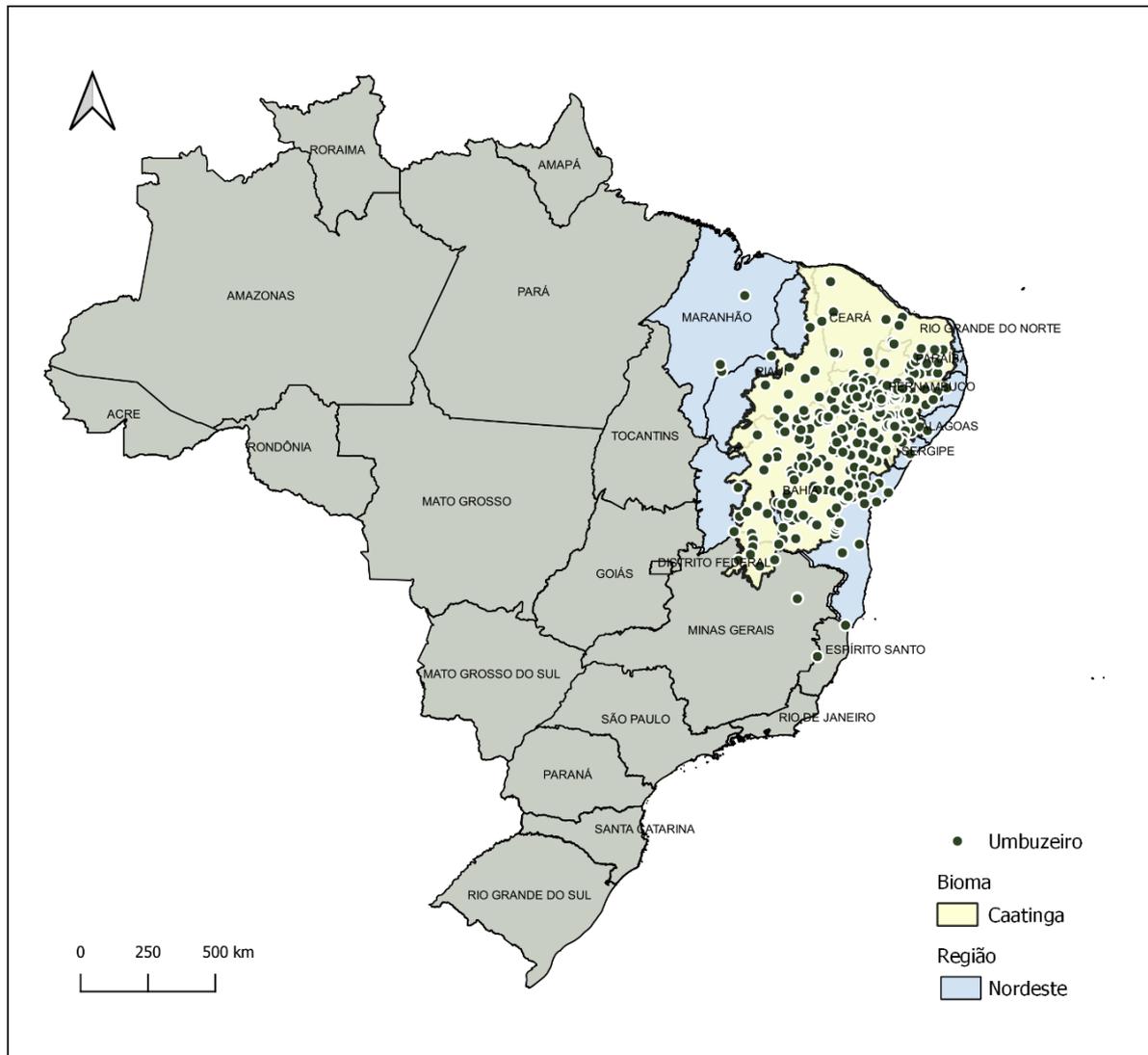


FIGURA 2. Distribuição atual do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) no Brasil de acordo com pontos de ocorrência da plataforma *SpeciesLink*. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

O umbuzeiro é usado como alimento pela população do campo e da cidade, cujos frutos são vendidos *in natura*, contribuindo na geração de renda dos pequenos agricultores da Região Semiárida do Nordeste (CAVALCANTI; RESENDE, 2006) e por meio do seu beneficiamento, na forma de processados como polpa, doces e sucos (REIS *et al.*, 2010). Em algumas regiões do Brasil, o umbu é considerado “exótico” (UCHÔA *et al.*, 2020) e o mercado consumidor tem apresentado elevada demanda para este sabor (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018).

A produção dos frutos ocorre em Alagoas, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Bahia, sendo este último o estado que lidera historicamente a produção de frutos de umbuzeiro, enquanto Sergipe não tem registros de produção, ainda que a espécie ocorra naturalmente no estado (TABELA 1).

TABELA 1. Produção de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm) em toneladas no Brasil de 2011 a 2020.

Ano	AL	BA	CE	MG	PB	PE	PI	RN	SE	Brasil
2011	43	8165	40	222	118	448	98	188	-	9323
2012	34	7010	38	124	83	403	56	231	-	7980
2013	32	6601	36	171	79	382	91	167	-	7561
2014	31	6442	31	149	79	382	92	259	-	7466
2015	32	6440	21	138	80	407	89	243	-	7451
2016	102	6361	15	1198	80	373	76	264	-	8470
2017	168	5808	10	766	87	373	78	253	-	7542
2018	651	5752	9	768	227	396	99	300	-	8203
2019	245	5522	9	1379	397	404	101	487	-	8544
2020	277	5413	15	1976	842	369	107	467	-	9467

Fonte: IBGE, 2022.

Além dos frutos, também são utilizadas as raízes para alimentação humana e animal, as folhas possuem potencial para uso forrageiro (OLIVEIRA *et al.*, 2018), os ramos e cascas são usados pela medicina popular para o tratamento de diferentes doenças, como diabetes, distúrbios lipídicos, diarreia, inflamação, conjuntivite, doenças venéreas, distúrbios das cólicas menstruais, parto placentário, infecção renal, afecções da garganta e antiemético (LINS-NETO; PERONI; ALBURQUEQUE, 2010).

As sementes de umbuzeiro, individualmente envolvidas por uma estrutura lenhosa e lignificada chamada de endocarpo e que constituem unidades de dispersão da espécie (diásporos), são recomendadas Fonseca *et al.* (2019) para a formação de porta-enxerto na propagação vegetativa por meio da estaquia.

A ampla utilização de diversas partes de *S. tuberosa* pelas comunidades locais e todo o conhecimento associado despertam o interesse científico principalmente após a constatação de que a base empírica desenvolvida pelas comunidades ao longo dos séculos pode, em muitos casos, ter comprovação científica que habilite a extensão desses usos à sociedade industrializada (WILSON; PETER, 1988).

Logo, *S. tuberosa* é a espécie frutífera mais estudada do bioma Caatinga (OLIVEIRA *et al.*, 2018) em diferentes áreas da ciência: para alimentação de caprinos e ovinos (CAVALCANTI; RESENDE; ARAUJO, 2002; FERREIRA, 2020), para dessalinização de água salobra (MENEZES; CAMPOS; COSTA, 2012), em pesquisas que avaliam potencial econômico de seus frutos, como na elaboração de bebidas (SANTOS *et al.*, 2006), fermentados alcoólicos (RODRIGUES *et al.*, 2020), doces cremosos (SOUZA; SOARES, 2018) formulação de barras de cereais (RYBKA; MATTA, 2015) e para fins medicinais em atividades antimicrobianas (UCHÔA *et al.*, 2020), efeitos antidiabéticos e hipolipidêmico (BARBOSA, 2016), no tratamento da dengue e síndrome respiratória aguda grave (SALEH; KAMISAH, 2021), entre outros, o que comprova a sua importância para o desenvolvimento ecorregional (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

2.2. Conhecimento tradicional associado

O registro do conhecimento acerca dos usos dos recursos genéticos da biodiversidade contido em comunidades com vínculo estreito com a fauna e flora é obtido por meio da contribuição da etnobotânica (ALBUQUERQUE *et al.*, 2022). Relata-se sobre a vegetação, valorizando sobretudo o conhecimento tradicional e a maneira como esse conhecimento é aplicado e repassado ao longo das gerações (SANTOS, 2022). É preciso compreender, no entanto, que o termo “tradicional” não significa uma aderência inflexível ao passado. Trata-se, muito mais, de um conhecimento localizado, construído num determinado contexto (NAZAREA, 1999).

Logo, a abordagem da etnobotânica é uma análise integrativa entre dois sistemas: o ecológico e o cultural (ALBUQUERQUE *et al.*, 2022) e o registro do conhecimento local representa um ponto de conexão importante entre biodiversidade e sociodiversidade (HANAZAKI *et al.*, 2010), podendo, inclusive, preencher lacunas no campo científico (LIMA *et al.*, 2019) através do conhecimento sobre o potencial biotecnológico de espécies nativas.

No trabalho realizado em seis microrregiões de Sergipe por Santos *et al.* (2012) sobre os frutos da Caatinga utilizados na alimentação humana, observou-se que muitas espécies têm seus frutos apreciados pela população local, mas que ainda não são comercializados.

No mesmo estudo, o umbuzeiro foi citado entre os principais representantes com frutos comestíveis da família Anacardiaceae (SANTOS; JÚNIOR; PRATA, 2012). Os frutos são frequentemente consumidos *in natura* e utilizados no preparo de bebida chamada de umbuzada e na fabricação de geleia e sorvete por mulheres do Alto Sertão Sergipano (LIMA; SANTOS; SILVA, 2020).

Estudos como os citados anteriormente, além de permitir compreender sobre as concepções de uma cultura sobre as plantas e o aproveitamento que se faz delas, podem inferir sobre as inter-relações de caráter indireto, por exemplo, o extrativismo de cascas do caule de plantas de amplo uso medicinal pode afetar a produção de flores, dada a necessidade de a planta alocar recursos energéticos para cicatrização do caule, comprometendo assim a produção de sementes (ALBUQUERQUE *et al.*, 2022).

Para o umbuzeiro, Santos *et al.* (2012) observaram que os frutos comercializados em feiras-livres de Sergipe eram provenientes do município sergipano Gararu, obtidos possivelmente por meio do extrativismo, considerando a inexistência de plantios comerciais no estado. A maneira como esses frutos são obtidos pode ser conhecida também por meio do registro do conhecimento tradicional (LINS-NETO; PERONI; ALBURQUEQUE, 2010).

O estabelecimento dessa conexão tem muito pontos fortes, tais como as possibilidades de proteger a biodiversidade *in situ*, de preservar o patrimônio cultural de populações tradicionais, de aliar conhecimento tradicional do ambiente a estratégias de manejo, e de garantir direitos das populações tradicionais (HANAZAKI *et al.*, 2010).

O papel de plantas dentro de uma cultura não se limita à sua utilização para fins alimentícios, medicinais e ecológicos, ainda que seja muito comum. Há muito conhecimento desenvolvido acerca de mitos, divindades, espíritos, cantos, danças e ritos, de modo que o natural e o sobrenatural fazem parte de uma única realidade (ALBUQUERQUE *et al.*, 2022).

O umbuzeiro, por exemplo, está integrado aos rituais denominados de Flechamento do Uumbu e Puxada do Cipó, atividades festivas de grande importância na terra indígena Jiripankó, em Alagoas. O evento, chamado de Festa do Uumbu, é realizado geralmente no mês de dezembro, condicionado à safra de uumbu (PEIXOTO; SOUZA; MENDONÇA, 2022). A festa é uma herança que serve como instrumento de valorização e fortalecimento para os povos indígenas do Alto Sertão de Alagoas, descendentes de Pankararu, aldeia localizada entre os municípios de Tacaratu, Jatobá e Petrolândia em Pernambuco (VALENTIM; SILVA, 2022).

Com isso, a utilização das plantas para diversos fins pode desencadear desafios de como lidar com a grande sociodiversidade, resultado de diferentes histórias de vida, origens geográficas, referências ideológicas e crenças coletivas (HANAZAKI *et al.*, 2010) para promover a conservação da biodiversidade.

Além de modificar a forma de exploração dos recursos genéticos para que ocorra de maneira manejada e sustentável (SACCARO-JUNIOR, 2011), outra maneira de promover a conservação da biodiversidade é estabelecendo estratégias conservacionistas com base em dados sobre a distribuição geográfica de espécies (MARCO-JÚNIOR; SIQUEIRA, 2009).

2.3. Modelagem de distribuição potencial

O conhecimento da distribuição geográfica de espécies nem sempre é fácil de se obter, pois os dados de ocorrência para a grande maioria das espécies são escassos, resultando em

informações sobre distribuições de espécies que são inadequadas para muitas aplicações (ELITH *et al.*, 2006).

Uma ferramenta que auxilia na obtenção desse conhecimento é a modelagem de distribuição potencial de espécies. A modelagem permite investigar áreas que apresentam condições adequadas para ocorrência da espécie no espaço geográfico do local onde já possui distribuição (SALES, 2020).

O princípio básico dessa ferramenta baseia-se nas relações estabelecidas entre os pontos de ocorrência ocupados pela espécie que se pretende avaliar e condições ambientais (CARVALHO *et al.*, 2017), fornecendo um entendimento sobre as restrições na distribuição de espécies, biomas e ecossistemas (LUCAS; CHAGAS; VIEIRA, 2021).

Assim, a modelagem fornece uma melhor visão das exigências ambientais de uma espécie, o que é útil em estudos de distribuição de espécies e estabelecimentos de plantios florestais madeireiros (FIGUEIREDO; FIGUEIREDO, 2019; MARTINS, 2019), na determinação de áreas prioritárias para conservação (ÁLVARES-CARVALHO *et al.*, 2022), nos estudos de influência das mudanças climáticas na distribuição de espécies (LUCAS; CHAGAS; VIEIRA, 2021) no presente e futuro, em cenário otimista e pessimista (ALMEIDA; FABRICANTE, 2021), em avaliações dos impactos de empreendimentos na perda de áreas para os padrões de distribuição geográfica de espécies (CHOUERI; AZEVEDO, 2017).

Logo, estudos que utilizam a modelagem preditiva de distribuição de espécies podem, inclusive, apresentar resultados que corroboram sobre a necessidade de ações que promovam a conservação *in situ* e *ex situ* de espécies como o umbuzeiro, nativa e endêmica da Caatinga, que pode sofrer redução na sua área de distribuição nos próximos anos devido às mudanças climáticas (ALMEIDA; FABRICANTE, 2021).

No processo de construção desses modelos preditivos podem ser utilizados vários algoritmos (SALES, 2020). Dentre eles, o Maxent (Máxima Entropia) é um algoritmo com boa aceitação em pesquisas ecológicas, apresentando desempenho relativamente bom e utilizando somente registros de presença (ELITH *et al.*, 2006) e variáveis climáticas (SALES, 2020).

Os registros de presença utilizados geralmente são dados de coletas armazenados em herbários, complementados com dados de pesquisas ou publicações científicas, devido à incerteza dos métodos de amostragem usados para o material depositado nos herbários (SOUZA, 2016).

Para medir o desempenho de um modelo qualquer de distribuição de espécies utiliza-se a área sob a curva (AUC) (PHILLIPS; DUDÍK, 2008). Os valores de AUC variam de 0 a 1 e podem ser interpretados como indicando a probabilidade de que, quando um local de presença e um local de ausência são sorteados aleatoriamente da população, o primeiro terá um valor previsto mais alto que o segundo (ELITH *et al.*, 2006).

2.4. Caracterização morfológica

A distribuição geográfica de maneira heterogênea de espécies propicia a variabilidade genética entre e dentro de populações naturais que, junto com o ambiente, fornecem a natureza do fenótipo. Os ambientes em que os indivíduos estão inseridos apresentam além das diferenças edafoclimáticas (SANTOS, 1997), perturbações antrópicas que tem papel fundamental na formação dessa biodiversidade (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Um instrumento que pode detectar a variabilidade genética dentro de populações de uma mesma espécie e a relação dessa variabilidade com os fatores ambientais é a biometria (CARVALHO; NAZARÉ; NASCIMENTO, 2003).

Estudos biométricos dos frutos são úteis para a exploração dos recursos de valor econômico, visando a sua utilização para vários fins. Mas também são importantes para a conservação da espécie, pois fornecem informações sobre a potencialidade das espécies nativas, buscando o uso racional e eficaz dos frutos (GUSMÃO; VIEIRA; FONSECA-JUNIOR, 2006; VIEIRA; GUSMÃO, 2008).

Além disso, a biometria tem papel fundamental no entendimento das síndromes de dispersão, estabelecimento de plântulas, processo de germinação, vigor, armazenamento, viabilidade e métodos de propagação das espécies (CRUZ; MARTINS; CARVALHO, 2001).

Em conjunto com informações biométricas, informações específicas de forma e coloração da casca dos frutos podem ser eficientes para incentivar o consumo e para traçar estratégias de melhor aproveitamento dos frutos pela determinação da qualidade dos mesmos (SOUZA, 2020).

Análises desse tipo geralmente são realizadas de forma manual, no caso da biometria utiliza-se frequentemente o paquímetro digital e a coloração determinada visualmente. No entanto, a análise de imagens digitais tem sido cada vez mais utilizada. O GroundEye série S é um dos produtos da Tbit desenvolvido para análise rápida, padronizada e confiável de partes como frutos e sementes de diversas espécies, utilizando informações como cor, forma, tamanho e textura (TBIT, [s. d.]) obtidas com o processamento automático das imagens de alta resolução no programa GE (GroundEye) vinculado ao equipamento. Logo, essa ferramenta fornece dados precisos já que elimina o caráter subjetivo, possibilitando a padronização das medições (FERREIRA; SPRICIGO, 2017).

Além do conhecimento biométrico dos frutos, é importante buscar informações sobre suas unidades de propagação a fim de suprir as demandas em plantios comerciais, de produção de mudas para restauração de ecossistemas e preservação da espécie (RIBEIRO-OLIVEIRA; RANAL, 2014), especialmente em espécies florestais frutíferas, que são frequentemente exploradas unicamente por meio do extrativismo que, quando realizada de maneira desenfreada e inadequada (SANTOS, 2020), compromete a conservação dos recursos genéticos e a própria sustentabilidade das cadeias produtivas (OLIVEIRA *et al.*, 2018), podendo até impedir a conservação da espécie no futuro (SANTOS, 2020), como é o caso do umbuzeiro.

Com intuito de promover a conservação dos recursos genéticos do umbuzeiro, iniciou-se em 1994 a formação do Banco de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU) pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Semiárido) em Petrolina, Pernambuco (Embrapa-CPATSA) (MERTENS *et al.*, 2015). O BGU foi formado a partir da caracterização de 43 árvores da espécie localizadas no sertão de Pernambuco e da Bahia, onde foi constatado variação fenotípica para os caracteres relacionados ao fruto (NASCIMENTO; SANTOS; CAMPOS, 1995).

Posteriormente, com o objetivo de formar coleção de base com indivíduos com características de interesse para a exploração racional do umbuzeiro, foram amostrados indivíduos provenientes de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Piauí, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, no estudo de Santos, Nascimento e Campos (1999). Foram encontrados acessos com características excêntricas, tais como frutos em cachos e com massa de quatro a cinco vezes maior que o tamanho normal.

Estudos de caracterização fenotípica não são indicados para avaliar a variabilidade genética de populações, pois são altamente influenciados pelo ambiente. No entanto, as informações obtidas com esses estudos podem contribuir para a inserção de novos indivíduos no BGU, para o melhoramento genético da espécie, impulsionar a produção de mudas e de plantios comerciais e, conseqüentemente, promover a conservação *in situ* do umbuzeiro.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, U. P. de; FERREIRA-JÚNIOR, W. S.; RAMOS, M. A.; MEDEIROS, P. M. de. **Introdução à etnobotânica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2022.

ALMEIDA, T. S.; FABRICANTE, J. R. Modelagem de nicho climático atual e futuro do umbuzeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 21, n. 1, p. 1–7, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342216760>.

ÁLVARES-CARVALHO, S. V.; VIEIRA, T. R. S.; DE FREITAS, B. A. L.; DE SOUZA, E. M. S.; GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R. Biodiversity hotspots for conservation of *Hancornia speciosa* Gomes. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10722-022-01368-9>

BARBOSA, H. de M. **Efeito antidiabético e hipolipidêmico do extrato etanólico bruto de *Spondias tuberosa* Arruda em ratos**. 2016. 64 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica e Fisiologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

CARVALHO, J. E. U. de; NAZARÉ, R. F. R. de; NASCIMENTO, W. M. O. do. Características físicas e físico-químicas de um tipo de bacuri (*Platonia insignis* Mart.) com rendimento industrial superior. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, p. 326–328, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452003000200036>.

CARVALHO, P. C. L. de. **Variabilidade morfológica, avaliação agronômica, filogenia e citogenética em *Spondias* (Anacardiaceae) no Nordeste do Brasil**. 2006. 155 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA, 2006.

CARVALHO, V. C. de. **Structure et dynamique de la végétation en milieu tropical Semiaride: la Caatinga de Quixaba (Pernambuco, Brésil) du terrain a l'analyse des donnees MSS/Landsat**. 1986. 332 f. Tese (Doutorado) - Université de Toulouse, Le Mirail, 1986.

CARVALHO, M. C.; GOMIDE, L. R.; SANTOS, R. M. dos; SCOLFORO, J. R. S.; CARVALHO, L. M. T. de; MELLO, J. M. de. Modeling ecological niche of tree species in brazilian tropical area. **CERNE**, v. 23, n. 2, p. 229–240, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/01047760201723022308>. Acesso em: 11 jul. 2022.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. Ocorrência de xilopódio em plantas nativas de imbuzeiro. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 3, p. 287–293, 2006. Disponível em: www.ufersa.edu.br/caatinga.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; ARAUJO, G. G. L. Importância das folhas do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) na alimentação de caprinos e ovinos no Nordeste Semiárido. In: 2002, Ilhéus. **Congresso Brasileiro Sistemas Agroflorestais**. Ilhéus: CEPLAC-CEPEC, 2002.

CHOUERI, R. B.; AZEVEDO, J. A. R. Biodiversidade e impacto de grandes empreendimentos hidrelétricos na Bacia Tocantins-Araguaia: uma análise sistêmica. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 3, p. 443–457, 2017.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. [S. l.: s. n.].

E-book. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade>.

CRUZ, E. D.; MARTINS, F. de O.; CARVALHO, J. E. U. de. Biometria de frutos e sementes e germinação de jatobá-curuba (*Hymenaea intermedia* Ducke, Leguminosae - Caesalpinioideae). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 2, p. 161–165, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042001000200005>

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; MOURA, M. S. B. de; CUNHA, T. J. F.; ARAÚJO, J. L. P. de; OLIVEIRA, V. R. de; SÁ, I. B.; TAURA, T. A. Caracterização ambiental do Semiárido brasileiro. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. de T.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de (org.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. p. 17–52.

ELITH, J. *et al.* Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography**, v. 29, n. 2, p. 129–151, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596>. Acesso em: 11 jul. 2022.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. (org.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 208–2020. *E-book*. Disponível em: www.embrapa.br/faleconosco/sac.

FERREIRA, S. V. de F. **Conhecimento etnobotânico do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* arruda) e a elaboração de produto farináceo**. 2020. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, 2020.

FIGUEIREDO, S. M. de M.; FIGUEIREDO, E. O. Modeling the distribution of trees species by diameter class in southwestern Amazonia. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 47, n. 124, p. 644–654, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v47n124.06>. Acesso em: 11 jul. 2022.

FONSECA, N.; CARDOSO, M. M.; RITZINGER, R.; LONDE, L. C. N.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M. Propagação do umbuzeiro. In: GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; DONATO, S. L. R. (org.). **Umbuzeiro: a fruteira da Caatinga**. 1. ed. [S. l.]: Embrapa Semiárido, 2019. v. 40, p. 39–51.

GUSMÃO, E.; VIEIRA, F. A.; FONSECA-JUNIOR, E. M. Biometria de frutos e endocarpos de murici (*Byrsonima verbascifolia* Rich. ex A. Juss.). **Revista Cerne**, v. 12, n. 1, p. 84–91, 2006.

HANAZAKI, N.; GANDOLFO, E. S.; BENDER, M. G.; GIRALDI, M.; MOURA, E. A. de; COELHO, G. de S.; PRINTES, R.; DENARDI, M.; KUBO, R. R. Conservação biológica e valorização sócio cultural: explorando conexões entre a biodiversidade e a sociodiversidade. **Etnoecologia em perspectiva: natureza, cultura e conservação**, p. 1–12, 2010.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>. Acesso em: 20 jun. 2022.

KILL, L. H. P.; ARAÚJO, F. P. de; ANJOS, J. B. dos; FERNANDES-JUNIOR, P. I.; AIDAR, S. de T.; SOUZA, A. V. V. de. Biodiversidade da Caatinga como potencialidade para a agricultura familiar. In: MELO, R. F. de; VOLTOLINI, T. V. (org.). **Agricultura familiar dependente de chuva no semiárido**. 21. ed. Brasília: Embrapa, 2020. p. 15–44. *E-book*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/340534707>.

- LIMA, J. S.; SANTOS, L. de F. M.; SILVA, G. T. Saberes e fazeres gastronômico de mulheres de comunidades rurais do semiárido sergipano. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1924–1941, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-1039>.
- LIMA, T. N. M.; OLIVEIRA, D. M. de; GOMES, L. J.; MELLO, A. A. de; FERREIRA, R. A. Etnobotânica e estrutura populacional da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em assentamento agroextrativista, Pirambu, Sergipe, Brasil. **Ethnoscintia**, v. 4, n. 1, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.22276/ethnoscintia.v4i1.207>.
- LINS-NETO, E. M. F.; PERONI, N.; ALBURQUEQUE, U. P. Traditional Knowledge and Management of *Spondias tuberosa* Arruda (Umbu) (Anacardiaceae) an endemic species from the Semi-Arid Region of Northeast Brazil. **Economic Botany**, v. 64, p. 11–21, 2010.
- LUCAS, F. M. F.; CHAGAS, K. P. T.; VIEIRA, F. A. Modeling the spatial distribution of a tropical dry forest tree facing climate change. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 16, n. 1, p. 1–7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v16i1a8856>.
- MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of Caatinga Species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, n. 1, p. 57–68, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00006>.
- MARCO-JÚNIOR, P.; SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista. **Megadiversidade**, v. 5, n. 1, p. 65–95, 2009.
- MARTINS, T. G. V. **Modelagem espacial para a indicação de regiões potenciais para o plantio de espécies nativas madeireiras do Brasil**. 2019. 6 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2019.
- MENEZES, J. da S.; CAMPOS, V. P.; COSTA, T. A. de C. Desenvolvimento de dispositivo caseiro para dessalinização de água salobra a partir de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 379–385, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000200026>.
- MERTENS, J.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. de; GERMER, J.; SAUERBORN, J. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*): a systematic review. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 36, p. 179–197, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820151006>.
- MITCHELL, J. D.; DALY, D. C. A revision of *Spondias* L. (Anacardiaceae) in the neotropics. **PhytoKeys**, v. 55, n. 1, p. 1–92, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.55.8489>.
- NADIA, T. de L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p. 89–100, 2007.
- NASCIMENTO, C. E. de S.; SANTOS, C. A. F.; CAMPOS, C. de O. Caracterização e avaliação preliminar de árvores nativas de umbuzeiro para formação de Banco de Germoplasma. In: 1995, Natal. **Anais do Encontro de Geneticista do Nordeste**. Natal: SBG, 1995. p. 74–74.

NAZAREA, V. D. **Ethnoecology**. [S. l.]: University of Arizona Press, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/j.ctv1gwqrkg>.

OLIVEIRA, D. A. S. de. **Dinâmica populacional e diversidade genética de *Spondias tuberosa* Arr. em resposta às mudanças no uso do solo na Caatinga**. 2018. 100 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2018.

OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. dos; NASCIMENTO, C. E. de S. *Spondias tuberosa*: umbu. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. p. 304–315.

OLIVEIRA, V. R. de; RESENDE, M. D. V. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. Variabilidade genética de procedências e progênies de umbuzeiro via metodologia de modelos lineares mistos (REML/BLUP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 53–56, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-2945200400010001>.

PEIXOTO, J. A. L.; SOUZA, T. S. de; MENDONÇA, V. A. de. Encantamento e representação: Flechamento do Umbu e Puxada do Cipó. **Campiô**, Palmeira dos Índios, v. 1, n. 1, p. 118–125, 2022. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0002-5179-108X>.

PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, v. 31, p. 161–175, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05203>.

PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. Estrutura floral e sistema reprodutivo de umbuzeiro. **Embrapa-Cpatsa**, p. 1–2, 1986.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of Species Distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 80, n. 4, p. 902, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2399937>.

QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Síndromes de polinização e sazonalidade dos recursos florais em uma comunidade vegetal na Caatinga Paraibana, nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 1, p. 62–71, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.17212>.

REIS, R. V. dos; FONSECA, N.; LEDO, C. A. da S.; GONÇALVES, L. S. A.; PARTELLI, F. L.; SILVA, M. G. de M.; SANTOS, E. A. Estádios de desenvolvimento de mudas de umbuzeiros propagadas por enxertia. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 787–792, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000043>.

RIBEIRO-OLIVEIRA, J. P.; RANAL, Ma. A. Sementes florestais brasileiras: início precário, presente inebriante e o futuro, promissor?. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 771–784, 2014.

RODRIGUES, T. da S.; RODRIGUES, E. P.; SILVEIRA, P. T. de S.; COSTA, E. N.; VILA, M. T. R.; COSTA, R. A. da S. Elaboração e aspectos microbiológicos de fermentado alcoólico misto de umbu (*Spondias tuberosa*) e açaí (*Euterpe oleracea*). In: 2020, Rio Grande do Sul, RS. **Anais do Simpósio de Segurança Alimentar**. Rio Grande do Sul, RS: Sociedade Brasileira de Ciência e Segurança Alimentar, 2020. p. 1–6.

RYBKA, A. C. P.; MATTA, V. M. da. Produção de barra de cereal sabor umbu. **EMBRAPA Comunicado Técnico**, v. 1, 2015.

SACCARO-JUNIOR, N. L. A regulamentação de acesso a recursos genéticos e repartição de benefícios: disputas dentro e fora do Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 14, n. 1, p. 229–244, 2011.

SALEH, M. S. M.; KAMISAH, Y. Potential medicinal plants for the treatment of dengue fever and severe acute respiratory syndrome-coronavirus. **Biomolecules**, v. 11, n. 1, p. 1–25, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biom11010042>.

SALES, R. P. de. **Ecologia populacional, diversidade genética e modelagem de nicho ecológico da *Spondias tuberosa* Arruda**. 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2020.

SANTOS, A. C. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semiárido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 9, p. 923–930, 1997.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAMPOS, C. de O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 104–109, 1999.

SANTOS, C. T.; MARQUES, G. M. R.; FONTAN, G. C. R.; FONTAN, R. C. I.; BONOMO, R. C. F.; BONOMO, P. Elaboração e caracterização de uma bebida láctea fermentada com polpa de umbu (*Spondias tuberosa* sp.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 2, p. 111–116, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v8n2p111-116>.

SANTOS, A. E. D. dos. **Cienciometria, etnobotânica e modelagem de nicho de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.** 2022. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2022.

SANTOS, V. N. dos. **Análise de paternidade em policruzamentos e divergência genética de *Spondias tuberosa* Arruda com base em locos microsatélites**. 2020. 84 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana-BA, 2020.

SANTOS, T. C.; JÚNIOR, J. E. N.; PRATA, A. P. N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1–7, 2012. Disponível em: <https://scientiaplenu.org.br/sp/article/view/698/442>. Acesso em: 10 jul. 2022.

SANTOS, V.; ALMEIDA, C. The complete chloroplast genome sequences of three *Spondias* species reveal close relationship among the species. **Genetics and Molecular Biology**, v. 42, n. 1, p. 132–138, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4685-gmb-2017-0265>.

SILVA-LUZ, C. L.; PELL, J. R.; MITCHELL, J. D. **Anacardiaceae in Flora do Brasil**. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4405>. Acesso em: 22 jun. 2022.

SOUZA, P. H. M. de. **Caracterização morfológica de fruto, endocarpo, sementes e plântulas e superação de dormência de cajá-manga**. 2020. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí-GO, 2020.

SOUZA, F. X. ***Spondias* agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998.

SOUZA, J. L. *Erythrina velutina*: modelagem de distribuição potencial em Sergipe e análises de sementes como ferramentas para conservação *ex situ*. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2016.

TBIT. **GroundEye Série S**. [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.tbit.com.br/produtos/serie-s/>. Acesso em: 27 jun. 2022.

UCHÔA, V. T.; OLIVEIRA, J. F. de; RAMOS, M. A. B.; OLIVEIRA, R. K. S. de; BRITO, T. M. V.; OLIVEIRA, A. R. de; MORAES, B. C. Avaliação biométrica e análise da vitamina C em frutas exóticas comercializadas em supermercados e mercados de Teresina – PI. **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 577–592, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i50.11240>.

VALENTIM, L. A.; SILVA, G. M. A participação da mulher Katokinn no ritual Corridas do Umbu. **Revista de Estudos Indígenas de Alagoas – Campiô**, v. 1, n. 2, p. 134–146, 2022.

VIEIRA, F. de A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1073–1079, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000400006>.

WILSON, E. O.; PETER, F. M. Screening Plants for New Medicines. **Biodiversity**, 1988.

4. ARTIGO 1

IMPLICAÇÕES DO CONHECIMENTO DE *Spondias tuberosa*: HOTSPOTS, CONHECIMENTO TRADICIONAL E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

RESUMO

Espécies de frutíferas nativas pertencentes ao domínio da Caatinga são frequentemente exploradas por meio do extrativismo e, muitas vezes, sem o manejo adequado, podendo comprometer a manutenção da espécie no tempo. Dentre essas espécies, tem-se o umbuzeiro, frutífera nativa de pequeno porte e endêmica do Nordeste do Brasil de grande relevância socioeconômica para comunidades extrativistas que comercializam seus frutos *in natura* e processados. No entanto, assim como outras espécies, a produção dos frutos do umbuzeiro – conhecidos como “umbu” – vem decaindo nos últimos anos, fazendo-se necessário buscar meios que auxiliem no manejo da espécie, de forma que seja possível continuar fornecendo renda aos extrativistas por meio da exploração, como também para promover a conservação dela. Esse trabalho tem por finalidade determinar áreas com potencial de ocorrência natural da espécie no Brasil e em Sergipe, conhecer a base tecnológica relacionada ao umbuzeiro e o conhecimento tradicional associado à espécie. Para determinar as áreas com maior probabilidade de ocorrência natural da espécie realizou-se uma modelagem preditiva de distribuição potencial por meio do algoritmo Maxent, utilizando-se dados secundários obtidos nas plataformas *WorldClim* e *SpeciesLink*. Para registrar o conhecimento associado à espécie, utilizou-se formulário semiestruturado. A busca por registros tecnológicos foi realizada em bases de patentes utilizando o nome científico e comum atribuído à espécie. As áreas com potencial de ocorrência da espécie concentram-se no Semiárido nordestino do país e, em Sergipe, nas microrregiões Agreste Central, Médio e Alto Sertão Sergipano. O registro do conhecimento associado ao umbuzeiro reforça seu potencial biotecnológico e importância socioeconômica para o Nordeste. Os depósitos de patentes são todos com origem no Brasil e utilizam apenas o fruto do umbuzeiro para o desenvolvimento de produtos tecnológicos alimentícios como bebidas, umbu em pó, balas e molhos.

Palavras-chave: Maxent, etnobotânica, bibliometria, meta-análise, cienciometria, umbu.

ABSTRACT**Title: Implications of knowledge of *Spondias tuberosa*: hotspots, traditional knowledge, and technological prospection**

Native fruit-bearing species of the Caatinga domain are frequently made use of through extractive methods and often without adequate management, which may compromise species maintenance over time. One of these species is umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), a native fruit tree of small size that is endemic to the Northeast region of Brazil and of considerable socioeconomic relevance for extractivist communities that commercially trade its in natura and processed fruit. However, as for other species, the production of umbu fruit has been declining in recent years, making it necessary to seek means that assist in management of the species to make it possible to continue with this source of income for extractive laborers, as well as to promote its conservation. The aim of this study is to determine areas with potential natural occurrence of the species in Brazil and in Sergipe and know the technological basis regarding umbu and the traditional knowledge associated with the species. To determine the areas with greatest probability of natural occurrence of the species, predictive modeling of potential distribution was carried out through the Maxent algorithm, using secondary data obtained on the WorldClim and SpeciesLink platforms. To record the knowledge associated with the species, a semi-structured form was used. The search for technological records was carried out on patent registration databases using the scientific name and common name attributed to the species. The areas with potential occurrence of the species are concentrated in the semi-arid Northeast region of Brazil and, in Sergipe, in the microregions of *Agreste Central*, *Médio Sertão*, and *Alto Sertão*. Records of knowledge associated with umbu confirm its biotechnological potential and socioeconomic importance for the Northeast region. Deposited patents are all of Brazilian origin and only use the umbu fruit for development of technological food products, such as beverages, powdered umbu, candies, and sauces.

Keywords: Maxent, ethnobotany, bibliometry, meta-analysis, scientometrics, umbu.

4.1. Introdução

Spondias tuberosa é uma espécie frutífera nativa da flora brasileira com ocorrência natural no Nordeste, descrita na Lista de Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial como plantas para o futuro na região Nordeste (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018), especialmente pelo extrativismo de seu fruto, conhecido popularmente por umbu, um fruto de tamanho pequeno e cor verde-amarelado quando maduro, com sabor refrescante e textura aveludada, o umbu é ainda rico em vitamina C e compostos bioativos (XAVIER *et al.*, 2022).

Esses frutos são vendidos na forma *in natura*, contribuindo na geração de renda na Região Semiárida do Nordeste (CAVALCANTI; RESENDE; BRITO, 2006) e por meio do seu beneficiamento, na forma de processados como sucos, sorvetes, geleias e vinagre (LIMA-FILHO, 2011). Raízes e folhas também são utilizados como fonte de nutrição para humanos, animais e como fitoterápico através da medicina tradicional (ZERAİK *et al.*, 2016). Ainda assim, o destaque da espécie são seus frutos, que constam entre os dez principais produtos alimentícios da extração vegetal nacional, segundo relatório da Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

Os frutos que são colhidos pelos extrativistas são beneficiados em agroindústrias e chegam às prateleiras de supermercados mais sofisticados do Brasil, como o Mercado de Pinheiros, em São Paulo, e até às mesas de consumidores na Itália, França e Áustria (PNUD, 2019).

O grande potencial econômico de *S. tuberosa* a torna a espécie frutífera, segundo Oliveira *et al.* (2018), mais estudada do bioma Caatinga. Nos últimos anos, destacam-se estudos em diferentes áreas da ciência: para alimentação de caprinos e ovinos (FERREIRA, 2020), como principal fonte polinífera das abelhas Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata*) (LEITE *et al.*, 2020), para dessalinização de água salobra (MENEZES; CAMPOS; COSTA, 2012), em pesquisas que avaliam potencial econômico de seus frutos, como na elaboração de bebidas (BARROS *et al.*, 2021), fermentados alcoólicos (RODRIGUES *et al.*, 2020), doces cremosos (SOUZA; SOARES, 2018) e sorvetes (MELO *et al.*, 2021), e de suas folhas na elaboração de produto farináceo (FERREIRA, 2020) e para fins medicinais na determinação de compostos bioativos presentes em resíduos agroindustriais (GUALBERTO *et al.*, 2021), no tratamento da dengue e síndrome respiratória aguda grave (SALEH; KAMISAH, 2021).

Ainda que esses estudos busquem conhecer e enaltecer o potencial tecnológico e econômico da espécie e que esse conhecimento possa assegurar, de certa forma, a importância da manutenção das populações naturais do umbuzeiro e, conseqüentemente, sua conservação no Semiárido brasileiro, nota-se escassez de estudos que forneçam informações básicas, como reprodução da espécie e estudos a nível genético, afirmam Mertens *et al.* (2015), o umbuzeiro é, portanto, do ponto de vista científico, negligenciado.

Nesse contexto, este trabalho busca compilar informações sobre as áreas potenciais para a ocorrência da espécie no Brasil e em Sergipe utilizando modelagem preditiva de distribuição ecogeográfica de espécies, sobre os saberes associados ao umbuzeiro por meio de formulário semiestruturado, e o que já foi elaborado como produto tecnológico através da análise dos registros de patentes depositados em bancos de dados.

4.2. Material e métodos

4.2.1. Modelagem de distribuição

Para modelar a distribuição potencial do umbuzeiro utilizou-se pontos de ocorrência (coordenadas geográficas) obtidos nos registros de exsicatas depositadas em herbários do Brasil disponíveis na plataforma Herbário Virtual da Flora e dos Fungos dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) por meio do sistema on-line de informações de dados primários

de coleções científicas *SpeciesLink* (specieslink.net), abrangendo todos os estados da Federação.

O cruzamento de dados ocorreu através da exportação para o programa *Google Earth* (earth.google.com) para detecção e eliminação dos pontos duplicados e fora de margem ou discrepantes (pontos no oceano ou não correspondentes à localização informada nos registros). Esses dados foram complementados por registros de indivíduos coletados em campo pelo Grupo de Pesquisa em Conservação, Melhoramento e Gestão de Recursos Genéticos (GENAPLANT) da Universidade Federal de Sergipe, totalizando 405 registros de presença da espécie no Brasil.

As variáveis bioclimáticas foram obtidas no banco de dados *WorldClim* (FICK; HIJMANS, 2017) na versão 2.1 lançada em 2020 com compilações de informações de estações meteorológicas entre os anos de 1970 e 2000 (Anexo A). A resolução espacial utilizada foi de 30 segundos (~1km²).

A predição da distribuição geográfica potencial da espécie foi realizada com o programa *Maxent* (PHILLIPS *et al.*, 2017), por meio da elaboração de um modelo determinado a partir do conjunto de camadas ambientais com dados unicamente de presença da espécie. Foram utilizados 70% dos registros para treinamento e 30% para testar o modelo.

A capacidade do modelo de distribuição de prever ambientes favoráveis à ocorrência da espécie a partir da relação entre a taxa de falsos positivos e falsos negativos, calculadas a partir dos valores preditos pelo modelo em relação aos valores observados é avaliada através dos valores de AUC [*Area Under Curve* – Área sob a curva] (CHOUERI; AZEVEDO, 2017).

O AUC serve como um padrão de qualidade que vai de 0 a 1, onde quanto mais próximo de 1, melhor o desempenho do modelo (PHILLIPS *et al.*, 2017). Valores acima de 0,75 são considerados potencialmente úteis (ELITH *et al.*, 2006).

Os dados de saída foram importados no programa *ArcMap* v.10.0 (ESRI, 2010) para geração dos mapas de distribuição potencial da espécie no Brasil e em Sergipe.

4.2.2. Registro do conhecimento tradicional

Esta pesquisa foi previamente cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123 /2015 (BRASIL, 2015) sob o número de cadastro A47C741.

Para registrar o conhecimento associado ao umbuzeiro, foi elaborado um formulário semiestruturado na plataforma de gerenciamento de pesquisa *Google Forms* composto majoritariamente por perguntas objetivas de múltipla escolha que abordam diferentes contextos: perfil dos participantes (idade, identidade de gênero, município e estado de residência); conhecimento associado à espécie (conhecimento sobre partes da espécie, nome popular atribuído ao fruto, época de frutificação e origem do conhecimento); meio de obtenção dos frutos; usos do fruto e de outras partes do umbuzeiro; importância da espécie para o sertão; percepção sobre necessidade de preservação da espécie (Anexo D).

O formulário foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (CEP/UFS) e aprovado (CAAE: 45612721.5.0000.5546). Para participar dessa pesquisa, todos os participantes concordaram com as informações contidas no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A coleta de dados foi feita de janeiro a maio de 2022. As respostas objetivas foram organizadas e analisadas em planilha do Excel. As respostas das questões subjetivas foram analisadas e categorizadas por meio de palavras-chave que remetem à ideia central das respostas, posteriormente agrupadas em nuvem de palavras hierarquizada visualmente.

4.2.3. Conhecimento tecnológico

Com o objetivo de realizar o monitoramento de tecnologias relacionadas à espécie, realizou-se a prospecção tecnológica com base nos pedidos de patentes disponíveis nas bases de dados eletrônicas Latipat-Espacenet (lp.espacenet.com), PatentScope

(patentscope.wipo.int), INPI (inpi.gov.br), Google Patentes (google.com.br/patents) e Lens (lens.org).

Utilizou-se o nome científico da espécie “*Spondias tuberosa*” e o nome comum “umbu”. Não houve delimitação temporal nem espacial durante a realização da prospecção, com a finalidade de identificar o máximo possível de tecnologias desenvolvidas.

Os dados obtidos foram submetidos a análises visando à identificação dos países de origem das tecnologias geradas e as áreas de domínio da tecnologia de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC – *International Patent Classification*), assim como o ano de depósito e as instituições cessionárias.

4.3. Resultados e discussão

4.3.1. Modelagem de distribuição

O modelo gerado com o Maxent para a distribuição potencial de *S. tuberosa* no Brasil (Figura 1) obteve valor de AUC de 0,975, sendo considerado potencialmente útil para a predição. A distribuição da espécie é consistente com os registros de ocorrência na literatura, pois trata-se de uma espécie nativa da região Nordeste do Brasil (PRADO; GIBBS, 1993), inserida no domínio do bioma Caatinga.

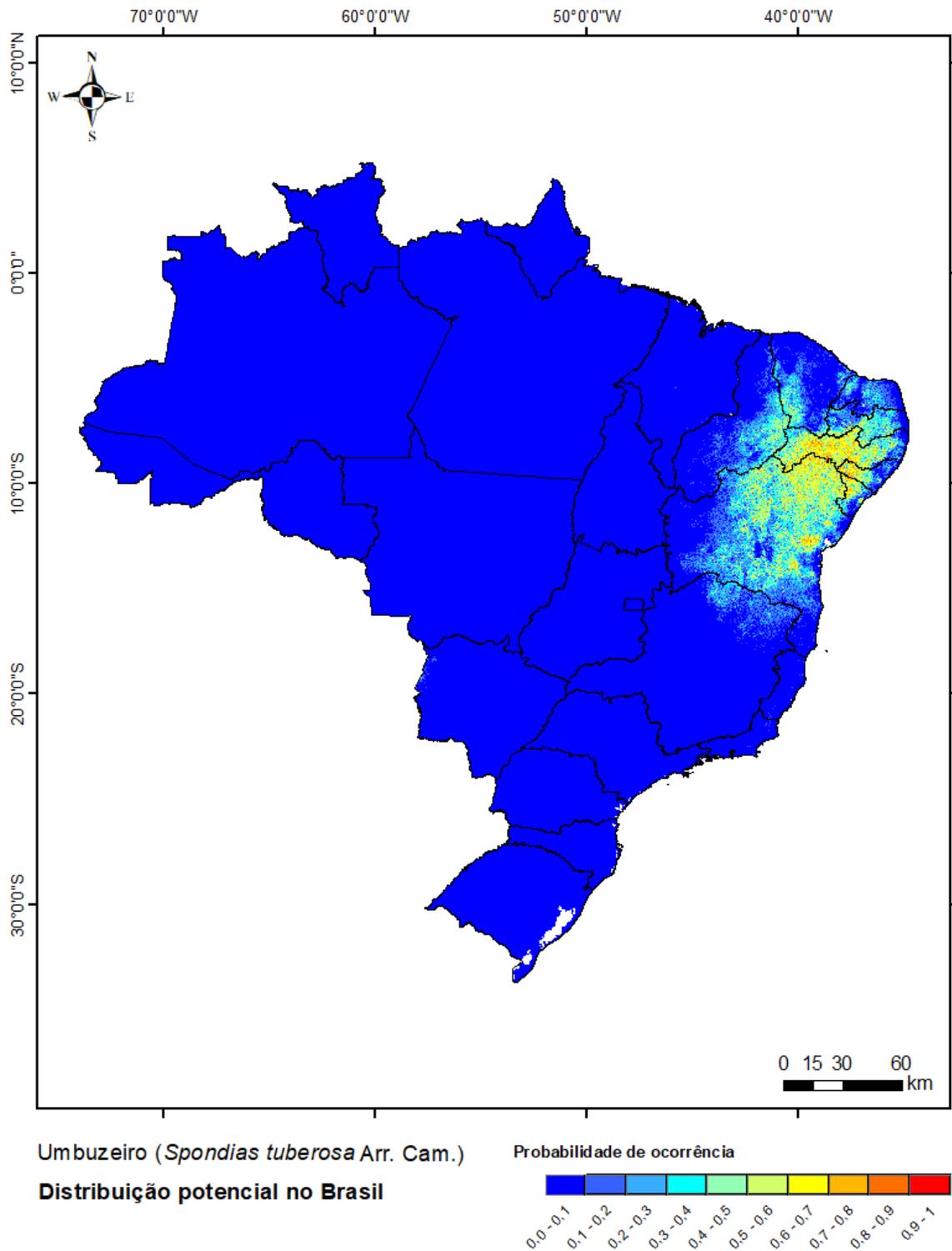


FIGURA 1. Modelagem de distribuição potencial de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) no Brasil. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

A Caatinga constitui-se predominantemente de vegetação hiperxerófila (adaptada a regiões secas), segundo Drumond *et al.* (2016), e o umbuzeiro possui essa característica, fundamental para o seu desenvolvimento. Assim, pode-se dizer que, na Caatinga, a quantidade e a duração anual e interanual da precipitação pluviométrica são fatores dominantes que controlam a dinâmica da vegetação (LUCENA, 2022) e variam amplamente no tempo e no espaço (CAVALCANTE; FERNANDES; SILVA, 2020).

Nesse contexto e, considerando o conjunto de variáveis bioclimáticas utilizadas na modelagem, entre as que tiveram contribuições e importância para permuta acima de 1% (Tabela 1), a precipitação anual e precipitação de outubro e novembro foram as variáveis de maior importância para o modelo, somando 73,4% do percentual de contribuição. A tabela com todas as variáveis ambientais utilizadas na modelagem e suas contribuições e importância para a permuta pode ser consultada no anexo B.

TABELA 1. Variáveis ambientais com contribuição e importância para permuta $\geq 1\%$ na modelagem de distribuição potencial de *Spondias tuberosa* Arr. Câm. no Brasil. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Variável	Contribuição (%)	Importância para permuta (%)
Precipitação anual	56,9	2,1
Precipitação de outubro	12,4	13,9
Precipitação de novembro	4,1	2,1
Amplitude diurna média	3,3	4,1
Precipitação do trimestre mais chuvoso	2,1	1,9
Radiação solar	1,0	1,5

A precipitação tem influência direta na sazonalidade da fenofase reprodutiva de floração e frutificação do umbuzeiro (MACHADO; BARROS; SAMPAIO, 1997) e, conseqüentemente, na regeneração natural, já que os frutos são unidades propagativas por englobarem as sementes. Os frutos podem ser dispersos e, em condições ideais, germinar ocasionando a distribuição natural da espécie. Além de fatores inerentes ao umbuzeiro como a presença do endocarpo rígido que envolve a semente, a germinação é influenciada por variáveis climáticas como a temperatura e a precipitação.

Com o objetivo de entender a influência da mudança climática na distribuição do umbuzeiro, Almeida e Fabricante (2021) elaboraram modelos preditivos para os anos 2050 e 2080 em dois cenários: otimista (com estabilização da emissão dos gases do efeito estufa) e pessimista (com crescimento contínuo da emissão de gases do efeito estufa) e concluíram que poderá ocorrer redução na área de distribuição da espécie caso as mudanças climáticas previstas para os próximos anos se concretizem.

Além das mudanças climáticas, Mertens *et al.* (2017) completam que o extrativismo não sustentável e as condições de conservação da Caatinga também ameaçam a manutenção da espécie. Com isso, a modelagem de distribuição contribui para a promoção da conservação ao apontar regiões com potencial de ocorrência do umbuzeiro

Para os dez municípios da Bahia e sete de Pernambuco que estão inseridos no Território da Cidadania Sertão do São Francisco, Xavier (2020) definiu regiões prioritárias para a conservação e extrativismo do umbuzeiro com base em modelagens de nicho ecológico.

Em Sergipe, a modelagem preditiva aponta que a espécie tem potencial de ocorrer nos municípios pertencentes ao Semiárido sergipano, nas microrregiões Agreste Central, Médio e Alto Sertão Sergipano e em alguns municípios da Grande Aracaju. Mas é no Alto Sertão que a probabilidade de ocorrência da espécie é alta, especialmente nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha (Figura 2), que possuem como característica determinante a precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm (SUDENE, 2018). A descrição dos códigos dos municípios sergipanos pode ser consultada no anexo C.

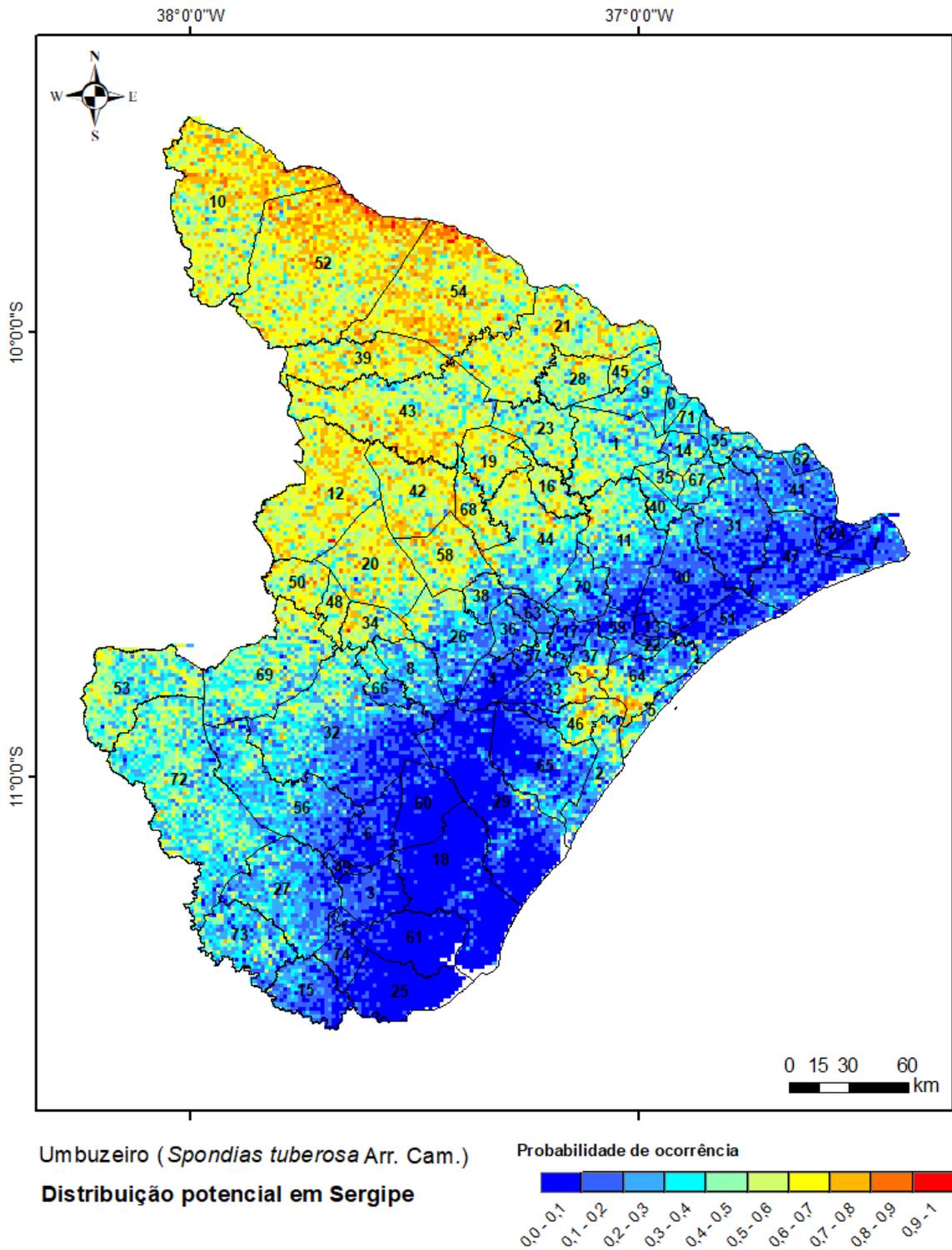


FIGURA 2. Mapa de distribuição potencial de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) em Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

No Alto Sertão Sergipano, o umbuzeiro é matéria-prima no repertório gastronômico liderado por mulheres de comunidades rurais. Com o xilopódio faz-se doce de batata de umbu e com os frutos, a umbuzada, sorvete e geleia (LIMA; SANTOS; SILVA, 2020).

No entanto, sabe-se que muitos desses frutos são extraídos de árvores centenárias e que estão em extinção, pois as plantas novas não conseguem sobreviver, com raras exceções, uma vez que são pastejadas pelos caprinos e ovinos (DRUMOND *et al.*, 2016), tornando a

ocorrência natural relativamente baixa, cerca de quatro plantas por hectare, em média (DRUMOND *et al.*, 1982). Assim, é esperada uma produção relativamente pequena.

No último relatório publicado da Pesquisa da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), não há informação sobre a produção de frutos de umbuzeiro para o estado de Sergipe. Somado a isso, a perda de quantidade e qualidade de fragmentos de vegetação nativa da Caatinga no Semiárido sergipano, constatado por Fernandes *et al.* (2017), chamam a atenção para a necessidade de medidas urgentes para a conservação da Caatinga.

O próprio umbuzeiro é citado como espécie florestal do bioma Caatinga com prioridade para conservação, na revisão sistemática sobre plantas utilizadas para fins medicinais realizada por Campos e Albuquerque (2021), apesar de não constar na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2022) e na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (BOTANIC GARDENS CONSERVATION INTERNATIONAL (BGCI); IUCN SSC GLOBAL TREE SPECIALIST GROUP, 2019).

Há uma proposta para a criação de Resolução CONAMA sobre o manejo florestal sustentável no bioma Caatinga. No entanto, o Parecer Técnico publicado em 2021 está voltado para a demanda de biomassa energética, de produtos florestais madeireiros e de suporte forrageiro para os rebanhos, buscando assegurar a conservação das paisagens, sua biodiversidade e os serviços ecossistêmicos da floresta (IBAMA, 2021), ou seja, não abrange a produção florestal não madeireira, ainda que muitas espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018) tenham como principal recurso a ser explorado os florestais não madeireiros. Esses, desempenham um papel vital para o desenvolvimento socioeconômico ao gerar trabalho e renda para as populações envolvidas quando realizada de forma adequada (IBAMA, 2021).

No Semiárido sergipano, uma equipe multidisciplinar de pesquisadores executa desde 2020 um projeto de conservação e restauração florestal em 60 hectares de áreas degradadas no Alto Sertão, mais precisamente na Unidade de Conservação do Monumento Natural do Rio São Francisco. O projeto, denominado *Convert*, integra o Projeto GEF Terrestre – Estratégias de Conservação, Restauração e Manejo para a Biodiversidade da Caatinga, Pampa e Pantanal, desenvolvido pelo Ministério do Meio Ambiente. Para a restauração florestal estão sendo plantadas, com a participação da comunidade local, mudas de espécies nativas, entre elas, o umbuzeiro (PORTAL UFS, 2022).

Ações como essa são fundamentais para a conservação da espécie, pois, como constatado por Oliveira (2018), o umbuzeiro está dependente da população local para a sua regeneração, tanto pelo suprimento de água como também pela exclusão de caprino.

A comunidade local é, muitas vezes, o principal agente promotor da conservação de espécies, tanto com o fazer, ao manejar a espécie durante a exploração de seus recursos, como também pelo saber, o conhecimento tradicional compartilhado por gerações.

4.3.2. Registro do conhecimento tradicional

O conhecimento associado ao umbuzeiro foi registrado e analisado com base nas respostas dos 153 participantes da pesquisa, com faixa etária entre 18 e 70 anos de idade e predominantemente por pessoas que se identificam pelo gênero feminino (62,8%) e em menor número, ao gênero masculino (37,3%).

As respostas são provenientes de 11 estados do Brasil e Distrito Federal (Figura 3). São eles: Sergipe (107), São Paulo (12), Bahia (10), Alagoas (10), Pernambuco (4), Minas Gerais (2), Rio de Janeiro (2), Rio Grande do Norte (2), Goiás (1), Mato Grosso (1), Piauí (1) e Brasília (1).

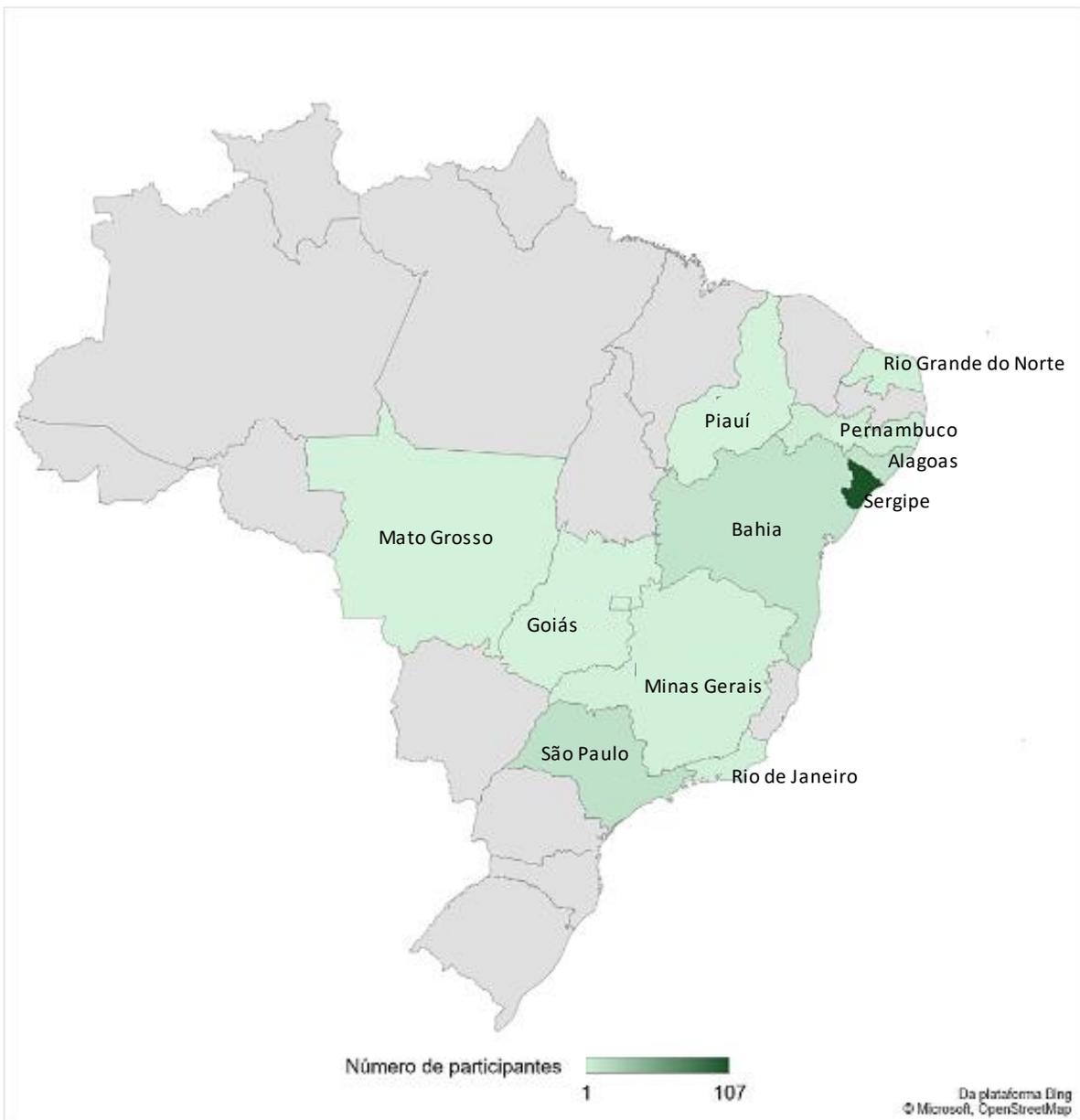


FIGURA 3. Distribuição geográfica dos participantes da pesquisa sobre o conhecimento associado ao umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) no Brasil. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Observa-se que Sergipe representa uma parcela majoritária comparado aos demais estados onde residem os participantes dessa pesquisa. Parte desse resultado se deve à rede de contatos dos membros do grupo de pesquisa GENAPLANT, que atuaram na divulgação da pesquisa. Quanto aos municípios sergipanos, observa-se que 41,0% residem no município de Aracaju (Tabela 2).

TABELA 2. Número de participantes da pesquisa sobre conhecimento associado ao umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) por município de residência no estado de Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Município	Número de Participantes	Participantes (%)
Aracaju	44	41
São Cristóvão	10	9
Nossa Senhora da Glória	9	8
Itabaiana	8	7
Nossa Senhora do Socorro	5	5
Nossa senhora Das Dores	4	4
Ribeirópolis	4	4
Japaratuba	3	3
Poço Verde	3	3
Graccho Cardoso	2	2
Lagarto	2	2
Porto da Folha	2	2
Umbaúba	2	2
Campo do Brito	1	1
Carira	1	1
Estância	1	1
Gararu	1	1
Indiaroba	1	1
Laranjeiras	1	1
Macambira	1	1
Santa Rosa de Lima	1	1
Tobias Barreto	1	1
Total	107	100

A maioria dos participantes (89,5%) afirmaram conhecer a árvore umbuzeiro e/ou seus frutos. Esses participantes foram direcionados para a pergunta sobre quais as partes da planta que conhecem e, como era esperado, o fruto é conhecido por quase todos (99,3%). Esse é o grande destaque da espécie, corroborando com a análise de patentes realizada nesse trabalho e realçando a importância de fazer uso de estratégias de conservação e exploração para os produtos florestais não madeireiros oriundos da Caatinga. Para se referir a esses frutos, o termo mais utilizado foi o “umbu” (90,5%), seguido de “imbu” (19,7%) e “embu” (0,7%).

Preferencialmente consumidos *in natura* (81,0%), os frutos também foram mencionados pelos participantes para a utilização no preparo de bebidas como a umbuzada (65,7%), no preparo de doces (23,4%), fins medicinais (3,6%) e sucos (1,5%).

Para obter esses frutos, grande parte dos participantes afirmam adquiri-los em feiras-livres (64,2%), recebem de amigos ou vizinhos (37,2%), colhem próximo de casa (26,3%) ou compram em supermercados (2,9%).

O fruto do umbuzeiro é altamente perecível e a falta de conhecimento de técnicas que possibilitem a conservação pós-colheita pode ser uma limitação à inserção do produto no mercado (LIMA; CASTRICINI, 2019). Com o intuito de prolongar a vida útil pós-colheita doumbu, Calaes *et al.* (2022) avaliaram o uso de diferentes embalagens e concluíram que as de PVC e PET, juntamente com a refrigeração a 14°C, conservam os frutos por até 12 dias. Em

Teresina – Piauí é possível encontrar o umbu nas prateleiras, como uma fruta exótica, conforme descrito por Uchôa *et al.* (2020).

Para reduzir as perdas pós-colheita dos frutos, uma alternativa é o processamento. A polpa de umbu congelada é o produto processado mais conhecido entre os participantes da pesquisa (81,8%), em seguida as bebidas (ex. umbuzada, fermentados ou destilados alcoólicos) com 55,5%, os doces 55,4% (ex. geleia, picolé ou sorvetes) e medicamentos (2,2%).

A bebida fermentada é um produto promissor, segundo Rodrigues *et al.* (2020), ao elaborarem um fermentado utilizando polpas congeladas de umbu e açai. Os doces também são frequentemente desenvolvidos em estudos envolvendo o umbu, como geleia convencional e dietética de umbu e mandacaru formuladas por Santos-Neto *et al.* (2021) e o sorvete de umbu com mangaba (MELO *et al.*, 2021).

A polpa de umbu congelada que, por sua vez, serve de matéria-prima para a elaboração de outros produtos processados como os citados anteriormente, gera em sua produção uma grande quantidade de resíduos que muitas vezes são simplesmente descartados (BATISTA, 2015).

No entanto, estudos mostram que esse resíduo tem grande potencial para uso em alimentos na forma de farinha como ingrediente funcional (XAVIER *et al.*, 2022), como também na alimentação de animais em substituição parcial do milho (MAZZA *et al.*, 2022) e na extração de compostos bioativos para uso na indústria alimentícia, farmacêutica e de cosméticos (GUALBERTO *et al.*, 2021). Observa-se que é possível fazer o uso pleno do fruto do umbuzeiro em diversas áreas de aplicações.

Quanto ao período de frutificação, Cavalcanti, Resende e Brito (2002) comentam que o início do ciclo reprodutivo do umbuzeiro ocorre na ausência de precipitações e no período em que a temperatura do ar e a umidade relativa alcançam os valores mais críticos. Entretanto, as datas de início e duração das fases fenológicas do umbuzeiro poderão variar de ano a ano, de acordo com as ocorrências dos eventos climáticos observados em cada região (LIMA-FILHO, 2011).

Quando questionados sobre o período de frutificação do umbuzeiro, 52,6% dos participantes não souberam informar. Dos que informaram, acreditam ser no mês de janeiro (40,1%), fevereiro (32,1%), dezembro (17,5%), março (20,4%) e abril (7,3%).

Além dos frutos, outras partes da planta também são conhecidas pelos participantes: sementes (55,5%), folhas (55,5%), galhos (40,9%), raízes (33,6%), flores (32,8%) e casca (32,8%). No entanto, 84,7% dos participantes afirmaram que não fazem uso dessas partes da planta.

Quanto aos que fazem uso, mencionaram as raízes para elaboração de doces (6); folhas para chá (3), consumo *in natura* (3), drinques (1), suco e salada (1); as sementes são utilizadas para plantio (2) e as cascas e flores para adubar o solo.

Com as folhas, faço sucos e saladas. Faço doce com as raízes, das sementes faço mudas, os galhos, cascas e flores são utilizados para adubar o solo.
(Participante 105, 49 anos)

O conhecimento associado ao umbuzeiro indica o potencial da espécie para exploração de seus recursos, visto que a mesma pode ser utilizada integralmente, desde o fruto até mesmo suas raízes.

As folhas foram estudadas com fins medicinais por Araújo (2016) ao avaliar a atividade antioxidante e hemolítica e o efeito fotoprotetor de extratos das folhas, frutos e ramos do umbuzeiro e a atividade gastroprotetora *in vivo* de extrato do ramo do umbuzeiro. Enquanto Santos-Neto *et al.* (2021) utilizaram as folhas para elaborar licor artesanal com adição de microalga *Spirulina* spp. Para alimentação animal, Ferreira (2020) avaliou o uso de produto farináceo obtido através da secagem das folhas como forragem.

Com o xilopódio faz-se doce de batata de umbu, segundo registros de saberes e fazeres gastronômicos de mulheres de comunidades rurais do Alto Sertão Sergipano, investigados por Lima *et al.* (2020).

Também chamado de túberas, Cavalcanti e Resende (2006) comentam que esses xilopódios são intumescências redondas de consistência esponjosa encontradas nas raízes, com função de acumular água e nutrientes e que podem ser utilizadas por pequenos agricultores para alimentação animal.

A raiz do umbuzeiro é tão importante que, segundo os participantes dessa pesquisa, a denominação dada à espécie por Euclides da Cunha em seu livro “Os Sertões” como “Árvore sagrada do Sertão”, deve-se a essa estrutura. A utilização de termos com referência ao xilopódio ocorreu em 17,0% das respostas.

O umbuzeiro possui em suas raízes um reservatório de água que em tempos de seca mata a sede do sertanejo. (Participante 8, 26 anos)

As raízes são semelhantes a batatas que armazenam uma grande quantidade de água o que auxilia a árvore a se manter viva durante o período de seca intensa, como é o caso do verão nordestino. (Participante 122, 26 anos)

O próprio nome da espécie carrega o termo em referência às suas raízes. O nome genérico *Spondias* significa “ameixa” e o epíteto específico *tuberosa* foi atribuído pela presença das raízes tuberosas frequentemente chamadas de xilopódios ou, mais popularmente, de batatas ou cucas (MAIA, 2004).

Os xilopódios são ricos em água e sais minerais, que garantem a sobrevivência das plantas durante os períodos de estiagem que ocorrem na região (DUQUE, 2004). Logo, trata-se de uma espécie adaptada às condições do semiárido. A atribuição do termo “umbu” para a espécie não foi ao acaso. Em tupi-guarani “y-mb-u” significa “árvore que dá de beber” (BARRETO; CASTRO, 2010).

Mesmo em tempos de estiagem suas folhas permanecem verdes. (Participante 90, 22 anos)

Pela sua capacidade de resiliência, inclusive em longos períodos de estiagem, quando perde suas folhas, mas permanece vivo. (Participante 24, 23 anos)

Além de sobreviver sob condições hostis do clima semiárido, o umbuzeiro consegue produzir uma grande quantidade de frutos devido, além das características que lhe são peculiares, ao desenvolvimento de túberas no sistema radicular, a abscisão das folhas e o controle estomático do fluxo transpiratório (LIMA-FILHO, 2011). Esse potencial foi mencionado em 11,0% das respostas dos participantes, sendo assim, um símbolo de resistência (11,0%), que serve como alimento (10,0%) e fonte de renda (10%) para as comunidades locais.

*Por ser uma espécie que produz um fruto delicioso durante a estiagem e garante o sustento de diversas pessoas, sem a *Spondias tuberosa*, o semiárido não seria o mesmo.* (Participante 105, 60 anos)

Além da ordem cultural é um símbolo de resistência da caatinga/sertão. (Participante 80, 26 anos)

Os frutos ajudam a alimentar as pessoas na época da seca, através do consumo in natura e suco. Além de poder ser comercializado nas feiras livres e, de certa forma, aumentar um pouco a renda. (Participante 94, 23 anos)

Vale ressaltar que, apesar de o umbuzeiro não constar na Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2022), esforços devem ser direcionados para a promoção de sua conservação, considerando a maneira como são extraídos os seus recursos e a escassez de enriquecimento populacional que pode ser feito com o plantio de mudas da espécie.

Barreto e Castro (2010) publicaram uma cartilha de boas práticas para o extrativismo sustentável do umbuzeiro voltada para as comunidades rurais e indígenas, técnicos e organizações. A cartilha contém informações gerais sobre o ciclo de vida do umbuzeiro e pode contribuir para a melhoria da produção de frutos como também aumentar a quantidade de plantas nas áreas de coleta.

Nota-se com os resultados dessa pesquisa que há muito conhecimento associado ao umbuzeiro. Estudar a relação histórica do homem com a diversidade da flora que compõe os biomas compreende a ciência da etnobotânica, segundo Santos (2022) que registra, sobretudo, o saber e fazer de um povo. Quando transmitido por gerações, caracteriza o conhecimento tradicional. Nesse contexto, foi questionado aos participantes a origem da sabedoria sobre o umbuzeiro. Os resultados mostram que a forma predominante de obtenção das informações pelos participantes é através da família (86,1%), seguindo da escola e/ou faculdade (17,5%), internet (7,3%), livros (5,8%) e programas de tv (2,9%).

Considerando-se a importância socioeconômica do umbuzeiro, Drumond *et al.* (2016) citam que o desafio que se coloca para o desenvolvimento da região Semiárida é fornecer informações e tecnologias que possibilitem o seu cultivo em escala comercial de forma sustentável.

4.3.3. Conhecimento tecnológico

Com o propósito de contribuir com informações na esfera tecnológica, realizou-se a busca por patentes, que retornou 368 resultados (Latipat-Espacenet – 31, PatentScope – 36, INPI – 22, Google Patentes – 227 e Lens – 52). A maioria dos resultados encontrados não se relacionavam ao objeto desse estudo e foram eliminados da análise. Resultados duplicados também foram excluídos. Após refinamento dos dados, restaram 21 patentes relacionadas à *S. tuberosa*. O Google Patentes foi a base de dados com o maior número de resultados encontrados (Tabela 3).

TABELA 3. Registro de pedidos de depósito de patentes encontradas em 2022 no Google Patentes, Latipat, PatentScope, INPI e Lens utilizando o termo de busca “*Spondias tuberosa*” e “umbu”. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Termo de busca	Google Patentes	Latipat	Patentscope	INPI	Lens
<i>Spondias tuberosa</i>	10	6	6	3	2
Umbu	9	12	10	8	1
Total	19	18	16	11	3

Os registros foram solicitados entre os anos de 1999 e 2020 com destaque para o número de depósitos para os anos de 2015 e 2016, com cinco registros cada. Do total de depósitos, 66,0% contêm dois ou mais inventores.

Todas as patentes depositadas relacionadas ao umbuzeiro são oriundas do Brasil, sendo duas delas pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” em parceria com a Universidade de Genebra, na Suíça. A maioria das instituições cessionárias são instituições e universidades federais, especialmente do Nordeste do país, com um terço dos registros pertencendo à Universidade Federal de Campina Grande (Paraíba). Uma patente foi depositada por uma empresa privada de São Paulo.

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes, a maior parte das tecnologias são voltadas para a classe de alimentos na seção de necessidades humanas (Tabela 4).

TABELA 4. Número de patentes encontradas no Google Patentes, Latipat, PatentScope, INPI e Lens sobre *Spondias tuberosa* Arr. Câm. Por seções e classes. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Seção	Classe	Nº de patentes
Necessidades Humanas	Agricultura; silvicultura; pecuária; caça; captura em armadilhas; pesca	1
	Cozedura ao forno; equipamento para preparo ou processamento de massas; massas para cozedura ao forno	2
	Alimentos ou produtos alimentícios; seu beneficiamento, não abrangido por outras classes	20
	Móveis; artigos ou aparelhos domésticos; moinhos de café; moinhos de especiaria; aspiradores em geral	1
	Ciência médica ou veterinária; higiene	4
Química e Metalurgia	Bioquímica; cerveja; álcool; vinho; vinagre; microbiologia; enzimologia; engenharia genética ou de mutação	3
	Química orgânica	6
Novos Desenvolvimentos Tecnológicos	Tecnologias visando mitigação de, ou adaptação às, mudanças climáticas;	2

As tecnologias são empregadas no desenvolvimento de produtos como sucos e bebidas alcoólicas e fermentadas, umbu em pó para preparo de umbuzada e em conserva, geleias e balas de gelatina.

Todos os produtos analisados nesse trabalho foram desenvolvidos utilizando apenas os frutos da espécie, sendo 90% na forma *in natura* ou de polpa e em 10% das patentes utilizou-se resíduo do processamento do fruto: a casca e o endocarpo (caroço).

Embora o fruto seja o maior destaque da espécie, a árvore fornece também túberas ricas em água e nutrientes, de múltiplos usos, além das folhas (BATISTA, 2015), que precisam ser mais exploradas a fim de ampliar as possibilidades de aplicações e de desenvolvimento de novos produtos.

4.4. Conclusões

A modelagem preditiva aponta que a distribuição potencial da espécie *Spondias tuberosa* é no Nordeste do Brasil e, em Sergipe, tem maior probabilidade de ocorrer nos municípios que pertencem à região Semiárida, sendo a precipitação a camada ambiental de maior contribuição para o modelo.

O registro e análise do conhecimento associado à espécie reforça o potencial biotecnológico e a importância social, ecológica e cultural da espécie para o Nordeste do Brasil, e que o conhecimento retido por gerações sobre uma espécie é essencial para novas hipóteses científicas.

A análise dos registros de patentes corrobora com os registros do conhecimento tradicional de que o fruto da espécie é o principal recurso genético de interesse para o desenvolvimento de produtos tecnológicos.

4.5. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, T. S.; FABRICANTE, J. R. Modelagem de nicho climático atual e futuro do umbuzeiro. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 21, n. 1, p. 1–7, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342216760>

ARAÚJO, A. D. de. **Estudo fitoquímico e avaliação do potencial bioativo do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda/Anacardiaceae)**. 2016. 106 F. Tese (Doutorado em Bioquímica e fisiologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2016.

BARRETO, L. S.; CASTRO, M. S. de. **Boas práticas para o extrativismo sustentável umbu**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.

BARROS, A. C.; BISPO, H. G. A. R.; REIS, P. M. C. L.; VILAR, S. B. de O.; ALBUQUERQUE JUNIOR, N. de M.; OLIVEIRA, I. P.; FIGUEIREDO, D. V. P. de. Elaboração de Suco Tropical de Umbu. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 1–11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.13048>

BATISTA, F. R. da C. Umbu e seus aspectos de produção. In: BATISTA, F. R. da C.; SILVA, S. de M.; SANTANA, M. de F. S. de S.; CAVALCANTE, A. R. (org.). **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2015. P. 09–30.

BOTANIC GARDENS CONSERVATION INTERNATIONAL (BGCI); IUCN SSC GLOBAL TREE SPECIALIST GROUP. *Spondias tuberosa*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2019**, 2019. Disponível em: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T148763261A148763263.en>

BRASIL. **Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015**. Brasília: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2015/lei/113123.html. Acesso em: 12 jul. 2022.

BRASIL. **Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022** Brasília, DF: Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção, 2022. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2020/P_mma_148_2022_altera_anexos_P_mma_443_444_445_2014_atualiza_especies_ameacadas_extincao.pdf. Acesso em: 23 jun. 2022.

CALAES, J. G.; LONDE, L. C. N.; CARDOSO, M. M.; PEREIRA, M. C. T.; DIAS, W. P. A. Brazil plum fruit (*Spondias tuberosa*) stored under refrigeration with different types of packaging. **Australian Journal of Crop Science**, v. 16, n. 3, p. 343–348, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21475/ajcs.22.16.03.p3199>

CAMPOS, J. L. A.; ALBUQUERQUE, U. P. Indicators of conservation priorities for medicinal plants from seasonal dry forests of northeastern Brazil. **Ecological Indicators**, v. 121, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106993>

CAVALCANTE, A. D. M. B.; FERNANDES, P. H. C.; SILVA, E. M. da. *Opuntia ficus-indica* (L.) mill. And climate change: An analysis in the light of modeling potential distribution of species in the caatinga biome. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p. 375–385, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-7786353001>

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. Ocorrência de xilopódio em plantas nativas de imbuzeiro. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 3, p. 287–293, 2006. Disponível em: www.ufersa.edu.br/caatinga

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Levantamento da produção de xilopódio e os efeitos de sua retirada sobre a frutificação e persistência de plantas nativas de imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 5, 2002.

CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. de L. Colheita e comercialização de frutos de imbuzeiro pelos agricultores da Região Semi-Árida do Nordeste. **Revista de Política Agrícola**, v. 15, n. 2, p. 81–88, 2006.

CHOUERI, R. B.; AZEVEDO, J. A. R. Biodiversidade e impacto de grandes empreendimentos hidrelétricos na Bacia Tocantins-Araguaia: uma análise sistêmica. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 3, p. 443–457, 2017.

CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste.** [S. l.: s. n.]. E-book. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade>.

DRUMOND, M. A.; CÉSAR, P.; LIMA, F.; SOUZA, S. M. de; LIMA, J. L. S. Sociabilidade das espécies florestais da Caatinga em Santa Maria da Boa Vista – PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 4, p. 47–59, 1982.

DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F.; MOURA, M. S. B. de; CUNHA, T. J. F.; ARAÚJO, J. L. P. de; OLIVEIRA, V. R. de; SÁ, I. B.; TAURA, T. A. Caracterização ambiental do Semiárido brasileiro. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. de T.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de (org.). **Umбуzeiro: avanços e perspectivas**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2016. P. 17–52.

DUQUE, J. G. O. **Nordeste e as lavouras xerófilas**. 4. Ed. Fortaleza: BNB, 2004.

ELITH, J. *et al.* Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography**, v. 29, n. 2, p. 129–151, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>. Acesso em: 11 jul. 2022.

ESRI. **ArcMap para ArcGIS Desktop**. [S. l.: s. n.] Disponível em: <https://www.esri.com/pt-br/arcgis/products/arcgis-desktop/resources>. Acesso em: 20 jun. 2022.

FERNANDES, M. R. de M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q. de; FERNANDES, M. M. Análise temporal da fragmentação florestal na região semiárida de Sergipe. **Nativa**, v. 5, n. 6, p. 421–427, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2318-7670.v05n06a07>

FERREIRA, S. V. de F. **Conhecimento etnobotânico do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* arruda) e a elaboração de produto farináceo**. 2020. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Biotecnologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité-PB, 2020.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302–4315, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/JOC.5086>. Acesso em: 20 jun. 2022.

GUALBERTO, N. C.; SANTOS DE OLIVEIRA, C.; PEDREIRA NOGUEIRA, J.; SILVA DE JESUS, M.; CAROLINE SANTOS ARAUJO, H.; RAJAN, M.; TEREZINHA SANTOS LEITE NETA, M.; NARAIN, N. Bioactive compounds and antioxidant activities in the agro-industrial residues of acerola (*Malpighia emarginata* L.), guava (*Psidium guajava* L.), genipap (*Genipa americana* L.) and umbu (*Spondias tuberosa* L.) fruits assisted by ultrasonic or shaker extraction. **Food Research International**, v. 147, p. 1–13, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110538>

IBAMA. **Parecer Técnico nº 1/2021 – Fortalecimento da gestão ambiental no bioma Caatinga: proposta de Resolução CONAMA para promover o uso sustentável da Caatinga por meio do manejo florestal** Brasília, DF: IBAMA, 2021. Disponível em: https://sei.ibama.gov.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=11016436&infra_sistema=1000...1/12

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>. Acesso em: 20 jun. 2022.

LEITE, C. E. A. de M.; BENDINI, J. do N.; NASCIMENTO, J. de J. S. do; ABREU, M. C. de; VIEIRA, M. M. Espécies arbóreas nativas da Caatinga são as principais fontes poliníferas das abelhas Mandaçaia (*Melipona quadrifasciata* Lepeletier, 1836) em Paulistana, Piauí. **Jornal Interdisciplinar de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 1–5, 2020. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/jibi>

LIMA, M. A. C. de; CASTRICINI, A. Qualidade e pós-colheita do umbu. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 307, p. 80–90, 2019.

LIMA, J. S.; SANTOS, L. de F. M.; SILVA, G. T. Saberes e fazeres gastronômico de mulheres de comunidades rurais do semiárido sergipano. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1924–1941, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-1039>

LIMA-FILHO, J. M. P. **Ecofisiologia do Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2011. *E-book*. Disponível em: <http://www.cpatia.embrapa.br>

LUCENA, M. S. de. **Manejo florestal no domínio da Caatinga: caminhos e conhecimentos para a sustentabilidade**. 2022. 160 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2022.

MACHADO, I. C. S.; BARROS, L. M.; SAMPAIO, E. V. S. B. Phenology of Caatinga Species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, n. 1, p. 57–68, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1997.tb00006.x>.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MAZZA, P. H. S.; JAEGER, S. M. P. L.; SILVA, F. de L.; LIMA, A. G. V. O.; HORA, D. C. da; BARBOSA, A. M.; ANDRADE, E. A. de; SILVA-JÚNIOR, J. M. da; BEZERRA, L. R.; OLIVEIRA, R. L. Effects of dietary inclusion of dry umbu fruit pulp residue (*Spondias tuberosa* Arr. Câm) on intake, ingestive behaviour, digestibility, nitrogen balance and ruminal pH in sheep. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 31, n. 1, p. 55–64, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22358/jafs/146396/2022>

MELO, C. dos S.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A. M. O. e; CARVALHO, M. G. de. Sorvete de umbu e mangaba com propriedade funcional. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 28, p. 1–11, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/san.v28i00.8660077>

MENEZES, J. da S.; CAMPOS, V. P.; COSTA, T. A. de C. Desenvolvimento de dispositivo caseiro para dessalinização de água salobra a partir de sementes de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara). **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 379–385, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000200026>

MERTENS, J.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. de; GERMER, J.; SAUERBORN, J. Umbuzeiro (*Spondias tuberosa*): a systematic review. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)**, n. 36, p. 179–197, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820151006>

MERTENS, J.; GERMER, J.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* arruda (Anacardiaceae), uma árvore ameaçada de extinção da Caatinga? **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 542–552, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.18715>

OLIVEIRA, D. A. S. de. **Dinâmica populacional e diversidade genética de *Spondias tuberosa* Arr. Em resposta às mudanças no uso do solo na Caatinga**. 2018. 100 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2018.

OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. dos; NASCIMENTO, C. E. de S. *Spondias tuberosa*: umbu. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. P. 304–315.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E.; BLAIR, M. E. Opening the black box: an open-source release of Maxent. **Ecography**, v. 40, n. 7, p. 887–893, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ECOG.03049/FULL>. Acesso em: 20 jun. 2022.

PNUD. **Fruto símbolo da Caatinga: umbu gera desenvolvimento econômico no Sertão do São Francisco**. [s. l.], 2019. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/news/fruto-s%C3%ADmbolo-da-caatinga-umbu-gera-desenvolvimento-econ%C3%B4mico-no-sert%C3%A3o-do-s%C3%A3o-francisco>. Acesso em: 20 jun. 2022.

PORTAL UFS. **Conheça projeto desenvolvido na UFS para recuperação florestal de 600 mil m² da Caatinga**. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.ufs.br/conteudo/69710-conheca-projeto-desenvolvido-na-ufs-para-recuperacao-florestal-de-600-mil-m-da-caatinga>. Acesso em: 20 jun. 2022.

PRADO, D. E.; GIBBS, P. E. Patterns of Species Distributions in the Dry Seasonal Forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 80, n. 4, p. 902, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2399937>

RODRIGUES, T. da S.; RODRIGUES, E. P.; SILVEIRA, P. T. de S.; COSTA, E. N.; VILA, M. T. R.; COSTA, R. A. da S. Elaboração e aspectos microbiológicos de fermentado alcoólico misto de umbu (*Spondias tuberosa*) e açai (*Euterpe oleracea*). In: 2020, Rio Grande do Sul, RS. **Anais do Simpósio de Segurança Alimentar**. Rio Grande do Sul, RS: Sociedade Brasileira de Ciência e Segurança Alimentar, 2020. P. 1–6.

SALEH, M. S. M.; KAMISAH, Y. Potential medicinal plants for the treatment of dengue fever and severe acute respiratory syndrome-coronavirus. **Biomolecules**, v. 11, n. 1, p. 1–25, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biom11010042>

SANTOS, A. E. D. dos. **Cienciometria, etnobotânica e modelagem de nicho de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.** 2022. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2022.

SANTOS-NETO, J. P. dos; SILVA, L. A. S. G. da; GATTI, V. C. do M.; BEIRÃO, A. T. M.; SILVA, C. R. da; OLIVEIRA, J. T. de; SILVA, K. P. da; CARVALHO, F. I. M.; SILVA, P. A.; SANTANA, M. C. C. B. de. Formulação e caracterização físico-química de geleias convencional e dietética de mandacaru e umbu. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e4710816955, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.16955>

SOUZA, A. X. de; SOARES, L. de A. Elaboração de doce cremoso misto de umbu, tomate, limão, casca e polpa de mamão. **Revista Integrativa em Inovações Tecnológicas nas Ciências da Saúde**, v. 3, n. 00, p. 99–103, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.46635/revise.v3i00.1682>

SUDENE. **Nova delimitação Semiárido.** [S. l.: s. n.].

UCHÔA, V. T.; OLIVEIRA, J. F. de; RAMOS, M. A. B.; OLIVEIRA, R. K. S. de; BRITO, T. M. V.; OLIVEIRA, A. R. de; MORAES, B. C. Avaliação biométrica e análise da vitamina C em frutas exóticas comercializadas em supermercados e mercados de Teresina – PI. **Agrarian**, v. 13, n. 50, p. 577–592, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i50.11240>

XAVIER, G. O. de. **Modelagem do nicho ecológico do umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) na região da Caatinga.** 2020. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2020.

XAVIER, V. L.; BARBOSA, J. M. L.; DE ARAUJO, K. S.; DA SILVA, M. v.; CORREIA, M. T. S.; DE SOUZA, M. P.; CARNEIRO-DA-CUNHA, M. das G. Nutritional and technological potential of Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) processing by-product flour. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220200940>

ZERAIK, M. L.; QUEIROZ, E. F.; MARCOURT, L.; CICLET, O.; CASTRO-GAMBOA, I.; SILVA, D. H. S.; CUENDET, M.; BOLZANI, V. da S.; WOLFENDER, J. L. Antioxidants, quinone reductase inducers and acetylcholinesterase inhibitors from *Spondias tuberosa* fruits. **Journal of Functional Foods**, v. 21, p. 396–405, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.12.009>

5. ARTIGO 2

CARACTERIZAÇÃO DE MATRIZES, BIOMETRIA E COLORIMETRIA DE FRUTOS E ENDÓCARPOS DE *Spondias tuberosa* Arr. Câm. DE SERGIPE

RESUMO

O umbuzeiro é uma árvore frutífera endêmica do bioma Caatinga de grande importância socioeconômica e ambiental. Seus recursos têm sido frequentemente estudados pois possuem potencial de aplicação em diversas áreas tecnológicas. Ainda que a espécie possua mecanismos de adaptação às condições do Semiárido brasileiro garantindo sua sobrevivência, observa-se diminuição da produção de seus frutos ao longo dos anos. Em Sergipe, a conservação de suas populações naturais pode estar comprometida, pois pouco se sabe sobre elas. Com o objetivo de contribuir com o conhecimento sobre a espécie no estado, esse trabalho buscou caracterizar árvores quanto à altura, diâmetro do fuste e diâmetro de copa e os frutos e endocarpos com relação à biometria e colorimetria. Como o endocarpo é frequentemente utilizado para a produção de mudas da espécie, realizou-se também um levantamento bibliométrico sobre o conhecimento científico acerca das unidades de dispersão de *Spondias tuberosa*. As árvores matrizes estão distribuídas entre si com distância mínima de 30 m e apresentam-se com altura média de 5,31 m, diâmetros de copa de 9,83 e 9,02 m e do tronco de 30,83 cm. Os frutos possuem em média 2,98 cm de comprimento e 2,57 cm de largura e suas cascas apresentam-se predominantemente amarelas. Os endocarpos têm em média 1,83 cm de comprimento por 1,17 cm de largura e a cor laranja como predominante. O levantamento bibliométrico aponta para uma utilização inadequada do termo “semente” nos trabalhos científicos avaliados.

Palavras-chave: Umbuzeiro, caatinga, GroundEye, bibliometria.

ABSTRACT

Title: Characterization of donor trees, biometry, and colorimetry of fruit and endocarps of *Spondias tuberosa* Arr. Câm. from Sergipe

Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) is a fruit-bearing tree endemic to the Caatinga biome and of considerable socioeconomic and environmental importance. Resources from it have frequently been studied because they have potential application in diverse technological areas. Though the species has mechanisms for adaptation to the conditions of the Brazilian semi-arid region, ensuring its survival, reduction in fruit production has been observed over the years. In Sergipe, conservation of the natural populations may be compromised, for little is known about them. With the aim of contributing to knowledge regarding the species in Sergipe, the objective of this study was to characterize trees in regard to height, trunk diameter, and canopy diameter and to characterize fruit and endocarps in regard to biometry and colorimetry. As the fruit stone (endocarp + seed) is frequently used to produce seedlings, a bibliometric survey was also conducted of scientific knowledge regarding the dispersal units of *S. tuberosa*. The donor trees are separated from each other at a minimum distance of 30 m and have a mean height of 5.31 m, canopy diameters of 9.83 m (larger diameter) and 9.02 m (smaller diameter), and trunk diameter of 30.83 cm. The fruit has an average length of 2.98 cm and average width of 2.57 cm, and its peel is predominantly yellow. The fruit stone has an average length of 1.83 cm and average width of 1.17 cm, and is predominantly orange in color. The bibliometric survey indicates inadequate use of the term “seed” in the scientific studies evaluated.

Keywords: Umbuzeiro, Caatinga, GroundEye, bibliometry.

5.1. Introdução

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) é uma espécie da família Anacardiaceae, endêmica do Semiárido brasileiro, de grande importância socioeconômica especialmente pela venda de seus frutos *in natura*, produto de maior valor agregado (OLIVEIRA *et al.*, 2016), nos estados da região Nordeste.

Em Sergipe, as populações naturais de umbuzeiro têm seus frutos comercializados *in natura* em feiras-livres (SANTOS; JÚNIOR; PRATA, 2012), utilizados na gastronomia (SOUZA, 2019; LIMA; SANTOS; SILVA, 2020) e avaliados para fins alimentícios em pesquisas do *Campus* do Sertão da Universidade Federal de Sergipe (SANTOS, 2019; ARAGÃO, 2020; SILVA, 2020).

No entanto, apesar de ser local de ocorrência natural da espécie, Sergipe não contribui com a produção e comercialização dos frutos no Brasil, segundo o relatório de Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura no Brasil, atualmente liderado pela Bahia (IBGE, 2022).

Além disso, não há acessos provenientes de Sergipe no Banco Ativo de Germoplasma do Umbuzeiro (BGU) da Embrapa Semiárido, de abrangência ecorregional, onde estão implantadas em campo acessos dos estados de Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e Minas Gerais (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Esses acessos são estudados buscando o melhoramento genético e desenvolvimento de novas cultivares que poderão ser registradas no Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), com possibilidade de serem incorporadas ao mercado (CORADIN; CAMILLO; PAREYN, 2018).

Dito isso, somado à falta de informações sobre as populações naturais sergipanas, a conservação da espécie no estado pode estar comprometida.

Uma forma de contribuir com a promoção da conservação da espécie é fornecendo informações sobre as variações fenotípicas entre indivíduos de uma população, pois podem indicar variação em nível genético. Para quantificar essa variação, utiliza-se frequentemente a biometria de frutos e unidades de dispersão, que mensura tamanho e forma.

Essas informações são importantes tanto para a compreensão de processos relacionados ao estabelecimento de populações em seu habitat natural como são altamente úteis quando as frutas são destinadas ao mercado de consumo fresco, uma vez que influenciam na aceitação do consumidor, que preferem frutos grandes (PEREIRA *et al.*, 2021). Outra característica de grande importância para a comercialização dos frutos frescos é a coloração da casca, pois é um atributo de qualidade (LIMA; CASTRICINI, 2019).

Com o intuito de fornecer informações que possam inferir um padrão de variação fenotípica de árvores de umbuzeiro de Sergipe, esse trabalho buscou caracterizar árvores de uma população natural e seus frutos e endocarpos. Como o endocarpo é frequentemente utilizado para a produção de mudas da espécie, realizou-se também um levantamento bibliométrico sobre o conhecimento científico acerca das unidades de dispersão da espécie.

5.2. Material e Métodos

5.2.1. Informações das matrizes de umbuzeiro

O total de 14 matrizes de *S. tuberosa* caracterizadas nesse trabalho pertencem a uma população natural localizada em propriedade privada de 150 hectares (aproximadamente 45 hectares) no povoado Lagoa dos Trigos, município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe (Figura 1). Fotografias de todas as matrizes estudadas podem ser visualizadas nos anexos E – G.



FIGURA 1. Distribuição espacial de matrizes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) em população natural localizada no Povoado Lagoa dos Trigos, Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe.

As árvores amostradas apresentavam distância mínima de 30 m entre si. Todas as matrizes foram georreferenciadas e mensuradas para a obtenção da altura, circunferência à altura do peito (CAP) a 1,30m do solo e diâmetro maior e menor da copa. A CAP foi utilizada no cálculo de diâmetro equivalente (Deq), pois muitas árvores apresentavam-se com mais de um fuste.

$$Deq = \sqrt{\sum DAP^2}$$

Onde: Deq: diâmetro equivalente
DAP: CAP / π

5.2.2. Obtenção dos frutos e endocarpos

A coleta dos frutos das matrizes foi realizada na safra de verão em 2021 e 2022. Coletou-se alguns frutos íntegros que estavam no solo e na copa das árvores, buscando manter frutos no solo e/ou copa para garantir regenerantes na área. Após a coleta, os frutos foram higienizados com água e hipoclorito de sódio, secos ao ar livre e acondicionados em sacos de plástico sob refrigeração.

5.2.3. Análise biométrica e de distribuição de cor

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Sergipe, *Campus* São Cristóvão.

Os frutos foram submetidos à análise no equipamento GroundEye S800, que dispõe de uma plataforma composta por um módulo de captação de imagens, bandeja para posicionar o material a ser examinado e um software integrado (GE). Após, realizou-se o despulpamento dos frutos manualmente para a obtenção dos endocarpos. Os endocarpos foram secos à sombra e dispostos no GroundEye para a captura das imagens seguindo o mesmo procedimento realizado para os frutos.

As imagens obtidas foram processadas pelo programa integrado ao equipamento GroundEye (GE). Realizou-se a calibração da cor de fundo das imagens para a análise individual de cada fruto e endocarpo (Figura 2).

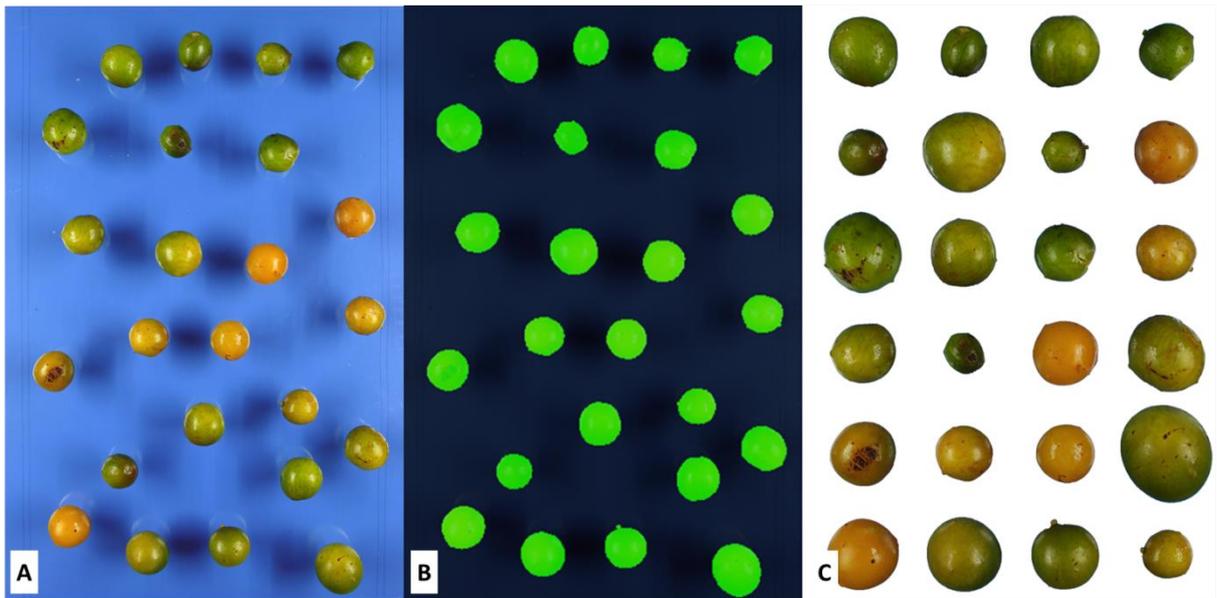


FIGURA 2. Processamento de imagens de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) no programa GroundEye: imagem dos frutos (A); cor de fundo calibrada (B); imagem processada (C). UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

As medidas geométricas de tamanho obtidas para frutos e endocarpos foram o comprimento (maior reta que passa pelo centro) e largura (menor reta que passa pelo centro) (Figura 3).

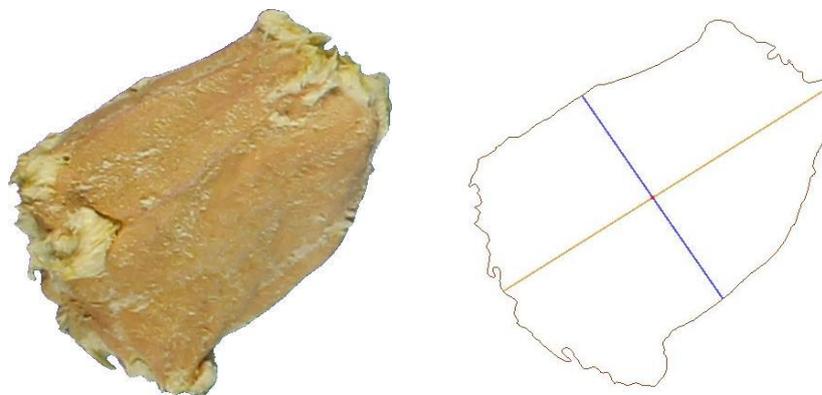


FIGURA 3. Endocarpo de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) e modelo de obtenção das medidas de comprimento e largura. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

A área corresponde à quantidade de espaço que a superfície possui e foi calculada pela seguinte fórmula:

$$A = \sum_{p \in R} 1$$

Onde: p representa um *pixel* da imagem e R os *pixels* do objeto a ser contabilizado a área.

A circularidade é um fator de forma, cujo valor 1 indica objetos circulares e menor que 1 indica objetos com outras formas, foi obtida pela fórmula:

$$C = \frac{4 \times A}{\pi \times DM^2}$$

Onde: A representa a área e DM o diâmetro máximo.

Além da biometria, obteve-se a distribuição de cores dos frutos e endocarpos seguindo os mesmos passos da biometria.

5.2.4. Análises estatísticas

Foram obtidos os valores de máximo, mínimo, média e as medidas de dispersão de variância, desvio padrão e coeficiente de variação para as variáveis biométricas e colorimétricas dos frutos e endocarpos.

5.2.5. Levantamento bibliométrico

A busca por artigos científicos sobre endocarpos e sementes de *S. tuberosa* foi realizada nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, sem limitação temporal, de maneira a obter o maior número de artigos publicados nessas bases até a data dessa pesquisa. Os termos de busca foram: *Spondias tuberosa*; *S. tuberosa*; umbu; umbuzeiro; semente; sementes; *seed*; *seeds*; unidade de dispersão; *dispersion unit*; endocarpo; *endocarp*; pirênio; *pyrene*; diásporo; *diaspore*; caroço e *kernel*, combinados pelos operadores booleanos *AND* e *OR* nos campos de título, resumo e palavras-chave. Para esta análise, foram considerados apenas artigos científicos, utilizando filtro de pesquisa por tipos de documentos.

Os documentos foram exportados e analisados individualmente. Apenas os trabalhos que se referem à espécie em questão e que usem sementes e/ou endocarpo como objeto de estudo é que foram selecionados. Após, os artigos foram exportados no formato da ferramenta sistemática de formatação BibTex e submetidos à análise quantitativa através do pacote para linguagem de programação estatística R, o *Bibliometrix* (ARIA; CUCCURULLO, 2017), utilizando o ambiente do programa de desenvolvimento integrado para linguagem R, o *Rstudio*.

5.3. Resultados e discussão

5.3.1. Dendrometria dos umbuzeiros

As médias das variáveis mensuradas para a população de umbuzeiro em Sergipe foi de 5,31 m de altura, 9,02 m de diâmetro menor de copa, 9,83 m de diâmetro maior de copa e 30,83 cm de diâmetro do fuste. As médias estão representadas na Figura 4.

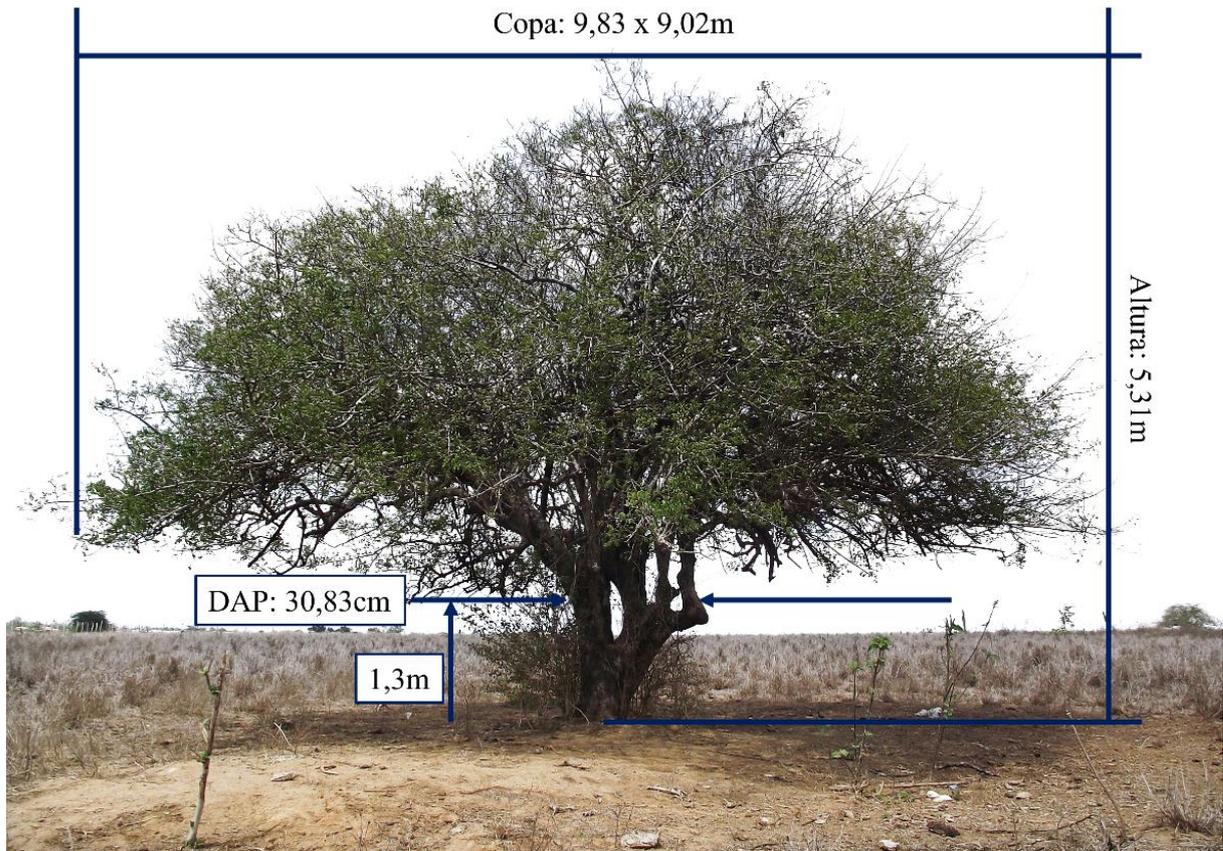


FIGURA 4. Média de altura, diâmetro maior e menor de copa e diâmetro à altura do peito (DAP) da população natural umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) representada em uma matriz, localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

As matrizes apresentaram altura entre 4,38 e 6,45 m. Dentre as variáveis, a altura foi a que apresentou menor variação. As medidas de diâmetro de copa variaram de 6,42 a 11,25 m para o diâmetro menor e de 6,93 a 12,35 m para diâmetro maior (Tabela 1).

TABELA 1. Localização geográfica e informações dendrométricas (diâmetro do fuste (Deq), altura (H), diâmetro maior da copa (DMA) e diâmetro menor da copa (DME) de 14 indivíduos de uma população natural de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Matriz	Coordenadas geográficas		Informações dendrométricas			
	Latitude	Longitude	Deq (cm)	H (m)	DMA (m)	DME (m)
01	-10.224242°	-37.632607°	53,26	6,25	12,35	11,25
02	-10.224189°	-37.631187°	35,88	6,45	11,10	9,70
03	-10.224315°	-37.630318°	18,24	4,38	6,93	6,42
04	-10.224880°	-37.630009°	17,83	5,50	11,10	10,18
05	-10.224423°	-37.633086°	21,16	4,67	7,40	8,20
06	-10.226070°	-37.630203°	36,06	5,50	10,00	9,50
07	-10.226729°	-37.628901°	32,63	5,00	8,80	8,20
08	-10.226886°	-37.628639°	40,40	6,15	12,20	10,75
09	-10.226334°	-37.628160°	28,30	4,83	12,26	9,00
10	-10.225915°	-37.628010°	21,96	4,61	9,76	9,40
11	-10.225155°	-37.628593°	25,40	4,55	8,20	8,20
12	-01.022525°	-37.634045°	28,50	5,40	9,86	8,96
13	-10.226189°	-37.634709°	28,33	5,08	7,50	6,80
14	-10.226056°	-37.634904°	43,60	5,90	10,10	9,70
Mínimo	-	-	17,83	4,38	6,93	6,42
Máximo	-	-	53,26	6,45	12,35	11,25
Média	-	-	30,83	5,31	9,83	9,02
CV (%)	-	-	33,20	12,85	18,87	15,17

Os valores encontrados para essas variáveis estão dentro dos intervalos relatados na literatura para indivíduos provenientes da Bahia, Pernambuco, Piauí, Minas Gerais, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte (CARVALHO, 1986; NASCIMENTO; SANTOS; CAMPOS, 1995; SANTOS, 1997; SANTOS; NASCIMENTO; CAMPOS, 1999; KILL *et al.*, 2016; OLIVEIRA, 2018).

Características como a altura e diâmetro de copa de umbuzeiro podem variar em função de fatores genéticos e ambientais, como o uso da terra em que está inserido. No estudo de Oliveira (2018), ao avaliar a dinâmica populacional do umbuzeiro em quatro tipos de uso da terra, observou-se que as árvores maiores (em altura e área de copa) estão nas áreas de Caatinga protegida e em áreas abandonadas comparadas às áreas de agricultura e de Caatinga degradada.

As médias de altura e diâmetro de copa da população natural de Sergipe desse trabalho, estão mais próximas às encontradas em matrizes de Caatinga degradada (4,9 m e 10,4 m) que às de Caatinga protegida (5,9 m e 11,8 m) de Oliveira (2018). A Caatinga degradada foi definida no estudo de Oliveira (2018) para solos localizados principalmente em áreas rurais onde a terra era usada para fins agrícolas e de pastagem, características similares à área do presente estudo.

Observa-se valores muito próximos entre as médias de diâmetro maior (9,83 m) e menor (9,02 m) de copa, sugerindo uma copa quase arredondada para o umbuzeiro, como já relatado por Nascimento *et al.* (2012) em seu trabalho de caracterização de acessos do BGU da Embrapa Semiárido (Petrolina, PE).

Além da importância para o desenvolvimento da própria árvore, a copa desempenha um papel relevante sobre o solo, pois serve de alimento e abrigo para a comunidade da fauna do solo (SANTOS *et al.*, 2019).

O diâmetro equivalente do fuste foi a variável que apresentou a maior variação entre as matrizes (17,83 a 53,26 cm; CV 33,20%). Ao correlacionar o DAP, altura e área da copa, Sales (2020) comenta que o DAP é uma variável importante. Logo, é uma variável dendrométrica

que auxilia na compreensão do desenvolvimento de um indivíduo, principalmente quando relacionada com outras variáveis. Trabalhos já publicados sobre umbuzeiro utilizaram a medida de diâmetro de base para o fuste, impossibilitando a comparação com os resultados desse trabalho (NASCIMENTO; SANTOS; CAMPOS, 1995; SANTOS, 1997; SANTOS; NASCIMENTO; CAMPOS, 1999; OLIVEIRA, 2018).

Quanto à distribuição dos indivíduos na área, determinou-se uma distância mínima de 30 metros entre as árvores. Nos estudos de Sales (2020) e Torres *et al.* (2020), as árvores apresentaram padrão de distribuição do tipo agregado. Com isso, infere-se que possivelmente as sementes são dispersas próximo à planta mãe (SALES, 2020).

Dessas sementes podem emergir plântulas, especialmente nos períodos de maior precipitação (CAVALCANTI; RESENDE, 2006). No entanto, poucas delas conseguem sobreviver ao período de seca e chegar à próxima estação chuvosa e, por esse e outros fatores tais como o pisoteio e predação por caprinos, observa-se poucas plantas jovens de umbuzeiro na Caatinga sob condições naturais, o que contribui para uma severa redução populacional da espécie (MERTENS *et al.*, 2017).

Na população estudada neste trabalho não foram observados regenerantes próximos às plantas adultas. Além das condições limitantes já citadas, a área é utilizada para pastagem (Figura 5).

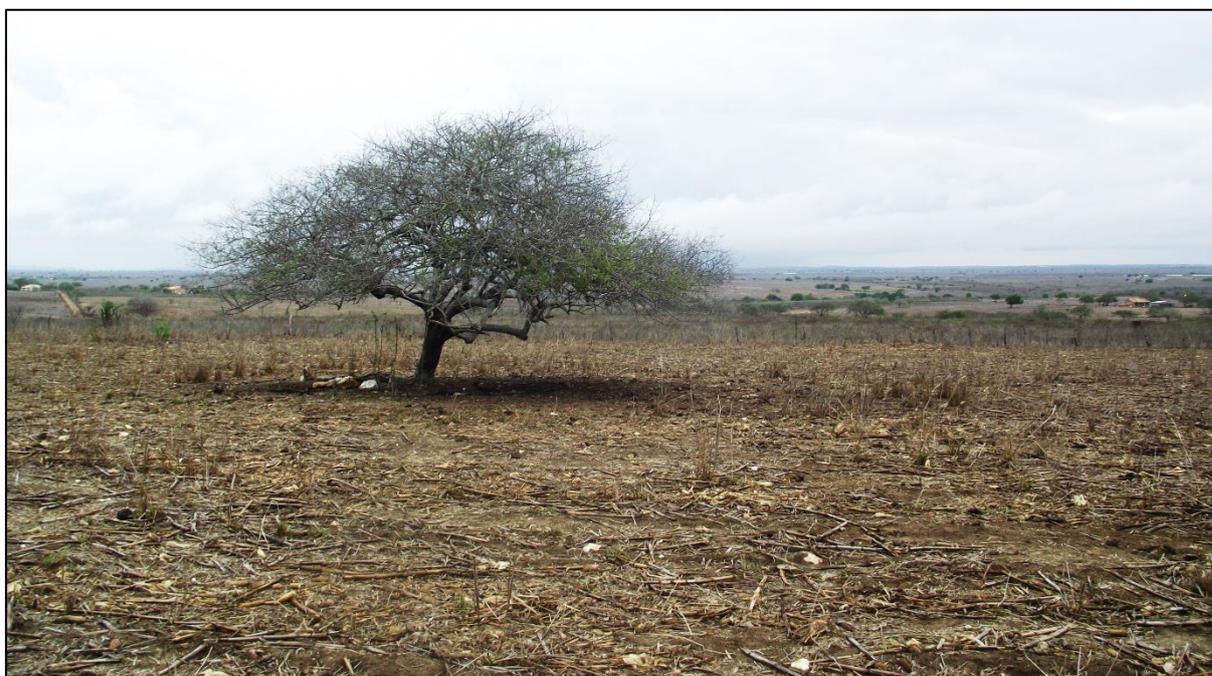


FIGURA 5. Matriz de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) de população natural localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

5.3.2. Análise biométrica dos frutos

Foram realizadas análises de geometria de tamanho e forma de 551 frutos de umbu coletados das matrizes 01 a 14 (Tabela 2). Algumas árvores apresentaram baixa produção de frutos (Matriz 03 e 07), ainda que a coleta tenha sido realizada no ano de 2021 e 2022, ou seja, em duas safras.

A produtividade é uma característica intrínseca de cada planta e/ou cada genótipo e para determinar essa característica quantitativa, são necessários pelo menos quatro anos de avaliação (BATISTA, 2015).

Os frutos das matrizes apresentaram um intervalo de médias de 2,47 a 3,51 cm para comprimento e de 2,25 a 2,96 cm para a largura. A matriz 10 apresentou médias de comprimento (3,51 cm) e largura (2,96 cm) dos frutos acima dos valores para a população. Para

a comercialização de frutos *in natura*, seria vantajosa a escolha dos maiores frutos, considerando que neste tipo de mercado o tamanho dos frutos juntamente com a coloração são atrativos para os consumidores, uma vez que eles associam estas características fenotípicas a frutos maduros e mais saborosos (NUNES, 2018).

TABELA 2. Número de frutos (N° frutos) e médias de comprimento (DMA), largura (DME), área e circularidade de frutos de 14 matrizes de *Spondias tuberosa* Arr. Câm. Localizadas em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Matriz	N° frutos	DMA (cm)	DME (cm)	Área (cm ²)	Circularidade
01	97	2,96	2,66	6,31	0,90
02	95	2,47	2,25	4,43	0,91
03	8	3,44	2,91	7,90	0,85
04	32	2,68	2,39	5,02	0,90
05	51	2,77	2,51	5,47	0,90
06	10	3,02	2,28	5,41	0,75
07	3	3,30	2,63	6,86	0,79
08	41	2,54	2,33	4,66	0,92
09	10	3,13	2,62	6,42	0,82
10	23	3,51	2,96	8,12	0,84
11	14	3,22	2,71	6,69	0,82
12	44	3,25	2,85	7,36	0,89
13	46	2,83	2,58	5,81	0,91
14	77	2,65	2,35	4,94	0,89
Mínimo		2,47	2,25	4,43	0,75
Máximo		3,51	2,96	8,12	0,92
Média		2,98	2,57	6,10	0,86
CV (%)		11,38	8,86	19,65	6,01

Os frutos de umbuzeiro são do tipo drupa, variando entre arredondados, ovoides e oblongos (NEVES; CARVALHO, 2005). Para analisar a forma, utilizou-se a circularidade e essa foi a variável que teve menor variação, indo de 0,75 a 0,92 (CV 6,01%) numa escala de 0 a 1. A relação entre o comprimento e largura dos frutos próximos a 1 reflete que morfológicamente são arredondados ou ovalados, este fato os torna mais propícios para indústria de polpa, uma vez que as máquinas existentes são adequadas para o processamento de frutos com estes formatos (COSTA *et al.*, 2015).

A superfície do fruto pode ser lisa ou apresentar de 4 a 5 pequenas protuberâncias em sua porção distal (BATISTA, 2015). Na Figura 6, constata-se além da variação na circularidade, a presença de protuberâncias (Figura 6B).

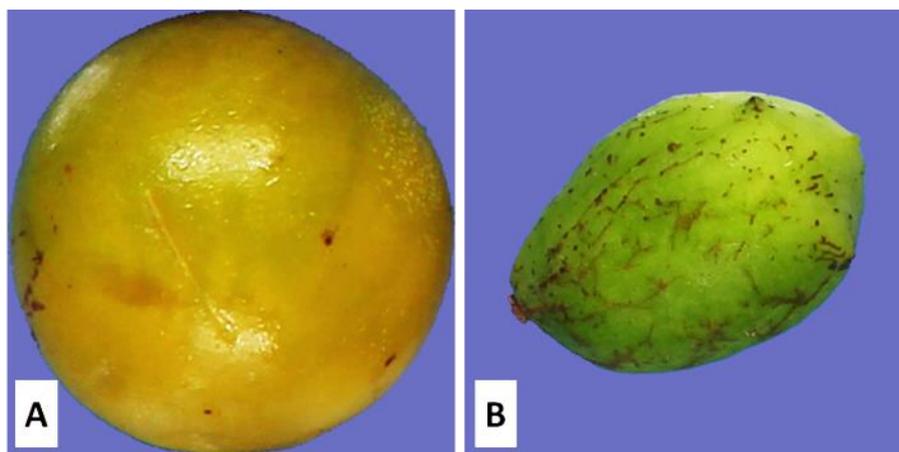


FIGURA 6. Circularidade de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.): umbu com formato muito circular (0,98) (A); umbu com formato pouco circular (0,64) (B). UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Campos (2007) avaliou em seu trabalho o crescimento dos frutos e afirma que ele é sempre acompanhado por uma variação na forma. Os frutos classificados pelo autor quanto aos estádios de maturação como totalmente verdes, apresentam formato pouco circular, similar ao da Figura 6B.

Em termos gerais, os frutos de umbuzeiro provenientes dessa população natural apresentaram uma média de comprimento de 2,98 cm e de largura de 2,57 cm. Esses valores estão acima das médias dos frutos estudados por Uchôa *et al.* (2020) vendidos em supermercados de Teresina, Piauí, e abaixo das médias dos umbus comercializados em Janaúba, Minas Gerais, constatado por Ferreira *et al.* (2015).

A área foi a medida com maior variação dentro da população, com valores de 2,23 a 14,62 cm² (Tabela 3). O menor valor de comprimento e largura do fruto foi de 1,77 e 1,60 cm, respectivamente. Já o maior valor foi de 4,09 e 3,47 cm para comprimento e largura, respectivamente.

TABELA 3. Valores de média, máximos e mínimos para a área, comprimento, largura e circularidade de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) de população natural localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Geometria	Mínimo	Máximo	Média
Área (cm ²)	2,23	10,62	6,10
Comprimento (cm)	1,77	4,09	2,99
Largura (cm)	1,60	3,47	2,57
Circularidade	0,52	0,98	0,86

Valores próximos são relatados na literatura para frutos provenientes da Bahia, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte (Tabela 4).

TABELA 4. Intervalos de medidas de comprimento e largura de frutos de *Spondias tuberosa* Arr. Câm. Da Bahia (BA), Paraíba (PB), Piauí (PI) e Rio Grande do Norte (RN). UFS, São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Referência	Procedência do fruto (Estado)	Comprimento (cm)		Largura (cm)	
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Costa <i>et al.</i> (2004)	PB	3,32	3,78	2,61	2,88
Almeida (2009)	PI	2,89	3,58	2,75	3,26
Gondim (2012)	PB e RN	2,66	3,93	2,58	4,43
Costa <i>et al.</i> (2015)	PB e RN	2,53	4,35	2,47	4,31
Dutra <i>et al.</i> (2017)	BA	3,39	4,15	3,13	3,71
Menezes <i>et al.</i> (2017)	PB	2,89	3,35	2,66	2,78
Sales (2020)	RN	2,00	3,90	1,77	3,54
Pereira <i>et al.</i> (2021)	PB	2,60	6,00	2,30	6,00

A biometria dos trabalhos da Tabela 4 foi obtida manualmente, com uso de paquímetro digital, sendo um método oneroso e passível de erros (ARAÚJO, 2021). Na caracterização biométrica da espécie endêmica da Caatinga *Cordia oncocalyx*, a biometria por meio da análise digital de imagens (utilizando o programa *ImageJ*) resultou em menores valores de erro padrão, desvio padrão e coeficiente de variação para comprimento, diâmetro e largura quando comparado à biometria manual (ARAÚJO, 2021).

Nesse trabalho, todas as medidas foram obtidas automaticamente no programa GE (GroundEye), resultando em informações que não apresentam erros operacionais ou subjetividade do operador. Para o umbuzeiro, a utilização dessa ferramenta na caracterização física de frutos instituiu-se de uma investigação inédita. Além das informações geométricas de tamanho e forma, o programa GE é capaz de determinar a distribuição de cores dos frutos.

5.3.3. Distribuição de cores nos frutos

A coloração da casca é um dos atributos de qualidade mais importantes para frutos frescos. No umbu, os pigmentos responsáveis pela cor são, a princípio, clorofilas (pigmentos verdes) e carotenoides (pigmentos amarelos ou alaranjados). Com a maturação, há degradação das clorofilas e os carotenoides vão se tornando predominantes na casca (DANTAS-JUNIOR, 2008). Mas há genótipos que apresentam áreas de coloração arroxeadas, em geral a partir do pedúnculo, atingindo a região mediana do fruto (LIMA; CASTRICINI, 2019).

Os frutos analisados apresentam variações na coloração em diferentes percentuais entre as cores amarelo, laranja, oliva, preto e verde. A composição média foi de 62% amarelo, 23% de laranja, 0,9% de oliva e 0,5% de preto (Figura 7).

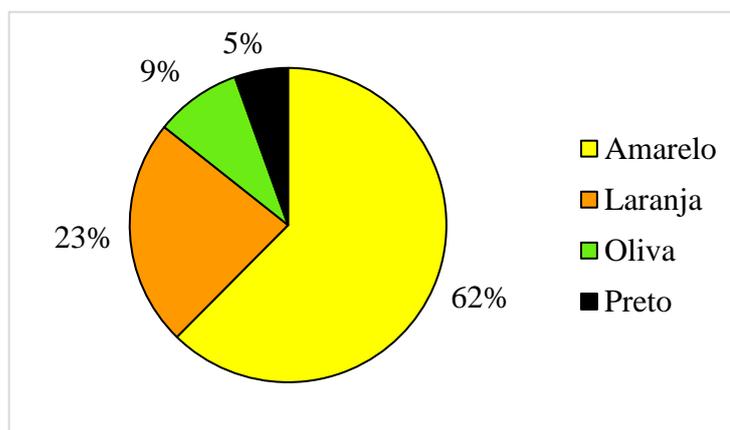


FIGURA 7. Média de distribuição de cores dos frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) de uma população natural localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe, 2022.

A distribuição das cores varia quanto ao estágio de maturação dos frutos. Desde o verde (oliva) predominante até o laranja. Santos *et al.* (2020) classificaram por meio de seleção visual os frutos de umbu em estádios de maturação: totalmente verde, com início de pigmentação, predominância do amarelado, totalmente amarelo e amarelo-laranja. Depois, mediram o pH e o teor de sólidos solúveis. O pH manteve-se estável nos diferentes estádios, mas o teor de sólidos solúveis varia, nos umbus verdes apresentam-se baixos enquanto nos frutos amarelos está o valor mais alto.

Alguns frutos apresentaram-se totalmente na cor laranja (100%), outros quase totalmente amarelo (99%). Os frutos com dominância da cor verde tinham em sua composição também o amarelo e/ou laranja (Tabela 5). Essa última composição de cores caracteriza os frutos em ponto de colheita, chamados de “inchados” (CAMPOS, 2007). Posteriormente esse fruto irá avançar na maturação, apresentando outro padrão de coloração, pois trata-se de um fruto climatérico (NEVES; CARVALHO, 2005) e atinge o amadurecimento mesmo após a colheita (BATISTA, 2015). Segundo Campos (2007) os frutos com predominância do amarelo e os totalmente amarelos são considerados como maduros.

TABELA 5. Valores mínimos (Min), máximos (Máx), média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) referentes à distribuição de cores de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) em população localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS, São Cristóvão, Sergipe, 2022.

Colorimetria (%)	Mín	Máx	Média	DP	CV (%)
Amarelo	0,00	0,99	0,62	0,17	26,77
Laranja	0,00	1,00	0,23	0,25	110,25
Oliva	0,00	0,57	0,09	0,08	87,44
Preto	0,00	0,59	0,05	0,05	84,58
Verde	0,00	0,03	0,00	0,00	76,12

Frutos oriundos de sistemas extrativistas como o umbu, devem ser colhidos num ponto que permita melhor preservação da qualidade para consumo e a cor é reconhecida como um indicador desse ponto ideal (LIMA; CASTRICINI, 2019). No entanto, por causa da alta variabilidade genética, nem sempre a cor e ponto de colheita (maturidade fisiológica ideal) estão relacionados.

Essa dificuldade na identificação adequada da maturidade fisiológica dos frutos para a colheita, em vários genótipos ou condições ambientais, podem resultar em umbus colhidos com características diferentes (LIMA; CASTRICINI, 2019).

Na Figura 8 observa-se variação na coloração dos frutos de umbus que se apresentam com dominância na cor oliva, amarelo e laranja, em 57,22; 99,48 e 100,00% do fruto, respectivamente.

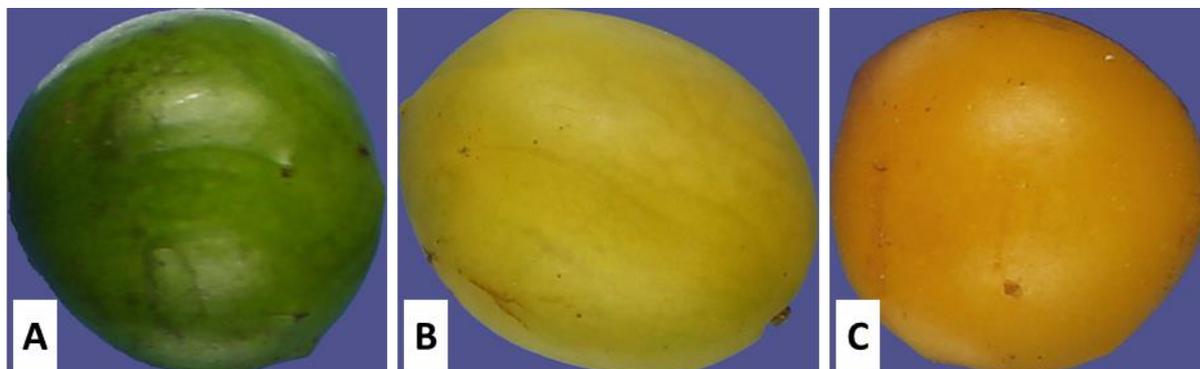


FIGURA 8. Distribuição de cores em frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.): 57,22% oliva (A); 99,48% amarelo (B); 100,00% laranja (C). UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.

A falta de padronização dos frutos de umbu decorrente da variabilidade genética é tida como uma dificuldade na inserção no mercado (LIMA; CASTRICINI, 2019). A colorimetria pode ser adotada no processo de seleção de novas plantas por melhoristas ao correlacionar a cor com características de interesse e, além disso, a coloração de casca e polpa é um dos atributos mais valorizados pelo consumidor e, por isso, pode incluir ou excluir plantas, segundo Ferreira *et al.* (2017).

Assim, os avanços na exploração do umbu dependem de conhecimento e tecnologias que ofereçam frutos com padrão de qualidade, considerando aspectos visuais e de sabor (LIMA; CASTRICINI, 2019).

Enquanto os frutos são importantes comercialmente, os endocarpos têm sua relevância para a produção de mudas.

5.3.4. Biometria e colorimetria dos endocarpos

A propagação do umbuzeiro quando feita por sementes, aumenta a variabilidade da espécie (OLIVEIRA *et al.*, 2018), no entanto, tem o inconveniente da demora para que as plantas comecem a produzir. Por isso, Fonseca *et al.* (2019) recomendam a utilização das sementes para a produção de porta-enxertos, pela facilidade que as mudas derivadas de sementes têm de formar o xilopódio, crescendo os índices de sobrevivência em campo (BATISTA, 2015). Assim, se mantém as características da planta matriz e a precocidade reprodutiva (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Cada semente apresenta-se envolvida em um endocarpo rígido e lignificado (FONSECA *et al.*, 2019), constituindo a unidade de dispersão da espécie, comumente chamado de caroço (LEITE *et al.*, 2021) ou pirênio (BATISTA, 2015).

As maiores médias de tamanho são de endocarpos da matriz 10, com 2,20 cm de comprimento, 1,53 cm de largura e 2,77 cm² de área. Enquanto as menores médias são da matriz 08, com 1,42; 1,00 cm e 1,17 cm² de comprimento, largura e área, respectivamente (Tabela 6).

TABELA 6. Médias de comprimento, largura e área dos endocarpos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) de 14 matrizes localizadas em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Matriz	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Área (cm ²)
01	1,77	1,26	1,89
02	1,51	1,06	1,31
03	2,08	1,14	1,92
04	1,65	1,01	1,36
05	1,62	1,02	1,42
06	2,10	1,17	2,03
07	2,04	1,18	2,13
08	1,42	1,00	1,17
09	2,03	1,27	2,11
10	2,20	1,53	2,77
11	1,95	1,24	1,87
12	1,85	1,15	1,81
13	1,77	1,28	1,89
14	1,56	1,05	1,37
Média	1,83	1,17	1,79
Mínimo	1,42	1,00	1,17
Máximo	2,20	1,53	2,77
CV %	13,57	12,33	24,02

Considerando que, quanto maior o endocarpo possivelmente maior será a semente e mais reserva armazenada poderá ser utilizada no processo de germinação, endocarpos grandes podem ser recomendados para produção de mudas (OLIVEIRA *et al.*, 2018). No entanto, quando se trata da comercialização dos frutos, espera-se que a massa do endocarpo seja a menor possível.

No umbu, o endocarpo representa de 10,70 a 20,63% da massa do fruto (GONDIM, 2012). Para cajá-manga (*Spondias dulcis*), uma característica interessante é que quanto menor o tamanho do endocarpo, menor a sua massa e maior a quantidade de massa para os frutos (SOUZA, 2020). Assim, para fins comerciais dos frutos, ser pequeno é uma característica positiva dos endocarpos.

Para a população, a média de tamanho foi de 1,83 cm de comprimento por 1,17 cm de largura. Comparando com as medidas de endocarpos da Bahia, Minas Gerais e Rio Grande do Norte (Tabela 7), nota-se que, apesar de estarem dentro dos intervalos, as médias de Sergipe estão mais próximas aos menores valores do intervalo, tanto de comprimento quanto de largura.

TABELA 7. Medidas de comprimento e largura de endocarpos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) provenientes da Bahia (BA), Minas Gerais (MG) e Rio Grande do Norte (RN).

Referência	Procedência	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Amaral <i>et al.</i> (2007)	MG	1,91 – 3,08	1,17 – 2,71
Dutra <i>et al.</i> (2017)	BA	1,87 – 2,77	1,14 – 1,35
Nobre <i>et al.</i> (2017)	MG	2,26	1,66
Rodrigues (2019)	BA	1,32 – 2,11	0,98 – 1,44
Sales (2020)	RN	1,51 – 2,50	1,02 – 1,86

Como a área está relacionada tanto ao comprimento como à largura, foi a medida de tamanho de maior variação, com valores indo de 1,17 a 2,77 cm². Por se tratar de uma população natural, onde a propagação ocorreu por via sexuada, é esperado encontrar uma grande variação

genética entre os indivíduos. Considerando que parte dessa variabilidade é de natureza genética, existe potencial de ganho por meio da seleção de genótipos identificados como superiores (BATISTA, 2015).

Na Figura 9 observa-se que em uma mesma árvore se encontra uma grande variação em suas unidades de dispersão em tamanho e forma. Uma grande variabilidade também foi constatada por Dutra *et al.* (2017) no tamanho de endocarpos provenientes de cinco municípios da Bahia.



FIGURA 9. Variação morfométrica de endocarpos da matriz 02 de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) localizada em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Além do tamanho, também há diferenças nas composições de cores dos endocarpos. A composição consiste em diferentes partes de laranja e amarelo (Figura 10).

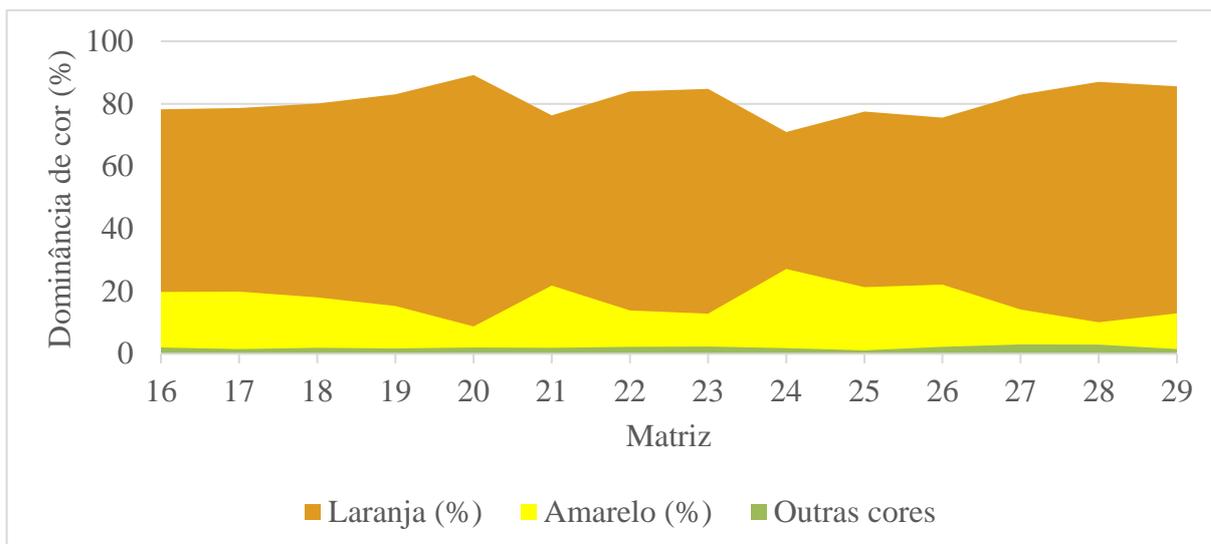


FIGURA 10. Composição média de cores de endocarpos de 17 matrizes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) localizadas em Nossa Senhora da Glória, Sergipe. UFS. São Cristóvão, Sergipe. 2022.

Campos (2007) comenta que em frutos totalmente verdes, com formato pouco circular, os endocarpos podem ser esbranquiçados, ainda em formação. Nessa análise foi detectada a presença da cor amarela que pode ser pela presença de resíduos de fibras do mesocarpo difíceis de remover no beneficiamento.

5.3.5. Levantamento bibliométrico

Poucas informações foram encontradas sobre o endocarpo do umbuzeiro. Na análise bibliométrica realizada sobre a semente e endocarpo de umbuzeiro, foram encontrados 80 documentos no total. Ao unir os dados, eliminar os duplicados e verificar se correspondiam aos critérios de inclusão da análise, restaram 20 artigos.

Todos os trabalhos encontrados nessa busca foram publicados no Brasil a partir de 2007, a maior parte (60%) em inglês e o restante em português (40%). O termo “*Spondias tuberosa*” foi empregado como palavra-chave em sete artigos, seguido dos termos “germinação” e “antioxidante”.

Apesar da palavra “semente” ser citada em todos os 20 artigos encontrados, apenas três afirmam o que foi considerado como semente para o estudo: nuculânio, endocarpo e pirênio. Esses trabalhos buscaram promover a uniformização da germinação das sementes com a superação de dormência. Os demais trabalhos usam o termo “semente” em suas metodologias, mas não descrevem se o endocarpo foi removido ou se o termo se refere a toda a unidade de dispersão da espécie (semente e endocarpo). Logo, possivelmente há um uso inadequado dos termos “endocarpo” e “semente” em alguns estudos sobre a espécie.

5.4. Conclusões

A população natural de umbuzeiro analisada nesse trabalho é composta por 14 matrizes que apresentam altura média de 5,31m, copa com diâmetro menor médio de 9,02 e maior de 9,83m e média de diâmetro do fuste de 30,83 cm. Os 551 frutos coletados dessas matrizes apresentam tamanho médio de 2,98 cm de comprimento e 2,57 cm de largura. Quanto à forma, a circularidade média é de 0,86. Na composição de cores, as cascas são predominantemente amarelas (62%) com laranja (23%). Os endocarpos possuem em média 1,83 cm de comprimento por 1,17 cm de largura, com coloração predominantemente laranja.

Na análise do conhecimento científico sobre semente e endocarpo, constata-se utilização inadequada do termo "semente" como referência à unidade de dispersão do umbuzeiro.

A caracterização do umbuzeiro com ocorrência em Sergipe fornece informações que podem auxiliar na detecção de variabilidade genética entre indivíduos, podendo subsidiar estratégias visando a conservação no estado e o melhoramento da espécie.

Recomenda-se estudos complementares à caracterização dos frutos e unidades de dispersão, especialmente nos aspectos de qualidade para comercialização do fruto *in natura*.

5.5. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, A. da S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de cajuzeiros e frutos de umbuzeiros nativos do semi-árido do Piauí**. 186 f. 2009. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2009.
- AMARAL, V. B.; SOUZA, S. C. A.; MORAIS, F.; BARBOSA, C. M.; SALES, H. R.; VELOSO, M. D. M.; NUNES, Y. F. R. Biometria de frutos e sementes de umbuzeiro, *Spondias tuberosa* Arr. Câm. (Anacardiaceae), norte de Minas Gerais - MG. In: 2007, Caxambu. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu: [s. n.], 2007.
- ARAGÃO, J. I. dos S. **Palma e chia utilizados como substitutos de estabilizantes em sorvete de umbu**. 2020. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroindústria) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória-SE, 2020.
- ARAÚJO, J. K. P. de. **Caracterização biométrica de diásporos e sementes e propagação sexuada e vegetativa de *Cordia oncocalyx* (Allemão) Baill.** 2021. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2021.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Infometrics**, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.
- BATISTA, F. R. da C. Umbu e seus aspectos de produção. In: BATISTA, F. R. da C.; SILVA, S. de M.; SANTANA, M. de F. S. de S.; CAVALCANTE, A. R. (org.). **O umbuzeiro e o semiárido brasileiro**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2015. p. 09–30.
- CAMPOS, C. de O. **Frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda): características físico-químicas durante seu desenvolvimento e na pós-colheita**. 2007. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2007.
- CARVALHO, V. C. de. **Structure et dynamique de la végétation en milieu tropical Semiaride: la Caatinga de Quixaba (Pernambuco, Brésil) du terrain a l'analyse des donnees MSS/Landsat**. 1986. 332 f. Tese (Doutorado) - Université de Toulouse, Le Mirail, 1986.
- CAVALCANTI, N. de B.; RESENDE, G. M. Ocorrência de xilopódio em plantas nativas de imbuzeiro. **Revista Caatinga**, v. 19, n. 3, p. 287–293, 2006. Disponível em: www.ufersa.edu.br/caatinga.
- CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. [S. l.: s. n.].

E-book. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade>.

COSTA, F. R. da; RÊGO, E. R. do; RÊGO, M. M. do; NEDER, D. G.; SILVA, S. de M.; SCHUNEMANN, A. P. P. Análise biométrica de frutos de umbuzeiro do semiárido brasileiro. **Bioscience Journal**, v. 31, n. 3, p. 682–690, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283228071>.

COSTA, N. P. da; LUZ, T. L. B.; GONÇALVES, E. P.; BRUNO, R. de L. A. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) colhidos em quatro estádios de maturação. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 2, p. 65–71, 2004.

DANTAS-JUNIOR, O. R. **Qualidade e capacidade antioxidante total de frutos de genótipos de umbuzeiro oriundos do Semi-Árido nordestino**. 2008. 180 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2008.

DUTRA, F. V.; CARDOSO, A. D.; MORAIS, O. M.; VIANA, A. E. S.; MELO, T. L.; CARDOSO JÚNIOR, N. dos S. Características físicas e químicas de acessos de umbuzeiros (*Spondias tuberosa* Arr. Cam). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 814–822, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.19084/rca17027>.

FERREIRA, L. B.; MARTINS, J. C.; FERREIRA, A. F.; MIZOBUTSI, G. P. Caracterização físico-química de frutos de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) de Janaúba-MG. In: 2015, Aracaju. **Anais do VII Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Aracaju: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 2015. p. 1–6.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria - princípios e aplicações na agricultura. In: FERREIRA, M. D. (org.). **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 208–2020. *E-book*. Disponível em: www.embrapa.br/faleconosco/sac.

FONSECA, N.; CARDOSO, M. M.; RITZINGER, R.; LONDE, L. C. N.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M. Propagação do umbuzeiro. In: GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; DONATO, S. L. R. (org.). **Umbuzeiro: a fruteira da Caatinga**. 1. Ed. [S. l.]: Embrapa Semiárido, 2019. V. 40, p. 39–51.

GONDIM, P. J. S. **Identificação de carotenoides e quantificação de compostos bioativos e atividade antioxidante em frutos do gênero *Spondias***. 2012. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2012.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>. Acesso em: 20 jun. 2022.

KILL, L. H. P.; ARAÚJO, F. P. de; OLIVEIRA, V. R. de; RIBEIRO, M. de F. Caracterização botânica e biologia reprodutiva. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. de T.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de (org.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 54.

LEITE, R. de A. *et al.* Métodos de quebra de dormência em sementes de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) (Anacardiaceae) para a produção de mudas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e13910917958, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17958>.

- LIMA, M. A. C. de; CASTRICINI, A. Qualidade e pós-colheita do umbu. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 307, p. 80–90, 2019.
- LIMA, J. S.; SANTOS, L. de F. M.; SILVA, G. T. Saberes e fazeres gastronômico de mulheres de comunidades rurais do semiárido sergipano. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1924–1941, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i3-1039>.
- MENEZES, P. H. S. de; SOUZA, A. A. de; SILVA, E. S. da; MEDEIROS, R. D. de; BARBOSA, N. C.; SORIA, D. G. Influência do estágio de maturação na qualidade físico-química de frutos de umbu (*Spondias tuberosa*). **Scientia Agropecuaria**, v. 8, n. 1, p. 73–78, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.01.07>.
- MERTENS, J.; GERMER, J.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; SAUERBORN, J. *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), uma árvore ameaçada de extinção da Caatinga? **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 542–552, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.18715>.
- NASCIMENTO, C. E. de S.; SANTOS, C. A. F.; CAMPOS, C. de O. Caracterização e avaliação preliminar de árvores nativas de umbuzeiro para formação de Banco de Germoplasma. In: 1995, Natal. **Anais do Encontro de Geneticista do Nordeste**. Natal: SBG, 1995. p. 74–74.
- NASCIMENTO, E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de; SANTOS, C. A. F.; DRUMOND, M. A. Caracterização de acessos do Banco de Germoplasma de Umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) - BGU da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. In: 2012, Brasília. **Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**. Brasília: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. p. 1–4.
- NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de. **Tecnologia da produção do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.)**. Lavras: UFLA, 2005.
- NOBRE, D. A. C.; SILVA, I. C.; MAIA, V. M.; DAVID, A. M. S. de S.; ALEXANDRE, R. S. Qualidade física, fisiológica e superação de dormência de sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara). **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.12661/pap.2017.013>.
- NUNES, V. V. N. **Caracterização e conservação de sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2018. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2018.
- OLIVEIRA, D. A. S. de. **Dinâmica populacional e diversidade genética de *Spondias tuberosa* Arr. em resposta às mudanças no uso do solo na Caatinga**. 2018. 100 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, 2018.
- OLIVEIRA, V. R. de; DRUMOND, M. A.; SANTOS, C. A. F. dos; NASCIMENTO, C. E. de S. *Spondias tuberosa*: umbu. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (org.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. p. 304–315.
- OLIVEIRA, V. R. de; SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; DRUMOND, M. A. Recursos genéticos. In: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. de T.; NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de (org.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 81–1616.

PEREIRA, F. R. A.; PEREIRA, W. E.; PESSOA, A. M. D. S.; DE VASCONCELOS, E. S. A. G. Biometry in umbu fruits from the semi-arid region of paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 6, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452021808>.

RODRIGUES, A. M. B. **Morfologia de unidades de dispersão e tratamentos pré-germinativos em umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. 2019. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2019.

SALES, R. P. de. **Ecologia populacional, diversidade genética e modelagem de nicho ecológico da *Spondias tuberosa* Arruda**. 2020. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba-RN, 2020.

SANTOS, A. C. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semiárido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 9, p. 923–930, 1997.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAMPOS, C. de O. Preservação da variabilidade genética e melhoramento do umbuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 104–109, 1999.

SANTOS, D. B. S. de S.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; MEDEIROS, W. P.; OLIVEIRA, F. G. R. B.; SANTOS, J. L. O. Mesofauna edáfica associada a diferentes procedências de *Spondias tuberosa*. In: 2019, **IX Semana de Agronomia da UESB (SEAGRUS)**. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2019. p. 1–6.

SANTOS, E. A. da S. **Revestimentos comestíveis a base de alginato, amido de milho e fécula de mandioca na conservação pós-colheita do umbu (*Spondias tuberosa*)**. 2019. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroindústria) - Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória-SE, 2019.

SANTOS, N. S.; SILVA, J. C. de S.; ARAÚJO, C. de A.; LIMA, K. F.; SILVA, F. G. A. Caracterização da conservação refrigerada do umbu (*Spondias Tuberosa* Arruda Câmara) sob atmosfera modificada. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 2, p. 693–704, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i2-931>.

SANTOS, T. C.; JÚNIOR, J. E. N.; PRATA, A. P. N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1–7, 2012. Disponível em: <https://scientiaplenu.org.br/sp/article/view/698/442>. Acesso em: 10 jul. 2022.

SILVA, T. S. **Queijo *petit suisse* de kefir saborizado com umbu**. 2020. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroindústria) – Universidade Federal de Sergipe, Nossa Senhora da Glória-SE, 2020.

SOUZA, P. H. M. de. **Caracterização morfológica de fruto, endocarpo, sementes e plântulas e superação de dormência de cajá-manga**. 2020. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Jataí-GO, 2020.

SOUZA, M. F. dos S. **Avaliação oxidativa de iogurtes tipo “*sundae*” a base de leite de cabra com adição de geleia de umbu (*Spondias tuberosa* Arr.)**. 2019. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 2019.

TORRES, E. J. de M.; COSTA, N. P. da; BARBOSA, A. D. S.; MEDEIROS, R. L. S. de; SILVA, R. C. da; BARBOSA NETO, M. A. Estrutura e padrão de distribuição espacial de umbuzeiro em agroecossistemas do agreste da paraíba. **Cultura Agrônômica: Revista de**

Ciências Agronômicas, v. 28, n. 4, p. 376–395, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n4p376-39>.

UCHÔA, V. T.; OLIVEIRA, J. F. de; RAMOS, M. A. B.; OLIVEIRA, R. K. S. de; BRITO, T. M. V.; OLIVEIRA, A. R. de; MORAES, B. C. Avaliação biométrica e análise da vitamina C em frutas exóticas comercializadas em supermercados e mercados de Teresina – PI.

Agrarian, v. 13, n. 50, p. 577–592, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.30612/agrarian.v13i50.11240>.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidencia-se o potencial biotecnológico, a importância socioeconômica e o endemismo do umbuzeiro no Nordeste do Brasil. Ainda assim, há muito a ser investigado sobre a espécie, especialmente sobre as condições de suas populações naturais, de maneira que, torna-se indispensável identificar, mapear, analisar e caracterizar seus recursos genéticos, a fim de ampliar os critérios para a conservação.

À vista disso, com a primeira parte desse estudo foi possível indicar regiões com maior probabilidade de ocorrência da espécie no Brasil (Semiárido nordestino) e em Sergipe (microrregiões Agreste Central, Médio e Alto Sertão Sergipano), utilizando a modelagem de distribuição potencial. Essas informações podem auxiliar estudos futuros sobre a espécie na determinação de locais de coleta de material vegetal, especialmente para o estado de Sergipe, onde o umbuzeiro tem participação relevante na cultura local, sendo consumido *in natura* e utilizado para a fabricação de doces e bebidas e, apesar da importância sociocultural, existe pouco conhecimento científico sobre as populações naturais que ali ocorrem, principalmente no que diz respeito à variabilidade dos indivíduos e entre populações e à manutenção da espécie no tempo.

Todavia, pode-se inferir, com base no registro do conhecimento tradicional associado à espécie, que essas populações estão em declínio, pois tem seus recursos genéticos extraídos para diversos fins e, aliado a isso, há pouco enriquecimento populacional na Caatinga sergipana por meio de plantio, resultando em populações com poucos indivíduos jovens.

Considerando o extrativismo intenso sobre a espécie, a falta de informação sobre a produção de umbu em Sergipe e a crescente demanda pelos frutos *in natura* para comercialização e para o desenvolvimento tecnológico de novos produtos, são necessários que sejam estabelecidos plantios comerciais.

Dito isso, a caracterização morfométrica de indivíduos e de seus recursos – obtida na segunda parte dessa pesquisa – é primordial para constatar a diversidade morfológica e genética, mas não somente com intuito de obter matrizes para coleta de frutos para comercialização e de sementes para produção de mudas para plantio, como também para auxiliar programas de melhoramento genético e para o estabelecimento de estratégias visando sua conservação no estado.

As informações disponíveis nesse trabalho sugerem a necessidade de continuidade de estudos que busquem tanto a caracterização de indivíduos de um número maior de populações como a relação dessas características morfológicas com a diversidade genética e com aspectos relacionados à qualidade de frutos para comercialização e de sementes para propagação da espécie, a fim de ter uma melhor representatividade da espécie no estado.

ANEXOS

ANEXO A – Camadas climáticas e bioclimáticas disponíveis no WorldClim (www.worldclim.org) e utilizadas para a modelagem de distribuição potencial de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.).

Variáveis climáticas	Código
Temperatura mínima	Tmin
Temperatura máxima	Tmax
Temperatura média	Tavg
Precipitação	Srad
Radiação solar	Wind
Pressão de vapor de água	Vapr
Variáveis bioclimáticas	Código
Temperatura média anual	Bio1
Amplitude média diurna	Bio2
Isotermalismo	Bio3
Sazonalidade da temperatura	Bio4
Temperatura máxima do mês mais quente	Bio5
Temperatura mínima do mês mais frio	Bio6
Amplitude da temperatura anual	Bio7
Temperatura média do quartil mais úmido	Bio8
Temperatura média do quartil mais seco	Bio9
Temperatura média do quartil mais quente	Bio10
Temperatura média do quartil mais frio	Bio11
Precipitação pluviométrica anual	Bio12
Precipitação pluviométrica do mês mais úmido	Bio13
Precipitação pluviométrica do mês mais seco	Bio14
Sazonalidade da precipitação pluviométrica	Bio15
Precipitação pluviométrica do quartil mais úmido	Bio16
Precipitação pluviométrica do quartil mais seco	Bio17
Precipitação pluviométrica do quartil mais quente	Bio18
Precipitação pluviométrica do quartil mais frio	Bio19

Fonte: WorldClim (www.worldclim.org).

ANEXO B – Camadas climáticas e bioclimáticas com contribuição para o modelo de distribuição geográfica potencial de *Spondias tuberosa* Arr. Câm. no Brasil.

Variável	Código	Contribuição (%)	Importância para permuta
Precipitação anual	bio12	56,9	2,1
Precipitação de outubro	prec10	12,4	13,9
Precipitação de novembro	prec11	4,1	2,1
Amplitude diurna média	bio02	3,3	4,1
Precipitação do trimestre mais chuvoso	bio16	2,1	1,9
Temperatura máxima de maio	tmax05	1,8	0
Temperatura máxima de julho	tmax07	1,4	0
Pressão de vapor de água novembro	vapr11	1,2	0
Radiação solar de setembro	srad09	1	1,5
Pressão de vapor de água de janeiro	vapr01	1	0
Temperatura média de setembro	tavg09	0,9	0,8
Temperatura mínima de março	tmin03	0,9	2,7
Radiação solar de novembro	srad11	0,8	2
Temperatura mínima de dezembro	tmin12	0,8	0
Temperatura média do trimestre mais seco	bio09	0,6	0
Radiação solar de fevereiro	srad02	0,6	1,7
Pressão de vapor de água de setembro	vapr09	0,6	2,2
Sazonalidade de temperatura	bio04	0,5	0
Precipitação de janeiro	prec01	0,5	7,9
Radiação solar de março	srad03	0,5	1,6
Radiação solar de julho	srad07	0,5	1,6
Radiação solar de agosto	srad08	0,5	1
Temperatura média de maio	tavg05	0,5	1,7
Temperatura média de julho	tavg07	0,5	0
Pressão de vapor de água de maio	vapr05	0,5	5
Velocidade do vento de abril	vento04	0,5	6
Precipitação de junho	prec06	0,4	0,9
Radiação solar de abril	srad04	0,4	1,4
Velocidade do vento de setembro	vento09	0,4	2,7
Radiação solar de janeiro	srad01	0,3	0,9
Radiação solar de maio	srad05	0,3	0,8
Radiação solar de junho	srad06	0,3	1

...continua....

ANEXO B (Cont.)

Variável	Código	Contribuição (%)	Importância para permuta
Radiação solar de dezembro	srad12	0,3	1,2
Precipitação do trimestre mais quente	bio18	0,2	0,1
Precipitação de julho	prec07	0,2	1,4
Radiação solar de outubro	srad10	0,2	1
Temperatura mínima do mês mais frio	bio06	0,1	12,8
Amplitude anual de temperatura	bio07	0,1	0
Temperatura média do trimestre mais frio	bio11	0,1	0
Precipitação do mês mais seco	bio14	0,1	0
Sazonalidade de precipitação	bio15	0,1	2,3
Precipitação do trimestre mais frio	bio19	0,1	2,1
Precipitação de fevereiro	prec02	0,1	3
Precipitação de março	prec03	0,1	1,1
Precipitação de abril	prec04	0,1	1
Precipitação de maio	prec05	0,1	0,1
Precipitação de dezembro	prec12	0,1	0,9
Temperatura média de fevereiro	tavg02	0,1	0,7
Temperatura máxima de fevereiro	tmax02	0,1	0
Temperatura máxima de novembro	tmax11	0,1	0,4
Temperatura máxima de dezembro	tmax12	0,1	0,8
Pressão de vapor de água de fevereiro	vapr02	0,1	0
Pressão de vapor de água de dezembro	vapr12	0,1	0
Velocidade do vento de dezembro	vento12	0,1	1,7
Temperatura média anual	bio01	0	0
Isotermalidade	bio03	0	0,1

Fonte: Autoria própria.

Conclusão.

ANEXO C – Códigos dos municípios utilizados no mapa de modelagem de distribuição potencial de *Spondias tuberosa* Arr. Câm. em Sergipe.

Código	Município	Código	Município
0	Amparo do São Francisco	38	Moita Bonita
1	Aquidabã	39	Monte Alegre de Sergipe
2	Aracaju	40	Muribeca
3	Araúá	41	Neópolis
4	Areia Branca	42	Nossa Senhora Aparecida
5	Barra dos Coqueiros	43	Nossa Senhora da Glória
6	Boquim	44	Nossa Senhora das Dores
7	Brejo Grande	45	Nossa Senhora de Lourdes
8	Campo do Brito	46	Nossa Senhora do Socorro
9	Canhoba	47	Pacatuba
10	Canindé de São Francisco	48	Pedra Mole
11	Capela	49	Pedrinhas
12	Carira	50	Pinhão
13	Carmópolis	51	Pirambu
14	Cedro de São João	52	Poço Redondo
15	Cristinápolis	53	Poço Verde
16	Cumbe	54	Porto da Folha
17	Divina Pastora	55	Propriá
18	Estância	56	Riachão do Dantas
19	Feira Nova	57	Riachuelo
20	Frei Paulo	58	Ribeirópolis
21	Gararu	59	Rosário do Catete
22	General Maynard	60	Salgado
23	Graccho Cardoso	61	Santa Luzia do Itanhy
24	Ilha das Flores	62	Santana do São Francisco
25	Indiaroba	63	Santa Rosa de Lima
26	Itabaiana	64	Santo Amaro das Brotas
27	Itabaianinha	65	São Cristóvão
28	Itabi	66	São Domingos
29	Itaporanga d'Ajuda	67	São Francisco
30	Japaratuba	68	São Miguel do Aleixo
31	Japoatã	69	Simão Dias
32	Lagarto	70	Siriri
33	Laranjeiras	71	Telha
34	Macambira	72	Tobias Barreto
35	Malhada dos Bois	73	Tomar do Geru
36	Malhador	74	Umbaúba
37	Maruim		

Fonte: Autoria própria.

ANEXO D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e formulário para participação na pesquisa sobre o registro do conhecimento associado ao umbuzeiro.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade

Este questionário faz parte da pesquisa da mestranda Natali Santana orientada pela professora Dra. Renata Silva Mann, sobre o conhecimento tradicional, diversidade genética e caracterização de frutos e sementes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.).



Seção 1 de 7

Você conhece o umbuzeiro? ✕ ⋮

Prezado(a) participante,

Esta pesquisa é sobre o conhecimento tradicional, diversidade genética e caracterização de frutos e sementes de umbuzeiro e está sendo desenvolvida pela estudante Natali Aparecida Santana como parte do trabalho de dissertação do Curso de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade da Universidade Federal de Sergipe, sob a orientação da professora Dra. Renata Silva Mann. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Plataforma Brasil, registro nº. CAAE: 45612721.5.0000.5546

O objetivo dessa pesquisa é analisar dados e obter informações úteis sobre o umbuzeiro que possam auxiliar na tomada de decisões futuras visando a conservação da espécie no Estado de Sergipe, um benefício que pode se estender das comunidades locais que extraem o umbu aos consumidores dessa fruta de sabor ímpar.

A sua participação nessa pesquisa consiste em responder algumas questões incluídas neste formulário virtual que poderá levar aproximadamente 20 minutos para ser concluído. Visando minimizar eventuais danos relacionados ao tempo dedicado ao preenchimento do formulário por parte do participante, garantimos que o formulário será do tipo semiestruturado, composto predominantemente por perguntas de múltiplas escolhas.

Com o preenchimento desse formulário, será possível registrar e analisar o que você conhece sobre a espécie e de onde vem esse conhecimento. Além disso, você poderá nos ajudar no recrutamento de pessoas que não tenham acesso à internet, mas que também poderão contribuir com a pesquisa. Caso seja do seu interesse colaborar nessa etapa, deixe o seu contato ao final do formulário.

Solicitamos a sua autorização para que os resultados deste estudo sejam apresentados em eventos da área de ciências agrárias e publicados em revista científica nacional e/ou internacional. Visando minimizar o risco de quebra de sigilo, seu nome será mantido sob sigilo absoluto e suas respostas serão utilizadas apenas para fins científicos.

A publicação desses resultados poderá levar a uma maior exploração da espécie nas regiões estudadas, no entanto, com o estudo de diversidade genética, as sementes que serão coletadas para a pesquisa também poderão compor um banco de armazenamento de sementes, com intuito não somente de proteger a diversidade genética, mas também de promover o melhoramento genético, um meio de agregar valor aos frutos, benefício direto para quem obtém renda pela extração do umbu.

Esclarecemos que esse é um projeto de pesquisa que não tem fins lucrativos e que a sua participação no estudo é voluntária e, portanto, você não é obrigado(a) a fornecer as informações solicitadas. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhuma penalização por parte dos pesquisadores.

Os pesquisadores estarão à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa dessa pesquisa por meio dos contatos abaixo.

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

Membros da equipe de pesquisa:

- Dra. Renata Silva Mann (Pesquisadora responsável)

Endereço profissional: Departamento de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon s/n Jardim Rosa Elze, São Cristóvão/SE, CEP: 49100-000. Telefone: (79) 3194-2969. E-mail: renatamann@academico.ufs.br

- Dra. Juliana Lopes Souza (Pesquisadora)

Telefone: (79) 9 9999-9214. E-mail: juliana_lopes_souza@live.com

- Natali Aparecida Santana (Pesquisadora)

Telefone: (79) 9 9828-1291 ou (79) 9 8132-0135. E-mail: nataliknd@academico.ufs.br

- Maria Suzana Oliveira da Silva (Pesquisadora)

Telefone: (79) 9 9815-7737. E-mail: suzanaoliveira@academico.ufs.br

Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Endereço: Cidade Univ. Prof. José Aloísio de Campos Av. Marechal Rondon, s/n, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão/SE, CEP: 49100-000. Telefone: (79) 3194-6600

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº, Bairro Sanatório, Aracaju/SE, CEP: 49060-110. Telefone: (79) 3194-7208. E-mail: cep@academico.ufs.br

Para fins de comprovação, recomenda-se imprimir e guardar em seus arquivos uma via desse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado pela pesquisadora responsável, disponível através do link <https://drive.google.com/file/d/12vPYSP5MgaoamLy81GdqSmRd9xskp_41/view?usp=sharing>. Recomenda-se marcar a opção imprimir "cabecinhos e rodapés", para conter o link fonte e a paginação do TCLE. Uma via desse documento também será enviada para o seu e-mail.

E-mail *

E-mail válido
.....

Ao clicar no botão abaixo, o(a) Senhor(a) concorda em participar da pesquisa nos termos deste TCLE. Caso não concorde em participar, apenas feche essa página no seu navegador. *

Declaro que concordo em participar da pesquisa.

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

Seção 2 de 7

Conte-me um pouco sobre você ✕ ⋮

Descrição (opcional)

Qual é o seu nome? *

Texto de resposta curta

Quantos anos você tem? *

Texto de resposta curta

Qual é o seu gênero? *

Feminino

Masculino

Não desejo informar

Outros...

Em qual município você mora atualmente? *

Texto de resposta curta

Em qual estado do Brasil localiza-se esse município? *

Texto de resposta curta

Após a seção 2 Continuar para a próxima seção ▼

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

Seção 3 de 7

O que você sabe sobre o umbuzeiro? ✕ ⋮

Descrição (opcional)

Você conhece a árvore umbuzeiro e/ou seus frutos? *

Sim

Não

Após a seção 3 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 4 de 7

Título da seção (opcional) ✕ ⋮

Nesta seção, você pode marcar mais de uma opção.

Como você chama o fruto do umbuzeiro? *

Umbu

Embu

Imbu

Outros...

De onde vem o seu conhecimento sobre a espécie? *

Família

Escola/Faculdade

Internet

Livros

Programas de tv

Outros...

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

Quais partes da planta você conhece? *

- Frutos
- Sementes
- Folhas
- Flores
- Casca
- Galhos
- Raízes

Você sabe em quais meses do ano o umbuzeiro produz frutos? *

- Janeiro
- Fevereiro
- Março
- Abril
- Maio
- Junho
- Julho
- Agosto
- Setembro
- Outubro
- Novembro
- Dezembro
- Não sei informar

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

No caso dos frutos, você usa para: *

- Consumo in natura (em estado natural do fruto)
- Preparo de bebidas (ex. umbuzada, fermentados)
- Preparo de doces (ex. geleias, picolés, sorvetes)
- Fins medicinais
- Não uso nem consumo
- Outros...

Como você obtém os frutos? *

- Compro em feiras-livres
- Compro em supermercados
- Colho próximo de casa
- Recebo de vizinhos/amigos
- Não obtenho
- Outros...

⋮

Utiliza alguma(s) dessa(s) outras partes do umbuzeiro além dos frutos? *

- Raízes
- Galhos/ramos
- Casca
- Folhas
- Flores
- Sementes
- Não utilizo

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

Com qual finalidade você utiliza essa(s) parte(s)? (Se não utiliza, passe para a próxima pergunta)

Texto de resposta longa

Conhece algum produto processado do umbuzeiro? *

- Polpa de suco
- Doces (ex. geleia, picolé, sorvete)
- Bebidas (ex. umbuzada, fermentados, destilados alcoólicos)
- Medicamentos
- Não conheço
- Outros...

Euclides da Cunha, escritor brasileiro, descreveu em sua obra Os sertões, o umbuzeiro como "árvore sagrada do sertão". Você concorda com essa descrição? Por que? *

Texto de resposta longa

Você acha que o umbuzeiro necessita de ações que promovam a sua preservação? Por que? *

Texto de resposta longa

No município onde você mora, existem árvores de umbuzeiro? *

- Sim
- Não

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

Você tem interesse em colaborar ainda mais com essa pesquisa? Conhece alguém que não tenha acesso à internet mas que também gostaria de contribuir com a nossa pesquisa? *

Sim

Não

Após a seção 4 Continuar para a próxima seção ▼

Seção 5 de 7

Título da seção (opcional) ✕ ⋮

Descrição (opcional)

Agradecemos imensamente a sua disponibilidade para contribuir ainda mais com esta pesquisa! Entraremos em contato com você. Por favor, nos forneça seu(s) contato(s) no campo abaixo. *

E-mail e/ou telefone

Texto de resposta curta

Após a seção 5 Ir para a seção 7 (Obrigada!) ▼

...continua...

ANEXO D – (Cont.)

Seção 6 de 7

Não saia sem conhecer...



O umbuzeiro é uma árvore frutífera nativa do Brasil. Ela ocorre naturalmente em toda região Semiárida do Nordeste. O maior destaque dessa árvore são seus frutos (veja a foto abaixo), azedinhos e muito saborosos, mas outras partes da planta também são muito utilizadas para diversas finalidades. Essa árvore tem muito potencial biotecnológico e por isso, é uma das espécies de frutífera nativa mais estudada do bioma Caatinga! Legal, né?

Espero que tenha gostado de conhecer um pouco sobre essa espécie de grande importância socioeconômica e ambiental.

Este é o umbuzeiro

Spondias tuberosa



...continua...

ANEXO D – (Cont.)

E estes são os frutos do umbuzeiro

Umbu



Após a seção 6 Continuar para a próxima seção

Seção 7 de 7

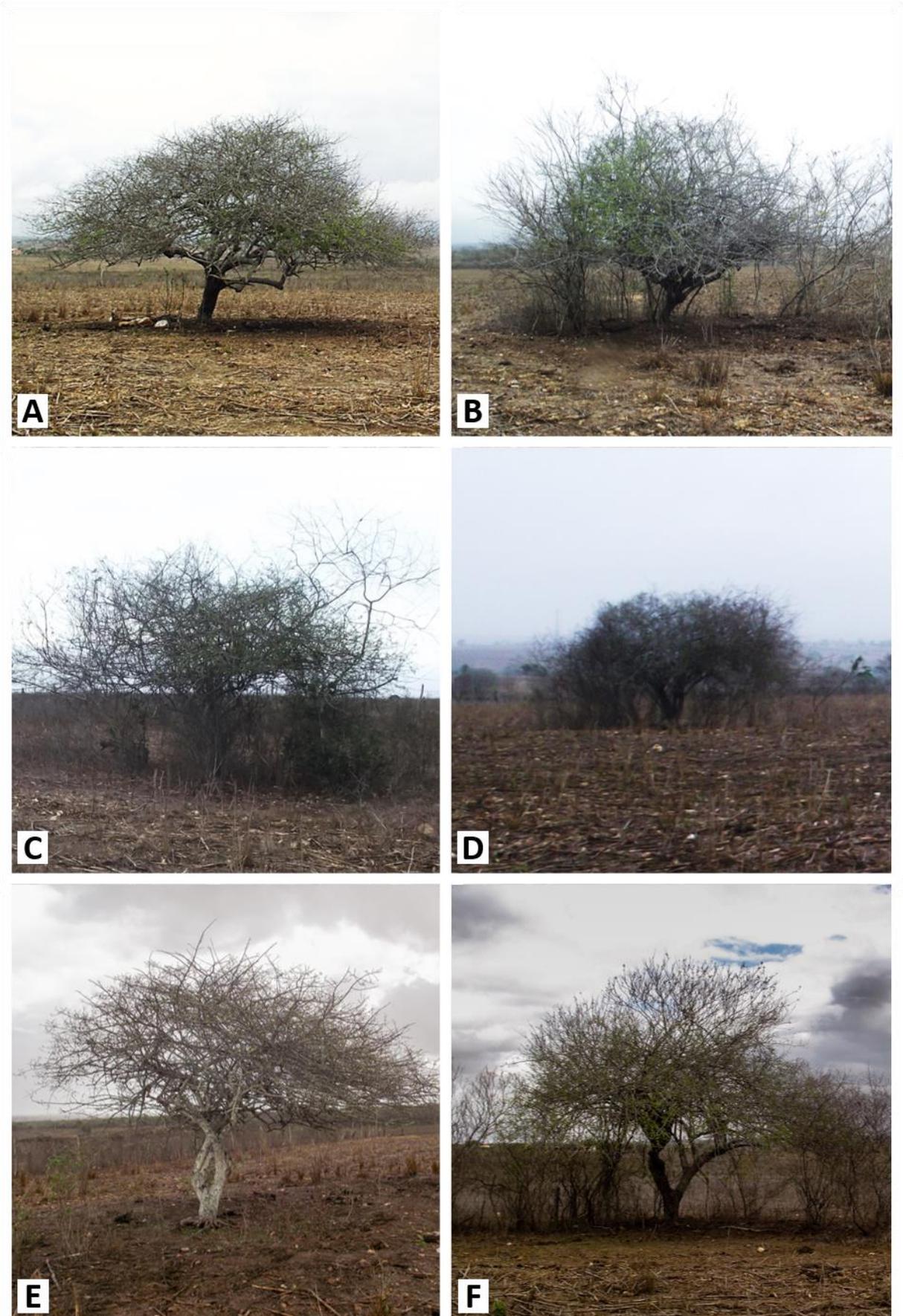
Obrigada!

Sua resposta foi registrada.
Agradecemos a sua participação nessa pesquisa!

Fonte: Autoria própria.

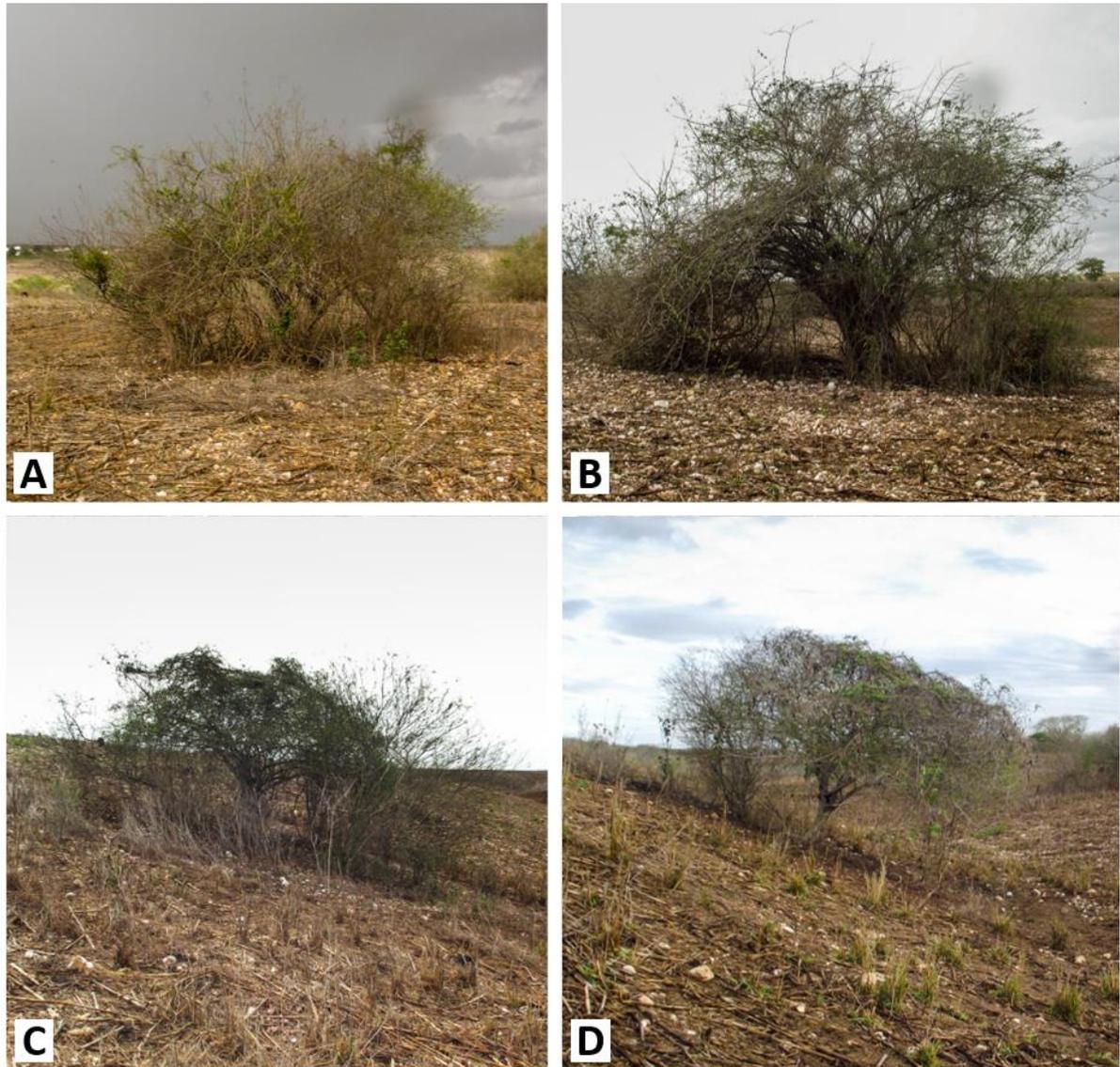
Conclusão.

ANEXO E – Matrizes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) localizadas em Sergipe:
matriz 01 (A); 02 (B); 03 (C); 04 (D); 05 (E); 06 (F).



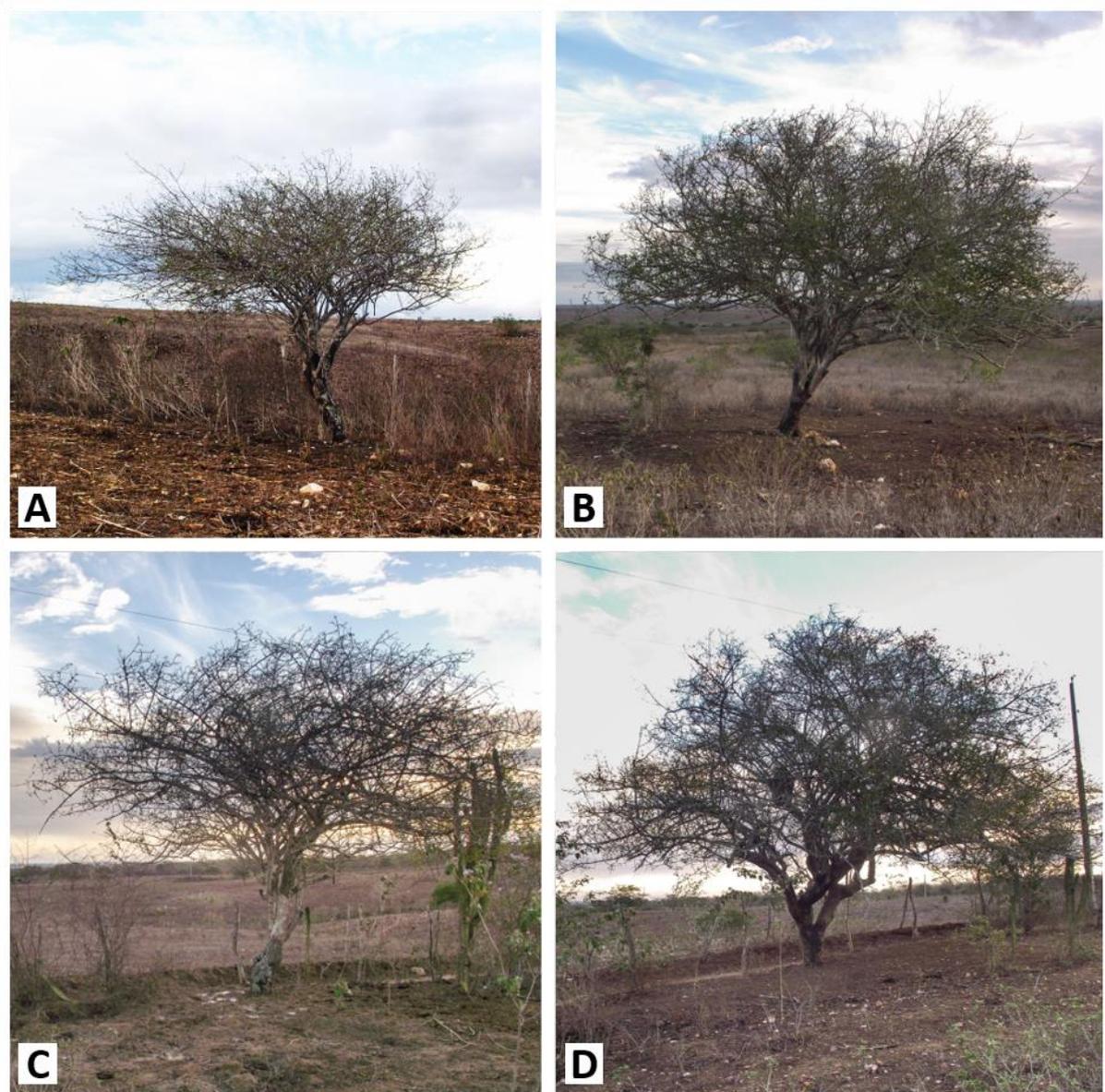
Fonte: Autoria própria.

ANEXO F – Matrizes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) localizadas em Sergipe: matriz 07 (A); 08 (B); 09 (C); 10 (D).



Fonte: Autoria própria.

ANEXO G – Matrizes de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) localizadas em Sergipe:
matriz 11 (A); 12 (B); 13 (C); 14 (D).



Fonte: Autoria própria.