



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ**  
**PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CURSO DE DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**ASSOCIAÇÃO PLENA EM REDE: UFPI-UFC-UFRN-UFPB-UFPE-UFS-UESC-UFERSA**

**JULIANA CARDOZO DE FARIAS**

**SOCIOBIODIVERSIDADE, MORFOMETRIA E DIVERSIDADE GENÉTICA DE  
CAJUÍ (*Anacardium occidentale* L.) - ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO  
PIAUÍ, BRASIL**

**Teresina/ PI**  
**2022**

**JULIANA CARDOZO DE FARIAS**

**SOCIOBIODIVERSIDADE, MORFOMETRIA E DIVERSIDADE GENÉTICA DE  
CAJUÍ (*Anacardium occidentale* L.) - ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO  
PIAUI, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí - UFPI, na área de concentração Desenvolvimento e Meio Ambiente e linha de pesquisa Relações Sociedade-Natureza e Sustentabilidade. Como requisito à obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientadora: Ivanilza Moreira de Andrade

Coorientadora: Irlaine Rodrigues Vieira

Coorientador: Simon Joseph Mayo

**Teresina/ PI  
2022**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Humanas e Letras  
Serviço de Processos Técnicos

F224s Farias, Juliana Cardozo de.  
Sociobiodiversidade, morfometria e diversidade genética de cajuí  
(*Anacardium occidentale* L.) - ecótipos restinga e cerrado no Piauí,  
Brasil / Juliana Cardozo de Farias. -- 2022.  
195 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de  
Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Teresina,  
2022.

“Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ivanilza Moreira de Andrade.”

1. Anacardiaceae. 2. Conservação. 3. Etnobiologia.  
4. Microssatélites. 5. Saber local. 6. Uso de recursos naturais.  
I. Andrade, Ivanilza Moreira de. II. Título.

CDD 574.52

Bibliotecária: Francisca das Chagas Dias Leite - CRB3/1004

**JULIANA CARDOZO DE FARIAS**

**SOCIOBIODIVERSIDADE, MORFOMETRIA E DIVERSIDADE GENÉTICA DE  
CAJUÍ (*Anacardium occidentale* L.) - ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO  
PIAUI, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, como requisito à obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Linha de pesquisa: Relações sociedade-natureza e sustentabilidade.

Orientadora: Ivanilza Moreira de Andrade

Coorientadora: Irlaine Rodrigues Vieira

Coorientador: Simon Joseph Mayo

Aprovada em 10 de junho de 2022.

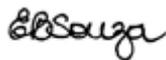
**BANCA EXAMINADORA**

IVANILZA MOREIRA DE ANDRADE:41387260391 Assinado de forma digital por IVANILZA MOREIRA DE ANDRADE:41387260391  
Dados: 2022.06.22 12:21:28 -03'00'

---

Profa. Dra. Ivanilza Moreira de Andrade (PRODEMA/UFPI)

Orientadora



---

Prof. Dr. Elnatan Bezerra de Souza (UVA)

Examinador Externo à UFPI

FRANCISCO SOARES SANTOS FILHO:30218152353 Assinado de forma digital por FRANCISCO SOARES SANTOS FILHO:30218152353  
DN: c=BR, o=ICP-Brasil, ou=Secretaria da Receita Federal do Brasil - RFB, ou=RFB e-CPF A1, ou=VALID, ou=AR FACILID CERTIFICADORA DIGITAL, ou=Videoconferencia, ou=29422374000187, cn=FRANCISCO SOARES SANTOS FILHO:30218152353  
Dados: 2022.07.04 14:51:46 -03'00'

---

Prof. Dr. Francisco Soares Santos Filho (PRODEMA/UFPI)

Examinador Interno ao Programa- UFPI



Documento assinado digitalmente  
DENIS BARROS DE CARVALHO  
Data: 04/07/2022 18:13:24-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Prof. Dr. Denis Barros de Carvalho (PRODEMA/UFPI)**  
**Examinador Interno à UFPI**



Documento assinado digitalmente  
REJANE MAGALHAES DE MENDONCA PIMENTEL  
Data: 27/06/2022 07:44:19-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Profa. Dra. Rejane Magalhães Mendonça Pimentel**  
**Examinadora Interna (PRODEMA-UFPE)**

A Deus meu guia.

Às minhas mães Fátima e Domingas e tia Alcioneida, pessoas que me  
incentivaram inicialmente a sempre ir longe.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder essa graça e sempre andar lado a lado em meus caminhos e me proteger.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES pela concessão da bolsa. À coordenadora do Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente-UFPI, Profa. Dra. Elaine Aparecida da Silva.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), a qual escolhi para fazer minha pós-graduação nível Mestrado e Doutorado.

Aos professores do Tropa-UFPI turma 2018-2022 minha gratidão, respeito e carinho. Bem como também aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente Associação Plena em Rede das demais Instituições (UFPI, UFC, UFRN, UFPB, UFPE, UFS, UESC e UFERSA).

Aos funcionários do Tropa-UFPI em Teresina na pessoa do Sr. Raimundo Lemos, José Santana da Rocha (Zezinho) e Maria Adália Rocha. Muito obrigada pela amizade, cortesia e pelos serviços de qualidade realizados.

A minha turma maravilhosa do doutorado 2018-2022.

A minha orientadora professora Dra. Ivanilza Moreira de Andrade pelas orientações e muitos momentos divididos de conhecimento, estágios à docência realizados, de conversas e puxões de orelha. Sempre, claro me guiando para o melhor. Obrigada por sempre ser acolhedora, protetora e uma inspiração para mim.

Ao meu coorientador professor Dr. Simon Joseph Mayo agradeço muito pela paciência, não esquecerei: “Roma não foi feita em só dia”, foram muitos momentos de aprendizados, mas também leves e de muita alegria. Foi um privilégio trabalhar com o senhor.

Agradeço muito a Dra. Irlaine Rodrigues Vieira pelas contribuições da tese, pelas conversas e pelo carinho, foi uma satisfação enorme ser sua orientanda. Vocês três foram meus mestres que me lapidaram e são pessoas que me inspiram e admiro muito. Quero agradecer muito ao professor Dr. Luciano Silva Figueirêdo pelas contribuições, delineamento e seu olhar atendo auxiliou na construção do primeiro capítulo dessa pesquisa.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pelas autorizações de coleta na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba e Parque Nacional de Sete Cidades.

À Universidade Federal Delta do Parnaíba (UFDPAr) pela infraestrutura oferecida, disponibilidade de recursos para realização dessa pesquisa, bem como aos funcionários sempre

solícitos e gentis. Ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da UFDPAr pelo financiamento da compra dos *primers* marcados com fluoróforos. Ao Herbário HDelta, seus funcionários e bolsistas. Ao NACIPE, pelos aprendizados, são muitos parceiros, não vou citar nomes, para não esquecer ninguém.

À equipe do Lamove (Laboratório de Células e Moléculas) da UFDPAr em Parnaíba: Jéssica Cristina Moraes de Araújo, Eduardo de Moraes Sousa, Agustin Gonzalez Magalhães, Jessica Maria Salvador Sousa, Tássio Henrique Sousa Silva, Maria do Amparo de Moura Macêdo, João Vitor Carvalho Amaral e Renata Reis pela amizade e por ter me auxiliado durante as atividades de laboratório.

Ao Labomar da Universidade Federal do Ceará (UFC), a qual iria ocorrer a genotipagem inicialmente, mas não foi possível. Aqui ficam meus agradecimentos ao professor Dr. Rodrigo Maggioni por me receber, aos técnicos Dr. Rafael dos Santos Rocha sempre solícito, paciente e gentil, recorri a você várias vezes para tirar dúvidas e sempre me atendeu. Á amável Dra. Maria das Graças L. Coelho, técnica do CEDECAM (Centro de Diagnóstico de Enfermidades de Organismos Aquáticos), à Dra. Juliana Gaeta pelas contribuições e acompanhamento nas análises moleculares. Aos alunos Juliana Freitas pela amizade e minha querida Marina Mendonça, minha guia na PCR e eletroforese, bem como os demais funcionários e bolsistas.

À Universidade Estadual do Maranhão-UEMA *Campus* de Caxias-MA, instituição na qual foram realizadas análises moleculares de genotipagem. Ao professor Dr. Elmary da Costa Fraga e a professora Dra. Maria Claudene Barros do Laboratório de Genética e Biologia Molecular-Genbimol pelas contribuições na pesquisa e parceria nas análises moleculares desenvolvidas na UEMA.

À Luzyanne Rodrigues, Ana Priscila Olímpio e Andreлина Sousa que me acompanharam no Genbimol da UEMA-Caxias-MA. Obrigada pela disponibilidade, gentileza e amizade durante minha estadia em Caxias. Suas contribuições foram essenciais. Aos demais alunos, funcionários e bolsistas do Genbimol da UEMA, Caxias-MA meus sinceros agradecimentos.

À Luiza Araújo e seu esposo Carlos Araújo pela recepção em sua casa e muitos almoços e conversas em Campo Maior-PI. A seu Antoniel Viana meu amigo, parceiro e meu guia das coletas na Serra de Campo Maior-PI, ele sabia a ordem quais cajuís eu tinha coletado. Ao José Rodrigues Almeida Neto pela amizade, pela ajuda nas coletas de Campo Maior-PI sua participação foi fundamental para escolha dessa área de estudo. Ao Marcos Antônio Moraes Vieira Filho pela disponibilidade ao me acompanhar na primeira coleta em Campo Maior-PI, meu muito obrigada.

Ao líder da comunidade Canárias em Ilha das Canárias, Maranhão, o Sr. José Raimundo Brito Oliveira, por permitir a realização desta pesquisa. À Marcela Lima, agente de saúde, da comunidade Canárias, muito obrigada pela amizade, apoio em me acompanhar durante algumas entrevistas nessa área de estudo. Sem esquecer dona Amélia Vitalino e Iracélia Lima Carvalho por ter contribuído durante as entrevistas e logo me acolheu em Canárias, pelas conversas, pelo delicioso almoço com cajuí no peixe. Ao senhor José Silva (Zé de Rosa) e sua esposa dona Antonieta Sousa pela acolhida em sua casa em Barrinha, Piauí e pelas muitas cajuínas que tomamos.

Ao Sr. Francisco Silva (Buchudo) que foi outro parceiro querido em coletas do Labino em Parnaíba, Piauí, sua contribuição foi essencial para este trabalho. Sem esquecer de Norma Sousa, Maylla Sousa, da Pedra do Sal, pelas ricas conversas e por ensinar a defender seus direitos e compartilhar sua história de vida. Sou muito grata ao Sr. Francisco Sousa e sua esposa Socorro Nascimento de Sousa por participar desta pesquisa, seu amor pelo cajuí é contagiante.

A todos os moradores das comunidades Labino-PI, Canárias-MA e da Barrinha-PI, pela acolhida, pelos cafés tomados, parceria, disponibilidade em participar deste estudo e pela luta diária referente a seus direitos, pois são os verdadeiros donos das terras.

À Rita de Cássia Elias e Maria Hortencia Santos (Maria flor), formando juntamente comigo um trio inseparável, foi muito companheirismo, amizade que quero levar adiante. Meus agradecimentos ainda à Maria Hortencia e família pelo auxílio durante as entrevistas e preparação das lembranças da banca.

À Juelina Santos, que desde o início do doutorado foi alguém pronta a ajudar. Obrigada pelos materiais sobre o cajuí, sem contar com outras contribuições. Também não posso esquecer do seu Aloizio Santos e Casemiro Lima pela contribuição nas coletas em José de Freitas-PI.

À Sueli Batista e Severina Batista pela acolhida em Parnaíba, meu muito obrigada. Em Teresina meu lar era a casa da dona Maria Costa e da Nazaré Costa, a vocês meu carinho e gratidão. Agradeço ainda pela amizade de Marcio Luciano Pereira Batista, Hermínia Medeiros, Francisco Pereira, Luciana Lima e Alyne Freire, companheiros da minha turma.

À minha família, tia Alcioneida Farias e mães Maria de Fátima Farias e Domingas Costa, minha irmã Luciana Costa, Luiza Costa e Josiane Costa, meus primos e primas, enfim toda minha família. Ao meu sobrinho Mikael Farias que me auxiliou em coletas na área de restinga. A meu esposo David Avelino, meu parceiro em todos os momentos, inclusive nas coletas botânicas e entrevistas, só tenho a agradecer você em minha vida, sempre muito compreensível durante minha ausência em muitos momentos devido à pesquisa.

**[DEUS] Sem mim, nada podeis fazer” (João 15:5).**

**“Nenhuma outra árvore existe de ecologia equivalente pela extensão à do cajueiro. Transcende da ambiência fitogeográfica. É como se escapasse do seu para um reino de humanidade e, aí, com os ramos em laço, fizesse a simbiose das espécies. Planta e criaturas humanas desenvolvem-se juntas numa interdependência fraterna” (MAURO MOTA, 1955).**

## RESUMO

*Anacardium occidentale* L., com hipocarpo e fruto de tamanho reduzido, ocorrente na restinga e cerrado, e popularmente conhecido como cajueiros, tem importância ecológica e socioeconômica para várias comunidades do Nordeste brasileiro. Assim, objetivou-se identificar os usos e o manejo do cajuí, ecótipo restinga, em comunidades no Maranhão e no Piauí, bem como caracterizar a variabilidade morfológica e molecular dos ecótipos restinga (Piauí: nos municípios de Parnaíba e Cajueiro da Praia e Maranhão: na Ilha das Canárias em Araiões) e cerrado (Campo Maior, José de Freitas e no Parque Nacional de Sete Cidades). Para avaliar os dados etnobiológicos foram empregados formulários semiestruturados a 88 extrativistas das comunidades Canárias no Maranhão e Labino e Barrinha no Piauí, empregando o valor de diversidade de uso ( $UD_s$ ), valor para a parte da planta (PPV) e análise de regressão linear multivariada. Também foi possível elaborar uma cartilha com os usos do cajuí. Para caracterizar e distinguir os dois ecótipos de *A. occidentale* das seis populações estudadas, com base no estudo de populações naturais e quantificar sua variabilidade morfológica em seis áreas, foram empregados 51 descritores fenotípicos. Amostras de material vegetativo (ramos com folhas) e férteis (com flores, frutos e hipocarpo) de 30 indivíduos de cada população de cajuí foram coletadas considerando sua distribuição, sendo três populações do ambiente costeiro e três do cerrado. A variabilidade genética foi analisada pelo método de genotipagem utilizando 115 indivíduos das seis populações. Foram utilizados seis primers microssatélites, os dados foram avaliados usando os programas Micro-Checker, GenAlEx, GDA, Alerquin para realização da análise de variância molecular (AMOVA), Fstat e *Structure*. A maioria (73%) dos entrevistados são mulheres. O cajuí é empregado como alimentício ( $UD_s$ : 0,87), forrageiro (0,08), medicinal (0,03) e combustível (0,02). O hipocarpo tem maior diversidade de uso (PPV: 0,76). Observou-se que em Canárias existe a tendência dos que possuem um maior tempo de moradia serem detentores de maior número de usos ( $p$ : 0,041). Os cajuís são coletados manualmente principalmente em grupo, na mata (50%) e próximos das residências (50%) durante o período de safra. As análises morfológicas evidenciaram (PCA) separação de dois grupos, ecótipo restinga e cerrado, embora tenha havido sobreposição. Quanto aos caracteres da folha, a lâmina foliar é mais longa e mais larga no ecótipo cerrado. A validação cruzada (KNN) usando a classificação de ecótipos revelou que a maioria dos indivíduos podem ser corretamente alocados em sua categoria. As análises moleculares mostraram diferenciação em dois grupos, ecótipo restinga e cerrado. Os valores médios de Heterozigosidade esperada ( $H_e$ ) foram maiores para o ecótipo cerrado ( $H_e$ = 0,66), exibindo maior diversidade genética em relação ao ecótipo restinga. Os valores do coeficiente de endogamia ( $F_{IS}$ ) foram positivos, indicando excesso de indivíduos homozigotos, e consequentemente desvios do equilíbrio de Hardy-Weinberg foram observados em alguns marcadores. Dados da análise de variância molecular (AMOVA) mostraram que 74,15% da variabilidade genética encontra-se dentro das populações e 20,99% de variância está entre os grupos evidenciados pelas diferenças genética entre elas. Assim, estimativas usando técnicas moleculares permitiram diferenciar geneticamente as populações dos ecótipos restinga e cerrado; aliado a isso a heterogeneidade fenotípica observada usando os métodos morfológicos, possivelmente sejam reflexos ecológicos, ambientais e do fluxo gênico. Nesse cenário, o cajueiro tem grande importância socioeconômica para as comunidades estudadas e permitem a continuidade da identidade cultural associada à sociobiodiversidade.

**Palavras-chave:** Anacardiaceae. Conservação. Etnobiologia. Microssatélites. Saber local. Uso de recursos naturais.

## ABSTRACT

*Anacardium occidentale* L., with hypocarp and fruit of small size, occurring in the restinga and savannah, and popularly known as cajuzeiros, have ecological and socioeconomic importance for several communities of the Brazilian Northeast. Thus, we aimed to identify the uses and management of cajuí, an ecotype restinga, in communities in Maranhão and Piauí, as well as to characterize the morphometric and molecular variability of the restinga ecotypes (Piauí: in the municipalities of Parnaíba and Cajueiro da Praia and Maranhão: on the Canárias Island in Araiões) and cerrado (Campo Maior, José de Freitas and in the Sete Cidades National Park). To evaluate ethnobiological data, semi-structured forms were used to 88 extractivists from the Canárias Islands communities in Maranhão and Labino and Barrinha in Piauí, using the value of diversity of use (Uds), value for the part of the plant (PPV) and multivariate linear regression analysis. It was also possible to elaborate a booklet with the uses of cajuí. To characterize and distinguish the two ecotypes of *A. occidentale* from the six populations studied, based on the study of natural populations and to quantify their morphological variability in six areas, 51 phenotypic descriptors were used. Samples of vegetative material (branches with leaves) and fertile material (with flowers, fruits and hypocarp) of 30 individuals from each cashew population were collected considering their distribution, being three populations from the coastal environment and three from the cerrado. Genetic variability was analyzed by the genotyping method using 115 individuals from the six populations. Six microsatellite primers were used, the data were evaluated using the programs Micro-Checker, Genalex, GDA, Alerquin to perform molecular variance analysis (AMOVA), Fstat, and Structure. The majority (73%) of the interviewees are women. The cajuí is employed as a foodstuff (Uds: 0.87), forage (0.08), medicinal (0.03) and fuel (0.02). Hypocarp has greater diversity of use (PPV: 0.76). It was observed that in the Canárias Islands there is a trend of those who have a longer residence time to have a higher number of uses ( $p$ : 0.041). The cajuís are collected manually mainly in groups, in the woods (50%) and close to the homes (50%) during the harvest period. Morphometric analyses showed (PCA) separation of two groups, restinga ecotypes and cerrado, although there was overlapping. As for the leaf characters, the leaf blade is longer and wider on the thick ecotype. Cross-validation (KNN) using the ecotype classification revealed that most individuals can be correctly allocated in their category. The molecular analyses showed differentiation in two groups, ecotype restinga and cerrado, both in Pcoa and Structure the mean values of Expected Heterozygosity ( $H_e$ ) were higher for the cerrado ecotype ( $H_e$ = 0.66) exhibiting greater genetic diversity in relation to the restinga ecotype. Molecular analyses showed differentiation in two groups, restinga ecotype and cerrado. The average values of expected heterozygosity ( $H_e$ ) were higher for the cerrado ecotype ( $H_e$ = 0.66), showing greater genetic diversity in relation to the restinga ecotype. Endogamy coefficient ( $F_{IS}$ ) values were positive, indicating excess of homozygous individuals, and consequently deviations from the Hardy-Weinberg equilibrium were observed in some markers. Molecular variance analysis (AMOVA) data showed that 74.15% of genetic variability is within populations and 20.99% of variance is among the groups evidenced by genetic differences between them. Thus, estimates using molecular techniques have allowed the genetic differentiation of populations from restinga and cerrado ecotypes; allied to this phenotypic heterogeneity observed using morphometric methods, possibly ecological reflexes, environmental and gene flow. In this scenario, the cajuzeiro has great socioeconomic importance for the communities studied and allows the continuity of the cultural identity associated with sociobiodiversity.

**Keywords:** Anacardiaceae. Local knowledge. Ethnobiology. Microsatellite. Use of natural resources.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Capítulo I-Manuscrito

- Figura 1** Localização das comunidades de Labino e Barrinha litoral do Piauí, Brasil ..... 52
- Figura 2** Flores e hipocarpo de *Anacardium occidentale* L. tidos como danificados pelo eclipse lunar na comunidade Labino, Parnaíba, Piauí..... 63

### Capítulo II-Manuscrito

- Figura 1** Localização das comunidades Labino e Barrinha no Piauí e Canárias no Maranhão, no Delta do Parnaíba, Piauí ..... 74
- Figura 2** Tipos de doces de *Anacardium occidentale* L.(cajuí) produzidos e comercializados na Comunidade Labino em Parnaíba-Piauí..... 79

### Capítulo III-Manuscrito

- Figura 1** Localização das áreas de coleta de *Anacardium occidentale* L. (cajuí): ecótipo restinga e cerrado ..... 98
- Figura 2** Detalhes florais utilizados na morfometria de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) ecótipos restinga e cerrado. Obtido por Microscópio Estereoscópio Binocular, tamanho da saída 640 x 480; taxa de quadros 25.000. A) Flor masculina da população Barrinha, Piauí, ecótipo restinga; B) Flor hermafrodita da população Barrinha, Piauí, ecótipo restinga; C) Pétalas mensuradas da flor masculina de indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado; D) Cálice da flor masculina de um indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado; E) Estame longo e estames curtos da flor masculina de um indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado; F) Flor hermafrodita de um indivíduo da população de Barrinha, Piauí, ecótipo restinga; G) Pistilo da flor hermafrodita de um indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado..... 101
- Figura 3** Caracteres utilizados na morfometria e coleta de material de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) ecótipo cerrado na Serra de Passa-Tempo, Campo Maior-Piauí. A) Aspecto geral do hábito; B) Cor do troco; C) Hipocarpo in natura; D) Inflorescência do tipo panícula; E) Herborização dos indivíduos coletados; F) Hipocarpo coletado medido ..... 102
- Figura 4** Caracteres utilizados na morfometria e coleta de material de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) ecótipo restinga no Labino-Piauí. A) Aspecto geral do hábito; B) Caracteres foliares e florais; C) Altura do tronco; D) Cor da casca e da entrecasca do tronco ..... 103
- Figura 5** Gráfico comparando em forma de "boxplots" as seis populações para cada uma das 39 variáveis quantitativas univariadas, padronizadas a ter média= 0, e desvio padrão =1 ..... 109
- Figura 6** Ordenação nos primeiros dois componentes da Análise de componentes principais (PCA) de 39 caracteres vegetativos e reprodutivos de 180 indivíduos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) ..... 112
- Figura 7** Representação gráfica biplot da dispersão dos indivíduos analisados, entre os dois caracteres primeiros componentes principais para caracteres ..... 113

	vegetativos e reprodutivos de 180 indivíduos de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	
<b>Figura 8</b>	Pesos (autovetores) das 39 variáveis vegetativas e reprodutivas nos primeiros dois componentes da Análise de componentes principais (PCA) de 39 caracteres de 180 indivíduos de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	114
<b>Figura 9</b>	Análise discriminante linear (LDA) para caracteres vegetativos e reprodutivos de 180 indivíduos de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	116
<b>Figura 10</b>	Pesos no primeiro eixo (primeira função discriminante) da LDA para cada indivíduo de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	118
<b>Figura 11</b>	Pesos no segundo eixo (segunda função discriminante) da LDA para cada indivíduo de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	118
<b>Figura 12</b>	Gráfico de frequência dos escores dos indivíduos ao longo da única função discriminante da LDA realizada usando ecótipo como caráter categórica	119
<b>Figura 13</b>	Pesos do eixo discriminante (apresentado em figura 12) para os caracteres mais importantes para discriminar os dois ecótipos da LDA de <i>Anacardium occidentale</i> L. ....	120
<b>Figura 14</b>	Validação cruzada das análises KNN usando dados escalonados	123
<b>Figura 15</b>	Validação cruzada das análises KNN da categoria ecótipo, obtida do conjunto de dados de médias individuais usando dados escalados .....	125
<b>Figura 16</b>	Árvore de Classificação e Regressão (CART) otimizada com sete nós terminais utilizando o pacote R "rpart" .....	126

#### Capítulo IV-Manuscrito

<b>Figura 1</b>	Localização das áreas de coleta de <i>Anacardium occidentale</i> L. (cajuí) .....	142
<b>Figura 2</b>	Serra de Passa-Tempo em Campo Maior-Piauí .....	150
<b>Figura 3</b>	Análise de agrupamento pelo programa Structure. A) Número de grupos com mais verossimilhança ( $K = 2$ ), calculado pelo método $\Delta K$ de acordo com Evanno <i>et al.</i> (2005). B) Distribuição dos 115 genótipos de <i>Anacardium occidentale</i> L. As linhas verticais representam os indivíduos e são divididas em segmentos coloridos, baseados na semelhança genotípica em relação aos grupos inferidos pelo programa. Os números abaixo indicam as populações geográficas- ecótipo restinga: Barrinha-PI (1), Ilha das Canárias-MA (2) e Labino-PI (3); populações de cerrado: Campo Maior-PI (4), José de Freitas-PI (5) e Parque Nacional de Sete Cidade-PI (6) .....	154

### LISTA DE TABELAS

**CAPÍTULO I – Manuscrito: A COSMOVISÃO NO CONTEXTO DO EXTRATIVISMO DO CAJUÍ (*Anacardium occidentale* L.) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO DELTA DO PARNÍBA, PIAUÍ, BRASIL**

<b>Tabela 1</b>	Dados socioeconômicos das comunidades Labino e Barrinha-PI .....	56
<b>Tabela 2</b>	Principais entidades sobrenaturais associadas às coletas de <i>Anacardium occidentale</i> L. (cajuís), conforme relatos dos entrevistados do Labino e Barrinha-PI. FL= Nível de fidelidade .....	62

**CAPÍTULO II-Manuscrito: “O CAJUIZEIRO TRAZ MUITOS BENEFÍCIOS E ATÉ BELEZA”: USO E EXTRATIVISMO DE *Anacardium occidentale* L. (CAJUÍ) EM COMUNIDADES NA APA DO DELTA DO PARNAÍBA, NORDESTE BRASILEIRO**

<b>Tabela 1</b>	Índices: Valor para a Parte da Planta (PPV = VPP), Valor de Diversidade de Uso (UD <sub>s</sub> = VDU) e Categorias de uso de <i>Anacardium occidentale</i> (cajuí) nas comunidades Canárias (Araioses, Maranhão), Labino (Parnaíba-Piauí) e Barrinha (Cajueiro da Praia- Piauí) .....	79
<b>Tabela 2</b>	Ameaças a permanência do <i>Anacardium occidentale</i> (cajuí) nas comunidades Canárias (Araioses, Maranhão), Labino (Parnaíba-Piauí) e Barrinha (Cajueiro da Praia, Piauí) .....	84

**CAPÍTULO III-Manuscrito: ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Anacardium occidentale* L., ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO NORDESTE DO BRASIL**

<b>Tabela 1</b>	Lista de sigla de caracteres utilizados na morfometria de <i>Anacardium occidentale</i> L.(cajuí) ecótipo restinga e cerrado .....	105
<b>Tabela 2</b>	Comparação dos valores médios dos descritores fenotípicos das folhas de populações nativas dos ecótipos restinga e cerrado de <i>Anacardium occidentale</i> L. ....	110
<b>Tabela 4</b>	Validação cruzada da LDA usando as populações como categoria de classificação. Ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	117
<b>Tabela 5</b>	Resultados da validação cruzada do LDA dos ecótipos de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	121
<b>Tabela 6</b>	Resultados da validação cruzada da KNN usando 39 caracteres quantitativos de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino).....	122
<b>Tabela 7</b>	Resultados da validação cruzada do KNN dos ecótipos de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino).....	124
<b>Tabela 8</b>	Resultados da validação cruzada do KNN plotando alocações dos indivíduos de cada população aos dois ecótipos de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino) .....	124
<b>Tabela 9</b>	Resultados plotando a composição exata de cada nó terminal de seis populações nativas de <i>Anacardium occidentale</i> L. no ecótipo cerrado	127

(Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino).....

**CAPÍTULO IV-Manuscrito: DIVERSIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Anacardium occidentale* L. (CAJUÍ) DOS ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO NORDESTE BRASILEIRO**

<b>Tabela 1</b>	Descrição dos microssatélites utilizados para <i>Anacardium occidentale</i> L. Pares de base (pb) e temperatura de anelamento (T) para os seis <i>Loci</i> avaliados e média da frequência de alelos (FAN) .....	145
<b>Tabela 2</b>	Diversidade genética: Tamanho amostral (n), número de alelos por <i>Loci</i> ( $N_a$ ), heterogeneidade observada ( $H_o$ ), heterogeneidade esperada ( $H_e$ ), coeficiente de endogamia ( $F_{IS}$ ), alelos privados ( $A_{priv}$ ), Riqueza alélica ( $A_R$ ) para os seis <i>loci</i> avaliados para populações de <i>Anacardium occidentale</i> L. amostradas em Barrinha-Piauí, Ilha das Canárias-Maranhão, Labino-Piauí, Campo Maior-Piauí, José de Freitas-Piauí e Parque Nacional de Sete Cidades-Piauí, Brasil .....	149
<b>Tabela 3</b>	Análise de Variância Molecular (AMOVA) com todas as populações de <i>Anacardium occidentale</i> L. ....	152
<b>Tabela 4</b>	Significância dos desvios de equilíbrio de Hady-Weinberg em seis populações de <i>Anacardium occidentale</i> L. calculado no GenAlEx 6.502...	152

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AFLP</b>	Amplified Fragment Length Polymorphism
<b>AMOVA</b>	Analysis of Molecular Variance – análise da variância molecular
<b>RAPD</b>	Amplified Fragment Length Polymorphism)
<b>BAG</b>	Banco Ativo de Germoplasma
<b>CTAB</b>	Brometo de cetiltrimetilamônio
<b>DNA</b>	Ácido Desoxirribonucleico
<b>ISSR</b>	Inter Simple Sequence Repeat – repetições entre sequências simples
<b>LCC</b>	Líquido da Castanha de Caju
<b>SSR</b>	Simple Sequence Repeat – repetições de sequências simples
<b>PCR</b>	Polymerase Chain Reaction – reação em cadeia da polimerase
<b>UBC</b>	University of British Columbia – Universidade da Columbia Britânica

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
2.1	<i>Anacardium occidentale</i> L.....	11
2.1.1	Caracterização, distribuição e nomenclatura.....	11
2.1.2	Importância social, ecológica e econômica.....	14
2.2	Vegetação do Piauí .....	17
2.2.1	Restinga .....	19
2.2.2	Cerrado .....	22
2.3	Morfometria .....	25
2.4	Marcadores Moleculares e os Microsatélites (SSRs).....	28
2.5	O saber tradicional associado à biodiversidade .....	30
2.6	Conservação de espécies.....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35
3.1	<b>CAPÍTULO I - MANUSCRITO: A COSMOVISÃO NO CONTEXTO DO EXTRATIVISMO DO CAJUI (Anacardium occidentale L.) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO DELTA DO PARNAÍBA, PIAUÍ, BRASIL</b> .....	48
3.2	<b>CAPÍTULO II - MANUSCRITO: “O CAJUIZEIRO TRAZ MUITOS BENEFÍCIOS E ATÉ BELEZA”: USO E EXTRATIVISMO DE Anacardium occidentale L. (CAJUI) EM COMUNIDADES NA APA DO DELTA DO PARNAÍBA, NORDESTE BRASILEIRO</b> .....	71
3.3	<b>CAPÍTULO III - MANUSCRITO: ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE POPULAÇÕES NATIVAS DE Anacardium occidentale L., ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO NORDESTE DO BRASIL</b> .....	94
3.4	<b>CAPÍTULO IV - MANUSCRITO: DIVERSIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÕES NATIVAS DE Anacardium occidentale L. (CAJUI) DOS ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO NORDESTE BRASILEIRO</b> .....	140
3.5	<b>CAPÍTULO V - CARTILHA: Saberes e práticas associados ao cajui (Anacardium occidentale L.) na APA do Delta do Parnaíba-PI</b> .....	163
	<b>APÊNDICE A</b> .....	172
	<b>ANEXO A</b> .....	174
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	179
	<b>APÊNDICE B – FORMULÁRIOS SEMIESTRUTURADO DE ENTREVISTA</b> ..	181

## 1 INTRODUÇÃO

*Anacardium occidentale* L., pertencente à família Anacardiaceae, ocorre predominantemente na região tropical e subtropical, tendo o Brasil como um dos mais importantes centros de diversidade (BARROS; CRISÓSTOMO, 1995), ocorrendo em todas as regiões, exceto a Sul (SILVA-LUZ *et al.*, 2018).

*Anacardium occidentale*, conhecida popularmente como caju, tem sido domesticada durante muitos anos e a seleção e modificação genética para obter qualidades desejáveis tornaram difícil identificar sua distribuição natural e os padrões de variação infraespecífica (MITCHEL; MORI, 1987). Na região Nordeste, tem grande importância socioeconômica e ecológica, cuja produção concentra-se nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte (VIDAL, 2017). O cultivo de *A. occidentale* pode acontecer em consócio com outras culturas que dependem do período chuvoso, tornando-se importante fonte de renda e geração de empregos tanto no campo quanto nas indústrias, por produzir em pleno período seco, na entressafra das culturas anuais (SERRANO; PESSOA, 2016). Sua amêndoa e o hipocarpo comestíveis são apreciados por pessoas de todo o mundo, além de outros derivados, como o suco, a cajuína, doces, polpas, líquido da casca da castanha (LCC), dentre outros (VIDAL, 2017).

Dentre as variações de *A. occidentale*, tem-se o cajuí, com hipocarpo e fruto aquênio reniforme preso ao receptáculo carnoso e aromático, de pequeno tamanho, que ocorre na costa, de leste a nordeste, na vegetação de restinga e por isto denominado ecótipo restinga, e o ecótipo cerrado, que ocorre na savana do Brasil central e Amazônico, Colômbia, Venezuela e Guianas.

A categoria "ecótipo" é taxonomicamente informal, mas seu emprego continua útil porque ainda não existe conhecimento dos padrões de variação genética e morfológica da espécie silvestre, e sobre sua extensão geográfica na América do Sul. Mitchell e Mori (1987) lançaram a hipótese de que os genótipos domesticados e antigamente transportados para outras regiões do mundo (por exemplo na África e Ásia) são derivados do ecótipo restinga do Brasil. Esses autores relataram, ainda, que o cajuí, *Anacardium microcarpum*, descrito por Ducke em 1922, é sinônimo de *A. occidentale*. Entretanto, alguns autores que realizaram pesquisas com o cajuí (CUNHA, 2002; RUFINO *et al.*, 2007; BARBOSA-FILHO *et al.*, 2014; MOREIRA; SILVA; MEDEIROS FILHO, 2016) têm denominado este de *A. microcarpum*. Sabendo disso, estudos utilizando várias abordagens, como morfométricas e moleculares, são importantes para tentar esclarecer a sua biosistemática, que é confusa.

O Piauí tem populações naturais de cajuzeiros que se encontram sob pressão humana crescente, como o corte para o cultivo do caju domesticado, com maior valor na indústria de beneficiamento da cajucultura devido ao hipocarpo e fruto serem maiores que o do cajuí.

Diante do exposto, esta tese se justifica pela necessidade de caracterizar a variabilidade em populações naturais de cajuí dos dois ecótipos de *A. occidentale* (cajuí), restinga e cerrado, propostos por Mitchell e Mori (1987), utilizando análises morfométricas (morfologia quantificada) e moleculares. Além disso, evidenciar questões de conservação por meio de investigações sobre usos locais, uma vez que, entender os fatores sociais, usos, dinâmica de conservação, é essencial para fundamentar a promoção de políticas públicas que resguardecam a conservação da planta crioula, bem como, políticas de apoio aos catadores de cajuí e de gestão dos recursos socioecológicos.

Populações naturais de cajuí são encontradas próximas à costa e em áreas de transição Cerrado/Caatinga, a pesquisa foi conduzida na restinga e nos cerrados do Piauí que estão localizados em área de ecótono (CASTRO *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2020), possuindo diversidade biológica e ecológica com características específicas (MILA; MORO, 2016), e consequentemente sensíveis a degradação ambiental (SMITH *et al.*, 1997) oferecendo um contexto favorável para investigação de abordagens etnobiológicas, morfométricas e moleculares.

Assim, hipotetiza-se que:

H1: O cajuí é um elemento importante social e economicamente para as comunidades Canárias, no estado do Maranhão, Labino e Barrinha no estado do Piauí.

H2: Os dois ecótipos podem ser claramente distinguidos, usando características morfológicas e moleculares;

H3: O ecótipo restinga não é mais variável que o ecótipo cerrado (usando as características morfológicas e genéticas);

H4: A variação entre populações em cada ecótipo é suficientemente grande para que a extinção de uma única população possa resultar em uma perda significativa de variabilidade genética do ecótipo inteiro.

Neste contexto, objetiva-se, conhecer a importância social e econômica do cajuzeiro para as comunidades de Canárias, Labino e Barrinha localizadas na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, relacionando os resultados às perspectivas para o uso sustentável dessa região, bem como caracterizar a variabilidade morfométrica e molecular de ecótipos de *A. occidentale* conhecidos por cajuí, ocorrentes na restinga e cerrado. E como objetivos específicos tem-se:

- Descrever os usos do cajuí (*A. occidentale*) no ecótipo restinga nas comunidades de Canárias (Araioses, MA), Labino (Parnaíba-PI) e Barrinha (Cajueiro da Praia- PI);
- Conhecer como são desenvolvidas ações de manejo e uso do cajuí e descrever o perfil socioeconômicos dos entrevistados e contribuir para a conservação do cajuí e valorização do saber local;
- Identificar os danos/impactos humanos mais amplos sobre as populações naturais de *A. occidentale*, como atividades de urbanização, agricultura e indústria, com destaque a informações relevantes para o plano ambiental de manejo da região, usando os formulários semiestruturados.
- Caracterizar com base na morfometria e genética os dois ecótipos de *A. occidentale* e sua variação populacional;
- Estimar a variabilidade genotípica e fenotípica dos ecótipos estudados;

Esta pesquisa encontra-se estruturada da seguinte maneira: a primeira parte está organizada em tópicos de introdução e revisão de literatura. A segunda parte está estruturada em capítulos os quais são quatro artigos científicos e uma cartilha, seguindo as normas de publicação de cada revista eletrônica: o primeiro artigo intitula-se: Cosmóvisão no contexto do extrativismo de cajuí (*Anacardium occidentale* L.) na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil, publicado em 2020 na revista mexicana Etnobiología, com Qualis A3; o segundo “O cajueiro traz muitos benefícios e até beleza” uso e extrativismo de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) em comunidades na Apa do Delta do Parnaíba, Nordeste brasileiro, submetido à Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente com Qualis A2; o terceiro intitula-se: “Análise morfométrica de populações nativas de *Anacardium occidentale* L., ecótipos restinga e cerrado no Nordeste do Brasil”; o quarto trata da: “Diversidade genética de populações nativas de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) dos ecótipos restinga e cerrado no Nordeste brasileiro e último capítulo é uma cartilha de retorno às comunidades: Saberes e práticas associados ao cajuí (*Anacardium occidentale* L.) na APA do Delta do Parnaíba-PI. A terceira parte consta das considerações finais e apêndices.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 *Anacardium occidentale* L.

#### 2.1.1 Caracterização, distribuição e nomenclatura

*Anacardium occidentale* L. é uma espécie nativa do Brasil e antes da chegada dos portugueses no país já era bastante utilizada pelos indígenas no país. No calendário dos tupis, *acaju* (como era chamado) significa ano, e servia para marcar o tempo em anos. Eles guardavam uma castanha a cada ano, sabendo assim a quantidade de tempo transcorrido (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

*Anacardium occidentale* foi nomeada por Lineu, cujo gênero *Anacardium* é definido por ‘Ana’ significar “como” e ‘Kardia’ = “coração”, essa designação foi empregada porque a forma do hipocampo lembra a imagem de um coração de pato (ALEXANDRE, 2013). Com relação ao termo ‘occidentale’, uma das hipóteses refere-se à origem do cajueiro, por Lineu considerá-lo nativo da América e da Ásia (PAIVA; CRISÓSTOMO; BARROS, 2003).

A literatura científica atribui a primeira descrição e ilustração do gênero ao francês naturalista e frei Thevet em 1558, durante a tentativa dos franceses de fundar a França Antártica na baía da Guanabara, no Rio de Janeiro. Thevet relata diversos aspectos das terras brasileiras, incluindo a maneira como os índios utilizavam o cajueiro, denominado *acaious* e seu fruto *acaiou*. Posteriormente, Acosta (1578) descreveu e ilustrou caracteres de flor, fruto, sabor e hábito de espécies de *Anacardium* em Santa Cruz de Cochin, atualmente denominada Cochin, na Índia.

Outras importantes referências pré-Lineanas de *A. occidentale* são de Marcgrave (1648), Piso (1648), Rheede (1682), Merian (1714) e Rumphius (1741). Em 1735, Linnaeus descreveu o gênero *Anacardium* e em 1753 classificou a espécie baseada no sistema sexual, incluindo-a na ordem *Monogynia* (planta com um pistilo) (MITCHELL; MORI, 1987).

A literatura cita sua ocorrência na região tropical, principalmente nas zonas costeiras (JOHNSON, 1972; MITCHELL; MORI, 1987). Sua origem provavelmente é a região norte da América do Sul e parte da América Central, com destaque para o Brasil (BARROS; CRISÓSTOMOS, 1995).

Sua distribuição no Brasil ocorre nas quatro regiões, com exceção da região Sul. São elas: Norte (Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima, Tocantins), Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe), Centro-

Oeste (Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso) e Sudeste (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo) (SILVA-LUZ; PIRANI, 2015).

*Anacardium occidentale* tem sido domesticada durante muitos séculos e a sua seleção e modificação genética para obter qualidades desejáveis tornou difícil a identificação da área de distribuição natural e dos padrões de variação infraespecífica (MITCHELL; MORI, 1987). Estes últimos autores fizeram uma diferenciação infraespecífica da espécie no seu estado silvestre, baseada em ecologia e morfologia, mas que permanece provisória por falta de estudos posteriores; eles reconheceram dois ecótipo de *A. occidentale*, o ecótipo restinga, que ocorre na vegetação costeira do leste a nordeste do Brasil, e o ecótipo cerrado que ocorre nas savanas (cerrados) do Brasil central e Amazônico, Colômbia, Venezuela e Guianas. Todos os dois ecótipos são conhecidos popularmente como "caju" e formas com hipocarpo e castanhas menores de "cajuí". Um tipo de cajuí, a espécie *Anacardium microcarpum* Ducke, foi descrito por Adolpho Ducke (1922) na Amazônia oriental como sendo distinto de *A. occidentale*, que se diferenciava do cajueiro comum pela textura mais coriácea de suas folhas, pecíolo mais achatado, nervuras proeminentes, inflorescência menos densa, drupa pequena e hipocarpo mais ácido. Porém, de acordo com os taxonomistas modernos, ou seja, Mitchell e Mori (1987) e Silva-Luz e Pirani (2015), o cajuí de Ducke é um sinônimo de *A. occidentale*. Entretanto, alguns autores como Cunha (2002) estudando plantas do Nordeste tem utilizado a nomenclatura de *A. microcarpum* para denominar *A. occidentale*. Visto que a biosistemática de espécie silvestre *A. occidentale* permanece ainda muito confusa e pouco entendida, o máximo que pode ser concluído destes resultados na literatura seria que plantas silvestres desta espécie conhecidas como cajuí podem ser diferenciadas de plantas domesticadas conhecidas como caju.

A confusão nomenclatural tem sua origem na falta de entendimento científico sobre a espécie no seu estado silvestre e porque há processos contínuos de troca de genes entre genótipos domesticados e silvestres, até favorecida pela facilidade com que os cajus domesticados conseguem se naturalizar fora do âmbito de plantações e quintais. Essa naturalização ocorre próxima a populações naturais de cajuí, como na zona do litoral brasileiro, onde plantas silvestres e domesticadas podem se desenvolver sem dificuldades (JOHNSON 1972, 1973; ANDRADE *et al.*, 2019). É também provável que este mesmo tipo de mistura genética aconteça no cerrado, onde também ocorrem formas silvestres de *A. occidentale* chamadas de cajuí, que são reconhecidas por alguns autores como espécies distintas, como *A. othonianum* Rizz. (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2006). Porém, pelo fato de que consideram que *A. occidentale* é uma espécie de ampla variabilidade, e inclui tanto as formas silvestres quanto

domesticadas, os taxonomistas acima citados também não reconhecem *A. othonianum* como diferente de *A. occidentale*.

Devido a essas controvérsias, que continuam até ao presente, estudos que diferenciem e foquem os caracteres do cajuí de populações silvestres de *A. occidentale*, tanto pela sua morfologia do tamanho do hipocarpo e da castanha, bem como informações pelos seus padrões moleculares, são essenciais para esclarecer as reais diferenciações geográficas e ecológicas implícitas na classificação informal de ecótipos feita por Michell e Mori (1987).

A descrição do cajuí relata árvores frondosas com tronco de casca espessa de 50 a 90 cm de diâmetro (RUFINO *et al.*, 2007). As folhas são alternas, simples, subcoriáceas, com 14 a 20 cm de comprimento, pecioladas e adensadas no ápice dos ramos. Possui flores pequenas e perfumadas masculinas e hermafroditas, sendo as mais jovens esbranquiçadas, tornando-se róseo-claras e após alguns dias ficam vermelhas. Sua inflorescência é do tipo panícula terminal amplamente modificada, corola pentâmera, tem cerca de oito estames conatos na base, geralmente somente um é fértil. O fruto verdadeiro é um aquênio, a castanha, e hipocarpo que normalmente tem coloração que vai do amarelo-claro ao vermelho (MITCHELL; MORI, 1987).

A literatura científica recente não cita nenhum estudo sobre populações selvagens de *A. occidentale sensu lato* e especificadamente sobre sua ecologia. Johnson (1972, 1973) descreveu detalhes, principalmente ecológicos e fisiológicos de uma variedade de populações em sete áreas costeiras do litoral nordestino (Camocim, Icaraí, Prainha e Majorlândia no Ceará; Praia da Conceição em Pernambuco; Praia de Atalaia em Sergipe e Lagoa do Abaeté na Bahia), focando mais o estado do Ceará. Mitchell e Mori (1987) relatam sucintamente aspectos morfológicos em espécimes de herbários e da distribuição geográfica do ecótipo restinga e cerrado.

Alguns estudos têm abordado a diversidade genética de *Anacardium* spp. como Personi (2007), cujo estudo morfométrico e molecular foi realizado com populações subespontâneas no Rio de Janeiro e com o Banco Ativo de Germoplasma do Cajueiro (BAG- Embrapa Agroindústria Tropical) em Pacajus-CE.

Publicações científicas sobre populações selvagens de *A. occidentale sensu lato* apareceram nos últimos anos, a maioria baseados em estudos realizados no Piauí (VIEIRA; MAYO; ANDRADE, 2014; BORGES *et al.*, 2018; ANDRADE *et al.*, 2019, SANTOS *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2021).

Especificamente com o ecótipo restinga no território piauiense, vários estudos foram realizados: Vieira, Mayo e Andrade (2014) sobre a variação da forma da folha; Matos Filho (2017) descreveu parâmetros genéticos da diversidade genética em populações de cajueiro em

plantios comerciais no estado do Piauí; Borges *et al.* (2018) com marcadores moleculares ISSR; Andrade *et al.* (2019) compararam a morfologia de populações silvestres (cajuí) e domesticadas (caju) usando morfometria e apresentaram uma discussão sobre o uso das nomenclaturas "cajuí" e de *A. microcarpum* na literatura científica, junto com uma revisão bibliográfica sobre a ecologia dos dois ecótipos de *A. occidentale*; Santos *et al.* (2019) investigaram a diversidade genética de oito populações de *Anacardium* sp, no Piauí, sendo quatro silvestres e quatro domesticadas usando marcadores moleculares ISSR. Os resultados destacaram maior diversidade genética para as populações silvestres dessa espécie; Gomes *et al.* (2021) investigou a diversidade e estrutura genética em populações silvestres que provavelmente constaram do ecótipo cerrado de *A. occidentale* (mas identificado pelo autor como *Anacardium* spp.) no Parque Nacional de Sete Cidades por meio de marcadores ISSR; e Ribeiro *et al.* (2021) estudaram a atividade química e biológica da folha e extratos de casca.

Ainda no litoral piauiense Souza, Mayo e Andrade (2021) realizaram um estudo fitossociológico e verificaram a sucessão na série de cristas de dunas ativas em campos de Ilha Grande, Piauí, verificando a habilidade do cajuí sobreviver nas dunas, visando subsidiar ações de conservação de *A. occidentale* na região.

### **2.1.2 Importância social, ecológica e econômica**

As frutíferas tropicais têm grande importância para a segurança alimentar e nutricional, sendo utilizadas em dietas de habitantes locais e ainda são comercializadas (BRASIL, 2016). Grande parte destas são frutos nativos, presentes em dietas sustentáveis, as quais são derivadas de vegetais diversos, principalmente plantas locais (JACOB: ALBUQUERQUE, 2020). Dentre estas, se destaca *Anacardium occidentale* L., cuja agroindústria gera diversos produtos derivados (BRAINER; VIDAL, 2020).

No século XVII, os holandeses proibiram o corte da planta por ser um recurso importante para os indígenas e por estar sendo muito explorado para uso em caldeiras (BRAGA, 1960), constituindo ainda, uma das frutíferas preferidas de Maurício de Nassau (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

É notório como *A. occidentale* está expressa em vários modos de vida da cultura nordestina, como nas paisagens, memórias, no folclore, na poesia, na medicina, artesanato, culinária e dentre outros (PEREIRA; CARVALHO, 2010). É considerada símbolo da cultura nordestina, e tantos benefícios a fizeram ser cultivada em outros países. Mitchell e Mori (1987)

argumentam que os genótipos domesticados e transportados em outros países são derivados do ecótipo de restinga brasileiro.

Estima-se que a área mundial de coleta de castanha de caju é de aproximadamente de 6,81 milhões de hectares, em primeiro lugar com maior concentração está Costa do Marfim (28,1%), seguido pela Índia (16,2%) e Tanzânia (14,4%). O nosso país está na sexta posição (428,86 mil ha), sendo 99,7% da área encontra-se na região Nordeste (BRAINER, 2021). A primeira forma de exploração do fruto e hipocarpo do cajueiro foi por meio do extrativismo, o qual ainda perdura, e por meio do plantio desordenado em pomares impulsionado pela valorização desta frutífera. A segunda guerra mundial teve contribuição no seu uso, ao empregar o líquido da castanha do caju (LCC) para produzir lonas de freio e discos de embreagem usados nesse período. Com o término da guerra, o produto que passou a ser visado foi a castanha (SERRANO; PESSOA, 2016).

Os primeiros plantios organizados na região Nordeste ocorreram por volta de 1950, sendo incentivados por meio de campanhas, incentivos fiscais e decretos, a exemplo do 88.207 de 30/03/1983, que incluía o cajueiro na política florestal do Governo Federal no Nordeste brasileiro (SERRANO; PESSOA, 2016). Em 1956 em Pacajus-CE, o governo federal organizou uma coleção germoplasma de cajueiro, com objetivo de investigação agrônômica. Assim, o melhoramento genético do cajueiro iniciou pela introdução de plantas do cajueiro-anão precoce, oriundas de uma população natural de Maranguape no Ceará (PAIVA; CRISÓSTOMO; BARROS, 2003).

Os três estados que registraram grande extensões de plantio foi o Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte, os quais ainda concentram as maiores áreas de cultivos (SERRANO; PESSOA, 2016). A castanha continua tendo grande interesse comercial, seu cultivo ocorre em 33 países tropicais, sendo produzida cerca de 4 milhões de toneladas de castanhas *in natura* (SAVADI *et al.*, 2020).

*Anacardium occidentale* é matéria-prima para muitos produtos. A castanha, principal produto comercial, é obtida por meio da torra, de maneira artesanal ou nas indústrias de processamento. O processo artesanal geralmente é realizado em pequenas propriedades do interior do Nordeste, para obtenção da amêndoa, as castanhas são depositadas em chapas metálicas e aquecidas direto em fogo intenso até a total queima do LCC, tornando-se escura. Posteriormente, faz-se a quebra individual com pedaços de madeira ou metal, para o descerramento e a obtenção da castanha (SERRANO; PESSOA, 2016).

É usada como ingredientes em diversos alimentos, a exemplo de bolos e sorvetes, ou processado para obtenção de leites, pastas, queijos e iogurtes, são bastante recomendadas para

consumidores intolerantes ao glúten (celíacos) e ainda em dietas vegetarianas e veganas (LIMA, PESSOA, 2013; BRAINER; VIDAL, 2020).

Um dos produtos ainda pouco conhecido é a pasta de amêndoa de castanha que possui baixo valor de mercado, usando poucos ingredientes como o das amêndoas quebradas, sal, açúcar e lecitina de soja (LIMA, PESSOA, 2013).

Já o LCC é um óleo escuro, cáustico e inflamável, constituído de uma mistura de compostos fenólicos, sendo os ácidos anacárdicos e os cardóis os principais compostos (SERRANO; PESSOA, 2016). Constitui-se cerca de 25% do peso da drupa, possui lipídios fenólicos não isoprenoides de origem natural com ação inseticida e repelente (MAZZETTO; LOMONACO, 2009). Este é comercializado no mercado internacional, adquirido para processamento do óleo, sua venda tem preços elevados, cuja produção destina-se para resinas, polímeros, lubrificantes, tintas, inseticidas, dentre outros (MAZZETTO; LOMONACO, 2009; SERRANO; PESSOA, 2016).

Já o hipocarpo tem diversos usos, gerando um grande número de subprodutos. Estima-se que a comercialização deste poderia ser bem rentável para os produtores, no entanto, a falta de canais de comercialização e de agroindústrias para o seu processamento, acabam ocasionando o desperdício de 90% dessa parte rica nutricional e economicamente do caju (BRAINER; VIDAL, 2018).

O Brasil é um grande produtor mundial do hipocarpo do cajueiro, comercializado com a denominação de *cashewapple*. Este é processado para produção de cerveja (PEREIRA *et al.*, 2020), sucos, cajuínas, geleias, sorvetes, doces, farinhas, tortas, pães, biscoitos, bolos, carnes para sanduíches, almôndegas, moquecas, quibes, recheios de pizzas e ração animal (BRAINER; VIDAL, 2020).

O hipocarpo *in natura* é muito usado na culinária como tempero, ingredientes de feijoadas e peixadas. Em bares é típico para acompanhar bebidas, como a aguardente. Já a madeira é empregada na fabricação de embarcação e na construção civil. As raízes são aproveitadas pelos pescadores para carregar os peixes no ombro. Para curar os males, cozinha-se a entrecasca para lavagem de feridas e úlceras da boca. Também é indicado para tratar diabetes e asma, as cascas em forma de chá (infusão) (BRAGA, 1960).

As indústrias de processamento de cajucultura usam o hipocarpo principalmente para a fabricação de cajuína, uma bebida não fermentada e não diluída, clarificada e esterilizada no interior de recipientes, apresentando uma cor amarela (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000).

O doce de caju é outro produto muito apreciado, obtido de frutos inteiros ou em pedaços,

dependendo do tipo, pode ser com ou sem casca, cozidos em água e/ou açúcar. Os principais tipos são: doce em massa, caju cristalizado, doce em calda e caju passa. No doce em calda, os hipocarpos devem apresentar-se inteiros, sem manchas ou machucaduras. Estes após cozidos em água e açúcar, são envasados em recipientes e acondicionados em temperatura adequada (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000).

## 2.2 Vegetação do Piauí

O Piauí apresenta uma área de 251.529,86 km<sup>2</sup>, representando 16,2% da região Nordeste e o terceiro maior estado dessa região. Devido à diversidade climática e posição geográfica, a vegetação está sob a influência dos domínios da Amazônia, do Planalto Central e do Nordeste. Assim, o estado apresenta vários ecossistemas, sendo considerado uma zona ecotonal entre a floresta amazônica, o cerrado e o semiárido (CEPRO, 1996; SEMAR, 2005).

Tentativas de categorização da vegetação no estado do Piauí iniciaram-se na década de 70 com pesquisadores que vieram fazer levantamentos exploratórios, relatórios técnicos e estudos bibliográficos (SANTOS-FILHO, 2009). Um dos primeiros estudos que classificaram as formações vegetais do Piauí foi Fernandes (1981) que as dividiram em sete grupos (florestas, cocais, cerrado, caatinga, carrasco, vegetação campestre e litorânea). A partir da década de 80, pesquisas sobre a composição e estrutura da vegetação colaboraram bastante com o conhecimento da vegetação piauiense (SANTOS-FILHO, 2009), e mais estudos estão sendo desenvolvidos visando contribuir ainda mais para o conhecimento da flora.

A classificação mais usual proposta para a vegetação piauiense descreve a caatinga com abrangência de abrange 37%, cerrado com 33% e as áreas de transição ocupam 19%, atravessando toda a extensão do estado (ANDRADE LIMA, 1978; EMPERAIRE, 1989; FERNADES, 1996; OLIVEIRA *et al.*, 1997; SILVA *et al.*, 2020).

No litoral piauiense ocorrem restingas, manguezais e presença de muitas carnaúbas (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E Moore) (SANTOS-FILHO, ALMEIDA JR.; SOARES, 2013), além de Mata dos Cocais, entre o Maranhão e Piauí (SANTOS-FILHO *et al.*, 2010).

A Caatinga está presente em 118 cidades, respondendo ao maior número de municípios com mais de 40% de cobertura (SAMPAIO, 2002). Os baixos índices pluviométricos, em torno de 500 mm a 700 mm anuais, as altas temperaturas (médias anuais de 27°C a 29°C) e a predominância de solos rasos e pedregosos, que armazenam pouca água, além de outros aspectos geomorfológicos e pedológicos determinam de maneira significativa a sua flora (ANDRADE LIMA, 1981). Esta caracteriza-se por apresentar espécies caducifólias da região semiárida, resistente à deficiência hídrica, com presença de cactáceas e bromeliáceas, ocupando

toda a parte leste e sudeste piauiense. Sua fisionomia varia de caatinga arbustiva à caatinga arbórea e sua distribuição ocorre desde a confluência dos rios Canindé e Piauí (ANDRADE LIMA, 1981).

Sobre o Cerrado, o Piauí tem a maior representatividade de toda a região Nordeste, ocupando 33% (OLIVEIRA *et al.*, 1997). Sua extensão ocupa toda a região sudoeste, parte do extremo sul piauiense, grande área setentrional, influenciados pela Amazônia e Caatinga (FARIAS; MENDES, 2017; SILVA *et al.*, 2020), com inclusão de manchas e contatos de/com outros tipos de vegetação, distribuídos em mosaicos, como o carrasco, as matas ciliares, as florestas estacionais semidecíduas e a savana de *Copernicia* (CASTRO; MARTINS; FERNANDES, 1998), além de estar presente no Complexo Vegetacional de Campo Maior (CEPRO, 1992; CASTRO; MARTINS, 1999).

Com relação à transição Caatinga e Carrasco, existe uma região denominada de Complexo de Campo Maior que faz parte das áreas de tensão ecológica, cuja concentração ocorre no Vale do Gurguéia, Tabuleiros do Parnaíba e Baixada de Campo Maior. A Baixada de Campo Maior é um ambiente propício a frequentes inundações, caracterizado como local de transição tendendo para instável (FARIAS; CASTRO, 2004).

A vegetação de restinga foi caracterizada e inventariada por Santos-Filho *et al.* (2010), Santos-Filhos *et al.* (2015a, b) e Santos Filho *et al.* (2016) na região Delta do Parnaíba, as quais são classificadas em três formações: campestre, arbustiva e arbórea. Em cristas dunares de Ilha Grande do Piauí, Souza, Mayo e Andrade (2021) realizaram um estudo fitossociológico em campos dunares e destacaram a predominância do cajuí nessas áreas, visando subsidiar ações de conservação de *A. occidentale* na região.

Os manguezais são encontrados próximos das desembocaduras dos rios, que no estado forma o delta do rio Parnaíba, e nas zonas estuarinas. De acordo com Maia *et al.* (2005), que realizaram mapeamento dos manguezais no Nordeste brasileiro, no Piauí essa vegetação foi registrada em quatro pontos na transição rio/mar da área litorânea. A primeira área compreende mangues que ocorrem em trechos dos estuários do rio Parnaíba, onde sua margem esquerda limita-se com o Maranhão, em Luís Correia, Barra Grande e o último ponto é no estuário do rio Timonha na divisa entre o Piauí e o Ceará.

Os carnaubais apresentam importância tanto ecológica como econômica, geralmente são encontrados em planícies baixas, concentrando-se na região norte do Piauí na direção do noroeste do Ceará, seguindo a linha litorânea, ocupando tanto áreas de tabuleiros litorâneos como de restingas (SANTOS-FILHO *et al.*, 2010).

A zona dos cocais, localizada na região denominada Meio Norte, é caracterizada pela ocorrência de babaçuais, carnaubais, buritizais e outras palmeiras, essa região é um ecótono situado entre o estado do Piauí e Maranhão (SANTOS-FILHO; ALMEIDA JÚNIOR; SOARES, 2013). São fisionomias do Cerrado com presença de *Arecaceae* (RIBEIRO; WALTER, 2008). Nestas regiões ocorrem áreas de transição com espécies de Cerrado e Caatinga, principalmente no território a leste do rio Parnaíba. Mais a oeste do rio Parnaíba existe uma paisagem que combina elementos fisionômicos de Cerrado com uma Floresta Ombrófila Perenifólia, bastante alterada pelas ações humanas (SANTOS-FILHO; ALMEIDA JR; SOARES, 2013).

No cenário piauiense, o conhecimento da sua flora ainda é incipiente, as pesquisas acadêmicas desempenham um importante papel ao realizarem diagnósticos da composição florística (LEMOS, 2004; ANDRADE *et al.*, 2012; SANTOS-FILHO *et al.*, 2016), sobre diversos usos da flora local (ALMEIDA NETO; BARROS; SILVA, 2015; FARIAS *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2021; SOUSA *et al.*, 2021) evidenciando processo de degradação das florestas originais para diferentes finalidades, entre elas pasto, agricultura e extrativismo (CAVALCANTI; CAMARGO, 2002; SANTOS-FILHO; ALMEIDA JÚNIOR; SOARES, 2013; MOURA *et al.*, 2019).

### 2.2.1 Restinga

O termo restinga pode ser usado para se referir ao tipo de vegetação que recobre as planícies costeiras, como também o substrato que está assentada a vegetação como um todo (SILVA, 1999). Aqui destacaremos o tipo de vegetação na qual sofre influência do mar e de fatores edáficos, mas principalmente da água e seus nutrientes devido ao seu estabelecimento recente. De acordo com Villwock *et al.* (2005) as ondas e as correntes litorâneas atuam no processo de erosão e deposição ao longo da costa marinha.

A vegetação denominada restinga é definida como ecossistemas associados à Mata Atlântica ou adjacentes que se desenvolvem sobre formações geológicas recentes do quaternário e está assentada sob Neossolos Quartzarênicos (RIZZINI, 1997; SCARANO, 2002; SANTOS-FILHO *et al.*, 2013). Localizada em áreas próximas da faixa litorânea, apresentam uma variedade de fisionomias. Suas paisagens vão de dunas a campos herbáceos, abertos ou fechados, fruticetos inundáveis a não inundáveis e matas com porte médio a elevado (SANTOS-FILHO, 2009).

Durante anos, vários pesquisadores têm realizado estudos e proposições de classificação para a vegetação do litoral brasileiro (SILVEIRA, 1964). Assim, uma das classificações que

têm sido utilizada reconhece cinco regiões fisiográficas para as planícies costeiras brasileiras, são elas: Litoral Amazônico, Nordeste, Oriental, Sudeste e Subtropical. Esta divisão é baseada em elementos geológicos, oceanográficos e climáticos (SILVEIRA, 1964; SILVA, 1999), que tem e pode sofrer adaptações.

Os primeiros relatos da flora brasileira foram descritos por naturalistas, que forneceram importantes informações para o conhecimento da faixa litorânea (SANTOS-FILHO, 2009). Várias tentativas de classificação da vegetação do país foram realizadas por diversos estudiosos, dentre eles destaca-se Martius com a publicação da sua obra *Flora brasiliensis* em 1858, nela estão descritas cinco regiões florísticas que caracterizou a fitogeografia do Brasil. Uma das denominações da flora da costa atlântica Martius chamou de *Dryades* (MANUAL TÉCNICO DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA, 2012).

Contribuições importantes sobre a vegetação litorânea foram de Sampaio (1940) que diferenciou as formações litorâneas das florestas situadas na encosta atlântica, caracterizando vários tipos vegetacionais costeiros como praias, dunas e mangues. Outros autores também se dedicaram a estudar a costa brasileira, como Santos (1943), Azevedo (1950), Romariz (1968), Eiten (1983) e Rizzini (1997) que incluíram tipos vegetacionais costeiros da restinga.

O conhecimento da flora do litoral brasileiro ainda é incipiente, sendo inventariado por meio de diversas pesquisas que fomentam ações de conservação e elucidam aspectos fitofisionômicos das quatro regiões do país que possuem zona costeira. Para a região Norte tem sido realizados estudos sobre a composição florística encontrada em áreas da restinga (SILVA, *et al.*, 2010; MESQUITA; ROCHA; SANTOS, 2013; LIMA *et al.*, 2014; PEREIRA; SANTOS, 2014; ROCHA; MIRANDA; COSTA NETO, 2014; AMARAL *et al.*, 2016; SCHNEIDER *et al.*, 2017).

Ampliando o conhecimento, mapeando e atualizando a distribuição de espécies, na região Sudeste, podem ser citados os estudos de Araújo *et al.* (2009), Braz *et al.* (2013), Thomazi *et al.* (2013), Dias e Araújo (2017) e Araújo *et al.* (2018).

Para o litoral do Sul do Brasil também têm estudos inventariando a flora fanerogâmica nesse âmbito (SCHERER; MARASCHIN-SILVA; BAPTISTA, 2005; FERREIRA; SETUBAL, 2009; VENZKE *et al.*, 2012; MENEZES; LEITE; RITTER, 2013).

Para a região Nordeste brasileira, citam-se os estudos pioneiros de Andrade Lima (1966) e Veloso (1966), cujas pesquisas visaram o reconhecimento geográfico da flora do país. Além desses estudos, nos últimos anos, nessa região, a restinga tem sido investigada em estudos florísticos, de estrutura da vegetação e aspectos foliares em restingas de Pernambuco (CHAGAS *et al.*, 2008; ALMEIDA JÚNIOR *et al.*, 2011; CANTARELLI *et al.*, 2012; ZICKEL

*et al.*, 2015; SILVA; ZICKEL; PÔRTO, 2016), Bahia (SANTOS; ZICKEL; ALMEIDA JÚNIOR, 2015), Paraíba (VICENTE *et al.*, 2014), Rio Grande do Norte (MEDEIROS *et al.*, 2014), Alagoas (MEDEIROS *et al.*, 2010; ALMEIDA JÚNIOR *et al.*, 2016), no Ceará (SANTOS-FILHO *et al.*, 2011); Maranhão (ALMEIDA JÚNIOR *et al.*, 2017; ALMEIDA JÚNIOR *et al.*, 2020) e Sergipe (PROENÇA; LANDIM; OLIVEIRA; 2013; BURLE *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2020; OLIVEIRA; LANDIM, 2020). Junto a isso, estudos sobre a descrição morfológica de espécies de Sapotaceae em áreas de restinga (ALMEIDA JÚNIOR *et al.*, 2010; ALMEIDA JÚNIOR; ZICKEL, 2011) têm sido realizados, assim como pesquisas com macrófitas aquáticas (LIMA ; SILVA; ZICKEL, 2011; MOURA JÚNIOR, 2018).

O estado do Piauí mesmo com o menor litoral do país, 66 km, estudos sobre a flora litorânea são incipientes. De acordo com Santos-Filho (2009), os primeiros estudos no Estado começaram na década de 70, dentre eles cita-se Fernandes *et al.* (1996) que realizaram estudo técnico sobre o macrozoneamento costeiro do Piauí.

De acordo com Santos-Filho *et al.* (2010), as restingas no Piauí apresentam três formações fisionômicas básicas: campestre, caracterizada por possuir estágio sucessional primário ocupando áreas dominadas por dunas vivas ou imobilizadas, em áreas inundáveis ou não inundáveis, originárias do lençol freático; formação arbustiva com duas feições, relacionadas aos fatores edáficos, podendo ser constituídas por: fruticetos em áreas inundáveis e fruticetos em áreas não inundáveis. Nessa formação, *Anacardium occidentale* tem destaque como espécie facilitadora; e a formação arbórea ou florestal que possui dossel variando entre 4-6 m de altura, com certa homogeneidade e apresentando caducifolia no período seco.

Na Área de proteção Ambiental Delta do Parnaíba, Andrade *et al.* (2012) realizaram um levantamento de fanerógamas, sendo identificadas 244 espécies distribuídas em 189 gêneros e 56 famílias. Dessas as mais representativas foram Fabaceae, Poaceae e Rubiaceae.

Santos-Filho, Almeida Júnior e Zickel (2013) avaliaram três áreas de restingas no Piauí (nos municípios de Ilha Grande, Parnaíba e Luís Correia), evidenciando a influência de fatores edáficos relacionados à estrutura da vegetação lenhosa, sendo registradas 35 espécies. Os mesmos concluíram que as áreas estudadas possuem vegetação com padrões estruturais semelhantes a outras restingas encontradas no litoral do Nordeste, apesar de apresentarem menores índices de diversidade. Observaram diferenças em alguns componentes químicos do solo, tais como pH, quantidade de matéria orgânica, Al, H + Al e P, concluindo que os fatores edáficos contribuem para a distribuição das espécies, explicando as variações observadas nas comunidades das restingas estudadas.

Visando catalogar espécies de fanerógamas encontradas ao longo da costa do estado do Piauí, Santos-Filho *et al.* (2015a) a partir de pesquisas em bases de dados da literatura e coleções de herbário, registraram 363 espécies em áreas de restinga. As famílias mais representativas foram Fabaceae (108 espécies), Euphorbiaceae (19), Amaranthaceae (13), Apocynaceae (12), Cyperaceae (12), Rubiaceae (12), Bignoniaceae (11), Malvaceae (11) e Poaceae (11). Cerca de 87% das espécies eram comuns a outras áreas de restinga no Nordeste do Brasil e 13% estavam restritos ao litoral do estado.

Santos-Filho *et al.* (2016) também estudaram a composição florística de tabuleiro litorâneo no município de Cajueiro da Praia, além de dados relacionados aos fatores abióticos para região. Os autores registraram 73 espécies distribuídas em 33 famílias, sendo as mais representativas em número de espécies Fabaceae (13), Euphorbiaceae (9), Cyperaceae (5), Bignoniaceae, Convolvulaceae e Malvaceae (4 spp., cada). Os autores também relataram que a área de estudo se assemelha muito, em termos florísticos, com a restinga no Piauí, bem como a áreas de restinga de outros estados do Nordeste.

Para o estrato graminoide há poucas pesquisas em comparação com o componente lenhoso, podendo ser citados o de taxonomia do gênero *Eleocharis* sp (ANDRADE *et al.*, 2019), formações herbáceas em dunas em estado de conservação e antropização (MOURA *et al.*, 2019).

A restinga do Piauí tem enfrentado o avanço de dunas devido ao desmatamento, queimadas e retirada de sedimentos arenosos para utilização na construção civil. Além da especulação imobiliária crescente, a ocupação irregular da planície fluviomarinha e atividades aquícolas desordenadas também têm atingido as restingas no estado. Este é o cenário geral da zona costeira do Piauí, em que os impactos ambientais ocasionam sérios problemas, como a locação de materiais impróprios, suporte da infraestrutura e modificação do escoamento superficial e a drenagem subterrânea (CAVALCANTI; CAMARGO, 2002).

### 2.2.2 Cerrado

Para compreender o cerrado é preciso inicialmente conhecer as savanas tropicais, que cobrem cerca de 23 milhões de km<sup>2</sup> da superfície terrestre, situadas entre as florestas equatoriais úmidas e as regiões áridas e semiáridas das latitudes intermediárias. Sua distribuição ocorre na África, Austrália, América do Sul, Índia e Sudeste Asiático (COLE, 1986).

Diferentes fisionomias de savanas ocorrem na Região Neotropical, em países como o Brasil, Venezuela, Colômbia, Paraguai, Bolívia e norte da Argentina, além da América Central.

A vegetação da savana é caracterizada por possuir composição florística que varia desde fisionomias campestres até florestas decíduas, em áreas que chovem durante o verão e período de seca que pode durar de quatro a oito meses na estação mais fria (COLE,1986; MISTRY, 2000).

Com relação ao Cerrado, sua definição tem sido descrita como um complexo vegetacional ecológico e fisionômico que possui relação com outras savanas da América tropical, África e Austrália (RIBEIRO; WALTER, 2008). É considerado a savana com maior biodiversidade do mundo, com espécies endêmicas, porém bastante ameaçado, principalmente pelos desmatamentos para implantação de pastagens e culturas agrícolas. Devido à riqueza de espécies e a degradação ambiental, essa vegetação encontra-se na lista dos “*hotspots*” do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2005).

Rizzini (1997) argumenta que embora os padrões de distribuição tenham similaridades, a fitogeografia explica que em dois ambientes a vegetação pode ser semelhante em relação à fisionomia ou a formação, como os cerrados do Brasil e as savanas africanas, no entanto a flora apresenta diferenças bem acentuadas.

No Brasil, o Cerrado cobre cerca de 23% da superfície terrestre, sendo considerado o segundo maior bioma do país. Sua vegetação ocupa mais de dez estados, incluindo grandes extensões da região do Brasil central que abrange o Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais, sendo também encontrado em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Pará, Tocantins, Rondônia e São Paulo, em áreas isoladas nos estados do Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e pequenas ilhas no Paraná. No Nordeste, ocorre no oeste da Bahia, Maranhão, estendendo-se para o Estado do Piauí e sudoeste do Ceará (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997; RATTER; BRIDGEWATER; RIBEIRO, 2003). O solo predominante é o Latossolo (GOODLAND, 1971), representando cerca de 46% do seu terreno, seguido pelo Neossolo Quartzarênico com aproximadamente 15% da área (REATTO; MARTINS, 2005). A altitude varia de 0 a 500 (correspondendo aos cerrados do Litoral e do Nordeste) e de 900 a 1200m no (Planalto Central) (CASTRO; MARTINS, 1999).

A vegetação de Cerrado apresenta-se como um mosaico, onde as espécies possuem adaptações aos ambientes em que se encontram (RIBEIRO; WALTER, 2008; MEDEIROS; WALTER, 2012). Possui três tipos de formações de acordo com a classificação de Ribeiro e Walter (2008): florestais (com as fitofisionomias cerradão, matas secas, mata de galeria e mata ciliar), savânicas (com cerrado *sensu stricto*, parque de cerrado, palmeirais e vereda) e campestres (campo limpo, campo sujo e campo rupestre), totalizando 11 fitofisionomias distribuídas ao longo do gradiente topográfico. Esta heterogeneidade fisionômica é atribuída

aos fatores ambientais, como os edáficos que determinam de forma significativa à distribuição espacial das espécies, além das condições do solo, outros elementos também influenciam, como a profundidade do lençol freático, variação de altitude e regime do fogo (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Estudos florísticos e da estrutura da vegetação do cerrado ocorrem desde 1977 (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997) e a última lista da flora do cerrado possui mais de 12.000 espécies, das quais 8.017 pertencem ao componente herbáceo. No entanto, provavelmente o número de espécies seja maior, devido às novas descrições taxonômicas. De acordo com os estudos sobre a estrutura da vegetação, as espécies herbáceo-arbustivas têm grande representatividade, sendo referidas como mais numerosas em relação ao componente arbóreo, com proporção de 5,6:1, respectivamente. As famílias mais frequentes descritas na lista mais atualizada da flora são Fabaceae, seguida de Asteraceae, Orchidaceae, Gramineae, Rubiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae e Lythraceae (MENDONÇA *et al.*, 2008).

No que tange à região Nordeste, vários autores têm realizado estudos sobre a composição florística e a estrutura da vegetação dos cerrados marginais dessa região, outros incluem estudos de florística e fitossociologia associados às condicionantes ambientais (MENDES *et al.*, 2008; MENDES *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2012; CERQUEIRA *et al.*, 2017).

Com relação ao estado do Piauí, as fitofisionomias do cerrado tem sido investigadas em pesquisas de cunho florístico e fitossociológico (LINDOSO *et al.*, 2009; FARIAS; MENDES, 2017; SOUSA *et al.*, 2021) em áreas do Parque Nacional de Sete Cidades; associando a estrutura da vegetação com as condicionantes ambientais (MENDES *et al.*, 2012); outros destacam os fatores ecológicos, ocupação, conservação e fitodiversidade da flora, além de estudos sobre a fenologia (LIMA *et al.*, 2009); caracterização morfológicas de espécies (FARIAS *et al.*, 2014) e dinâmica de comunidades (MENDES *et al.*, 2014).

Lima, Pereira e Castro (2016a) realizaram inventário florístico em área de cerrado utilizada na atividade carvoeira em Jerumenha, com base na bibliografia consultada destacaram o potencial de uso econômico das espécies encontradas. Registraram-se 54 espécies, Fabaceae teve a maior riqueza em número de espécies, seguida por Apocynaceae, Bignoniaceae e Vochysiaceae. As possíveis utilidades registradas foram: alimentar, apícola, forrageira, madeireira, medicinal, ornamental e outras utilidades. A categoria madeireira constituiu a potencialidade de maior ocorrência (76,9%). Os autores destacaram o uso múltiplo por algumas espécies e reforçam a ideia de que as mesmas devem ter um plano de manejo para poderem ser

utilizadas de forma sustentável.

Ainda no município de Jerumenha, Lima, Pereira e Castro (2016b) investigaram aspectos socioambientais que envolvem a atividade de produção de carvão vegetal inseridas em uma área de Cerrado. Os autores destacaram que a maioria (93,6%) dos trabalhadores são homens. 55,4% dos entrevistados não associaram nenhum impacto ao meio ambiente e 44,6% relacionaram impactos como o desmatamento. Os mesmos concluíram que são necessários mais estudos para avaliar os impactos ocasionados ao meio ambiente por essa atividade.

Embora alguns estudos tenham sido desenvolvidos, ainda existe a carência de mais estudos sobre a composição florística e estrutura da vegetação no Cerrado, bem como outras abordagens sobre a flora que apresenta alto grau de endemismo (CASTRO; MARTINS, 1999; FARIAS; MENDES, 2017).

### 2.3 Morfometria

Por muitos anos, a morfometria foi usada para qualquer estudo que investigava quantitativamente a variação da forma encontrada nos organismos. O termo é atribuído a Blackith em 1965, para denominar técnicas que serviam para medir a distância da forma entre as espécies e, a partir daí, construir fenogramas (MONTEIRO; REIS, 1999).

Na década de 80, essa área se estabeleceu com embasamento teórico e filosófico, usando métodos da biologia, estatística e da geometria. Posteriormente, na década de 90 seus métodos passaram a ser mais amplamente empregados (MONTEIRO; REIS, 1999). Garcia (2008) argumenta que essa área de estudo investiga a variação e covariação de medidas de distância, entre pares de pontos homólogos da anatomia, ou entre pontos de tangência ou mais distantes de estruturas. Este campo também é útil para o estudo da diversidade de plantas. Dessa forma, a morfometria tem sido usada desde estudos taxonômicos até outros ramos da biologia como a genética, ecologia, imunologia e a fisiologia (MONTEIRO; REIS, 1999).

A morfometria tem sido comumente dividida em dois tipos: morfometria tradicional ou convencional e a geométrica. A morfometria tradicional estuda a variação e covariação de medidas de distância como comprimento e largura, alguns estudos usam medidas de proporção e de ângulos, é muito utilizada em estudos de sistemática. A morfometria geométrica permite a análise mais detalhada da forma por meio de dados sobre as posições relativas dos marcos anatômicos (*landmarks*) ou análises de contorno. Essa técnica utiliza imagens capturadas por descritores, em grande número de amostras (MONTEIRO; REIS, 1999). A morfometria geométrica tem sido o método mais adequado em estudos morfométricos, pois possibilita uma

maior análise e quantificação das variáveis da forma, aliada as análises multivariadas.

As técnicas multivariadas utilizam, simultaneamente, todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos (NETO, 2004). Os tipos de análises multivariadas mais utilizadas para morfometria incluem: Análises de Componentes Principais (PCA), que transforma variáveis correlacionadas em variáveis não correlacionadas, com o objetivo de reduzir o conjunto de dados a ser analisado, principalmente quando os dados são constituídos de um grande número de variáveis inter-relacionadas; Análise Discriminante (DA) que separa elementos de uma população em duas ou mais classes (JOHNSON; WICHERN, 1999), sendo utilizada para testar a significância das diferenças encontradas, considerando as interações e correlações entre caracteres; e as Regressões Múltiplas constroem modelos que descrevem de maneira razoável relações entre muitas variáveis explicativas de amostras (VIEIRA, 2008). A escolha do tipo de análise de variância depende do objetivo do estudo.

Abordagens morfométricas com espécies de *Anacardium* têm sido desenvolvidas, a exemplo Pessoni (2007), que estudou o porte, inflorescência, frutos e hipocarpos com populações subespontâneas no Rio de Janeiro e com o Banco Ativo de Germoplasma do Cajueiro (BAG- Embrapa Agroindústria Tropical) em Pacajus-CE. No cerrado maranhense, França *et al.* (2019) empregaram técnicas morfométricas em cajuís (frutos e hipocarpos) no município de São Raimundo das Mangabeiras-MA.

Técnicas de morfometria com a forma da folha de outras espécies no Nordeste do Brasil foram utilizadas, como Andrade *et al.* (2008), que realizaram estudo com *Monstera adansonii* var. *klotzshiana* (Schott) Madison, *M. adansonii* var. *laniata* (Schott) Madison e *M. praetermissa* E. G. Gonç. & Temponi no estado do Ceará. Andrade *et al.* (2010), fizeram estudo comparativo em cinco populações de *Anthurium sinuatum* Benth. ex Schott e *A. pentaphyllum* (Aubl.) G. Don de fragmentos florestais do Ceará e Mayo e Andrade (2013) realizaram uma revisão taxonômica dos três táxons de *Monstera* (Araceae) reconhecidos na Bahia e realizaram estudo morfométrico com duas subespécies de *M. adansonii* em espécimes de herbário.

No estado do Piauí, pesquisas de natureza similar a estes últimos foram aplicadas, a exemplo de Silva, Andrade e Mayo (2012) com populações de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae), sendo inventariados 210 indivíduos incluídos em sete populações no Delta do Parnaíba nos estados do Piauí e o Maranhão. A pesquisa encontrou diferenças morfológicas significativas entre as populações investigadas, sendo recomendado mais estudos para comparação de variáveis quantitativas, de dados genéticos e ecológicos.

A avaliação da qualidade física (usando dados métricos) e química da castanha e hipocarpos de cajuís (*Anacardium occidentale*) foram realizados em áreas de restinga do Piauí (RUFINO, 2004) e na área da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI (GOMES *et al.*, 2013).

Vieira, Mayo e Andrade (2014) estudaram a morfometria geométrica de folhas de populações silvestres e domesticadas de *A. occidentale* (identificadas como *A. microcarpum* Ducke e de *A. occidentale*), a fim de conhecer as diferenças de suas formas foliares em dez populações da costa do estado de Piauí (Parnaíba, Ilha Grande, Cajueiro da Praia) e no extremo leste em Cocal da Estação. Os resultados mostram a existência de uma diferenciação significativa na forma das folhas de cajuí (*A. microcarpum*) e de caju (*A. occidentale*), mas segundo os autores foi insuficiente para servir como ferramenta de identificação, sendo necessário mais estudos.

Usando 18 amostras do Banco Ativo de Germoplasma do Cajuí da Embrapa Meio Norte, Borges (2015) realizou a caracterização da diversidade de *A. occidentale* empregando variáveis morfológicas e químicas. Os acessos do BAG apresentaram elevada divergência genética, resultado possivelmente da ação de agentes dispersores, possíveis híbridos interespecíficos e em decorrência da ação humana.

Nascimento (2016) verificou o grau de separação taxonômico entre táxons conhecidos como caju e cajuí encontrados no Piauí. As coletas foram realizadas em oito pontos nos municípios de Ilha Grande, Parnaíba, Cajueiro da Praia e Cocal da Estação, usando caracteres morfológicos (comprimento do pecíolo, folha, inflorescência, partes florais, fruto, hipocarpo e pecíolos). Os resultados evidenciaram que os dois grupos diferem em relação a alguns caracteres: comprimento, espessura e largura da lâmina foliar, número de nervuras laterais, comprimentos do pedicelo, da inflorescência, diâmetro da drupa e do hipocarpo.

Outro estudo de morfometria foi o de Andrade *et al.* (2019), onde foram amostradas dez populações de cajuí (*A. occidentale*) e vinte e uma variáveis morfológicas foram medidas, cujo objetivo era saber se as populações nativas do ecótipo restinga domesticadas e semidomesticadas, diferiam das populações não selvagens. Os resultados evidenciaram diferenças entre as populações em estudo. Das variáveis estudadas, as mais estatisticamente discriminatórias para as populações naturais (dunas) foram suas lâminas mais curtas, mais largas, castanhas mais curtas e menos veias secundárias da folha. Outros estudos com essa espécie estudaram dados fenotípicos da inflorescência, frutos e hipocarpos no Piauí (CARNEIRO *et al.*, 2019) e qualidade física e química (MATOS FILHO *et al.*, 2019).

Na cidade de Parnaíba caracterizaram-se morfologicamente os frutos e sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e testaram-se diferentes métodos para superação da

dormência (MAGALHÃES *et al.*, 2021). Pesquisa de natureza semelhante foi realizada por Rodrigues *et al.* (2021) com *Guazuma ulmifolia* Lam. ocorrente no município de Buriti dos Lopes, no Piauí.

#### 2.4 Marcadores Moleculares e os Microsatélites (SSRs)

Os marcadores moleculares são moléculas de DNA ou proteínas que marcam uma região ou regiões do genoma oriundo de um gene expresso, como no caso das isoenzimas, ou de um segmento específico de DNA. Estes são usados para caracterizar e descrever indivíduos de uma população. Os primeiros marcadores eram morfológicos que determinavam por mutações simples um gene particular, gerando alterações fenotípicas de fácil identificação, mas ficou limitado por sofrer influência ambiental (FERREIRA; GRATTAPAGLIA, 1998).

Os marcadores moleculares ou de DNA detectam o polimorfismo diretamente no DNA, permitindo diferenciar indivíduos pela visualização de diferentes tamanhos de fragmentos de DNA (COSTA *et al.*, 2009). Estes têm sido usados em análise genética de plantas e na caracterização da variabilidade contida em bancos de germoplasma. Além de serem bastante empregados em estudos moleculares, de genética da conservação, como análises de caracteres de herança quantitativa, taxa de fecundação cruzada, ou, ainda, para estudos de delimitação de espécies (SQUILASSI, 2003).

O uso de marcadores moleculares exhibe vantagens em relação aos marcadores morfológicos convencionais, pois não sofrem influência de fatores ambientais, normalmente são herdados co-dominantemente, raramente exibem interações epistáticas ou pleiotrópicas, podendo ser usados em diferentes estádios de desenvolvimento da planta (EMBRAPA TRIGO, 2000).

Os diferentes marcadores moleculares têm permitido avanços nos estudos biotecnológicos. Entre os principais marcadores, os mais utilizados são baseados em PCR como: RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), SSR (*Single Sequence Repeat*) ou microsatélites e ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*). O desenvolvimento de marcadores moleculares baseados em PCR ocorreu na década de 80, o objetivo era utilizar *primers* mais curtos e de sequência arbitrária para dirigir a reação de amplificação, eliminando a necessidade do conhecimento prévio de sequência (WHITE *et al.*, 1989; CARNONARO, 2011).

Os marcadores moleculares *Simple Sequence Repeats* (SSR), também denominados de *Short Tandem Repeats* (STR) ou microsatélites, são amplamente empregados para detecção de polimorfismos para identificação individual, mapeamento genético, diversidade genética em

seres humanos, animais e plantas (BRONDANI; BRONDANI; GRATTAPAGLIA, 2007). Os microssatélites consistem em pequenas sequências de dois a seis pares de base que se repetem em série em número variável (geralmente de uma dezena a uma centena de vezes). Geralmente, eles identificam um único loco no genoma, por sua alta taxa de mutação, (EMBRAPA TRIGO, 2000). Estes têm sido os marcadores de escolha para muitos estudos genéticos em culturas perenes de árvores (SAVADI *et al.*, 2020), por terem algumas vantagens como alta disponibilidade nos genomas de eucariotos, multialélicos, codominantes, são plenamente transferíveis entre indivíduos de uma mesma espécie e entre táxons próximos (BRONDANI; BRONDANI; GRATTAPAGLIA, 2007). Entretanto, apresenta as seguintes limitações: demora no processo, alto custo, devido à necessidade de construção de bibliotecas genômicas e *screening* de milhares de clones com sondas apropriadas (KÖLLIKER *et al.*, 2001).

Os marcadores moleculares têm sido uma importante ferramenta empregada em programas de melhoramento genético de frutíferas, em estudos de diversidade genética de banco de germoplasma (SALLA *et al.*, 2002; SHOBHA; THIMMAPPAIAH; JOSE, 2013), estudos com plantas cultivadas (CRESTE, 2004) e outras populações naturais, permitindo a caracterização e conservação de várias espécies de plantas, como *Anacardium occidentale*. Um dos primeiros estudos usando marcadores moleculares com *A. occidentale* foi de Silva-Neto *et al.* (1995) que avaliaram o uso de DNA polimórfico amplificado aleatoriamente (RAPD) com um sistema genético de *fingerprinting* em plântulas de quatro clones de cajueiro anão. Os autores argumentaram que a utilização da técnica de RAPD é viável para análise e caracterização de germoplasma em cajueiros.

Outros estudos usando marcadores moleculares com o gênero *Anacardium* são descritos na literatura, como Croxford, Robson e Wilkinson (2006) que testaram 21 *primers* SSR (microssatélites), sendo 12 marcadores adequados para análise multiplex e 10 amplificaram todos os indivíduos relacionadas às espécies testadas: *Anacardium microcarpum* Ducke, *Anacardium pumilum* St. Hill., *Anacardium nanum* St. Hilaire e *Anacardium othonianum* Rizz.

Em diferentes regiões da Índia, Savadi *et al.* (2020) utilizaram 23 acessos de germoplasma de cajueiro (*A. occidentale*) usando os marcadores SSR e evidenciaram quatro clusters com base nas distâncias genéticas.

No Brasil, Pessoni (2007) avaliou a diversidade genética desse gênero, utilizando acessos incluídos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de caju na EMBRAPA de Pacajus-CE e de indivíduos de *A. occidentale* em uma população do Rio de Janeiro. Para a sua análise o autor também empregou descritores fenotípicos discretos e morfométricos.

Estudos usando marcadores moleculares em *Anacardium* sp têm sido desenvolvidos, também no estado do Piauí, a exemplo, de Amaral *et al.* (2017), em Cajueiro da Praia, realizaram um estudo usando marcadores microssatélites com vários dosséis de *A. occidentale* chamado "Cajueiro Rei" e confirmaram que todas as copas pertencem à mesma planta. Dessa maneira, o "Cajueiro Rei" pode ser considerado o maior cajueiro registado de acordo com a literatura, ocupando uma área de 8.834 m<sup>2</sup>.

Acessos coletados do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) do cajuí da Embrapa Meio-Norte (divididos em dois campos experimentais em Parnaíba e em Teresina) foram usados por Borges *et al.* (2018) para realização da caracterização molecular em cajuí (*Anacardium* ssp.) utilizando nove *primers* ISSR, sendo amplificados 104 locos.

Santos *et al.* (2019) caracterizaram e diferenciaram a diversidade genética de oito populações naturais de *Anacardium* sp (cajuí) no Piauí, sendo quatro populações silvestres e quatro domesticadas usando marcadores moleculares ISSR (UBC 813, UBC 825, UBC 847, UBC 860 e Many).

Gomes *et al.* (2021) avaliaram a diversidade e estrutura genética de 56 acessos de três populações de cajuí e dois acessos de caju (grupo externo) por meio de 11 *primers* ISSR, em uma área de Cerrado, no Parque Nacional de Sete Cidades, localizado entre Piracuruca e Brasileira-PI. Assim, o uso de marcadores moleculares tem permitido um desenvolvimento relevante na caracterização e conhecimento da biodiversidade.

## **2.5 O saber tradicional associado à biodiversidade**

Os povos tradicionais são grupos bem diferenciados entre si, que vivem em vários ecossistemas e usam os recursos naturais para o desenvolvimento de vários aspectos sociais, culturais, econômicos, religiosos, simbólicos, entre outros (BRASIL, 2007). Nessa perspectiva, as diversas relações entre a diversidade biológica e a diversidade cultural denominam-se sociobiodiversidade (COELHO-DE-SOUZA *et al.*, 2018).

O saber tradicional é intrínseco dos diferentes grupos étnicos, sendo considerado complexo e derivado da identidade biocultural das comunidades e permite compreender seus usos e manejo dos recursos naturais, assim como suas práticas sociais e a dimensão do pensamento humano que dão sentido ao modo de vida das populações (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2009). Este saber pode ser empregado na elaboração de planejamento ambiental, na conservação de espécies e no desenvolvimento sustentável em Unidades de Conservação.

A partir do conhecimento local, a Etnobiologia investiga a relação existente entre as populações humanas e os recursos naturais por meio da cosmologia desses povos. Segundo Posey (1986), esta etnociência trata do papel que a natureza tem nas crenças e adaptações realizadas pelo homem em determinados ambientes.

É importante destacar que os saberes de diferentes povos estão constantemente sendo aprimorados. Uma das suas características é o seu caráter não estático, ou seja, ele é dinâmico, uma vez que podem ser adaptados pelas gerações contemporâneas (CARVALHO; MARTINS, 2014).

No que tange ao aprimoramento sobre o conhecimento tradicional, etnobiólogos afirmam que a crise de saúde do SARS-CoV-2 terá impacto na pesquisa etnobiológica e nas relações pesquisadores e comunidades locais. Alguns deles se referem ao aumento da demanda por plantas medicinais, impactos socioeconômicos e de saúde pública, destacando as interações humano-animais, já que uma teoria provável da origem do SARS-CoV-2 é zoonótica. Junto a isso, com a incerteza climática prevista, há um aumento global por medicamentos seguros, segurança alimentar, soberania, meios de subsistência locais e sustentabilidade. Diante disso, é necessário refletir sobre o cenário atual, ampliando nossa compreensão sobre os sistemas socioambientais complexos que amalgamam pessoas e ponderar como várias culturas percebem e interagem com a biodiversidade (VANDEBROEK *et al.*, 2020).

Na região Nordeste, *Anacardium occidentale*, é um dos recursos de grande importância, destacando-se também por fazer parte da sociobiodiversidade e da cosmovisão, tendo grande expressividade no cenário historicamente relacionado à construção e reafirmação da identidade local por meio das formas de uso em diversos espaços sociais e nos modos de vida da população (PEREIRA; CARVALHO, 2010). Neste sentido, a Portaria Interministerial nº 163 (BRASIL, 2016) reconhece esta espécie como pertencente à sociobiodiversidade brasileira com relevância alimentícia para fins de comercialização.

Pesquisas etnobiológicas destacam *A. occidentale* em diversas aplicações sociais, como uso alimentício, medicinal, forrageiro e em rituais. Os Ka'apor, por exemplo, utilizam sete tipos de caju em seu cotidiano (GARCÉS, 2016). Essa espécie é uma das frutas existentes e muito utilizada na Terra Indígena Tremembé da Barra do Mundaú em Itapipoca, Ceará (PINTO; SOUSA; RUFINO, 2019). Em Caravelas (BA), frutos e hipocarpos desta são obtidos pelo Manejo dos Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM), gerando trabalho e renda para os moradores dessa área de restinga (DIAS; SOARES; NEFFA, 2014). Além de outros estudos que a registraram em diferentes comunidades (VÁSQUEZ; MENDONÇA; NODA, 2014;

ALMEIDA NETO; BARROS; SILVA, 2015; CHAVES; MORAIS; BARROS, 2017; LIMA *et al.*, 2021).

O cajuí se destaca no cenário da sociobiodiversidade na APA do Delta do Parnaíba. Estima-se que mais de 80% da comercialização das castanhas de *A. occidentale* na zona litorânea piauiense seriam originárias do extrativismo de cajuzeiros (RUFINO *et al.*, 2008). Este fato demonstra a importância da contribuição e do funcionamento da economia local desta planta.

Estudos realizados apontam para a importância dessa espécie para o ecossistema natural (RUFINO *et al.*, 2008; SANTOS-FILHO *et al.*, 2010; SOUZA; MAYO; ANDRADE, 2021) e para as populações que vivem na região do litoral piauiense (RUFINO *et al.*, 2008; SOUZA; CRESPO, 2015; BORGES *et al.*, 2018), evidenciando a interligação dos sistemas ecológicos naturais e socioecológicos humanos e de aspectos sociais que precisam ser observados para melhorar a gestão ambiental e conservação dos recursos, incluindo as comunidades locais. Assim, é notório a participação dos cajuzeiros no modo de vida dos moradores locais (RUFINO *et al.*, 2008), o seu significado vincula-se à memória, paisagens, biodiversidade e cosmovisão, enfim a cultura.

A partir de uma perspectiva da etnoecologia, Farias *et al.* (2020) investigaram aspectos da cosmovisão como os mitos contados durante a coleta de cajuzeiros e ações associadas à extração de cajuí em determinadas áreas da mata pode contribuir para conservação destes nas comunidades Labino e Barrinha no Piauí.

## 2.6 Conservação de espécies

Biodiversidade é definida como a totalidade dos genes, espécies e ecossistemas (BARBIERI, 2010). Esse termo considera três níveis da diversidade biológica: os genes que diz respeito à variabilidade genética, o nível de espécies que inclui todos os organismos considerados seres vivos e por último, os ecossistemas que se referem à variação entre as comunidades biológicas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

O Brasil possui a maior biodiversidade do planeta devido aos diferentes ecossistemas tropicais (ANDREOLI *et al.*, 2014). Essa grande biodiversidade permite ao país inúmeras vantagens econômicas e desperta interesses estrangeiros sobre o patrimônio genético, incluindo ações ilegais, como a biopirataria. Nesse cenário, a diversidade biológica é essencial para o equilíbrio dos ecossistemas, sendo fonte de recursos para a agricultura, pecuária e extrativismo, ou seja, permitem a sobrevivência de vários povos e a existência de gerações futuras (BRUNO; MATTOS, 2021).

As populações locais possuem um conhecimento sobre espécies de animais e plantas, devido à sua dependência a esses e o emprego de técnicas de manejo racional do material genético, elas permitem a conservação dos recursos (BRUNO; MATTOS, 2021).

Paralelo a isto, as sociedades urbanas detêm um estilo de vida com alto padrão de consumo, mesmo ao alcance de poucos, trazendo desequilíbrios insustentáveis pelos prejuízos que causam ao meio ambiente (CARVALHO *et al.*, 2019). O chamado padrão de consumo tem ocasionado à destruição (CARVALHO *et al.*, 2019) e fragmentação de habitats, levando a extinção de espécies. Entre as principais causas está o aumento da urbanização e de outras atividades antrópicas como agricultura, pecuária e a industrialização (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; BORÉM; SANTOS, 2004). Outra consequência associada aos danos ambientais é oriunda da pecuária industrial, esta pode induzir surtos de doenças zoonóticas de origem alimentar em sistemas de nutrição de origem animal (JACOB; FEITOSA; ALBUQUERQUE, 2020).

Nessa perspectiva, é necessário mudança de hábitos para a proteção da biodiversidade. A conservação da variabilidade biológica pode ser realizada *in situ* ou *ex situ*. No primeiro tipo, as espécies permanecem em seu habitat natural. Na conservação *ex situ* as espécies são mantidas fora de seu habitat nativo, podendo ser realizado através de coleções de pólen, bancos de sementes, cultura de tecidos e coleções de plantas mantidas em campo (DRAPER *et al.*, 2004).

A conservação da flora brasileira *in situ* é a forma de manutenção da biodiversidade viabilizada por meio da criação de unidades de conservação, por ação governamental e aquisição de terras por pessoas físicas e de órgãos de proteção (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

No que tange às Unidades de Conservação (UC), estas são regulamentadas pelo Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC), a partir da criação da Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Essa Lei permitiu inúmeros avanços à criação e gestão das UCs. O SNUC separa as unidades de conservação em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, totalizando 12 categorias de UC (ANDREOLI *et al.*, 2014).

O Nordeste do Brasil tem uma diversidade genética considerável, tanto de espécies nativas, quanto de exóticas bem adaptadas às condições edafoclimáticas locais. Nessa região, os bancos e coleções de germoplasmas de fruteiras estão localizados nos Estados da Bahia, Ceará, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Recife e Paraíba (COSTA *et al.*, 2009).

Os frutos tropicais têm grande importância econômica e são utilizados em dietas de habitantes locais (JACOB; ALBUQUERQUE, 2020). Dentre elas, destaca-se o cajuí (*Anacardium occidentale* L.), encontrado em populações naturais em ecossistemas do Brasil.

No Piauí, sua ocorrência é registrada tanto na vegetação dos cerrados, restingas e transições como em tabuleiros costeiros (RUFINO *et al.*, 2007).

Os cajuzeiros do litoral do Piauí sofrem com a especulação imobiliária e outras pressões humanas (CARVALHO; CAVALCANTE, 2002). Dentre os tipos de conservação para essa espécie existe o Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de caju mantido *in vivo* na EMBRAPA Agroindústria Tropical em Pacajus, maior banco de germoplasma *in vivo* de espécies de *Anacardium* spp., bem como de sementes de outras espécies. As espécies do BAG são oriundas de regiões do cerrado, do estado do Ceará, Centro-oeste e Norte do Brasil.

De acordo com Primack e Rodrigues (2001), os bancos de sementes armazenam o germoplasma e são considerados eficazes para conservar a variabilidade genética das espécies. Esses locais ficam em jardins botânicos e institutos de pesquisas. As sementes são retiradas do ambiente natural ou de plantas cultivadas que ficam estocadas em temperaturas baixas e ambiente seco, por um período de tempo. Um dos principais objetivos do BAG é a conservação da variabilidade genética das espécies, de genótipos com características de interesse para o melhoramento, como porte baixo, precocidade e adaptação, bem como a realização de pesquisas envolvendo as variedades de caju.

Outros exemplos de bancos de germoplasmas de *Anacardium* sp no Nordeste brasileiro é o BAG do caju da Embrapa Meio-Norte localizados em dois campos experimentais, um na microrregião do litoral piauiense em Parnaíba e na capital do Piauí, Teresina. Esses locais de conservação têm grande importância, no entanto, os habitats naturais do cajuzeiros devem ser protegidos também para a sobrevivência tanto dessa espécie como de outras que dependem da mesma.

## REFERÊNCIAS

- ACOSTA, C. Del Caius. **Tratado de las drogas, y medicinas de las Índias Orientales**. Real Jardim Botânico CSIC (Biblioteca digital), p. 323-325, 1578.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; FARIA, J. P.; NAVES, R. V.; VIEIRA, R. F. **Cajus do cerrado**. In: VIEIRA, R.F.; AGOSTINI-COSTA, T.S.; SILVA, D.B.; FERREIRA, F.R.; SANO, S. M. (eds.), Frutas nativas da Região Centro-Oeste do Brasil. – Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, p. 136-151, 2006.
- ALEXANDRE, F. O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.): de símbolo da cultura nordestina a árvore testemunha da mundialização da economia e dos modos de vida. **Revista do Instituto Arqueológico, Histórico e Geográfico Pernambucano**, p. 13-42, 2013.
- ALMEIDA JR., E. B.; CORREIA, B. E. F.; SANTOS-FILHO, F. S.; SANTOS FILHO, F. S. Diversidade e estrutura da comunidade lenhosa de uma restinga no litoral de Alcântara, Maranhão, Brasil. **Acta Brasiliensis**, v. 4, p. 85-90, 2020.
- ALMEIDA JR, E. B.; LIMA, L. F.; LIMA, P. B.; ZICKEL, C. S. Descrição morfológica de fruto e semente *Manilkara salzmannii* (Sapotaceae). **Floresta** (UFPR. Impresso), v. 40, p. 535-540, 2010.
- ALMEIDA JR, E. B.; ZICKEL, C. S. Nota de ocorrência de *Manilkara rufula* (Miq.) H. J. Lam (Sapotaceae) para o estado do Rio Grande do Norte. **Pesquisas, Botânica**, v. 62, p. 381-385, 2011.
- ALMEIDA JR., E. B.; MACHADO, M. A.; MEDEIROS, D. P. W.; PINHEIRO, T. S.; ZICKEL, C. S. Florística de uma área de vegetação com influência marinha no litoral sul de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, p. 1400-1409, 2016.
- ALMEIDA JR., E. B.; SILVA, A. N. F.; LIMA, G. P.; AMORIM, I. F. F.; SERRA, F. C. V.; CORREIA, B. E. F.; MACHADO, M. A.; ALMEIDA, R. A. G.; CASTRO, A. R. R.; FIGUEIREDO, N.; SILVA, R. M.; SANTOS-FILHO, F. S. Checklist of the flora of the restingas of Maranhão State, Northeast, Brazil. **Indian journal of applied research**, v. 7, p. 603-612, 2017.
- ALMEIDA JÚNIOR, E. B.; SANTOS-FILHOS, F. S.; ARAUJO, E. L.; ZICKEL, C. S. Structural characterization of the woody plants in restinga of Brazil. **Journal of Ecology and the Natural Environment** (JENE), v. 3, p. 95-103, 2011.
- ALMEIDA NETO, J. R.; BARROS, R. F. M.; SILVA, P. R. R. Uso de plantas medicinais em comunidades rurais da Serra do Passa-Tempo, estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.13, n. 3, p. 165-175, 2015.
- AMARAL, D. D.; COSTA NETO, S. V.; JARDIM, M. A. G.; SANTOS, J. U. M.; BASTOS, M. N. C. *Curatella americana* L. (Dilleniaceae): primeira ocorrência nas restingas do litoral da Amazônia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, p. 257-262, 2016.
- AMARAL, F. P. M.; SA, G. H.; FILGUEIRAS, L. A.; SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. R. S.; AMARAL, M. P. M.; VALENTE, S. E. S.; MENDES, A. N. Genetics analysis of the biggest cashew tree in the world. **Genetics and molecular research**, v. 16, p.1-17, 2017.

- ANDRADE, I. M.; NASCIMENTO, J. D. O.; SOUSA, M. V. S.; SANTOS, J. O.; MAYO, S. J. A morphometric study of the restinga ecotype of *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae): wild coastal cashew populations from Piauí, Northeast Brazil. **Feddes Repertorium**, p. 1-28, 2019.
- ANDRADE, I. M.; SANTOS, E. S.; SILVA, M. F. S.; SANTOS, A. S.; NASCIMENTO, M. G. P.; SILVA, M. S.; MAYO, S. J. *Eleocharis* R. Br. (Cyperaceae) in the Coastal Region of Piauí State, Brazil: A Floristic Treatment. **Feddes Repertorium**, v.130, p.405-414, 2019.
- ANDRADE, I. M.; MAYO, S. J. ; KIRKUP, D. W.; BERG, C. V. D. Comparative morphology of populations of *Monstera Adans.* (Araceae) from natural forest fragments in Northeast Brazil using elliptic Fourier Analysis of leaf outlines. **Kew Bulletin**, v. 63, p. 193-211, 2008.
- ANDRADE, I. M.; MAYO, S. J.; KIRKUP, D. W.; BERG, C. V. D. Elliptic Fourier Analysis of leaf outline shape in forest fragment populations of *Anthurium sinuatum* and *A. pentaphyllum* (Araceae) from Northeast Brazil. **Kew Bulletin**, v. 65, p. 3-20, 2010.
- ANDRADE, I. M.; SILVA, M. F. S.; MAYO, S. J. ANDREZA, G. S. SILVA, A. P. M.; BRAZ, G. S.; NASCIMENTO, H. C. E.; MELO, L. M. B.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO M. G. P.; REIS, R. B.; SANTOS, R. L. Diversidade de fanerógamas do Delta do Parnaíba - litoral piauiense p. 63-91, 2012. *In: Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense.* GUZZI, A. Org. Parnaíba: EDUFPI, 2012. 466p.
- ANDRADE-LIMA, D. The Caatingas Dominion. *In: Revista Brasileira de Botânica*, v. 4. p. 149 -153, 1981.
- ANDRADE-LIMA, D. **Vegetação.** *In: Bacia do Parnaíba: aspectos fisiográficos* (R.C. LINS, ed.). Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, Recife, pp.131-135. (Série estudos e pesquisas, 9), 1978.
- ANDRADE-LIMA, D. **Contribuição ao estudo do paralelismo da flora amazônica nordestina.** Recife: Instituto de Pesquisas Agrônomicas - IPA, 1966a. 30 p. (Boletim técnico, n. 19).
- ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. N.; PICCININI, C.; SANCHES, A. L. Biodiversidade: a importância da preservação ambiental para manutenção da riqueza e equilíbrio dos ecossistemas. *In: ANDREOLI, C. V.; TORRES, P. L. (org). Complexidade: redes e conexões do ser sustentável.* Curitiba: SENAR, p. 443-463, 2014.
- ARAÚJO, D. S. D.; SÁ, C. F. C.; PEREIRA, J. F.; GARCIA, D. S.; FERREIRA, M.V.; PAIXÃO, R. J.; SCHENEIDER, S. M.; FONSECA-KRUEL, V. S. Área de Proteção Ambiental de Massambaba, Rio de Janeiro: caracterização fitofisionômica e florística. **Rodriguésia**, v. 60, n.1, p.67-96, 2009.
- ARAÚJO, E. A.; KUNZ, S. H.; DIAS, H. M.; CARRIJO, T. T.; ZORZANELLI, J. P. F. Inventários florísticos na região do Caparaó Capixaba revelam novos registros para a flora do Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 69, p. 1953-1963, 2018.
- AZEVEDO, A. **Regiões climato-botânicas do Brasil.** Boletim Paulista de Geografia, São Paulo: Associação dos Geógrafos Brasileiros - AGB-SP, v. 6, n. 1, p. 32-43, 1950.

BLACKTH, R. Morphometrics. *In*: 1965. WATERMAN, T. H.; MOROWITZ, J. (eds.). **Theoretical and mathematical biology**. Blaisdell, New York. pp. 225-249.

BARBIERI, E. **Biodiversidade: a variedade de vida no planeta Terra**. *In*: Instituto de Pesca, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. 2010. 16p.

BARBOSA-FILHO, V. M.; KAMDEM, J. P.; WACZUK, E. P.; ABOLAJI, A. Phytochemical constituents, antioxidant activity, cytotoxicity and osmotic fragility effects of caju (*Anacardium microcarpum*). **Industrial Crops and Products**, v. 55, 280-288, 2014.

BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento Genético do Cajueiro. *In*: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V.V. **Cajucultura: Modernas Técnicas de Produção**. Fortaleza: EMBRAPA\CNPAT, p.73-96, 1995.

BORGES, A. N. C. **Caracterização genética em germoplasma de cajuí (*Anacardium spp.*) por meio de marcadores morfoagronômicos e moleculares ISSR**. 2015. 102 f. Dissertação-Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Teresina, 2015.

BORGES, A. N. C.; LOPES, A. C. A.; BRITTO, F. B.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, P. S. C. Genetic diversity in a cajuí (*Anacardium spp.*) germplasm bank as determined by ISSR markers, **Genetics and Molecular Research**, v. 17, n. 4, p.1-14, 2018.

BORÉM, A.; SANTOS, F. R. S. **Biotecnologia simplificada**. 2.ed. Viçosa:Suprema, 2004.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 4ed. Fortaleza, 1960.

BRAINER, M. S. C. P. Cajucultura: O proveito do pedúnculo. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 190, p. 1-19, 2021.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 54, p. 1-13, 2018.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 114, p. 1-16, 2020.

BRASIL. Decreto n° 6.040, de 07 de fevereiro de 2007. Dispõe sobre Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 08 fev. 2007.

BRASIL. Portaria interministerial n° 163. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 mai. 2016.

BRAZ, D. M.; JACQUES, E.; SOMMER, G.V.; SYLVESTRE, L. Sandy coastal plains (restinga) of Praia das Neves, ES, Brazil: Phytophysionomy characterization, flora and conservation. **Biota Neotropica**,v.13, n.3, p.315-331, 2013.

BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático para o desenvolvimento de marcadores microsatélites em plantas**. Embrapa informação Tecnológica, p. 9 -11. 2007.

BRUNNO, S. F.; MATTOS, U. A. O. Benefícios da biodiversidade para as comunidades tradicionais: a nova legislação os sustenta?. **Ciência Ambiental**, v. 31, n. 2, p. 998-1019, 2021.

BURLE, E. C.; Gondra, R. M.; Oliveira, I. B.; OLIVEIRA, M. I. U. A dune pond and the first records of Desmidiaceae (Zygnematophyceae) in Sergipe, Brazil. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 17, p. 162-171, 2020.

CANTARELLI, J.; ALMEIDA JR, E. B.; SANTOS-FILHO, F. S.; ZICKEL, C. S. Tipos fisionômicos e florística da restinga da APA de Guadalupe, Pernambuco, Brasil. **Ínsula (Florianópolis)**, v. 41, p. 95-117, 2012.

CARBONARO, T. M. **Polimorfismo de DNA Amplificado ao Acaso – RAPD**. 2011. Disponível em: <https://geneticavirtual.webnode.com.br/genetica-virtual-home/topicos-extras/marcadores-moleculares/polimorfismo-de-dna-amplificado-ao-acaso-rapd/>. Acesso em: 3 jun. 2018.

CARNEIRO, L. A.; SILVA, L. S.; GOMES, M. F. C.; SANTOS, M. F.; VALENTE, S.E.S.; GOMES, R. L. F.; COSTA, M. F. Morphological characterization and genetic divergence of a cashew population in Floriano, Piauí, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, n. 3, p. 1-8, 2019.

CARVALHO, M. L. F.; FARIAS, J. C.; LIMA, P. V. P. S.; ANDRADE, I. M.; NUNES, A. B. A. Pegada ecológica de alunos do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. v. 6, n. 14, p. 975-988, 2019.

CASTRO, A. A. J. F., CASTRO, N. M. C. F., COSTA, J. M., FARIAS, R. R. S., MENDES, M. R. A., ALBINO, R. S., BARROS, J. S.; OLIVEIRA, M. E. A. Cerrados marginais do Nordeste e ecótonos associados. **Revista Brasileira de Biociências**, n. 5 v. 1, p. 273-275, 2007.

CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R.; FERNANDES; A. G. The woody flora of cerrado vegetation in the State of Piauí, Northeastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 55, n.3, p. 455-472, 1998.

CASTRO, A. A. J. F.; MARTINS, F. R. Cerrados do Brasil e do Nordeste: Caracterização, Área de Ocupação e Considerações sobre a sua Fitodiversidade. **Pesquisa em Foco**, São Luís, Maranhão, v. 7, n.9, p. 147-178, 1999.

CAVALCANTI, A. P. B.; CAMARGO, J. C. G. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí**. Do natural, do Social e de suas Interações: visões geográficas, Rio Claro - SP, v. 1, n.1, p. 59-78, 2002.

CEPRO. **Diagnóstico das Condições Ambientais do Estado Piauí**. Teresina, 1996.

CERQUEIRA, R. L.; LISBOA, G. S.; STEPKA, T. F.; FRANÇA, L. C. J.; FONSECA, N. C.; ABREU, Y. K. L.; SANTOS, J. C. Florística, fitossociologia e distribuição diamétrica em um remanescente de Cerrado sensu stricto, Brasil. **Espacios**, v. 38, n. 23, p; 1-13, 2017.

CEPRO. **Diagnóstico das Condições Ambientais do Estado Piauí**. Teresina, 1996.

CHAGAS, M. G. S.; SILVA, M. D.; GALVÍNIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. M. Variações foliares em grupos funcionais vegetais de uma paisagem de restinga, Pernambuco-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 01, n. 02, p. 50-63, 2008.

CHAVES, E. M. F.; MORAIS, R. F.; BARROS, R. F. M. Práticas alimentares populares com uso de plantas silvestres: potencial para minimizar a insegurança nutricional no semiárido do Nordeste do Brasil, **Gaia Scientia**, v. 11, n. 2, p. 287-313, 2017.

COELHO-DE-SOUZA, G.; ZÚNIGA-ESCOBAR, M.; TEIXEIRA, A. R.; BOZIKI, D. Sociobiodiversidade, soberania e segurança alimentar e nutricional: uma análise da governança do butiá, II encontro Internacional da Rota dos Butiazais de 21 e 22 de agosto de 2018, Pelotas/RS Embrapa Clima Temperado.

COLE, M.M. **The Savannas: biogeography and geobotany**. London. Academic Press. 438 p. 1986.

COSTA, M. A. P. C.; SOUZA, F.V. D.; LUNA, J. V. U.; CASTELLEN, M. S.; ALMEIDA, W. A. B.; SILVA, S. A.; DANTAS, A. C. V. L. Conservação de fruteiras potenciais para o Nordeste brasileiro. *In*: CARVALHO, C. A. L.; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. C.; SOARES, A. C. F.; MELO-FILHO, J. F.; OLIVEIRA, G. J. C. **Tópicos em ciências agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, p.03-13, v. 1, 2009.

CRESTE, S.; TULMAN NETO, A.; VENCONVSKY, R.; SILVA, S.O.S.; FIGUEIRA, A.; Genetic diversity of musa diploid and triploid acessions from the brazilian banana breeding program estimated by microsatellites markets. **Genetic Resources and crop Evolution**. Netherlands. v. 51. p. 723-733. 2004.

CROXFORD, A. E.; ROBSON, M.; WILKINSON, M. J. Characterization and PCR multiplexing of polymorphic microsatellite loci in cashew (*Anacardium occidentale* L.) and their cross-species utilization. **Molecular Ecology Resources**, v.6, n.1, p. 249-251, 2006.

CUNHA, R. M. S. **Filogenia Molecular em *Anacardium* (Anacardiaceae): utilização do gene da subunidade pequena do RNA ribossômico (SSU rRNA)**. 2002. 78 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2002.

DIAS, H. M.; ARAÚJO, D. S. D. Estrutura do estrato lenhoso de uma comunidade arbustiva fechada sobre cordão arenoso na Restinga da Marambaia, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, p. 1129-1142, 2017.

DIAS, H. M.; SOARES, M. L. G.; NEFFA, E. Espécies florestais de restingas como potenciais instrumentos para gestão costeira e tecnologia social em Caravelas, Bahia (Brasil). **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 727-740, 2014.

DRAPER, D.; MARQUES, I.; GRAELL, A. R.; COSTA, F.; LOUÇÃO, M. **Conservação de recursos genéticos o banco de sementes António Luís Belo Correia**. Jardim Botânico. Museu Nacional de História Natural. Lisboa, pp. 6-8, 2004.

DUCKE, A.; PACHECO, L.; SILVEIRA, F. **Plantes nouvelles ou peu connues de la region Amazonienne**. Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.1922.

EITEN, G. **Classificação da vegetação do Brasil**. Brasília, DF: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, 1983. 305 p.

EMBRAPA TRIGO. Marcadores moleculares-DNA. Documento Online Nº 3, dezembro, 2000. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_do03\\_4.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do03_4.htm). Acesso em: 06 jun. 2021.

EMPERAIRE, L. **Vegetation et gestion des ressources naturelles dans la catinga du sud-est du Piauí (Brésil)**. 1989. 319f. Tese (Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles) - Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1989.

FARIAS, J. C.; MENDES, M. R. A. Estrutura do componente herbáceo-arbustivo do Cerrado sentido restrito no Parque nacional de Sete Cidades, Piauí. **Revista Heringeriana**, v.11, n.1, p. 58-70, 2017.

FARIAS, J. C.; VIEIRA, I. R.; FIGUEIRÊDO, L. S.; MAYO, J. M.; ANDRADE, I. M. Cosmovisión en el contexto del extractivismo de cajuí (*Anacardium occidentale* L.) en el área de protección ambiental del delta del Parnaíba, Piauí, Brasil. **Revista etnobiología**, v. 18, n. 03, p. 3-19, 2020.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta botânica brasílica**, v.18, n.4, p. 949-963, 2004.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F.; LOIOLA, M. I. B.; CHAVES, M. H.; PEREIRA, E. T. V. Botânica (Aspectos Morfológicos) e Distribuição Geográfica de Três Espécies de Combretaceae nos Cerrados do Piauí, Nordeste do Brasil. **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, v. 31, p. 1-23, 2014.

FARIAS, J. C.; DOS SANTOS, M. H. B.; BOMFIM, B. L. S.; DA FONSECA FILHO, I. C.; DE FRANÇA, S. M.; RAMALHO SILVA, P. R.; MELO DE BARROS, R. F. Uso atual de plantas medicinais na comunidade Lagoa da Prata, estado do Piauí, Nordeste brasileiro. **Gaia Scientia**, v. 13, n. 3, p. 98-114, 2019. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2019v13n3.43982. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/43982>. Acesso em: 5 jun. 2021.

FERNANDES, A. G.; LOPES, A. S.; SILVA, E. V.; CONCEIÇÃO, G. M.; ARAÚJO, M. F. V. **Componentes biológicos: Vegetação**. In: CEPRO, Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piauí: relatório geoambiental e socioeconômico. Teresina: Fundação CEPRO. p. 43-72, 1996.

FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. **Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA-CENARGEN, 220 p, 1998.

FERREIRA, P. M. A.; SETUBAL, R. Florística e fitossociologia de um campo natural no município de Santo Antônio da Patrulha, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 2, p. 195-204, 2009.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Os frutos sociais do caju**. N T Mendes Editora, p. 23-26, 2010.

FRANÇA, K. M. A.; ROCHA, L. F. C.; SOUSA, L. F. C.; MELO, R. S. S.; DANTAS, A. C. A.; Caracterização morfológica de cajuí (*Anacardium* sp.) do Cerrado Sul Maranhense. **Acta Tecnológica**, v.14, n. 1, p. 79-91, 2019.

GARCÉS, C. L. L. O mundo da horticultura Ka'apor: práticas, representações e as suas transformações. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas**, v. 11, n. 1, p. 133-158, 2016.

GARCIA, A. C. M. **Morfometria de *Rhizoprionodon prorosus* e *R. terraenovae* (Chondrichthyes, Charcharhinidae) utilizando técnicas de análises multivariada para determinação do status específico**. 2008. 95f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2008.

GOMES, M. F. C.; BORGES, A. N. C.; BATISTA, G. S. S.; LUZ, G. A.; OLIVEIRA, M. E. A.; LOPES, A. C. A.; ARAÚJO, A. S. F.; GOMES, R. L. F.; BRITTO, F. B.; LIMA, P. S. C.; VALENTE, S. E. S. Genetic diversity and structure in natural populations of cajui from Brazilian cerrado. **Bioscience Journal**, v. 37, p. 1-11, 2021.

GOMES, S. O.; SOUZA, V. A. B.; COSTA, M. P. S. D.; SILVA, C. C. P.; VALE, E. M.; SOUSA, M.; BRITO, J. P. Avaliação da qualidade física e química de cajui (*Anacardium* spp.) na região Meio-Norte. **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 3, p. 139-145, 2013.

GOODLAND, R. A physiognomic analysis of the “cerrado” vegetation of Central Brasil. **The Journal of Ecology**, v. 59, n. 2, p.411-419, 1971.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Instituto Brasileiro de Censo Demográfico – 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/ilha-grande/panorama>. Acesso em: 01 de ago. 2019.

ICMBIO. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/208-parque-nacional-das-sete-cidades>. Acesso em: 21 mai. 2018.

JACOB, M. C. M.; ALBUQUERQUE, U. P. Biodiverse food plants: Which gaps do we need to address to promote sustainable diets? **Ethnobiology and Conservation**, v. 9, n. 30, p. 1-6, 2020.

JACOB, M. C. M.; FEITOSA, I. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Animal-based food systems are unsafe: SARS-CoV-2 fosters the debate on meat consumption. **Public Health Nutrition**, v. 23, n.17, p. 3250-3255, 2020.

JOHNSON, D. V. 1972, 1973. 268f. **The cashew of Northeast Brazil: A geographical study of a tropical tree crop**. Dissertation (Doctor of Philosophy in Geography)- University of California, Los Angeles, California, 1972, 1973.

JOHNSON, D.V. The botany, origin and spread of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of plantation crops**. Kasaragod, v.1, n.1, p.17, 1973.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 4th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 1999, 815 p.

KÖLLIKER, R.; JONES, E. S.; DRAYTON, M. C.; DRUPAL, M. P.; FORSTER, J. W. Development and characterisation of simple sequence repeat (SSR) markers for white clover (*Trifolium repens* L.). **Theoretical and Applied Genetics**, v.102, n. 2-3, p.416-24, 2001.

LEMOS, J. R. Composição florística do Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Rodriguésia**, v. 55 n.85, p. 55-66, 2004.

LIMA, A. S. L.; COLTURATO, M. B.; CASTRO, A. A. J. F. Fenologia de *Curatella americana* L. em uma área de Cerrado marginal no município de Castelo do Piauí, Brasil. **Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas**, p. 1-23, 2009.

LIMA, A. S.; SANTOS, K. P.; CASTRO, A. A. J. F. Aspectos socioambientais da produção de carvão vegetal de origem nativa em uma área de cerrado em Jerumenha, Piauí/Brasil. **Espacios** (Caracas), v. 1, p. 1-11, 2016b.

LIMA, A. S.; SANTOS, K. P.; CASTRO, A. A. J. F. Potencial de uso econômico e síndrome de dispersão em um cerradão sob influência de atividade carvoeira no município de Jerumenha, Piauí. **Educação Ambiental em Ação**, v. 57, p. 1-12, 2016a.

LIMA, J. R.; PESSOA, P. F. A. P. Oportunidades que o Agronegócio Caju oferece: Pasta de Amêndoa de Castanha-de-Caju. **Embrapa**. Comunicado Técnico 204, 2013.

MATOS FILHO, C. H. A.; NUNES, J. A. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F. Selection of common cashew tree genotypes in commercial growing areas in municipalities of Piauí, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 245-252, 2019.

MENDES, M. R. A.; MUNHOZ, C. B. R.; SILVA-JUNIOR, M. C.; CASTRO, A. A. J. F. Relação entre a vegetação e as propriedades do solo em áreas de campo limpo úmido no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n.4, p.971-984, 2012.

MILAN, E.; MORO, R. S. O conceito biogeográfico de ecótono. **Terr@Plural**, v. 10, n. 1, 2, p. 75-88, 2016.

MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. A brief history of biodiversity conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 601-611, 2005.

MOREIRA, F. J. C.; SILVA, M. A. P.; MEDEIROS FILHO, S. Germinação e crescimento inicial de cajú (*Anacardium microcarpum* DUCKE) em função do tamanho das sementes e do tempo de embebição. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 15, n. 1, p. 19-28, 2016.

NASCIMENTO, J. D. O. **Comparação morfológica entre *Anacardium microcarpum* Ducke. e *A. occidentale* L. (Anacardiaceae) no litoral piauiense, Brasil.** 2016. 63f. Monografia- Licenciatura em Ciências Biológicas, Parnaíba, Piauí, 2016.

OLIVEIRA, E. V. S.; PRATA, A. P. N.; PINTO, A. S.; FERREIRA, E. V. R. Evaluation of vegetation after four years in a Caatinga Fragment in the state of Sergipe. **Floresta e Ambiente**, v. 27, p. 1-8, 2020.

OLIVEIRA, M, I. U.; LANDIM, M. F. Dunes in the North coast of Sergipe, Brazil: plant species and their ecological traits. **Rodriguesia**, v. 71, p. 1-18, 2020.

PAIVA, J. R.; CRISOSTOMO, J. R.; BARROS, L. M. **Recursos Genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização.** Fortaleza: EMBRAPACNPAT, 2003. 43 p. (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 65).

PEREIRA, A. M. C.; MATOS NETO, J. D.; FIGUEIREDO, R. W.; CARVALHO, J. D. G.; FIGUEIREDO, E. A. T.; MENEZES, N. V. S.; GABAN, S. V. F. Physicochemical characterization, antioxidant activity, and sensory analysis of beers brewed with cashew peduncle (*Anacardium occidentale*) and orange peel (*Citrus sinensis*). *Food Science and Technology*, v. 40, p. 03, p. 749-755, 2020.

PEREIRA, M. C.; CARVALHO, N. M. O tempo do caju: saberes de identidades constitutivos do patrimônio cultural. *Histórica*, v. 01, p. 25-35, 2010.

PESSONI, L. A. **Estratégias de Análise da diversidade em germoplasma de cajueiro (*Anacardium ssp. L.*)**. 2007. 174f. Tese- Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Teresina, Piauí, 2007.

PINTO, A. L. A.; SOUSA, F. J. F.; RUFINO, M. S. M. Conhecimento etnobotânico dos Tremembé da Barra do Mundaú sobre as frutas da sociobiodiversidade. *Interações*, v. 20, n.1, p. 327-339, 2019.

POSEY, D. A. Etnobiologia: teoria e prática. *In*: RIBEIRO, B. (org.). **Suma etnológica brasileira**. (Etnobiologia) Petrópolis: FINEP/Vozes, v. 1, 1986.

RIBEIRO, C. N.; LIMA NETO, F. E. M.; NOBRE, A. R. A.; SILVA, D. A.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Potential antioxidant and antibacterial bioactivity of leaf and stem bark extracts in wild cashew (*Anacardium occidentale L.*) populations from coastal Piauí, northeastern Brazil. *Feddes Repertorium*, p. 1-17, 2021.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1. EMBRAPA, Brasília, p. 152-212, 2008.

RIZZINI, C.T. **Tratado de fitogeografia do Brasil**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Ed. Ltda. 1997. 747p.

PROENÇA, C. E. B.; LANDIM, M. F.; OLIVEIRA, M, I. U. Myrtaceae. *In*: PRATA, A. P. N.; AMARAL, M. C. E.; FARIAS, M. C. V.; ALVES, M. V. (org.). **Flora de Sergipe**. 1ed. Aracaju: Editora e Gráfica Triunfo, v. 1, pp. 364-430, 2013.

ROCHA, A. E. S.; MIRANDA, I. S.; COSTA NETO, S. V. Composição florística e chave de identificação das Poaceae ocorrentes nas savanas costeiras amazônicas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 44, p. 301-314, 2014.

RODRIGUES, B. J. S.; TEIXEIRA, M. C. S. A.; MENDES, M. R. A.; LEMOS, J. R.; MAGALHÃES, P. S. C. Morfometria de frutos, sementes e plântulas e métodos para superação da dormência de sementes de *Guazuma ulmifolia* Lam. (Malvaceae). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 04, p.1-12, 2021.

ROMARIZ, D. A. **A vegetação**. *In*: AZAVADEO, A. (org.). Brasil: a terra e o homem. São Paulo: Ed. Nacional, v. 1, p. 521-572, 1968.

RUFINO, M. S. M. **Qualidade e potencial de utilização de cajuís (*Anacardium spp.*) oriundos da vegetação litorânea do Piauí**. 2004. 92f. Dissertação- Universidade Federal do Piauí. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Teresina, Piauí, 2004.

RUFINO, M. S. M.; CORRÊA, M. P. F.; ALVES, R. E.; BARROS, L. M.; LEITE, L. A. S. **Suporte técnico para a exploração racional do cajuzeiro**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará: Fortaleza, n. 7, p. 30, 2007.

RUMPHIUM, G. E. **Herbarium amboinense**, v. 1. Amsterdam. p.364-366, 1741.

SALLA, M. F. S.; RUAS, M. F.; RUAS, P. M.; PÍPOLO, V. C. Uso de marcadores moleculares na análise da variabilidade genética em acerola (*Malpighia emarginata* D.C.), **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 15-22, 2002.

SAMPAIO, A. J. **Fitogeografia**. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro: IBGE, ano 2, n. 1, p. 59-78, jan. 1940. Disponível em [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg\\_1985\\_v47\\_n1\\_2.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1985_v47_n1_2.pdf). Acesso em: 05 jun. 2021.

SAMPAIO, E. V. B. S. Uso das plantas da Caatinga. *In*: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L. (ed.). **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: Associação de Plantas do Nordeste-APNE, p. 49-90, 2002.

SANTOS, J. O.; MAYO, S. J.; BITTENCOURT, C. B.; ANDRADE, I. M. Genetic diversity in wild populations of the restinga ecotype of the cashew (*Anacardium occidentale*) in coastal Piauí, Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, p. 1-12, 2019. Disponível em: [researchgate.net/publication/335843917\\_Genetic\\_diversity\\_in\\_wild\\_populations\\_of\\_the\\_restinga\\_ecotype\\_of\\_the\\_cashew\\_Anacardium\\_occidentale\\_in\\_coastal\\_Piaui\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/335843917_Genetic_diversity_in_wild_populations_of_the_restinga_ecotype_of_the_cashew_Anacardium_occidentale_in_coastal_Piaui_Brazil). Acesso em: 20 set. 2019.

SANTOS, V.; ZICKEL, C. S.; ALMEIDA JR, E. B. Composição estrutural do estrato arbustivo-arbóreo de uma floresta de restinga no sul da Bahia, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, Nº 68:257-269 São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas, v. 68, p. 257-269, 2015.

SANTOS-FILHO, F. S. **Biodiversidade do Meio Norte do Brasil**: Conhecimentos ecológicos e aplicações. v. 2, Editora CRV, Curitiba, 2016.

SANTOS-FILHO, F. S. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do estado do Piauí**. 2009. 124f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2009.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR. E. B.; SOARES, C. J. R.S. Cocais: zona ecotonal natural ou artificial? **Revista Equador**, v. 1, n.1, p. 02-13, 2013.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; BEZERRA, L. F. M.; LIMA, L. F.; ZICKEL, C. S. Magnoliophyta, restinga vegetation, state of Ceará, Brazil. **Check List** v.7, n.4, p. 478-485, 2011.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; LIMA, P. B.; SOARES, C. J. R. S. Checklist of the flora of the restingas of Piauí state, Northeast Brazil. **Check List**, v. 11, n. 2, p. 1-10, 2015a.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JR., E. B.; ZICKEL, C. S. Do edaphic aspects alter in the structures in the Brazilian restinga? **Acta Botanica Brasílica**, v. 27, p. 613-623, 2013.

SANTOS-FILHO, F. S.; MESQUITA, T. K. S.; ALMEIDA JR., E. B.; ZICKEL, C. S. A flora de Cajueiro da Praia: uma área de Tabuleiros do litoral do Piauí, Brasil. **Revista Equador**, v. 5, p. 21-35, 2016.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA-JUNIOR, E. B.; SOARES, C. J. R. S.; ZICKEL, C. S. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil, **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 218-227, 2010.

SANTOS, M. H. B.; BASTOS, E. M.; FARIAS, J. C.; VIEIRA, I. R.; BARROS, R. F. M. Flora nativa comercializada como recurso medicinal em Parnaíba, Piauí, Nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v.15, p. 1-20, 2021.

SAVADI, S.; SOWMY, K.; MEGHA, V. W.; MURALIDHARA, B. M.; MOHANA, G. S. Genetic diversity and identification of interspecific hybrids of *Anacardium* species using microsatellites. **Brazilian Journal of Botany**, p. 1-10, 2020.

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic rainforest. **Annals of Botany** v. 90, p. 517-524, 2002.

SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F.; BAPTISTA, L. R. M. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de Restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, Feira de Santana, v. 19, n. 4, p. 717-726, 2005.

SCHNEIDER, L. J. C.; BASTOS, M. N. C.; COSTA NETO, S.V.; GIL, A. S. B. Sinopse do gênero *Rhynchospora* (Cyperaceae) nas restingas do estado do Pará, Brasil. **Rodriguesia**, v. 68, p. 653-670, 2017.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUÍ – SEMAR. Panorama da desertificação do estado do Piauí. Relatório de consultoria. Teresina, 2005. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_desertif/\\_arquivos/panorama\\_piaui.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/panorama_piaui.pdf). Acesso em: 5 jun. 2018.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. P. **Dados Sistema de Produção**. Embrapa Agroindústria Tropical Sistema de Produção, 2ª edição, Jul/2016.

SHOBHA, D.; THIMMAPPAIAH JOSE, C. T. Molecular characterization and association analysis in caashew using RAPD and ISSR markers. **Journal of Plantation Crops**, v. 41, n. 3, p. 292-299, 2013.

SILVA, C. B.; CASTRO A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S.; LOPES, R. N. 2016. Flora de uma área de cerrado ecotonal da região setentrional do Piauí. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 14, n. 01, p. 16-29, 2020.

SILVA, D. F. M.; CASTRO, A. A. J. F.; FARIAS, R. R. S.; LOPES, R. N. Flora de uma área de cerrado ecotonal da região setentrional do Piauí. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 14, n. 01, p. 16-29, 2020.

SILVA-LUZ, C. L. S.; PIRANI, J.R. 2015. Anacardiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4380>. Acesso em: 18 mai. 2018.

SILVA, M. P. P.; ZICKEL, C. S.; PORTO, K. Bryophyte communities of restingas in Northeastern Brazil and their similarity to those of other restingas in the country. **Acta Botânica Brasílica**, v. 30, n.3, p. 1-8, 2016.

SILVA, R. M.; MEHLIG, U.; SANTOS, J. U. M.; MENEZES, M. P. M. The coastal restinga vegetation of Pará, Brazilian Amazon: a synthesis. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, p. 01-21, 2010.

SILVA, S. M. **Diagnóstico das restingas no Brasil**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba – Paraná, 1999, 30p.

SILVA, M. F. S.; ANDRADE, I. M.; MAYO, S. M. Geometric morphometrics of leaf blade shape in *Montrichardia linifera* (Araceae) populations from the Rio Parnaíba Delta, north-east Brazil. *Botanical Journal*, v. 170, p. 554–572, 2012.

SILVA-NETO, S. P.; MARUTA, I.; TAKAIWA, F.; OONO, K.; MATSUMOTO, K. Identification of cashew (*Anacardium occidentale* L.) seedlings with RAPD markers. In: International Symposium on Tropical Fruits. **Acta Horticulture**, v. 370, p.21-26, 1995.

SILVEIRA, J. D. Morfologia do litoral. In: Azevedo, A. (ed.). **Brasil: a Terra e o Homem**. São Paulo: Companhia Editora Nacional. pp.253-305, 1964. Disponível em: <http://www.brasiliana.com.br/obras/brasil-a-terra-e-o-homem-as-bases-fisicas/pagina/265/texto>. Acesso em: 13 fev. 2019.

SMITH, T. B.; WAYNE, R. K.; GIRMAN, D. J.; BRUFFORD, M. W. A role for ecotones in generating rainforest biodiversity. **Science**, n. 276, p. 1855-1877, 1997.

SOUSA, F. E. L.; RIBEIRO, K.V.; SILVA, M. P.; SANTOS, K. P. P. Diversidade florística do entorno das piscinas naturais da serra de Campo Maior (PI), Nordeste do Brasil. **Rede - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 15, n. 1, p. 105-114, 2021.

SOUZA, L. I.; CRESPO, M. F. V. O agroextrativismo como proposta de geração de renda, segurança alimentar e conservação ambiental na Ilha Grande de Santa Isabel/PI. **Cadernos Agroecológicos**, v. 10, p. 1-5, 2015.

SOUZA, R. T. B.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Migrating dunes and restinga vegetation in Piauí, northeastern Brazil: The dominance of wild cashew trees (*Anacardium occidentale*). **Feddes Repertorium**, p. 1-24, 2021.

SQUILASSI, M. G. **Melhoramento de plantas e a produção de alimentos**. 18 p, 2003. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 56). Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br>. Acesso em: 06 jun. 2018.

THOMAZI, R. D.; ROCHA, R. T.; OLIVEIRA, M. V.; BRUNO, A. S.; SILVA, A. G. Um panorama da vegetação das restingas do Espírito Santo no contexto do litoral brasileiro. **Natureza on line**, v.11, n.1, p. 1-6, 2013.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. A. A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR. n. 20, p. 31-45, 2009.

VANDEBROEK, I.; PIERONI, A.; STEPP, JR.; HANAZAKI, N.; LADIO, A.; ALVES, R. R.N.; PICKING, D.; DELGODA, R.; MAROYI, A.; VAN ANDEL, T.; QUAVE, C. L.; PANIAGUA-ZAMBRANA, N. Y.; BUSSMANN, R. W.; ODONNE, G.; ABBASI, A. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; BAKER, J.; KUTZ, S.; TIMSINA, S.; SHIGETA, M.; OLIVEIRA, T. P. R.; HURRELL, J. A.; ARENAS, P. M.; PUENTES, J. P.; HUGÉ, J.; YEŞIL, Y.; PIERRE, L. J.; OLANGO, T. M.; DAHDOUH-GUEBAS, F. Reshaping the future of ethnobiology research after the COVID-19 pandemic. **Nature Plants**, v. 6, n. 7, p. 723-730, 2020.

VÁSQUEZ, S. P. F.; MENDONÇA, M. S.; NODA, S. N. Etnobotânica de plantas medicinais em comunidades ribeirinhas do Município de Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 44, n.4, p. 457-472, 2014.

VELOSO, H. P. (Org.). **Atlas florestal do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1966. 82 p.

VENZKE, T. S.; FERRE, R. S.; COSTA, M. A. D. Floristic and similarity analysis of tree species in 'mata da Praia do Totó', Pelotas, Rio Grande do Sul, state, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 655-668, 2012.

VICENTE, A.; ALMEIDA JR., E. B.; SANTOS-FILHO, F. S.; ZICKEL, C. S. Composição estrutural da vegetação lenhosa da Restinga de Cabedelo, Paraíba. **Revista de Geografia**, v. 31, p. 21-29, 2014.

VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina continua em declínio. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, Ano 2, n. 22, p. 1-11, 2017.

VIEIRA, M.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Geometric morphometrics of leaves of *Anacardium microcarpum* Ducke and *A. occidentale* L. (Anacardiaceae) from the coastal region of Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 37, n. 3, p. 315-327, 2014.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 4.ed.-Rio de Janeiro: Elsevier. 2008. 214 p.

VILLWOCK, J. A.; LESSA, G. C.; SUGUIO, K.; ANGULO, R. J.; DILLENBURG, S. R. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S. **Quaternário do Brasil**. Holos Editora, pp. 92-113, 2005.

WHITE, T. J.; ARNHEIM, N.; ERLICH, H. A. The polymerase chain reaction. **Trends in Genetics**, v. 5, p.185-189, 1989.

ZICKEL, C. S.; VICENTE, A.; SILVA, S. L. S.; SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. R. S.; ALMEIDA JR., E. B. Vegetação lenhosa de uma restinga em Pernambuco: descrição estrutural e similaridade. **Pesquisas. Botânica**, v. 68, p. 271-285, 2015.

### 3 RESULTADOS DA PESQUISA

#### 3.1 CAPÍTULO I - MANUSCRITO: A COSMOVISÃO NO CONTEXTO DO EXTRATIVISMO DO CAJUÍ (*Anacardium occidentale* L.) NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO DELTA DO PARNAÍBA, PIAUÍ, BRASIL

PUBLICADO NA REVISTA ETNOBIOLOGÍA, v. 18, n. 03, 2020.

#### RESUMO

Al aplicar el concepto de cosmovisión en la historia de la humanidad es posible comprender la premisa del sistema sociocultural sobre la realidad local. En la costa del Piauí hay diálogos que abarcan la rutina y la cultura durante la recolección de *Anacardium occidentale* L. (cajuí), por lo que el objetivo fue conocer los mitos contados durante esta práctica social e identificar acciones que contribuyan a la conservación de los anacardos nativos en las comunidades Labino y Barrinha, al norte del estado del Piauí, Brasil. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas, observación directa y visitas guiadas con extractores de cajuí (anacardos nativos), identificados mediante el uso de la técnica de “bola de nieve”. Las preguntas se centraron en datos socioeconómicos, culturales y los mitos contados durante la práctica extractiva. Los datos fueron evaluados cualitativa y cuantitativamente utilizando las entrevistas y el Nivel de Fidelidad (NF). Entre los 55 informantes, 36.3% respondió conocer mitos que aprendieron en la infancia contados durante la recolección del cajuí y 63.7% no supo. El NF reveló valores mayores para el eclipse lunar (36.3), los Espíritus (24.2), Hombre-lobo (21.2) y el Silbador (6.06). Estos son contados por adultos y reforzados para niños, generalmente se refieren al cuidado que se debe tener al visitar el bosque sin la presencia de adultos. Caipora y Oxóssi son entidades sobrenaturales que tienen un papel conservacionista en la protección de los bosques, incluidos los anacardos nativos. En este escenario, el conocimiento local se comparte durante esta práctica junto con los mitos que se discuten y luego se difunden. El pensamiento mítico destaca la lógica cultural que guía el mundo social y natural durante la recolecta de los anacardos nativos en ambas comunidades.

**PALABRAS- CLAVES:** Anacardos nativos, Conocimiento local, Etnobiología, Etnoecología.

#### WORLDVIEW IN THE CONTEXT OF CASHEW APPLE (*Anacardium occidentale* L.) EXTRACTIVISM IN THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA OF THE PARNAÍBA RIVER DELTA, PIAUÍ, BRAZIL

#### ABSTRACT

The concept of worldview, when applied in the history of mankind, makes it possible to understand the premise of the socio-cultural system on the local reality. Considering that on the coast of Piauí there are dialogues covering routine and culture during the extractivism of *Anacardium occidentale* L. (cajuí), the aim of this work was to know about the myths that permeate this social practice, in order to identify actions that contribute to the conservation of cashew trees in the communities of Labino and Barrinha, north of Piauí state. There were carried out semi-structured interviews, direct observation and guided tours with cashew extractivists, they were identified by the use of the "snowball" technique. The questions focused on socioeconomic, cultural data and the myths told during extractive practice. The data was evaluated qualitatively and quantitatively using the interviews and Informant Consensus Factor. Among the 55 informants, 36.3% answered to know myths they learned in childhood, told

during the extractivism of the cashew apple, and 63.7% do not know about any myth. The most cited myths were about Spirits (36.4%), Werewolf (31.8%) and Whistler (9%). These are told by adults and reinforced for children, generally referring to the care that should be taken when visiting the forest without the presence of adults. Caipora and Oxóssi are supernatural entities that have a conservationist role in protecting forests, including cashew trees. In this scenario, local knowledge is shared during this practice with the myths that are discussed and later disseminated. Mythic thinking shows cultural logic that guides the social and natural world during the extractivism of cashew trees in both communities.

**KEYWORDS:** Wild cashews, Ethnobiology, Local knowledge.

## INTRODUÇÃO

Os ecossistemas são espaços de desenvolvimento social, cultural, econômico, religioso, simbólico e lúdico de grupos étnicos (MARQUES, 2012), os quais apresentam significados bioculturais. Nesses ambientes, a cosmovisão está interrelacionada com vários aspectos do mundo natural, pois as dimensões natural e cultural constituem o cosmos e não podem ser fragmentadas, configurando-se assim importantes componentes do saber tradicional (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2015).

Em termos da etnoecologia, a cosmovisão se refere a várias formas de explicar o mundo (CANO-CONTRERAS, 2009), abrangendo as relações humanas, as questões filosóficas e culturais (COOMBS, 2011). Assim, os mitos são parte da cosmovisão e são fontes de dados relevantes para compreender a dinâmica dos seres materiais e imateriais (CASTRO, 1996; CANO-CONTRERAS, 2009) de uma cultura a partir de uma perspectiva mais profunda e reflexiva (SMITH, 2011). Os mitos correspondem a histórias sem autoria conhecida, que expressam as crenças existenciais de um determinado grupo étnico e podem ter um papel importante na organização da vida em sociedade (FREITAS *et al.*, 2018). Caracterizam-se pela tradição oral, que revela fatos históricos não registrados e lógicas culturais (BIDOU, 1991).

Os conceitos míticos estão geralmente presentes na vida cotidiana das comunidades tradicionais e influenciam na forma de coleta e utilização dos recursos naturais (DIEGUES, 2008; MAUÉS, 2012). Também podem configurar-se como elementos culturais reguladores, ao restringir ou expandir práticas (MARQUES, 2012; MAGALHÃES; COSTA NETO; SCHIAVETTI, 2014), guiando a gestão dos bens naturais, permitindo a etnoconservação (CARVALHO; MARTINS, 2014; MAGALHÃES; COSTA NETO; SCHIAVETTI, 2014; VIEIRA *et al.*, 2016).

No território brasileiro, algumas representações míticas são reguladoras dos ecossistemas e têm sido relatados nos estudos de cosmovisão e etnoconservação. Por exemplo, Avó da Lua no estado da Bahia (MAGALHÃES; COSTA NETO; SCHIAVETTI, 2014) e do Ataíde no Pará são entidades de proteção de mangues (FREITAS *et al.*, 2018). No Maranhão, os guardiões dos buritizais (*Mauritia flexiosa* L.), que eram os antigos proprietários, que poderiam causar alguma doença ou morte no extrativista que coletasse em excesso (VIEIRA *et al.*, 2016). No Piauí, a Mãe d'água é respeitada e temida pela comunidade ribeirinha (SILVA *et al.*, 2019).

Guiados por esta perspectiva, muitas espécies são manejadas por meio de práticas de cultivo, tolerância e proteção, influenciadas por crenças, aspectos míticos e simbólicos, o que permite a manutenção da biodiversidade (BLANCAS *et al.*, 2010; BELTRÁN-RODRÍGUEZ *et al.*, 2012; GUTIÉRREZ; SIERRA, 2015; OSORIO-LÓPEZ *et al.*, 2017; JACINTO; BARROS, 2019). Todo esse saber e crenças construídos por anos ocorre pela transferência oral entre gerações (SMITH, 2011) durante atividades rotineiras como a pesca, o cultivo e a coleta de recursos florestais, sendo estas ocasiões ricas culturalmente (GUARIM NETO, 2006; CUNHA, 2009).

Entre as espécies vegetais, é possível constatar a importância na dimensão simbólica de *Anacardium occidentale* L. (cajuí), que permeia o limite natureza/cultura, expressando-se em paisagens, superstições, mitos, proibições, trabalho, como divisor e marcador de tempo nas regiões Norte e Nordeste brasileiras (THEVET, 1558; PEREIRA; CARVALHO, 2010). Por ser empregada por curandeiros para curar e purificar ambientes, pode ser apontada como uma planta mágica (PEREIRA; CARVALHO, 2010; SILVA *et al.*, 2018), junto com isso, seu uso acontece em ciclos cerimoniais entre os índios Ka'apor na Amazônia maranhense no Brasil (GARCÉS, 2016).

Além disso, acrescenta-se a importância tanto ecológica (ALIYO; AWOPETU, 2007; SANTOS-FILHO *et al.*, 2010) como socioeconômica desta espécie, principalmente o seu fruto (castanha), que é comestível e apreciado por pessoas de todo o mundo, sendo o Brasil um dos principais exportadores (BRAINER; VIDAL, 2020).

Os cajus são árvores nativas distribuídas no Brasil, da Amazônia às regiões Nordeste e Centro-Oeste (CRESPO; SOUZA, 2014). Reconhecem-se dois ecótipos, um encontrado no cerrado e o outro na vegetação da costa (Restinga) (MITCHELL; MORI, 1987). Na área de estudo, o ecótipo registrado é o de restinga (ANDRADE *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2019). O fruto é a castanha, que normalmente não ultrapassa os 3 g, enquanto o pedúnculo é mais ácido

e a sua cor varia de amarelo claro a vermelho (RUFINO *et al.*, 2008), tem sabor doce e ácido, e é utilizado na cozinha local para a produção de doces, cajuína, entre outros.

No contexto do litoral piauiense, a presença do caju (caju nativo) é abundante na vegetação da costa. O cajuzeiro é uma forma não domesticada de caju (*Anacardium occidentale* L.), que apresenta hipocarpo e drupa menores em relação aos fenótipos comercializados (RUFINO *et al.*, 2008). Do ponto de vista comercial, há um preço baixo da noz (muito pequena), que somado à não aceitação do pedúnculo na indústria de processamento, contribuem para o não cultivo comercial desta forma (RUFINO *et al.*, 2008). No entanto, a coleta, uso e conservação por parte das comunidades tradicionais persiste, onde a prática de coletar cajuzeiros é parte da sociobiodiversidade das comunidades. Isto sugere que os fatores culturais contribuem para a conservação desta variedade de populações nativas (VIEIRA, 2016).

Considerando a interconexão dos sistemas naturais com os socioculturais e a sua complexidade (VIRAPONGSE *et al.*, 2016), é necessário empregar uma abordagem cognitiva e integradora, presente no campo do saber. Assim, o presente estudo se configura como ferramenta para análise, reflexão e a interpretação das noções locais relacionadas com as concepções do ser humano com os aspectos míticos dos extrativistas de cajuí (*A. occidentale*), e complementa as discussões sobre a cosmovisão de grupos sociais. Além disso, das diversas relações que o ser humano tem com a natureza que o rodeia, nesta investigação é possível identificar duas conexões referidas por Marques (2001), denominadas: Homem/Vegetal e Homem/Sobrenatural.

Pelo exposto, objetivou-se conhecer dados socioeconômicos dos extrativistas, que mitos se difundem durante a atividade de coleta de *A. occidentale* (cajuí) e qual é a sua função social, bem como identificar ações que contribuam para a etnoconservação destas espécies nas comunidades costeiras do Piauí.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Esta investigação se desenvolveu na região da costa do Piauí nas comunidades Labino (020 50' 39. 98"S e 410 45' 45.07" W) e Barrinha (02055 40" S e 410 20 10" O), localizadas nos municípios de Parnaíba e Cajueiro da Praia, Brasil, respectivamente (Figura1).

**Figura 1.** Localização das comunidades de Labino e Barrinha litoral do Piauí, Brasil.



O município de Parnaíba é a segunda cidade mais importante do estado do Piauí, localizado no litoral norte do Piauí. Estima-se que a população seja de 153.078 habitantes, fazendo fronteira com a cidade de Ilha Grande (IBGE, 2019). Com respeito a Cajueiro da Praia, que também se situa no litoral norte do estado do Piauí, mas no extremo leste (oriente) da Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, caracteriza-se por possuir uma população de 7.163 habitantes em uma área de 271,348 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018). Ambos os Municípios dispõem de praia, rios, igarapés (canais), lagoas e dunas.

Ambas as comunidades ficam na área de abrangência da Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba. O clima é Aw' segundo a classificação de Köppen, com chuvas de verão, cuja precipitação média anual em Parnaíba varia de 1.000 a 1.600 mm (LIMA *et al.*, 2017), enquanto em Cajueiro da Praia a média anual é de 1.223 mm (PEEL *et al.*, 2007).

Os solos são arenosos do tipo Neossolos Quartzarênicos, segundo a classificação de solos brasileiros (EMBRAPA, 1997), estabelecido em compartimentos geológicos do Terciário, Formação Barreiras (MME, 2006). A fisionomia da vegetação desta área é de restinga (campos herbáceos, com subarbustos, arbustos e bosques de tamanho médio a alto) e/ou transição Cerrado/Caatinga, com vegetação baixa lenhosa (PFALTZGRAFF *et al.*, 2010; SANTOS-FILHO *et al.*, 2016).

Um total de 90 famílias vivem na comunidade Labino e 194 em Barrinha (Dados coletados diretamente dos postos de saúde da família, 2019). As atividades econômicas de ambas comunidades são a pesca artesanal, a captura de caranguejos e mariscos, a agricultura de subsistência, pecuária, artesanato e turismo. Também ocorre o processamento de caju (PIAUI, 2007). Aproximadamente 80% das castanhas que saem da região costeira, têm origem são principalmente da comunidade Labino (RUFINO *et al.*, 2008).

As duas áreas de estudo têm acesso aos serviços de eletricidade, água encanada e coleta de lixo. Ambas as comunidades também têm serviços de saúde (por meio do Posto de Saúde da Família), uma escola em cada localidade (com ensino fundamental I e II) e igrejas (católicas e evangélicas). As casas são construídas de tijolo ou taipa, com telhas e pisos de cimento ou cerâmica.

### **Aspectos éticos**

Esta investigação foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí (n° 2.708.265), foi registrada no Sistema Nacional de Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) com o número A8B44BB e do Sistema de Autorização de Informação em Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- ICMBio (n° 64340-1). Antes do começo das entrevistas, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi lido, explicado e assinado pelos residentes segundo as obrigações éticas e legais (Conselho Nacional de Saúde, Resolução n° 466/2012).

### **Coletas e análises de dados etnobiológicos e etnoecológicos**

A investigação de campo foi desenvolvida entre os meses de setembro de 2018 a dezembro de 2019. Para obter a confiança dos informantes realizou-se a técnica de *rapport* (BARBOSA, 2007).

A definição do universo amostral seguiu a técnica “bola de neve” (BAYLEY, 1982), no qual se indicaram os participantes deste estudo, coletores do caju nativo, os quais tinham 18 anos ou mais. Para a normalização da faixa etária, seguiu-se a classificação realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010): jovens (18 a 24 anos); adultos (25 a 59 anos) e idosos (a partir de 60 anos).

Para coleta de dados, utilizou-se observação direta, entrevistas semiestruturadas, turnês guiadas (BERNARD, 2006), registros fotográficos, gravações das entrevistas e anotações no

diário de campo (MALINOWSKI, 1922). As perguntas centraram-se em dados socioeconômicos, culturais e que mitos se contaram durante a prática extrativa. Neste estudo utilizou-se a perspectiva émic, que evidencia o modo como os residentes da localidade percebem, organizam e manejam o seu universo (COSTA-NETO, 2000).

As análises de dados foram qualitativas e quantitativas, através dos resultados obtidos diante da observação e escuta direta, de acordo com as transcrições das entrevistas e registros de campo. Os dados das entrevistas foram tabulados e tratados no programa Microsoft Excel 2010®, com os quais realizaram-se análise de Nível de Fidelidade (FL) e obtiveram-se as percentagens dos dados socioeconômicos dos informantes como sexo, idade, salário, escolaridade, religião e ocupação. Obedecendo aos aspectos éticos, os informantes são tratados no estudo por meio de números, seguido das respectivas idades, sem revelar suas identidades.

Para avaliar o conhecimento dos residentes sobre as entidades sobrenaturais, foi utilizado o Nível de Fidelidade do Informante proposto por Friedman *et al.* (1986). Onde mostra o grau de correspondência entre as respostas dos entrevistados calculado de acordo com a fórmula  $FL = \frac{Ip}{Iu} \times 100\%$  donde: FL= nível de fidelidade; Ip= quantidade de informantes que citaram a entidade sobrenatural; Iu= número total de informantes citados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Dados socioeconômicos**

Foram realizadas entrevistas com 55 residentes (que correspondem a 34 da comunidade Labino e 21 da Barrinha), dos quais 74,5% pertencem ao feminino e 25,5% ao gênero masculino (Tabela 1). Sugere-se que a maior participação das mulheres na colheita de cajuí está ligada ao fato de que as mulheres têm sido tradicionalmente responsáveis por aproveitar ao máximo o hipocarpo e a drupa (noz) para a produção de doces, sucos e outros usos. Este resultado também foi semelhante em relação à maioria das mulheres que extraem a folha de carnaúba (*Copernicia prunifera* H.E.Moore) no estudo de Vieira e Loiola (2014) e em buritizais (*Mauritia flexuosa* L.) (VIEIRA *et al.*, 2016) no Nordeste brasileiro.

O gênero feminino também representa a maioria dos entrevistados em estudos etnobiológicos no Piauí (AGUIAR; BARROS, 2012; SILVA *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2016). No Peru, as mulheres também são responsáveis pelo uso e manejo tradicional das plantas silvestres, árvores e ervas alimentícias (PANCORBO-OLIVEIRA *et al.*, 2020), assim como na Argentina (BARTL, 2019) e Costa Rica (QUESADA-ROJAS; BARRANTES-SANTAMARÍA, 2019). Isto indica que é comum a participação do gênero feminino na coleta

de produtos florestais não madeireiros no Brasil (VIEIRA; LOIOLA, 2014; VIEIRA *et al.*, 2016) e em outros países (QUESADA-ROJAS; BARRANTES-SANTAMARÍA, 2019; PANCORBO-OLIVEIRA *et al.*, 2020). Isto se explica porque é um padrão cultural que as mulheres estão mais envolvidas na coleta do cajuí, visto que se passa de mãe para filha, sendo também um reflexo da segregação de atividades entre os gêneros, enquanto os homens trabalham na lavoura, na construção civil e outras atividades remuneradas, as mulheres ficam em casa cuidando das crianças e coletando recursos vegetais nas proximidades de suas residências. Dessa forma, podem conciliar a criação dos filhos e o cuidado da casa com a obtenção de insumos vegetais. Isto também é resultado das poucas oportunidades de emprego para os coletores de cajuí na costa piauiense.

Em geral, os informantes chave de várias sociedades têm baixo nível de escolaridade (ARAÚJO, 2004; VARO- RODRIGUEZ *et al.*, 2019), isto se verifica nas comunidades estudadas. Em ambas as localidades a maioria tem ensino fundamental incompleto. Este resultado possivelmente está associado com a prática laboral iniciada na infância. Nas localidades a maioria dos informantes (36,4%) tem um salário mínimo (salário em 2019 de R\$ 998,00 no Brasil), 12,8% têm até dois salários mínimos, menos de um salário mínimo representam 34,5%, enquanto 16,3% não têm salário. Os baixos salários também são comuns entre os extrativistas brasileiros, isto pode ser frequente entre os que trabalham com recursos florestais (VIEIRA; LOIOLA, 2014).

Sobre a religião, a maioria são católicos (83,6%), seguidos pelos evangélicos (12,8%) e os praticantes de Umbanda (3,6%). Sem dúvida, a religião pode influenciar as crenças e costumes. Nas comunidades em estudo tem-se observado que não é frequente que os mais jovens acompanhem os adultos, pois estão a estudar ou a utilizar a internet. Muitos jovens abandonam estas crenças e costumes devido à influência da religião evangélica, da educação formal ou porque emigram de seu povoado (OSORIO-LÓPEZ *et al.*, 2017). Decisivamente, a religião determina valores sociais. Desta maneira, a função da religião difere nos diversos indivíduos e nas culturas, cujos ritos e crenças religiosas convivem e se confirmam reciprocamente e são impostas implicitamente (GEERTZ, 2003).

Com respeito à ocupação, a maioria tem pensão ou são aposentados (36,3%), sendo fontes permanente de recursos, seguido pelos artesãos, lavradores, extrativistas e donas de casas (29%), assim como por pescadores e coletoras de diversos tipos de moluscos (marisqueira) (23,9%). A observação destes dados se equipara com a forma do modo de vida de outros grupos humanos que usam plantas nativas, combinando a economia agropastoril com o uso e manejo de espécies do meio (LINHARES; PINHEIRO, 2013; BARTL, 2019; GALLOIS *et al.*, 2020).

**Tabela 1.** Dados socioeconômicos das comunidades Labino e Barrinha-Piauí.

Variáveis	Comunidade Labino/ Ilha Grande- PI (Porcentagem%)	Comunidade Barrinha/ Cajueiro da Praia (Porcentagem %)
<b>Faixa etária</b>		
18 a 24	3 (9%)	1 (4,7%)
25 a 59	18 (53%)	13 (62%)
60 anos ou mais	13 (38%)	7 (33,3%)
<b>Gênero</b>		
Feminino	25 (73,5%)	16 (76%)
Masculino	9 (26,5%)	5 (24%)
<b>Nível de escolaridade</b>		
Sem escolaridade	3 (8%)	4 (19%)
Ensino Fundamental Completo	4 (11%)	
Ensino Fundamental Incompleto	11 (32%)	11(52,3%)
Ensino Médio Completo	8 (23%)	2 (9,5%)
Ensino Médio Incompleto	5 (17%)	1 (4,8%)
Ensino Superior Completo	2 (6%)	1 (4,8%)
Ensino Superior Incompleto	1 (3%)	2 (9,6%)
<b>Renda</b>		
Sem renda	7 (20,8%)	2 (9,5%)
Menos de um salário mínimo	11 (32%)	8 (38%)
um salário mínimo	12 (35,5%)	8 (38%)
De um a dois salários mínimos	4 (11,7%)	3 (14,5)

**Cosmovisão e etnoconservação:** Marques (2001) defende que o ser humano realiza várias conexões com o ambiente em que habita, destas, a conexão Homem/Planta é uma. Nesta relação existem tipos relacionados, a saber: lúdico, médico, místico, econômico, estético, doméstico, erótico e trófico. De acordo com o uso dado pela comunidade, obtido pelos relatos, o cajuí tem uso médico, econômico e trófico direto e indiretamente, respectivamente, utilizado na alimentação humana e animal. Outra relação importante é a conexão Homem/Sobrenatural, também registrada, aqui compreendida por meio de mitos e entidades sobrenaturais, as quais se encontram nas áreas de Restinga do litoral associados ao *Anacardium occidentale* (cajuí).

Quando se perguntou que mitos se difundem na comunidade Labino, segundo o número de citação, a maioria (51,42%, n=18) respondeu conhecer mitos que aprenderam durante a infância, contados quando colhiam cajuís, enquanto que 48,58% (n=17) não conheceu nenhum, no entanto, não houve grande diferença entre as percentagens.

Os interlocutores descrevem os cajuizeiros como elementos intrínsecos de seu modo de vida, presentes desde a infância, visualizada na paisagem local e no odor exalado durante o período de frutificação. Nessa leitura se pode perceber a conexão Homem/Planta (MARQUES, 2001) em recortes identitários entre as memórias descritas nas narrativas e ao mesmo tempo renovando-as (PEREIRA; CARVALHO, 2010). Nestas vivências ocorre o intercâmbio de

informações durante a prática de colher e comer os cajuís, as quais são realizadas de modo coletivo, levando um certo período do dia. Além disso, a memória é importante para entender onde o cajuí é inserido na vida dos entrevistados.

Em incursão dos aspectos da cosmovisão expressa no modo de vida, a dimensão simbólica de *A. occidentale* (cajuí) traduz-se em mitos, trabalho, sociabilidade, ritos e outras particularidades (PEREIRA; CARVALHO, 2010). Esta espécie está presente em ritos na Índia, seja nos ritos funerários no cemitério, ao dar um banho ao morto e ao colocar cinco tipos de frutas secas, incluindo o caju, onde será enterrado o corpo (RAY; PANDEY, 2016). O caju nativo marca também ritos de passagem de grupos indígenas brasileiros, sendo feitas bebidas à base desta espécie (GARCÉS, 2016; PINTO *et al.*, 2019). Os ritos podem ter vários papéis, incluindo a comunicação, status, a passagem do tempo e mudança de uma categoria social para outra, além de serem reguladores simbólicos dos grupos sociais (FORD, 1999; GEERTZ, 2003).

Em Barrinha, apenas 4% (n=4) relatou conhecer algum mito ou entidade sobrenatural. No total, foram mencionadas 10 entidades sobrenaturais, os mitos mais citados foram: Almas (36,7%), Lobisomem (31,8%) e o Assoviador (9%).

As construções míticas das Almas, segundo os relatos (36,7%), indicam que geralmente aparecem aos extrativistas ao meio-dia. Estas representações associadas com o período do fim do dia ou a meia-noite, no folclore podem trazer sentimentos de medo, já que é o momento em que as criaturas sobrenaturais se apoderam dos corpos e dos espíritos (DURAND, 2002). Como se assinalou, os grupos humanos mostram nas suas concepções míticas, atitudes e visões em relação ao mundo e pressupõem formas de resolver os problemas existentes (LÉVI-STRAUSS, 1996).

Para compreender o mito, o que é relevante não é necessariamente a sequência da narração, mas o significado das expressões no contexto social (DURAND, 2004). Neste sentido, os termos "espíritos" e meio-dia permitem a comunicação de cuidado e ao mesmo tempo representam as consequências negativas se quebrar uma ordem, como pode ser verificado nas seguintes informações:

*“Tinha uma alma no cajuzeiro, o cajuzeiro da Ó... Minha mãe contava e agora eu conto”* (Informante 9, 32 anos).

O símbolo da árvore tem várias representações como fertilidade, transformação, longevidade, ciclo biológico, mas aqui provavelmente está associada com o mito eterno

do retorno e do ciclo de vida e, como em qualquer símbolo de ciclo, há um lado claro e um lado escuro (DURAND, 2002). Certos grupos étnicos, como os Kayapó (Posey, 1996) e Kiriri (MOTA, 2007) creem que algumas espécies botânicas são dotadas de espíritos.

Em muitas das cosmovisões do mundo, o símbolo do círculo, presente no tronco das árvores, é considerado sagrado pelos índios Oglala, pois estes acreditam que o círculo foi criado pelo grande espírito (GEERTZ, 2003).

A concepção do tempo também é percebida de maneira cíclica, onde o cosmos tem uma sucessão de ciclos temporais, com fases inferiores do ser humano, estando o espírito em alguma destas fases das esferas do cosmos (subterrânea, terrestre e celeste) (CANO-CONTRERAS, 2009).

Também se entende neste discurso que há uma continuação deste costume de contar mitos nesta região. De acordo com Abbagnano (2000), a transmissão do conhecimento está vinculada ao comportamento humano em relação com o passado, permitindo aos atores sociais seguir escrevendo sua história.

O Lobisomem foi o segundo mito mais citado (31,8%). Este é bem conhecido e de acordo os informantes havia Lobisomem em cajuís com copas densas. Este é o tipo de mito contado pelos adultos para que as crianças (que hoje são catadores de cajuí) evitem visitarem a mata sem acompanhantes, impedindo assim que se percam ou sofram algum perigo. Além do Lobisomem, que pode ser encontrado na mata, Cavignac (2007) descreveu que nesse local habitam espíritos que protegem as caças, desorientam os caçadores, trançam os cabelos dos cavalos, jogam pedras, entre outros. Estes lembram constantemente aos homens os perigos das matas e regiões pouco habitadas (CAVIGNAC, 2007). Em comparação ao estudo de Alves (2014), é perceptível que a lenda do Compadre D'Água, entidade que domina as águas do Rio São Francisco, desempenha a mesma finalidade relatada no presente estudo, pois as mães contam a lenda do Compadre D'Água para conter o desejo dos filhos de chegar perto do rio e, por conseguinte, evitar alguma atribulação.

O Assoviador foi o terceiro mito mais mencionado. Este desperta temor nos coletores, assim como as Almas e o Lobisomem, restringindo o acesso dos extrativistas a certos lugares na mata. Quando os extrativistas estavam coletando cajuí, e ouvia um assovio, ninguém podia responder assoviando também, pois provavelmente era o assoviador. Este último poderia seguir o extrativista e só pararia de assoviar ao amanhecer.

Nesta mesma perspectiva, ao buscar entender o imaginário humano, existem vários exemplos de espécies da biodiversidade que são simbólicas. Na Amazônia são temidas as vocalizações de algumas espécies de aves. Um dos motivos para o temor é a ocorrência de

enfermidades etnopsiquiátricas (MARQUES, 2010). No Nordeste brasileiro, não é desejado ouvir a rasga-mortalha (*Tyto furcata*) por anunciar a morte (SILVA *et al.*, 2017). Assim, os sons do Assoviador e destas aves assinalam medos universais, o de morrer e de enlouquecer, dessa maneira, acredita-se que muitas aves informam falecimentos e prometem desequilíbrios mentais (DURAND, 2002; MARQUES, 2010).

A maioria (85,7%; n=18) dos extrativistas da comunidade Barrinha não tem medo, entretanto na comunidade Labino 50% (n=17) responderam que têm medo das entidades sobrenaturais que podem ser encontradas na mata. Essa ideia pode ser percebida de acordo com os relatos a seguir:

*“Meio-dia tinha medo das almas e elas aparecem”* (Informante 5, 29 anos).

*“No gameleiro ficavam as almas”* (Informante 22, 56 anos).

Cada cultura possui concepções sobre o sagrado e o proibido. As ações, ideias, categorias sociais e instituições são sistemáticas, e são classificadas como puras ou impuras para que a estruturação social permaneça (DOUGLAS, 1966). Assim, o sagrado e profano constituem-se dois modos de existência humana. O primeiro termo se relaciona, em geral, ao divino e são praticadas ações de proteção (DOUGLAS, 1966; ELIADE, 2001). Em comunidades tradicionais, o sagrado, o proibido e o profano são muito fortes e influenciam modos de vida e práticas sociais dos moradores. Assim, dentro das comunidades existem lugares ou espaços na mata que não são visitados, a exemplo, do “cajuizeiro da Ó” por ser tido como assombrado ou amaldiçoado.

A ideia de proibido e sagrado foi referida no estudo com os Kayapó, assim as tribos mais antigas ou abandonadas na mata não podiam ser frequentadas pelos índios, por haver sido ocupadas por entidades divinas (POSEY, 1996). De acordo com este autor existia o medo aos espíritos, ao ponto que somente poucos índios, os pajés e grupos especiais de caça, tinham acesso a esses ambientes, e os faziam por lidar com seres sobrenaturais (POSEY, 1996); como consequência do cumprimento das normas, a vegetação era mais desenvolvida e conservada.

A coleta dos cajuizeiros, assim como de outros recursos naturais, é marcada por uma relação de respeito, gratidão, medo e cumplicidade como a natureza, isto pode proporcionar conservação ambiental das localidades nas quais as populações tradicionais habitam (PEREIRA; DIEGUES, 2010), uma vez que, as castanhas dos cajuís que não são coletadas nos lugares onde vivem as “almas”, germinam e originam a um número maior de cajuizeiros, já que são espaços pouco frequentados.

Apenas 3,6% dos informantes acreditam em entidades que possuem um papel atuante especificamente na conservação dos cajuís e de outras espécies, tais como o Curupira, também denominado Caipora, e Oxóssi. O Caipora é tido como entidade protetora dos manguezais no estudo de cosmovisão e etnoconservação de Magalhães, Costa Neto e Schiavetti (2014) na Bahia. O primeiro está associado com o elo homem e meio ambiente, sendo contado em narrativas como ser protetor da natureza e reforçam o cuidado com as matas por meio de ações corretas, como não desmatar, ou seja, evidenciam normas, para não lesar o meio ambiente (FREITAS *et al.*, 2018). Com relação a Oxóssi, este é um dos orixás africanos que tira seu sustento das florestas (LINARES *et al.*, 2012).

Outros mitos de diversas culturas também protegem os animais silvestres, as caças e os povos da floresta, por exemplo, a Grande Mãe da Criação Africana, simbolizadas pelas árvores, a terra e a pedra, que representam sua origem e poder, o Obatalá, deus criador, considerado misericordioso e protetor (FORD, 1999). Em áreas do Mediterrâneo, Artemis determina regras rígidas, é protetora da fronteira entre o selvagem e o não selvagem, conhece e permite o acesso entre esses espaços (FREITAS, 2005); enquanto no México, espíritos guardiões defendem a vegetação nativa e as montanhas (OSORIO-LÓPEZ *et al.*, 2017).

As representações míticas trazem valores importantes para as sociedades por meio de suas narrativas ricas em simbolismo (DURAND, 2004) e evidenciam lógicas culturais que ordenam o mundo social e natural em diversas culturas. Na concepção de mito, ordem e significado são seus elementos chave. Estes dois aspectos se confundem em si, pois na nossa concepção de mundo existe uma ordem, ou seja, normas, que é uma necessidade básica da mente humana (LÉVI-STRAUSS, 1978). Além disso, a cosmovisão estabelece o cumprimento de valores que sustentam a ordem em sociedade. De modo que, a ruptura de uma ordem social gera uma ação considerada coletivamente inadequada e conseqüentemente refletida na vida social e no cosmos (CANO-CONTRERAS, 2009).

Como exemplo para compreender a ideia de regras ou preceitos, cita-se o extrativismo em buritizais (*Mauritia flexuosa* L.) em Tutóia, no Maranhão, onde a presença de guardiões de buritizais, que eram os antigos donos, influenciava nas práticas de coleta, no sentido de que o extrator tinha que coletar de maneira adequada, sem prejudicar a planta, favorecendo a conservação desse recurso vegetal. Quando o extrativista coletava em excesso, seria acometido por alguma doença ou óbito pelo mal causado ao ambiente (VIEIRA *et al.*, 2016). Outros estudos também associam a cosmovisão à etnoconservação em diferentes sociedades no mundo (CARVALHO; MARTINS, 2014; MAGALHÃES; COSTA NETO; SCHIAVETTI, 2014;

DIAGO; VILLAMAR, 2015; OSORIO-LÓPEZ *et al.*, 2017; JACINTO; BARROS, 2019; SILVA *et al.*, 2019).

Em relação ao Nível de Fidelidade, este revelou valores mais altos entre os informantes que acreditam no eclipse lunar (36,3), seguido do mito das Almas (24,2) e Lobisomem (21,2). O único elemento sobrenatural identificado como nocivo para os cajuís foi o eclipse da lua, com 12 (21,8%) citações em ambas as comunidades (Tabla 2).

Segundo os entrevistados, o eclipse lunar promove a queima do hipocarpo, dos frutos e deixa as flores secas, diminuindo a produção dos cajuzeiros (Figura 2 e 3). Assim, os informantes para “despertar” os cajuzeiros e estes não serem prejudicados pelo eclipse, eles batem (fazem barulho) nas panelas para que estes frutifiquem. O eclipse também foi registrado no estudo cosmológico de Vieira *et al.* (2016) como elemento danoso aos buritizais. Os chineses acreditavam que os eclipses solares eram ocasionados quando um dragão invisível engolia o Sol e para afastá-lo, era necessário fazer fragor (BERNARDINO, 2020).

**Tabela 2.** Principais entidades sobrenaturais associadas às coletas de *Anacardium occidentale* L. (cajuís), conforme relatos dos entrevistados do Labino e Barrinha-Piauí. FL= Nível de Fidelidade.

Nome da entidade	Descrição	Ação causada	Citação local	FL
Eclipse	No eclipse, a lua fica vermelha, troveja e queima a castanha.	Danifica as flores, hipocarpo e frutos, deixando-os preto, e impede que estes se desenvolvam.	“Queimou muito por causa do eclipse, não cresce o cajuí, fica tudo rachadinho e a castanha queima” (Informante 2, 74 anos).	36,3
Almas	Aparições de almas de pessoas já falecidas. Estas também denominadas visagens surgem meio-dia debaixo de uma árvore.	Causava medo de ir na mata, também não deixava quem era ambicioso pegar cajuí meio-dia.	“Meio dia tinha medo das almas e elas aparecem” (Informante 5, 29 anos).	24,2
Lobisomem	É um homem com aspecto de lobo que uiva nas noites de lua cheia. Ele come cachorro.	Gerava medo ao ir pegar cajuí quando criança.	“Anteontem apareceu aqui o Lobisomem... Ele come cachorro novo” (Informante 14, 54 anos).	21,2
Assoviador	Homem vestido de branco e com um chapéu branco na cabeça, que anda vagando assoviando.	Não se pode assoviar, caso contrário, este seguirá a pessoa e só parará de assoviar ao amanhecer. Algumas pessoas ficam malucas ou ficam doentes.	“Se tivesse ajuntando cajuí, ninguém podia responder, se respondesse, ele aparecia perto” (Informante 25, 38 anos).	6,06
Boi preto	Boi preto que possui olhos de fogo.	Causava medo de ir na mata sozinho quando criança.	“O boi preto com olhos do fogo, eu tinha medo” (Informante 7, 30 anos).	3,03
Carne Assada	É um homem que assava carne e perguntava se a carne estava assada.	Causava medo de ir à mata sozinho quando criança.	“Carne assada: é um homem que assava carne e perguntava se a carne estava assada. Tinha medo e não ia pega cajuí” (Informante 6, 35 anos).	3,03
Curupira/Caipora	Ser que apresenta pés invertidos para trás.	Fazem as pessoas se perderem e protegem a mata	“Curupira, eram sete mulheres tudo com medo” (Informante 3, 19 anos).	3,03
Gritador	O gritador é um homem que anda com um cadáver no ombro.	Causava temor ao ir pegar cajuí na mata.	“O gritador anda com um cadáver no ombro e se ele gritar e você responder, ele joga o cadáver no chão e só sai quando você ajudar colocar o cadáver no ombro dele” Informante 6, 35 anos)	3,03
Morro Gemedor	O morro do gemedor fica perto da comunidade e o morro geme, principalmente em cada pisada o morro dá uma gemida.	Ocasionava temor ao ir pegar cajuí perto desse morro.	“Uma índia se matou e o morro geme, cada pisada o morro dá uma gemida” (Informante 8, 27 anos).	3,03
Oxóssi	Ele usa arco e flecha, é verde e fica em posição de guarda.	Ele aparece diante dos predadores e os afasta.	“Ele é o deus da mata, é um dos orixás” (Informante 58, 44 anos).	3,03

**Figura 2.** Flores e hipocarpo de *Anacardium occidentale* L. tidos como danificados pelo eclipse lunar na comunidade Labino, Parnaíba, Piauí. Foto: Juliana Farias.



O eclipse sempre despertou o interesse do ser humano, os primeiros registros explicativos sobre este fenômeno o relatam como representação social de um acontecimento celeste que enviava mensagem aos homens, causando medo e apreensão. Assim, os eclipses tinham vários significados de acordo com os grupos sociais (BERNARDINO, 2020). O eclipse solar e lunar trazia consigo temor. O primeiro, está associado à dependência da luz e do calor do sol para agricultura, enquanto o eclipse lunar, cuja cor vermelha, assemelhando-se a cor do sangue, era entendido como indício de guerra (REIS; GARCIA; BALDESSAR, 2012).

Portanto, o uso dos recursos naturais está diretamente vinculado aos mitos e ritos (LÉVI-STRAUSS, 1989), assim como ocorre na coleta do cajuí. A relação cultural dos entrevistados com os cajuís e sua dependência é responsável pelo afeto local, ocasionando atitudes etnoconservacionistas, as quais devem ser levadas em conta em investigações de manejo e conservação de recursos naturais.

Assim, a cosmovisão é um sistema conceitual complexo encontrado em todos os grupos sociais que habitam o planeta, determinando as diversas relações entre ser humano e a natureza que a rodeia (CANO-CONTRERA, 2009). Junto a isso, evidencia os valores que os grupos humanos têm e a ordem geral de existência em que esse povo se encontra, sendo praticados por meio de ritos e crenças, os quais são modos de sua expressão (GEERTZ, 2003).

## Conclusão

Os resultados revelaram que a coleta do cajuí está vinculada ao modo de vida e cultura dos moradores da região do Delta do Parnaíba. Dentre os mitos difundidos se destacam as Almas, Lobisomem e o Assoviador, que estabelecem relações de cuidados parentais.

Além de cuidados filiais, também há aspectos míticos que contribuem para a conservação ambiental, como o medo de ir em certos lugares na mata, permite a perpetuação desta espécie, pois não são coletados todos os frutos. As entidades Caipora e Oxóssi contribuem na etnoconservação ao proteger as matas de danos ambientais.

Portanto, as representações míticas revelam lógicas culturais que ordenam o mundo social e natural nas duas comunidades. Estas devem ser valorizadas para manter vivos os elementos filosóficos dos moradores, fruto de uma trajetória que está sujeita a mudanças sociais e culturais dessa região. A transmissão oral dos mitos associadas a coleta de cajuí permite que os coletores continuem escrevendo sua história.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí - FAPEPI, pela concessão da bolsa. A todos os moradores da comunidade Labino e Barrinha no estado do Piauí pela acolhida e disponibilidade em participar deste estudo.

## Referências

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. Martins Fontes, São Paulo, p. 305-306, 2000.
- AGUIAR, L. C. G. G.; BARROS, R. F. M. Plantas medicinais cultivadas em quintais de comunidades rurais no domínio do cerrado piauiense (Município de Demerval Lobão, Piauí, Brasil). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 03, p. 419-43, 2012.
- ALIYO, O. M.; J. A. AWOPETU. Multivariate analysis of cashew (*Anacardium occidentale* L.) Germplasm in Nigeria. **Silvae Genetica**, v. 56, p. 3-4, 2007.
- ALVES, C. S. S. 2014. A identidade cultural do homem ribeirinho através da análise dos seus mitos e lendas. **Revista com Sertões**, v. 12, n. 01, p. 1-13, 2014.
- ANDRADE, I. M.; NASCIMENTO, J. D. O.; SOUSA, M. V.; MAYO, S. J. A morphometric study of the restinga ecotype of *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae): wild coastal cashew populations from Piauí, northeast Brazil. **Feddes Repertorium**, v. 130, n. 02, p. 89-116, 2019.
- ARAÚJO, A. M. **Medicina rústica**. Martins Fontes, São Paulo. 2004. 380p.

BARBOSA, A. R. 2007. **Os humanos e os répteis da mata: uma abordagem etnoecológica de São José da Mata - Paraíba.** 2007. 123 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

BARTL, B. 'La yaquispala': prácticas locales, memoria y conservación. **Boletín de la Sociedad Argentina Botánica**, v. 54, n. 03, p. 451-471, 2019.

BAYLEY, K. D. **Methods of social research.** 2. ed. Free Press, New York. 1982. 578p.

BELTRÁN-RODRÍGUEZ, L. A.; MARTÍNEZ-RIVERA, B.; MAYA, A. P. Etnoecología de la Flor de Catarina - *Laelia Autumnalis* (La Llave & Lex.) Lindl.) - (Orchidaceae) en una comunidad campesina al Sur del Estado de Morelos, México: conservando un recurso y preservando saberes populares. **Etnobiología**, v. 10, n. 01 p. 12-26, 2012.

BERNARD, H. R. **Research methods in cultural anthropology.** Sage Publ. CA, Newbury Park, 2006. 803p.

BERNARDINO, J. W. S. Eclipses: desvelando seus conceitos e mecanismos para o avanço da ciência. **Holos**, v. 36, n. 01, p. 1-17, 2020.

BIDOU, P. Naturedumythe. In: BONTE, P.; IZARD, M. (orgs.). **Dictionnaire de l'ethnologie et de l'anthropologie.** Puf, Paris. 1991. 762p.

BLANCAS, J.; CASAS, A.; RANGEL-LANDA, R. MORENO-CALLES, A.; TORRES, I.; PÉREZ-NEGRO, E. SOLÍS, L.; DELGADO-LEMUS, A.; PARRA, F.; ARELLANES, Y; CABALLERO, J. CORTÉS, L.; LIRA, R.; DÁVILA, P. Plant Management in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. **Economic Botany**, v. 64, n. 04, p. 287-302, 2010.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 05, p. 1-16, 2020.

CANO-CONTRERAS, E. J. El papel de la cosmovisión en el conocimiento etnozoológico. In: COSTA NETO, E. M.; SANTOS FITA, D.; VARGAS CLAVIJO, M. (coords.). **Manual de Etnozoolología. Una guía teórico-práctica para investigar la interconexión del ser humano con los animales.** Tundra Ediciones, Valencia, p. 54-66, 2009.

ARVALHO, R. M. A.; MARTINS, C. F. “É uma abelha sagrada”: dimensão simbólica da criação de abelhas sem ferrão em comunidades quilombolas da zona da mata sul paraibana. **Gaia Scientia.** Volume Especial Populações Tradicionais: 15-27, 2004.

CAVIGNAC, J. A. Mito e memória na construção de uma identidade local. **Revista do Instituto de Letras da UFRGS**, v. 21, n. 42, p.1-8, 2007.

COOMBS, D. La Cosmovisión Quechua. In: Coombs, D. **Una mirada al mundo Quechua- Aspectos culturales de comunidades quechuahablantes.** Editora de la Serie: Mary Ruth Wise, p.163-168, 2011.

COSTA NETO, E. M. Conhecimento e usos tradicionais de recursos faunísticos por uma comunidade afro-brasileira. Resultados preliminares. **Interciencia**, v. 25, n. 09, p. 423-431, 2000.

CRESPO, M. F. V.; SOUZA, L. I. **Cajuí: boas práticas e manejo sustentável**. Parnaíba: Sieart. 2014. 27p.

CUNHA, M. C. **Cultura com aspas**. Cosac Naify, São Paulo. 2009. 432p.

DIAGO, O. L. S.; VILLAMAR, A. A. Cosmovisiones y naturalezas entre culturas indígenas de Colombia. **Etnobiología**, v.13, n. 02, p. 5-20, 2015.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: NUPAUB - Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras – USP/Hucitec. 2008. 200p.

DOUGLAS, M. **Pureza e Perigo. “Ensaio sobre as noções de Poluição e Tabu”**. Edições 70 (Coleção Perspectivas do Homem, n.º 39), s.d. (trad. por Sônia Pereira da Silva), Lisboa, p. 19-54, 1966.

DURAND, G. **As estruturas antropológicas do imaginário**. 3ed. Martins Fontes, São Paulo. 2002. 128p.

DURAND, G. O retorno do mito: introdução à mitodologia. Mitos e sociedades. **Revista Famecos**, v. 11, n. 23, p. 07-22, 2004.

ELIADE, M. 2001. **O sagrado e o profano**. Martins Fontes, São Paulo. 109p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed., Ministério da Agricultura e do Abastecimento Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FORD, C. W. **O herói com rosto africano: Mitos da África**. Selo Negro. 1999. 307p.

FREITAS, A. C.; CARDOSO, I. S.; JOÃO, M. C. A.; KRIEGLER, J. N.; PINHEIRO, M. A. A. 2018. Lendas, misticismo e credices populares sobre manguezais. *In*: PINHEIRO, M. A. A.; TALAMONI, A. C. B. (orgs.). **Educação Ambiental sobre Manguezais**. Instituto de Biociências, Campus del Litoral Paulista, São Vicente: UNESP, Pp. 144-165. Disponível em: [http://www.crusta.com.br/biblio/04.Cap%C3%ADtulos/24educacao\\_ambiental\\_manguezais\\_cap05\\_lendas\\_misticismo.pdf](http://www.crusta.com.br/biblio/04.Cap%C3%ADtulos/24educacao_ambiental_manguezais_cap05_lendas_misticismo.pdf). Acesso em: 31 jul. 2019.

FREITAS, L. V. Grupos vivenciais sob uma perspectiva junguiana. **Psicologia USP**, v. 16, n. 03, p. 45-69, 2005. [doi.org/10.1590/S0103-65642005000200004](https://doi.org/10.1590/S0103-65642005000200004)

FRIEDMAN, J.; YANIV, Z.; DAFNI, A.; PALEWITH, D. A preliminary classification of the healing potencial of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among bedouins in the Negev desert, Israel. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 16, p. 275-287, 1986.

GALLOIS, S.; HEGER, T.; ANDEL, T. V.; SONKÉ, B.; HENRY, A. G. From Bush Mangoes to Bouillon Cubes: Wild Plants and Diet among the Baka, Forager-Horticulturalists from Southeast Cameroon. **Economic Botany**, v. 74, n. 01, p. 46-58, 2020.

GARCÉS, C. L. O mundo da horticultura Ka’apor: práticas, representações e as suas transformações. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 11, n. 01, p. 133-158, 2016. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1981.81222016000100008>.

GEERTZ, C. **La interpretación de las culturas**. Editorial GEDISA, Barcelona, España. p.118-130, 2003.

GUARIM NETO, G. O saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. **Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental**, 17: 71-89, 2006.

GUTIÉRREZ, K. V.; SIERRA, J. J. Etnobotánica del género Cucurbita em dos localidades Mixtecas de Oaxaca, México. **Etnobiología**, v. 07, n. 01, 63-85, 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Instituto Brasileiro de Censo Demográfico – 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/> . Acesso em: 12 jul. 2020.

IBGE. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/araioses/panorama>. Acesso 16 jun. 2020.

IBGE. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/parnaiba/panorama>. Acesso em: 16 jun. 2020.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Instituto Brasileiro de Censo Demográfico – 2010. *In*: CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. Informações Municipais. Disponível em: <http://www.cepro.gov.br/>. Acesso em: 10 dez. 2019.

JACINTO, F. O.; BARROS, F. B. Sorte, dinheiro, amor...: o que os ‘animais’ da Amazônia podem fazer por nós, ‘humanos’? **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 14, n. 03, p. 943-962, 2019. doi.org/10.1590/1981.81222019000300013.

LÉVI-STRAUSS, C. 1978. **Mito e significado**. Tradução de Antônio Marques Bessa. [S. l.]: Virtual Books, Pp. 16-19. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/167562/mod\\_resource/content/1/Claude%20L%C3%A9vi-Strauss%20-%20Mito%20e%20Significado.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/167562/mod_resource/content/1/Claude%20L%C3%A9vi-Strauss%20-%20Mito%20e%20Significado.pdf) Acesso em: 20 mai. 2019.

LÉVI-STRAUSS, C. **O pensamento selvagem**. 12a ed. Papyrus, Campinas. 1989. 336p.

LÉVI-STRAUSS, C. **Antropologia estrutural dois**. 5a ed. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro. 1996. 430p.

LIMA, M. G.; SALVIANO, A. A. C.; SANTANA, F. F.; FEITOSA, R. M. R. Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em relação com os programas nacionais. *Parcerias Estratégicas*, v. 22, n. 44, p. 155-180, 2017. Disponível em: [http://www.semar.pi.gov.br/download/201802/SM07\\_eff03067db.pdf](http://www.semar.pi.gov.br/download/201802/SM07_eff03067db.pdf). Acesso em: 18 mar. 2020.

LINARES, R. A.; TRINDADE, D. F.; COSTA, W. V. **Iniciação à Umbanda**. Madras, São Paulo. 2012. 224p.

LINHARES, J. F. P.; PINHEIRO, C. U. B. Caracterização do sistema de extração de látex de janaúba (*Himatanthus* Willd. ex Schult. - Apocynaceae), no Município de Alcântara, Estado do Maranhão, Brasil. **Revista Pan-Amazônica Saúde**, v. 04, n. 01, p. 23-31, 2013.

MAGALHÃES, H. F.; COSTA NETO, E. M.; SCHIAVETTI, A. “Cosmovisão e etnoconservação nos manguezais do município de Conde, litoral norte do estado da Bahia, Brasil”. **Etnobiología**, v. 12, n. 01, p. 23-29, 2014.

MALINOWSKI, B. **Argonautas do Pacífico Ocidental**. Abril Cultura, São Paulo. 1976 [1922]. 672p.

MARQUES, J. G. **Pescando pescadores: ciência e etnociência em uma perspectiva ecológica**. 2a. ed. São Paulo: NUPAUB, 2001. 258p.

MARQUES, J. G. W. “Pássaro” é bom para se pensar: simbolismo ascensional em uma etnoecologia do imaginário. **Incelências Revista do Núcleo de Programas Pesquisas**, v. 01, p. 06-27, 2010.

MARQUES, J. G. W. Etnoictiologia: pescando pescadores nas águas da transdisciplinaridade. **Revista Ouricuri**, v. 02, p. 9-36, 2012.

MAUÉS, M. H. O perspectivismo indígena é somente indígena? Cosmologia, religião, medicina e populações rurais na Amazônia. **Mediações-Revista de Ciências Sociais**, v. 17, n. 1, p. 33-61, 2012.

Ministério de Minas e Energia - MME. 2006. **Mapa Geológico do Estado do Piauí**. Brasília - DF. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/2923/1/mapa\\_piaui.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/2923/1/mapa_piaui.pdf). Acesso em: 16 abr. 2020.

MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 42, p.1-76, 1987. 58p.

MOTA, C. N. **Os filhos da jurema na floresta dos espelhos: ritual e cura entre dois grupos indígenas no Nordeste brasileiro**. 2007. 161p.

OSORIO-LÓPEZ, D.; MÉNDEZ, R. M.; SANTOS-FITA, D.; BEUTELSPACHER, D. A. N; GÓMEZ, L. H. Cacería y cosmovisión en una comunidad ayuuk en San José El Paraíso, Oaxaca, México. **Etnobiología**, v.15, n. 03, p. 54-66, 2017.

PANCORBO-OLIVERA, M.; RONDINEL, F. A. P.; GUEVARA, J. J. T.; FERNÁNDEZ, A. C. Los otros alimentos: plantas comestibles silvestres y arvenses en dos comunidades campesinas de los andes centrales del Perú. **Etnobiología**, v.18, n. 01, p. 8-36, 2020.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Undated world map of the Köppen-Geiser climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PEREIRA, B. E.; DIEGUES, A. C. 2010. Conhecimento de populações tradicionais como possibilidade de conservação da natureza: uma reflexão sobre a perspectiva da etnoconservação. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 22, p. 37-50, 2010.

PEREIRA, K. C.; MEIRELES, V. J. S.; MEIRELES, M. P. A. Uso medicinal de plantas na comunidade de Recanto do Prato, Inhuma-Piauí. **Espacios**, v. 37, n. 05, p. 1-14, 2016.

PEREIRA, M. C.; CARVALHO, N. M. O tempo do caju: saberes de identidade constitutivos do patrimônio cultural. **Histórica**, v. 01, p. 25-35, 2010.

PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M.; BRANDÃO, L. R. **Geodiversidade do Estado do Piauí**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Recife. 2010. 176p.

PIAUI. SEPLAN. **Planejamento participativo territorial**: participação e desenvolvimento. Gráfica Popular, Teresina, 2007.

PINTO, A. L. A., SOUSA, F. J. F.; RUFINO, M. S. M. Conhecimento etnobotânico dos Tremembé da Barra do Mundaú sobre as frutas da sociobiodiversidade. **Interações**, v. 20, n. 01, p. 327-339, 2019.

POSEY, D. A. Interpreting and applying the “reality” of indigenous concepts: what is necessary to learn from the natives? *In*: REDFORD, K. H.; PADOCH, C. (eds.). **Conservation in Neotropical Forests: working from traditional resource use**. Columbia University Press, Irvington, New York, p. 21-34, 1996.

QUESADA-ROJAS, P.; BARRANTES-SANTAMARÍA, W. Caracterización *in situ* del ackee (*Blighia sapida*) y su potencial comercial en Costa Rica. **Agronomía Mesoamericana**, v. 30, n. 03, p. 885-898, 2019.

RAY, A.; PANDEY, D. N. Man and forest interface and the world view: tribal people in Pachmarhi Biosphere Reserve zone, **International Journal of Cross-Cultural Studies**, v. 2, n. 02, p. 79-110, 2016.

REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D.; BALDESSAR, P. S. Métodos de projeção para observação segura de eclipses solares. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 01, p. 81-113, 2012.

RUFINO, M. S. M.; CORRÊA, M. P. F.; ALVES, R. M.; BARROS, L. M.; LEITE, L. A. S.; SANTOS, F. J. S. Utilização atual do cajuí nativo da vegetação litorânea do Piauí, Brasil. **Proceeding Interamerican Society Tropical Horticultural**, v. 52, p.147-149, 2008.

SANTOS, J. O.; MAYO, S. J.; BITTENCOURT, C. B.; ANDRADE, I. M. Genetic diversity in wild populations of the restinga ecotype of the cashew (*Anacardium occidentale*) in coastal Piauí, Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 305, p. 913-924, 2019.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA-JUNIOR, E. B.; SOARES, C. J. R. S.; ZICKEL, C. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil, **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 218-227, 2010.

SANTOS-FILHO, F. S.; MESQUITA, T. K. S.; ALMEIDA JR, E. B.; ZICKEL, C. S. A flora de Cajueiro da Praia: uma área de Tabuleiros do litoral do Piauí, Brasil. **Revista Equador**, v. 05, p. 21-35, 2016.

SILVA, A. B.; LOPES, J. B.; FIGUEIREDO, L. S.; BARROS, R. F. M.; SOUTO, W. M. S.; ALENCAR, N. L.; LOPES, C. G. R. Water spirits within the fishing management in Northeast Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 15, n. 70, p.1-9, 2019.

SILVA, C.; SILVA, T. L.; WHITE, B. L. A. WHITE. Aversão à espécies de aves por moradores da zona urbana e rural do município de Itabaiana, Sergipe, Brasil. **Etnobiologia**, v. 15, n. 02, p. 5-15, 2017.

SILVA, M. P.; BARROS, R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Farmacopeia natural de comunidades rurais no Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 33, p. 193-207, 2015.

SILVA, R. J. B.; OLIVEIRA, A. P. S.; FROES, B.; SILVA, R. L. F. Crenças populares: atribuições místicas e medicinais às plantas na baixada cuiabana. Mato Grosso, Brasil. **Biodiversidade**, v. 17, n. 01, p. 61-79, 2018.

SMITH, T. P. La coca y el cerro: observaciones sobre la cosmovisión de los quechuas de Panao. In: Coombs. D. **Una mirada al mundo quechua-Aspectos culturales de comunidades quechuahablantes**. Editora de la Serie: Mary Ruth Wise, Lima, Perú, p. 217-252, 2011.

THEVET, A. **Singularidades da França Antártica a que outros chamam de América**. (Reissue, 1944). 1ª ed. brasileira. Prefácio, tradução e notas de Estevão Pinto. São Paulo/Rio de Janeiro/Recife/Salvador/: Companhia Editora Nacional (Coleção Brasileira Biblioteca pedagógica brasileira). Pp. 360-364, 1558. Disponível em: <http://www.brasiliana.com.br/obras/singularidades-da-franca-antartica/pagina/364/foto>. Acesso em: 12 jul. 2020.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais**. Tradução de Rosa L. Peralta. São Paulo: Expressão Popular. 2015. 225p.

VARO-RODRÍGUEZ, R. D.; ÁVILA-AKERBERG, V. D.; GHENO-HEREDIA, Y. A. Uso tradicional de la fitodiversidad de los bosques de *Pinus hartwegii* em dos comunidades mexicanas de alta montaña. **Caldasia**, v. 41, n. 02, p. 327-342, 2019.

VIEIRA, I. R.; LOILA, M. I. Percepção ambiental das artesãs que usam as folhas de carnaúba (*Copernicia prunifera* H.E. Moore, Arecaceae) na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 01, p. 63-76, 2014.

VIEIRA, I. R.; OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, K. P. P.; VIEIRA, F. J.; BARROS, R. F. M. Cosmovisión y etnoconservación en morichales (buritizales), estado de Maranhão, Brasil. **Revista Espacios**, v. 37, n. 24, p. 1-7, 2016.

VIEIRA, I. R. **Percepção ambiental, uso, manejo e valoração econômica da palmeira buriti (Mauritia Flexuosa L.f.) na região dos Lençóis Maranhenses, Brasil**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Brasil. 2016.

VIRAPONGSE, A.; BROOKS, S.; METCALF, E. C.; ZEDALIS, M.; GOSZ, J.; KLISKEY, A.; ALESSA, L. A social ecological systems approach for environmental management. **Environmental Management**, v. 178, p. 83-91, 2016.

### 3.2 CAPÍTULO II - MANUSCRITO: “O CAJUZEIRO TRAZ MUITOS BENEFÍCIOS E ATÉ BELEZA”: USO E EXTRATIVISMO DE *Anacardium occidentale* L. (CAJUÍ) EM COMUNIDADES NA APA DO DELTA DO PARNAÍBA, NORDESTE BRASILEIRO

ENVIADO À REVISTA DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

**ABSTRACT:** Natural populations of cajuí (*Anacardium occidentale* L.) are ecologically and socioeconomically important for many people in Northeastern Brazil. This study focuses on the use and management of wild cashew in the communities Canárias in Maranhão and Labino and Barrinha in Piauí. Semi-structured forms were applied to 88 participants. The Use Diversity (UD<sub>s</sub>) and Plant Part Value (PPV) indices were calculated and a multivariate linear regression analysis was performed. The majority (73%) of the interviewees were women. Cajuí was mainly used for food (UD<sub>s</sub>: 0.87), forage (0.08), medicinal preparations (0.03) and fuel (0.02). The hypocarp had the higher PPV (0.76). Cajuí fruits are collected in groups, in the forest (50%), during the harvest season (July to October). Cajuí has great socioeconomic importance for the communities studied and allow the continuity of the cultural identity associated with sociobiodiversity.

**Keywords:** Ethnobiology, local knowledge, use of natural resources.

**RESUMO:** Os cajuzeiros (*Anacardium occidentale* L.) têm importância ecológica e socioeconômica para várias comunidades do Nordeste brasileiro. Assim, objetivou-se conhecer os usos e o manejo do cajuí nas comunidades Canárias, do Maranhão, Labino e Barrinha no Piauí. Foram empregados formulários semiestruturados a 88 informantes para a obtenção dos dados, e analisados os índices, valor de diversidade de uso (UD<sub>s</sub>), valor para a parte da planta (PPV) e análise de regressão linear multivariada. A maioria (73%) dos entrevistados é de mulheres. Os cajuís são empregados principalmente como alimentício (UD<sub>s</sub>: 0,87), forrageiro (0,08), medicinal (0,03) e combustível (0,02). O hipocarpo tem maior diversidade de uso (PPV: 0,76). A obtenção dos cajuís para utilização ocorre em grupo, na mata (50%) e são coletados manualmente durante o período de safra (segundo semestre do ano, julho a outubro). Portanto, o cajuzeiro tem grande importância socioeconômica para as comunidades estudadas e permitem a continuidade da identidade cultural associada à sociobiodiversidade.

**Palavras-chave:** Etnobiologia, saber local, uso de recursos naturais.

## INTRODUÇÃO

A disponibilidade dos recursos genéticos vegetais dá sustentação à segurança alimentar e econômica (CORANDIN; CAMILLO; PAREYN, 2018) e desempenham serviços ecossistêmicos. O Brasil tem uma flora diversificada, são reconhecidas 50000 espécies para a flora brasileira (nativas, cultivadas e naturalizadas), das quais 35557 são Angiospermas (FLORA DO BRASIL 2020, 2022) com 32086 nativas (THE BRAZIL FLORA GROUP, 2015), das quais muitas fazem parte da dieta alimentar humana, por fornecem frutos doces,

adquiridos pelo extrativismo e como recursos alternativos de subsistência para comunidades locais, contribuindo com a economia, tanto local como regional (NESBITT *et al.*, 2010).

A Região Nordeste tem uma característica intrínseca ao seu modo de vida, o emprego de alimentos tradicionais oriundo de plantas nativas (CORANDIN; CAMILLO; PAREYN, 2018), atributo de dietas sustentáveis, àquelas que empregam frutos locais (JACOB; ALBUQUERQUE, 2020). Nesta perspectiva de utilização de plantas alimentícias na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, destaca-se o extrativismo de cajuí (*Anacardium occidentale*) e de outras plantas frutíferas (ANDRADE *et al.*, 2012; SOUZA; CRESPO, 2015). O cajuí contribui para a renda familiar, não somente como fonte de alimentos, mas também por ser fonte de combustível, e, faz parte da cultura dos nativos das restingas nordestinas. Estima-se que 80% das castanhas comercializadas do litoral piauiense sejam oriundas de cajuzeiros (RUFINO *et al.*, 2008).

A qualidade e potencial de uso do cajuí *in natura* para o consumo e uso industrial em Parnaíba e Ilha Grande no Piauí se revelam em altos teores de açúcar, baixo de fenólicos e maior firmeza do cajuí, comparado ao caju cultivado, o que contribui para maior resistência na pós-colheita (RUFINO *et al.*, 2007). Mesmo assim, o cajuí tem pouca participação na economia nacional devido ao reduzido tamanho do hipocarpo que o faz desfavorável para a indústria comercial do caju.

O nome vernacular "cajuí" é usado para diversas formas naturais de *A. occidentale* no Brasil e até para outras espécies de *Anacardium* (ANDRADE *et al.*, 2019). O cajuí nativo na vegetação de restinga da região litorânea dos estados de Piauí, Maranhão e Ceará é reconhecido como o ecótipo da restinga de *A. occidentale* por Mitchell e Mori (1987), Andrade *et al.* (2019) e Santos *et al.* (2019) e apresenta importância tanto ecológica (por fixar dunas móveis) como socioeconômica para os moradores locais. As plantas se caracterizam por serem árvores baixas de copas muito largas, resistentes ao enterramento por dunas móveis, frequentemente com o tronco muito curto e os principais ramos próximos ao chão, com folhas subcoriáceas, limbo de 14 a 20 cm de comprimento, flores dispostas em panículas, e o fruto do tipo drupa que normalmente não ultrapassa 3 gramas e tem hipocarpo ácido, de coloração que varia do amarelo-claro ao vermelho (MITCHELL; MORI, 1987; RUFINO *et al.*, 2007).

A restinga do litoral piauiense e maranhense é uma vegetação frágil e tem sofrido muitas alterações antrópicas (CAVALCANTI; CAMARGO, 2002; SANTOS-FILHO *et al.*, 2010; ARAÚJO; SILVA; ALMEIDA JR. 2016). Nessa fitofisionomia, os cajuzeiros encontrados têm sido submetidos a danos ambientais, o que são semelhantes aos que são descritos na literatura para toda a zona costeira nordestina, como as queimadas, a retirada da vegetação para cultivos

agrícolas, urbanização, uso do solo pela construção civil, ocupação desordenada e especulação imobiliária (CAVALCANTI; CAMARGO, 2002; DIAS; SOARES, 2008; ARAÚJO; SILVA; ALMEIDA JR., 2016).

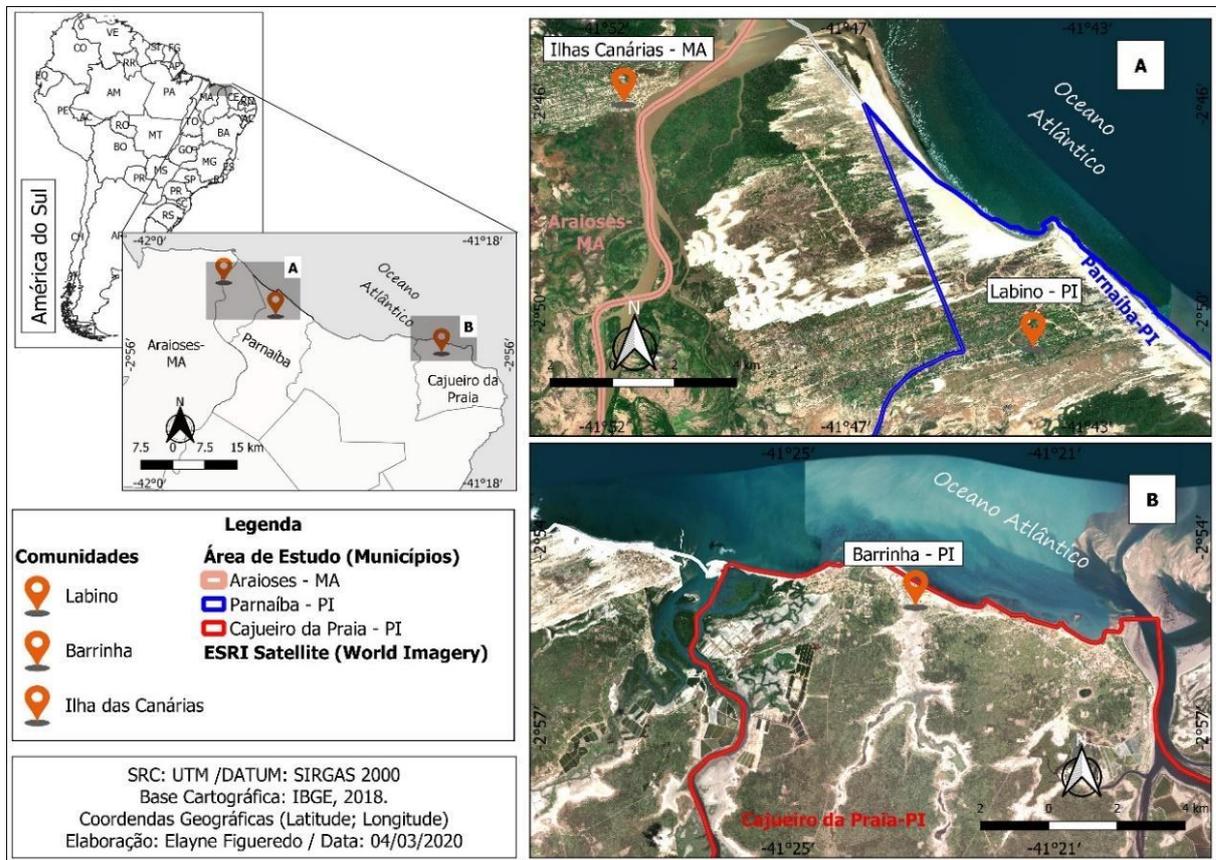
O Piauí oferece um contexto excelente para o desenvolvimento de estudos que trata das interações entre pessoas e plantas, sob uma perspectiva mais ampla, utilizando dados bioculturais e naturais (FARIAS *et al.*, 2020). Assim, no sentido de contribuir para melhor compreensão do funcionamento da economia local do cajuí incluindo dados sobre uso e manejo, e de favorecer o delineamento de políticas públicas que resguardem a conservação da restinga e evitem erosão genética de populações nativas de *A. occidentale* (cajuí), objetivou-se conhecer os usos de *A. occidentale* (cajuí) do ecótipo restinga, a forma de coleta e o perfil socioeconômico dos coletores na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

As comunidades estudadas estão situadas no estado do Maranhão e Piauí, no município de Araisos (comunidade Canárias), outra no município de Parnaíba (comunidade Labino) e a terceira em Cajueiro da Praia (comunidade Barrinha) (Figura 1). Esses municípios encontram-se na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do rio Parnaíba, classificada na categoria de unidades de conservação de uso sustentável pelo SNUC (ICMBIO, 2018).

**Figura 1.** Localização das comunidades Labino e Barrinha no Piauí e Canárias no Maranhão, no Delta do Parnaíba, Piauí. A: Comunidades Canárias-Maranhão e Labino-Piauí; B: Barrinha-Piauí.



O clima das áreas estudadas é do tipo Aw / Köppen-Geiger (LIMA *et al.*, 2017), onde há uma estação quente e chuvosa no verão e seca no inverno, com elevado índice de pluviosidade nos meses de janeiro a junho. A geomorfologia é de terrenos de formações recentes de depósitos de areias quartzosas do Quaternário e formação Barreiras do Terciário, situada mais a leste, até os limites com o Ceará (JACOMINE *et al.*, 1986).

A restinga é um dos principais tipos vegetacionais encontradas na região do litoral piauiense e maranhense, que apresenta também grandes áreas de manguezal, várzeas e tabuleiros. A restinga é um mosaico vegetacional desenvolvido sobre substratos arenosos e constituído por formações herbáceas, frutícetos entremeados por árvores, extensos carnaubais e formações florestais (SANTOS-FILHO, 2009). Muitas espécies são também características de outras comunidades vegetais como a Caatinga, Cerrado e Tabuleiros, que se misturam em complexos transicionais típicos de grande parte da região norte do Piauí (SILVA, 2004; SANTOS-FILHO *et al.*, 2010).

O município de Araisos localiza-se no estado do Maranhão, com área de 1.782, 6 km<sup>2</sup> e população de 46.440 habitantes (IBGE, 2020a). O município inclui a comunidade Canárias

(02° 46' 1,544" S e 041° 50' 47,422" W), que se localiza na Ilha das Canárias, a maior comunidade da Reserva Extrativista (RESEX) Marinha do Delta do Parnaíba. Informações coletadas no Posto de Saúde da Família na comunidade notificaram 381 famílias, cujas raízes culturais e de subsistência estão ligadas a pesca e são influenciadas pelo espaço. A economia é fundamentada na pesca artesanal, cata de caranguejo, agricultura familiar como o cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) e criação e comércio de animais a exemplo de coelho (*Sylvilagus* sp), gado bovino (*Bos taurus* L.) e gado ovino (*Ovis aries* L.) (MEIRELES, 2012), incluindo ainda o extrativismo de frutos nativos (ANDRADE *et al.*, 2012). No total participaram das entrevistas 29 pessoas em Canárias-MA.

O município de Parnaíba situa-se no litoral do estado do Piauí, e estima-se que a população seja de 153.078 habitantes, fazendo fronteira setentrional com Ilha Grande (IBGE, 2020b). Devido a sua posição no limite municipal, a comunidade Labino está dividida entre os municípios de Parnaíba e Ilha Grande do Piauí. De acordo com o georreferenciamento usando o GPS (*Global Positioning System*), os entrevistados estão localizados no município de Parnaíba (Labino: 02° 50' 39,981" S e 41° 45' 45,0793" W). Dados cedidos do Posto de Saúde da Família mostram que 90 famílias vivem na localidade, sendo entrevistados 35 pessoas. A economia dessa comunidade é baseada na pesca artesanal, cata de caranguejo e de marisco, extrativismo vegetal, agricultura de subsistência, pecuária, turismo, comércio de bares e restaurantes, hospedarias domiciliares, beneficiamento do cajuí e venda de artesanato feito com insumos da *Copernicia prunifera* H.E. Moore e argila (PIAUI, 2007).

O município de Cajueiro da Praia situa-se também no litoral do estado do Piauí, no extremo leste da APA Delta do Parnaíba, possuindo uma faixa de praia com 4 km de extensão. A população é de 7.163 habitantes, compreendendo uma área de 271,348 km<sup>2</sup> (IBGE, 2020c). O município é habitat natural do peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*), espécie ameaçada de extinção, e nessa área são realizadas atividades de conservação dessa espécie, além de apresentar o “cajueiro-rei”, considerado maior árvore de *Anacardium occidentale* L. do Brasil, com uma copa de grandes dimensões (AMARAL *et al.*, 2017). A comunidade Barrinha (02° 54' 50,097" S e 41° 23' 7,17" W) fica situada próxima ao mar, e as atividades econômicas desenvolvidas pelos moradores são principalmente a pesca, extrativismo de moluscos nos manguezais, artesanato e agricultura de subsistência. Nessa comunidade, de acordo com a pesquisa Direta no Postos de Saúde da Família são 194 famílias das quais 24 pessoas aceitaram participar das entrevistas.

## Coleta e análise dos dados etnobiológicos

Esta pesquisa foi autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Piauí (UFPI) sob o número do Parecer Consubstanciado 2.708.265 e cadastrada no Sistema Nacional de Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) com o código A8B44BB. A licença de coleta foi permitida pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- ICMBio (nº64340-1). Antes do início das entrevistas o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi lido, explicado e assinado pelos moradores conforme exigência da legislação vigente (Conselho Nacional de Saúde, Resolução nº466/2012). Para os entrevistados que não sabiam ler e escrever foi recolhida a digital.

Como metodologia qualitativa, foi utilizada observação direta, entrevistas com auxílio de formulários padronizados semiestruturados (MARTIN, 1995), “turnês guiadas” (BERNARD, 2017), registros fotográficos, gravações das entrevistas quando permitido e anotações no diário de campo (ALBUQUERQUE *et al.*, 2014).

Foram selecionados residentes das comunidades coletores de cajuí com idade igual ou superior a 18 anos por meio da técnica “bola-de-neve”, a qual foi finalizada quando o número de informantes se tornou saturado (BAYLEY, 1982). A padronização das faixas etárias seguiu o IBGE (2010): jovens (18 a 24 anos); adultos (25 a 59 anos) e idosos (a partir de 60 anos). Aceitaram participar das entrevistas: 29 de Araiões, 35 de Labino e 24 em Barrinha, totalizando 88 participantes.

Por meio das entrevistas com auxílio de formulários padronizados semiestruturados foram obtidas informações sobre sexo, idade, renda, escolaridade e profissão. Os dados foram tabulados em planilhas do Excel®.

Os usos citados foram agrupados em categorias (alimentícia, medicinal, forrageira e combustível). Para verificar qual categoria possuía a maior diversidade de finalidades de extração empregou-se a análise de Valor de Diversidade de Uso ( $UD_s = VDU$ ), obtido a partir do número de indicações para uma categoria dividida pelo número total de citações para todas as categorias (SILVA *et al.*, 2014). Para estimar o grau de concisão entre os informantes sobre os órgãos usados da planta, empregou-se o índice Valor para a Parte da Planta ( $PPV = VPP$ ), calculado a partir do número total de citações relatadas para cada parte da planta dividida pelo número total de todas as citações das partes da planta (SILVA *et al.*, 2014).

As diferenças entre os locais quanto ao uso praticado foram examinadas pelo teste ANOVA, precedido de teste Shapiro-Wilk. Foram utilizadas análises de regressão linear

multivariada para verificar se as variáveis independentes (fatores socioeconômicos) estavam correlacionadas ao número de usos conhecidos. Os testes estatísticos foram realizados utilizando o software BioEstat 5.0 (AYRES *et al.*, 2007), sendo  $p < 0,05$  considerado significativo estatisticamente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Caracterização socioeconômica**

Os entrevistados apresentaram faixa etária entre 18 a 85 anos, dos quais a maioria (73%) pertence ao gênero feminino. Esse achado pode ser atribuído ao fato das mulheres serem as responsáveis pelo sustento de suas famílias, pois nas comunidades estudadas as mesmas são chefes de famílias. Este resultado pode estar relacionado a cultura de serem as mulheres responsáveis em atender as necessidades de cuidado da saúde e alimentação de suas famílias. Além disso, na tradição alimentar elas desempenham várias atividades, além daquelas associadas às domésticas, incluindo a produção de alimentos, manejo e plantio de sementes (OLIVEIRA; DALCIN, 2008). A participação de mulheres no extrativismo vegetal também foi relatada em estudos etnobiológicos com extrativistas no Nordeste brasileiro (VIEIRA; LOILA, 2014; SANTOS; SOUZA, 2016; VIEIRA *et al.*, 2016; PAODJUENAS *et al.*, 2019).

O número de entrevistados que não terminaram o ensino básico consiste na maioria dos entrevistados (54%), seguidos de 14% que possuem o ensino médio, 10% não são escolarizados, 9% que têm ensino fundamental completo e 3% com ensino superior completo. Esse resultado pode ser explicado pelas condições socioeconômicas dos moradores, que por isso precisam trabalhar durante a fase escolar para atender às necessidades de suas famílias. A baixa escolaridade é um aspecto observado no âmbito rural brasileiro (ALMEIDA NETO; BARROS; SILVA, 2015; SANTOS; SILVEIRA; GOMES, 2019; CAVALCANTE; BOMFIM, 2020).

A renda familiar, por sua vez, reflete o grau de escolarização dos entrevistados, a maioria deles (41%) tem renda menor que um salário mínimo e 14% não possuem renda. Os demais recebem de um (37%) até dois salários mínimos (8%). A renda considerada foi de R\$ 998,00, referente ao salário mínimo do ano de 2019. É comum a baixa renda entre aqueles que são extrativistas (MEDEIROS; CAMPOS; ALBUQUERQUE, 2018).

De forma geral, todas as atividades produtivas desenvolvidas nas comunidades de Ilha das Canárias, no Maranhão, Barrinha e Cajueiro da Praia no Piauí, dentre elas o extrativismo de cajuí, não garantem fonte regular de recursos. São as fontes de sustento como aposentadoria

(25%) ou programas assistenciais (52%) que garantem um pouco de estabilidade para os moradores nos períodos em que a agricultura, a pesca e o extrativismo passam por adversidades e períodos não lucrativos.

Para complementar os proventos, 61% dos informantes comercializam castanhas, 17% doces e 2% cajuínas e vinhos provenientes do cajuí no período de safra. Apenas 2% vendem castanhas durante o ano todo. Os valores informados pelos entrevistados da comercialização das castanhas *in natura* do cajuí e caju no ano de 2019 variaram de R\$ 1,00 a R\$1,50 o quilo. O preço baixo das castanhas é consequência da baixa lucratividade e produção, ainda reflexo do longo período de seca que ocorreu na região entre os anos de 2012 e 2016 (VIDAL, 2017).

A castanha tem um destaque maior por ser um dos produtos mais vendidos pelas comunidades, a qual poder ser adquirida pelas coletas dos extrativistas durante e após a safra, para este último caso, é encontrada entre ou embaixo de folhas desidratadas no solo. O fruto (drupa) pode ser comercializado com casca, sendo vendido para armazéns no centro de Parnaíba ou de Cajueiro da Praia, ou ainda só a amêndoa da castanha pode ser vendida, a qual é retirada do fruto assado no fogo a lenha e vendido no centro das cidades ou nas casas de alguns moradores. O processamento da castanha e do hipocarpo de cajuí é executado de forma artesanal pelas pessoas da comunidade.

Estima-se que mais de 80% da comercialização da castanha de *Anacardium occidentale* na zona litorânea piauiense se origina do extrativismo de cajuzeiros (RUFINO *et al.*, 2008). Este fato demonstra a relevância da contribuição e do funcionamento na economia local desta planta.

Para o panorama futuro sugere-se que o preço da castanha do caju *in natura* vendido no atacado pelos produtores continuará reduzido em decorrência da pandemia do SARS-CoV-2 (Covid-19) pela redução da capacidade de processamento ou paralisação das atividades, além do aumento de estoques da castanha com casca *in natura*. Isto, por sua vez, torna o mercado consumidor de castanha escasso, contribuindo para o aumento nos valores de mercado (BRAINER; VIDAL, 2020). Essas consequências também afetarão a estrutura financeira do cajuí, pois os valores para a castanha são baseados na agroindústria do caju domesticado. Assim, o valor obtido pela comunidade pela comercialização de cajuí provavelmente será baixo por causa dos grandes estoques disponíveis do fruto de caju.

Para o cálculo de Valor para a Parte da Planta (PPV) foi estimado o número de usos mencionados pelos informantes sobre as estruturas usadas da planta, destacando-se o hipocarpo e fruto como as estruturas mais utilizadas como recurso alimentício humano e animal, seguido pela folha, galho e casca para tratar enfermidades (Tabela 1). Geralmente os frutos são as

estruturas mais coletadas, embora os outros órgãos da planta tenham outros empregos (LIMA *et al.*, 2019; PORRO, 2019).

**Tabela 1.** Índices: Valor para a Parte da Planta (PPV = VPP), Valor de Diversidade de Uso ( $UD_s = VDU$ ) e Categorias de uso de *Anacardium occidentale* (cajuí) nas comunidades Canárias (Araioses, Maranhão), Labino (Parnaíba-Piauí) e Barrinha (Cajueiro da Praia- Piauí).

Partes da planta	Índice Valor para a Parte da Planta (PPV = VPP)
Hipocarpo	0,76
Castanha	0,23
Folha, galhos e casca	0,01
Categorias de uso	Índice Valor de Diversidade de Uso ( $UD_s = VDU$ )
Alimentícia	0,87
Forragem	0,08
Medicinal	0,03
Combustível	0,02

Fonte: Pesquisa direta, 2019-2020.

O Valor de Diversidade de Uso ( $UD_s$ ) utilizado para analisar a significância das categorias de usos e sua importância local destacou a categoria alimentícia como a maior diversidade de uso, seguido pelo forrageiro, medicinal e combustível. O hipocarpo do cajuí é consumido *in natura*, na forma de sucos, doces e como tempero, sendo o hipocarpo empregado na produção e comercialização de vinhos, cajuínas e doces cristalizados, de barra e em compotas (Figura 2).

**Figura 2.** Tipos de doces de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) produzidos e comercializados na Comunidade Labino em Parnaíba-Piauí. A) Doce cristalizado de cajuí (usam-se os cajuís mais azedos); B) Doce tipo ameixa (usam-se os cajuís mais doces, sendo cozidos só em água e açúcar). Fonte: Autores, 2019.



O fruto é consumido assado ou empregado em doces. O consumo *in natura* do hipocampo de cajuí em formas de compotas e doces foi registrado no estudo sobre práticas alimentares de plantas silvestres nos municípios de Buriti dos Montes e Cocal, no Piauí, em que as amêndoas são assadas e frequentemente inseridas em preparações como bolos e paçocas (CHAVES; MORAIS; BARROS, 2017).

Como recurso alimentício, o cajuí tem grande preferência em relação ao caju comum no paladar dos moradores. De acordo com os relatos, existem dois tipos, o doce e o azedo. Dentre os principais fatores que interferem no uso e seleção de plantas alimentícias, inclui-se o sabor, que pode ser agradável ou não, levando a aceitação ou não das mesmas (GHIRARDINI *et al.*, 2007). O cajuí no litoral piauiense tem destaque devido a sua forma, cor e sabor. É um alimento nutritivo, pois apresenta vitaminas, sais minerais, carboidratos e ácidos orgânicos (RUFINO *et al.*, 2008). Resultados sobre a qualidade química e física salientaram altas taxas de açúcar, baixa adstringência, o que torna mais palatável, em adição a isto, o cajuí tem maior firmeza, comparado com o caju domesticado (RUFINO *et al.*, 2007).

Os cajuís doces maduros são mais consumidos em relação ao azedo, tendo a casca muito rica em tanino (RUFINO *et al.*, 2002). Eles são empregados como recurso forrageiro, sendo relatados como fontes de alimento para suínos, galináceos, bovinos e caprinos. A estes são destinados, principalmente os azedos, enquanto os doces são utilizados em receitas como doces e cajuínas.

As folhas, por sua vez, também são empregadas na dieta alimentar dos animais no semiárido nordestino (NUNES *et al.*, 2015). Considerando uso medicinal ( $UD_s = 0,03$ ) é aproveitado em pequena escala. As cascas e as folhas são os órgãos vegetais empregados nas preparações terapêuticas, as quais podem ser usadas as partes separadamente. As cascas são colocadas de molho para que os metabólitos secundários da planta fiquem imbuídos no líquido para posteriormente serem consumidos via oral e com a folha faz-se chás, ambas com finalidades cicatrizantes. Os usos fitoterápicos como cicatrizante, anti-inflamatório e para problemas intestinais foram relatados em outros estudos (ALMEIDA NETO; BARROS; SILVA, 2015; SILVA; BARROS; MOITA NETO, 2015; SOUSA; ARAÚJO; LEMOS, 2015; SANTOS *et al.*, 2021).

O conhecimento das populações tradicionais vem sendo usado para estudos que visam a identificação de novos fármacos e tem obtido resultados satisfatórios. Nesse sentido, pesquisas sobre a triagem fitoquímica das cascas do caule de *Anacardium occidentale* também referenciam a presença de metabólitos secundários. Assim, nota-se a associação do papel deste metabólito à ação atribuída a esta espécie pelos saberes das comunidades locais (SILVA;

ALMEIDA, 2013; BARBOSA-FILHO *et al.*, 2014). Salientando ainda as propriedades dessa espécie, registrou-se a presença de teores de vitamina C, polifenóis e de flavonoides superiores nos hipocarpos deste (BARBOSA-FILHO *et al.*, 2014), além da presença de taninos, saponinas, catequinas e esteroides, flavonóis e xantonas no bagaço do hipocarpo maduro e casca do caule e fenóis nas folhas (SANTOS *et al.*, 2018).

As coletas das estruturas vegetativas para uso medicinal ocorrem ocasionalmente ao longo do ano a depender da necessidade dos coletores. As folhas são coletadas manualmente, enquanto galhos e cascas são retirados com auxílio de facões. Apenas 1% dos entrevistados utilizam folhas e galhos e 2% cascas. O pouco uso dessas estruturas pode estar associado à facilidade de acesso a produtos substitutos às utilidades do cajuí, como combustível e remédios comercializados em pontos comerciais a preços acessíveis.

Além do uso alimentício, medicinal, combustível e forrageiro, a espécie tem importância ritual em cultos afro-brasileiros (ALBUQUERQUE; ANDRADE, 2005) e para o grupo indígena Ka'apor, pois com o hipocarpo é preparado o kawĩ, uma bebida fermentada utilizada para comemorar a menarca das moças, os casamentos e a posse dos novos caciques (GARCÉS, 2016).

As comunidades não divergem significativamente entre si quanto ao número de usos (F: 0,0031; p: 0,997). Estudos etnobiológicos que tentam compreender o uso dos recursos vegetais revelaram uma relação do gênero com os papéis sociais dos extrativistas (VOEKS; LEONY, 2004; VIU; VIU; CAMPOS, 2011). Neste contexto, verifica-se que o conhecimento é maior entre aquele gênero responsável culturalmente pela atividade desenvolvida (FIGUEIREDO; LEITÃO FILHO; BEAGOSSO, 1993; FONSECA FILHO *et al.*, 2016; SANTOS; SILVEIRA; GOMES, 2019). Tais dados contrariam os resultados desta pesquisa, pois não foram registradas correlações entre o número de usos conhecidos e gênero, idade, escolaridade, renda e tempo de moradia dos informantes nas comunidades Labino (F de significação: 0,567339, R<sup>2</sup>: 0,089; P>0,05); Barrinha (F de significação: 0,380511; R<sup>2</sup>:0,238785; P>0,05) e Canárias (F de significação: 0,213159; R<sup>2</sup>:0,252286; P>0,05). Observou-se que em Canárias existe a tendência dos que possuem um maior tempo de moradia serem detentores de maior número de usos (p: 0,041). Esse resultado pode ser explicado em consequência dos entrevistados praticarem suas atividades por mais tempo, reconhecendo maior número de uso. No Sul do Brasil esta tendência também foi registrada para os moradores com maior tempo de moradia (MELO; LACERDA; HANAZAKI, 2008). No geral, os achados etnobotânicos advogam que a idade dos interlocutores sugere maior conhecimento da flora local adquirida com o tempo e pela prática

(ALMEIDA NETO; BARROS; SILVA, 2015; BASTOS *et al.*, 2018; SANTOS; SILVEIRA; GOMES, 2019).

As mulheres acompanhadas de seus filhos e companheiros ou em grupos do mesmo gênero coletam os frutos e hipocarpos do cajuí durante os meses de frutificação da espécie (julho a outubro) no período matutino, em que a temperatura está mais amena. Os frutos ou hipocarpos são coletados após sua senescência no solo (3%), podem ser retirados da planta com o auxílio de varas com gancho ou ainda por meio de sacudidas de galhos (54%) e são extraídos de ambas as formas (43%). O uso de ganchos acoplados em hastes longas para coleta de frutos é uma prática empregada também na coleta de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes, Apocynaceae) (LIMA *et al.*, 2019) e permite alcançar frutos em copas mais altas facilitando o acesso e coleta.

De acordo com as entrevistas, a coleta de frutos caídos no solo é realizada para não ocasionar danos ou derrubada das flores da espécie, evitando assim reduzir a produtividade dos frutos. Este cuidado para não ocorrer a quebra de galhos e derrubada de flores foi citado no estudo de Lima *et al.* (2019). Esses autores justificaram que tal comportamento é adequado, pois a produção dos frutos é prejudicada em consequência da eliminação de folhas e flores, limitando a produção fotossintética e, conseqüentemente, baixa a quantidade de carboidratos (KRAMER, 1972).

Os frutos juntamente com hipocarpo são coletados na mata (50%), em ambos os locais (30%) e no quintal (20%). Esta é realizada preferencialmente por pessoas idosas, ou ainda quem têm problemas de saúde devido à dificuldade de realizar a coleta. Dentre os fatores que explicam o uso, seleção e coleta dos recursos alimentícios, a disponibilidade, abundância e proximidades das áreas coletadas são os principais elementos (NASCIMENTO; CAMPOS; ALBUQUERQUE, 2018), sendo estes três aspectos presentes nas áreas de estudo. A proximidade dos cajuís no campo pode explicar a parcela de entrevistados que coletam no quintal.

Os cajuís são plantas nativas e foram mantidas mesmo após a construção das casas dos entrevistados. Com relação aos que colhem na mata, longe de suas residências, pode ser justificado pela teoria do forrageamento ótimo (MACARTUR; PIANKA, 1966), segundo o qual o tempo e o esforço gastos para adquirir determinada espécie são compensados por um benefício satisfatório, como o valor nutricional, e no caso das comunidades seria o fato dos cajuizeiros complementar a renda familiar e/ou possuir valor cultural. Tal padrão é verificado em espécies do semiárido como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico), pertencente à família Fabaceae (SOLDATI; ALBUQUERQUE, 2012; PRADO *et al.*, 2019).

Após a coleta, o hipocarpo e os frutos são armazenados em recipientes como baldes ou urus (cofos) e levados para a residência dos coletores, onde são lavados e separados. Posteriormente, as castanhas ficam expostas ao sol, enquanto o hipocarpo é usado em diversas finalidades, ou ele pode ser descartado, como ser enterrado no solo, quando o coletor deseja obter somente a amêndoa.

A atividade de colheita de *A. occidentale* faz parte da sociobiodiversidade brasileira desde o século XVI, no qual o uso pelos índios foi descrito e ilustrado no trabalho por Thevet em 1558. Este autor relatou a maneira como os nativos utilizavam essa espécie denominada por eles de *acaious* e seu fruto *acaïou*. Também há registros de seu uso pelos grupos da etnia Ka'apor, na Terra Indígena Alto Turiaçu, localizada na Amazônia maranhense. Este grupo indígena ainda emprega em seu cotidiano uma grande variedade de caju (*Akaju*): *Tawa, Hu, Pinã, Howi, Ipihũ, Minhã e Kaju* açu ou caju-do-mato (GARCÉS, 2016).

A frequência de coleta de castanhas e hipocarpos do cajuí nas comunidades variou bastante. Durante o período de safra (julho a outubro) 1% coleta quinzenalmente, com 4% a cada quatro dias, 11% rotineiramente, 31% a cada três dias, 21% a cada dois dias e 32% coletam diariamente. Em estudo de natureza semelhante a este com *Hancornia speciosa*, os extrativistas também coletam diariamente, dedicando-se a maior parte do seu tempo diário a essa prática (LIMA *et al.*, 2019).

### **Impactos e/ou pressões**

Quando os informantes foram questionados sobre os danos que os cajuizeiros sofrem, citaram-se principalmente o corte (15%) para obtenção de lenha, utilizada como fitocombustível, estabelecimento de empreendimentos e especulação imobiliária (25%), seguido pelo eclipse lunar (22%) que causa redução na produção por prejudicar as flores, hipocarpo e frutos (Tabela 2). O cajuizeiro usado como lenha, oriundo de podas, também foi registrado no estudo sobre o uso adequado dos cajuís no litoral piauiense (RUFINO *et al.*, 2007). Como trata-se de uma espécie que possui múltiplos usos no âmbito do extrativismo, utilizada como recurso madeireiro, alimentício, forrageiro e medicinal, geralmente pode estar sob a pressão de uso (CAMPOS *et al.*, 2018), sendo necessário um manejo sustentável.

**Tabela 2.** Ameaças a permanência do *Anacardium occidentale* (cajuí) nas comunidades Canárias (Araioses, Maranhão), Labino (Parnaíba-Piauí) e Barrinha (Cajueiro da Praia- Piauí).

<b>Comunidades</b>	<b>Problemas/Impactos</b>	<b>Nº de citações (Porcentagem%)</b>
	Não soube informar	07 (24%)
	Eclipse lunar	07 (24%)
	Corte	06 (22%)
	Estiagem	04 (14%)
	<b>Canárias</b>	Doenças
	Cercas que impedem a coleta	01 (03%)
	Não valorização do cajuí, e por isso pouca gente interessada para a coleta	01 (03%)
<b>Labino</b>	Corte de cajuzeiros para construção de parques eólicos	12 (35%)
	Eclipse lunar	09 (26%)
	Corte para fazer carvão	07 (20%)
	Não soube informar	02 (05%)
	Queimadas	03 (08%)
	Doenças	01 (03%)
	Os cajueiros nativos não estão sendo replantadas	01 (03%)
<b>Barrinha</b>	Corte	10 (41%)
	Não soube informar	08 (33%)
	Eclipse lunar	03 (13%)
	Cercas que impedem a coleta	02 (09%)
	Queimadas	01 (04%)

Fonte: Pesquisa direta, 2019-2020.

O impacto da exploração dos recursos vegetais depende de vários elementos, a exemplo do potencial de regeneração, frequência e intensidade da coleta, período do ano em que se realiza a extração das estruturas vegetais e fase de vida da planta (TICKTIN; SHACKLETON, 2011). Desta maneira, é pertinente a avaliação da capacidade de suporte dos cajuís e danos que estes sofrem visando avaliar a degradação e as consequências disso.

As populações nativas de *A. occidentale* caracterizam-se como pioneiras e facilitadoras em fixação de dunas ativas, desempenhando papel importante ao fixá-las (SANTOS-FILHO *et al.*, 2010). Os danos ocasionados na vegetação costeira incluem a perda da biodiversidade decorrente de impactos ocasionados pela pecuária, queimadas e retirada de sedimentos arenosos para utilização na construção civil, e o avanço de dunas em decorrência da retirada de madeira (CAVALCANTI; CAMARGO, 2002; SOUZA; CRESPO, 2015).

É evidente a notoriedade do cajuí. Ao serem questionados sobre o valor sociocultural dessa frutífera, os entrevistados evidenciaram os cajuzeiros como elemento cultural singular ao longo da paisagem, sendo fonte de alimento (45%), renda (27%), como alimento e renda (18%) e nutritivo e medicinal (7%) e 3% não souberam informar. Como podem ser observados nos relatos abaixo:

*“Serve de alimento e gera renda com as castanhas.”* (I13, 30 anos).

*“É bem importante, só traz muitos benefícios e até beleza. É lindo um monte caju [...] uso no peixe, faço suco e tem as castanhas.”* (I22, 41 anos).

*“É um alimento, quando chega o tempo, tem suco, é uma merenda, dá o doce e têm as castanhas”* (I16, 42 anos).

*“O cajuí é medicinal, faz chá para inflamação e as cascas coloca de molho e lava a enfermidade, pode tomar também, mas é travento [...] é uma riqueza, a minha tristeza é ver os cajuzeiros serem cortados.”* (I01, 70 anos).

*“Se não fosse ele, não teria renda. Minha renda mesmo vem da castanha. Antes a gente pegava aqui, mas porque é pequena, agora a gente compra a castanha grande. As cabras comem os cajus e a castanha ela arrotta e eu pego e vendo a castanha pequena.”* (I11, 32 anos).

Os elementos positivos que mais promovem o uso desse recurso são a continuidade da dieta alimentar aprendida na infância, a necessidade de procurar fontes alternativas alimentícias, por complementar a economia familiar, o fato das plantas serem adaptadas a pouca chuva e serem coletadas na entressafra anual. Alguns autores argumentam que as principais características que mais promovem o uso de plantas alimentícias envolvem os sistemas naturais e sociais complexos, como aceitação cultural, benefícios econômicos, capacidade de armazenamento e prazer em consumir (LADIO 2001; CRUZ *et al.*, 2014; ANDRADE *et al.*, 2015) e devido às propriedades medicinais, nutricionais e a sentimentos de bem-estar (HORA; SILVA; NASCIMENTO, 2020).

Além disso, a relação de coleta e uso dos recursos vegetais contribuem para fortalecer a identidade cultural e a promoção do bem-estar dos coletores em contextos ecossistêmicos (PORRO, 2019). Ressalta-se ainda que a conservação de populações naturais é de grande relevância para futuros estudos genéticos desta espécie, detentora de relevância econômica global (ANDRADE *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2019; BRAINER; VIDAL, 2020). Uma das possibilidades mais promissoras neste sentido seria a manutenção e promoção da relação atual entre as populações vegetais de cajuí e as comunidades da zona litorânea que delas dependem para uma fonte confiável de renda e de outros recursos (RUFINO *et al.*, 2007), aliado a isso, é válido ressaltar que a sustentabilidade dos recursos naturais é resultado de interações complexas entre as esferas ecológicas, culturais, econômicas e políticas (VIRAPONGSE *et al.*, 2016).

## CONCLUSÃO

Do total de moradores entrevistados, a maioria são mulheres, as quais coletam os cajuís, principalmente, em grupo. Dentre as atividades produtivas desenvolvidas nas comunidades, o extrativismo desta espécie não garante fonte regular de recursos financeiros, pois a aposentadoria e/ou programas assistenciais são as principais fontes confiáveis de sustento.

Os usos reportados pelos entrevistados foram, principalmente, alimentício, forrageiro e medicinal. As partes mais utilizadas foram o hipocarpo, seguido pela castanha e folhas, galhos e casca. O hipocarpo geralmente é consumido de forma *in natura*, ou na forma de doces, sucos, vinhos, cajuínas e temperos. A maioria dos frutos juntamente com hipocarpo são coletados na mata, durante o período de safra (julho a outubro) diariamente e a cada dois dias principalmente. Com relação as folhas, estas são obtidas manualmente, já os galhos e cascas são retirados com auxílio de facões.

Os principais impactos que foram citados pelos informantes são o eclipse da lua e o corte para obtenção de lenha. Além disso, a construção de empreendimentos, de roças e especulação imobiliária crescente são outros problemas que levam ao corte de populações nativas de *A. occidentale*.

Assim, *A. occidentale* é fonte de renda e alimento, garantindo o sustento de muitas famílias no período da entressafra, além de permitir a continuidade da identidade cultural entre os interlocutores que coletam cajuís. Aliado a isso, o uso e aplicação como alimento e para outros recursos é significativo no processo de conservação dos recursos genéticos dessa espécie e para pesquisas de bioprospecção.

## AGRADECIMENTOS

Ao Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí, à Universidade Federal Delta do Parnaíba-UFDPar e ao Laboratório de Células e Moléculas-LAMOVE, pelo apoio científico e logístico. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí - FAPEPI, pela concessão da bolsa. A todos os moradores das comunidades Labino, Ilha das Canárias e Barrinha, pela acolhida e disponibilidade em participar deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. As plantas na medicina e na magia dos afro-brasileiros, *In: Tópicos em conservação, etnobotânica e etnofarmacologia de plantas medicinais e mágicas*. As plantas na medicina e na máfia dos cultos afro-brasileiros. p. 51-60, 2005.
- ALBUQUERQUE, U. P.; RAMOS, M. A.; LUCENA, R. F. P.; ALENCAR, N. L. Methods and Techniques in Ethnobiology and Ethnoecology. *In: ALBUQUERQUE, U. P.; CUNHA, L. V. F. C.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, N. L. Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology*. Humana Press, New York, p. 15-37, 2014.
- ALMEIDA NETO, J. R.; BARROS, R. F. M.; SILVA, P. R. R. Uso de plantas medicinais em comunidades rurais da Serra do Passa-Tempo, estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v.13, n. 3, p. 165-175, 2015.
- AMARAL, F. P. M.; SA, G. H.; FILGUEIRAS, L. A.; SANTOS-FILHO, F. S.; SANTOS SOARES, C. J. R.; AMARAL, M. P. M.; VALENTE, S. E. S.; MENDES, A. N. Genetics analysis of the biggest cashew tree in the world. **Genetics and molecular research**, v. 16, p.1-17, 2017.
- ANDRADE, I. M.; SILVA, M. F. S.; MAYO, S. J.; ANDREZA, G. S.; SILVA, A. P. M.; BRAZ, G. S.; NASCIMENTO, H. C. E.; MELO, L. M. B.; COSTA, M. C.; NASCIMENTO, M. G. P.; REIS, R. B.; SANTOS, R. L. Diversidade de fanerógamas do Delta do Parnaíba litoral piauiense. p. 63-91. 2012. *In: Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense*. GUZZI, A. org. Parnaíba: EDUFPI, 2012.
- ANDRADE, I. M.; NASCIMENTO, J. D'A. O.; SOUSA, M. A., SANTOS, J. O., MAYO, S. J. A morphometric study of the restinga ecotype of *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae): wild coastal cashew populations from Piauí, Northeast Brazil. **Feddes Repertorium** v. 130, p. 89-116. 2019.
- ANDRADE, W. M.; RAMOS, M. A.; SOUTO, W. M. S.; BENTO-SILVA, J. S.; ALBUQUERQUE, U. P.; LIMA, E. A. Knowledge, uses and practices of the licuri palm (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) around protected areas in Northeastern Brazil holding the endangered species Lear's Macaw (*Anodorhynchus leari*). **Tropical Conservation Science** v.8, n.4, p. 893-911, 2015.
- ARAÚJO, A. C. M.; SILVA, A. N. F.; ALMEIDA JR., E. B. Caracterização estrutural e status de conservação do estrato herbáceo de dunas da Praia de São Marcos, Maranhão, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 46, n. 3, p. 247-258, 2016.
- AYRES, M.; AYRES, J. R. M.; AYRES D. L.; SANTOS A. S. Bioestat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, PA: Sociedade Civil Mamirauá, 2007, 364 p.
- BARBOSA-FILHO, V. M.; KAMDEM, J. P.; WACZUK, E. P.; ABOLAJI, A. Phytochemical constituents, antioxidant activity, cytotoxicity and osmotic fragility effects of caju (*Anacardium microcarpum*). **Industrial Crops and Products**, v. 55, 280-288, 2014.

- BASTOS, E. M.; SILVA, M. E. C.; VIEIRA, F. J.; BARROS, R. F. M. Conhecimento botânico local em uma área de assentamento rural no Piauí, nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n.2, p. 12-33, 2018.
- BAYLEY, K. D. **Methods of social research**. 2. ed. Free Press, New York, 1982, 578p.
- BERNARD, H. R. **Research methods in anthropology: qualitative and quantitative approaches**. Rowman & Littlefield Publishers, 6<sup>a</sup> ed., 2017, 728 p.
- BFG - The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, 2015. DOI: 10.1590/2175-7860201566411.
- BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, v. 5, n. 114, p. 1-16, 2020.
- CAMPOS, J. L. A.; FEITOSA, I. S.; MONTEIRO, J. M.; SANTOS, G. C.; BALDAUF, C. ALBUQUERQUE, U. P. Extrativismo de recursos vegetais. *In: Introdução a etnobiologia*. ALBUQUERQUE, U. P.; ALVES, R. R. N. Nupeea, Recife, PE, p. 207-212, 2018.
- CAVALCANTE, A. P. B.; CAMARGO, J. C. G. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí**. Do natural, do Social e de suas Interações: visões geográficas, Rio Claro - SP, v. 1, n.1, p. 59-78, 2002.
- CAVALCANTE, M.; BOMFIM, S. M. Socioeconomic characterization of family farmers, trade, use and poisoning by pesticides in Arapiraca/AL, Brazil. **Gaia Scientia**, v. 14, n. 1, 31, 2020.
- CHAVES, E. M. F.; MORAIS, R. F.; BARROS, R. F. M. Práticas alimentares populares com uso de plantas silvestres: potencial para minimizar a insegurança nutricional no semiárido do Nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v.11, n. 2, p. 287-313, 2017.
- CRUZ, M. P.; MEDEIROS, P. M.; SARMIENTO-COMBARIZA, I.; SARMIENTO-COMBARIZA, N.; ALBUQUERQUE, U. P. "I eat the manofê so it is not forgotten": local perceptions and consumption of native wild edible plants from seasonal dry forests in Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 10, n. 4, p 1-11, 2014.
- CORADIN, L.; CAMILLO, J.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Nordeste**. Brasília, DF: MMA, 2018. (Série Biodiversidade; 51) Disponível em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes/biodiversidade/category/142-serie-biodiversidade.html>. Acesso em: 09 fev. 2021.
- DIAS, H. M.; SOARES, M. L. As fitofisionomias das restingas do município de Caravelas (Bahia - Brasil) e os bens e serviços associados. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 16, n. 01, p, 59-74, 2008.
- FARIAS, J. C.; VIEIRA, I. R.; FIGUEIRÊDO, L. S.; MAYO, J. M.; ANDRADE, I. M. Cosmovisión en el contexto del extractivismo de cajuí (*Anacardium occidentale* L.) en el área de protección ambiental del delta del Parnaíba, Piauí, Brasil. **Revista etnobiología**, v. 18, n. 03, p. 3-19, 2020.

FIGUEIREDO, G. M.; LEITÃO-FILHO, H. F.; BEGOSSI, A. Ethnobotany of atlantic forest coats communities: diversity of plants use in Gamboa (Itacuruçá Island, Brazil). **Human Ecology**. v. 21, p. 419-430, 1993.

**Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 18 abr. 2022.

FONSECA FILHO, I. C.; BOMFIM, B. L. S.; FARIAS, J. C.; VIEIRA, F. J.; BARROS, R. F. M. Uso de recursos madeireiros em duas comunidades rurais de Angical do Piauí/PI, Brasil. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 38, p. 593-615, 2016.

GARCÉS, C. L. O mundo da horticultura Ka'apor: práticas, representações e as suas transformações. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 11, n. 1, p. 133-158, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1981.81222016000100008>.

GHIRARDINI, M.; CARLI, M.; DEL VECCHIO, N.; ROVATI, A.; COVA, O.; VALIGI, F.; AGNETTI, G.; MACCONI, M.; ADAMO, D.; TRAINA, M.; LAUDINI, F.; MARCHESELLI, I.; CARUSO, N.; GEDDA, T.; DONATI, F.; MARZADRO, A.; RUSSI, P.; SPAGGIARI, C.; BIANCO, M.; BINDA, R.; BARATTIERI, E.; TOGNACCI, A.; GIRARDO, M.; VASCHETTI, L.; CAPRINO, P.; SESTI, E.; ANDREOZZI, G.; COLETTI, E.; BELZER, G.; PIERONI, A. The importance of a taste. A comparative study on wild food plant consumption in twenty-one local communities in Italy. **Journal of Ethnobiologia and Ethnomedicine**.v. 3, n. 22, p. 1-14, 2007.

HORA, J. S. L.; SILVA, T. C.; NASCIMENTO, V. T. É natural, é bom! São frutos que vem da natureza”: representações locais sobre o consumo de plantas alimentícias silvestres em uma área rural do Brasil. **Ethnoscientia**, v. 05, n. 01, p. 1-11, 2020.

IBGE- 2020a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/araioses/panorama>. Acesso em: 16 jun. 2020.

IBGE- 2020b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/parnaiba/panorama>. Acesso em: 16 jun. 2020.

IBGE-2020c. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/cajueiro-da-praia/panorama>. Acesso em: 09 fev. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Censo Demográfico – 2010. In: CEPRO - Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí. Informações Municipais –Disponível em: <http://www.cepro.gov.br/>. Acesso em: 09 fev. 2021.

ICMBIO. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/9411-area-de-protecao-ambiental-delta-do-parnaiba>. Acesso em: 29 abr. 2020.

JACOB, M. C. M.; ALBUQUERQUE, U. P. Biodiverse food plants: Which gaps do we need to address to promote sustainable diets? **Ethnobiology and Conservation**, v. 9, n. 30, p. 1-6, 2020.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; PESSOA, S. C. P.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. R.; LOPES, O. F.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro, Embrapa/SNLC/Sudene, 1986. 782p.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972.

LADIO, A. The maintenance of wild edible plant gathering in a Mapuche community of Patagonia. **Economic Botany**, v.55, p.243-254, 2001.

LIMA, M. G.; SALVIANO, A. A. C.; SANTANA, F. F.; FEITOSA, R. M. R. Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em relação com os programas nacionais. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 155-180, 2017.

LIMA, T. N. M.; OLIVEIRA, D. M.; GOMES, L. J.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. A. Etnobotânica e estrutura populacional da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) em assentamento agroextrativista, Pirambu, Sergipe, Brasil. **Revista Ethnoscience**, v. 4, p.1-15, 2019.

MACARTHUR, R. H.; PIANKA, E. R. On optimal use of a patchy environment. **The American Naturalist**, v. 100, n. 916, p. 603-609, 1966.

MARTIN, G. J. **Ethnobotany: A peoples and plants conservation manual**. UK: Chapman & Hall. 1995, 268p.

MEDEIROS, P. M.; CAMPOS, J. L. A, ALBUQUERQUE, U. P. 2018. *In*: ALBUQUERQUE, U.P. Etnia, renda e escolaridade. *In*: **Introdução a etnobiologia**. ALBUQUERQUE, U. P.; ALVES, R. R. N. Nupeea, Recife, PE, p. 257-262, 2018.

MEIRELES, V. J. S. **Etnobotânica e caracterização da pesca na comunidade Canárias, Reserva extrativista Marinha do Delta do Parnaíba, Nordeste do Brasil**. 2012.164p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente)- Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, 2016.

MELO, S.; LACERDA, V. D.; HANAZAKI, N. Espécies de restinga conhecidas pela comunidade do Pântano do Sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Rodriguésia**, v. 59, n.4, p. 799-812, 2008.

MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 42, n. 1, p.176, 1987.

NASCIMENTO, V. T.; CAMPOS, L. Z. O.; ALBUQUERQUE, U. P. Plantas alimentícias. *In*: **Introdução a etnobiologia**. ALBUQUERQUE, U. P.; ALVES, R. R. N. Nupeea, Recife, PE, p. 139-145, 2018.

NESBITT, M.; MCBURNEY, P. H.; BROIN, M.; HENK, J.; BEENTJE, H. J. Linking biodiversity, food and nutrition: The importance of plant identification and nomenclature. **Journal of food composition and analysis**, v. 23, n. 6, p. 486-98, 2010.

NUNES, A. T.; LUCENA, R. F. P.; SANTOS, M. V. F.; ALBUQUERQUE, U. P. Local know ledge about fodder plants in the semiarid region of Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 11, n. 12, p. 1-12, 2015.

OLIVEIRA, S. V.; DALCIN, D. **O papel da mulher rural na segurança alimentar: o caso da comunidade de Santo Antônio**. Santa Maria- RS. Disponível em:

[http://www.fazendogenero8.ufsc.br/sts/ST47/Oliveira-Dalcin\\_47.pdf](http://www.fazendogenero8.ufsc.br/sts/ST47/Oliveira-Dalcin_47.pdf). Acesso em: 22 de jan. 2020.

PAODJUNAS, R.; COSTA, G. M.; NUNES, E. N.; PAULINO, F. O. LUCENA, R. F. P. Conhecimento tradicional e usos do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) por comunidades rurais do semiárido, Paraíba, Nordeste, Brasil. **Revista Ethnoscintia**, v. 4, p.1-13, 2019.

PIAUI. SEPLAN. **Planejamento participativo territorial**: participação e desenvolvimento. Teresina: Gráfica Popular. 2007.

PORRO, R. A economia invisível do babaçu e sua importância para meios de vida em comunidades agroextrativistas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi- Ciências Humanas**. v. 14, n.1, p. 169-188, 2019.

PRADO, A. C. C.; RANGEL, E. B.; SOUSA, H. C.; MESSIAS, M. C. T. B. Etnobotânica como subsídio à gestão socioambiental de uma unidade de conservação de uso sustentável, **Rodriguésia**, n. 70, p.1-10, 2019.

RUFINO, M. S. M.; CORRÊA, M. P. F.; ALVES, R. E.; BARROS, L. M.; LEITE, L. A. S.; SANTOS, F. J. S. Utilização atual do cajuí nativo da vegetação litorânea do Piauí, Brasil. **Proceeding Interamerican Society Tropical Horticultural**, v. 52, p.147-149, 2008.

RUFINO, M. S. M.; CORRÊA, M. P. F.; ALVES, R. E.; BARROS, L. M.; LEITE, L. A. S. **Suporte técnico para a exploração racional do cajuzeiro**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará: Fortaleza, n. 7, p. 30, 2007.

RUFINO, M. S. M.; VASCONCELOS, L. F. L.; CORRÊA, M. P. F.; RIBEIRO, V. Q.; SOARES, E. B.; SOUZA, V. A. B. Caracterização física e química do fruto e pseudofruto de genótipos de cajuí (*Anacardium* spp.). EMBRAPA, p. 1-5, 2002.

SANTOS FILHO, F. S. 2009. 124f. **Composição florística e estrutural da vegetação de restinga do Estado do Piauí**. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.

SANTOS, E. A.; SOUZA, R. M. Territorialidade das catadoras de mangaba no litoral sul de Sergipe, **Geosaberes**, Fortaleza, v. 6, n. 3, p. 629 - 642, 2016.

SANTOS, J. A. S.; SENA, T. J. O.; SANTOS, K. B. S.; COSTA, M. L. A.; SANTOS, K. C. B. S.; SANTOS, A. F. Estudo do potencial antioxidante da *Anacardium occidentale* L. e determinação de seus compostos fenólicos. **Diversitas Journal**. v. 3, n. 2, p. 455-474, 2018.

SANTOS, J. A.; SILVEIRA, A. P.; GOMES, V. S. Knowledge and use of the flora in a Quilombola Community of Northeastern Brazil. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 03, p. 1-12, 2019.

SANTOS, J.O.; MAYO, S.J.; BITTENCOURT, C.B.; ANDRADE, I. M. DE. Genetic diversity in wild populations of the restinga ecotype of the cashew (*Anacardium occidentale*) in coastal Piauí, Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 305, p. 913-924, 2019.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA-JUNIOR, E. B.; SOARES, C. J. R. S.; ZICKEL, C. S. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil, **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 218-227, 2010.

SANTOS, M. H. B., DOS; BASTOS, E. M.; FARIAS, J. C. DE; VIEIRA, I. R.; BARROS, R. F. M. de. Flora nativa comercializada como recurso medicinal em Parnaíba, Piauí, Nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 15, n. 1, 2021. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2021v15n1.5004

SILVA, A. E. S.; ALMEIDA, S. S. M. S. Análise fitoquímica das cascas do caule do cajueiro (*Anacardium occidentale* L. – Anacardiaceae). **Estação Científica** (UNIFAP), v. 3, n. 2, p. 81-88, 2013. Disponível em: <http://periodicos.unifap.br/index.php/estacao>. Acesso em: 19 de jan. 2020.

SILVA, F. A. **Delta do rio Parnaíba: roteiro ecológico e turístico**. Teresina: EDUFPI. 2004. 112p.

SILVA, M. P.; BARROS R. F. M.; MOITA NETO, J. M. Farmacopeia natural de comunidades rurais no estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 33, p. 193-207, 2015.

SILVA, V. A.; NASCIMENTO, V. T.; SOLDATI, G. T.; MEDEIROS, M. F. T.; ALBUQUERQUE, U. P. Techniques for analysis of quantitative ethnobiological data: use of índices. *In*: ALBUQUERQUE, U. P.; CUNHA, L. V. F. C.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, R. R. N. (eds.). **Methods and techniques in ethnobiology and ethnoecology**. New York: Springer, p. 379-395, 2014.

SOLDATI, G. T.; ALBUQUERQUE, U. P. A new application for the optimal foraging theory: the extraction of medicinal plants. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine** p. 1-10, 2012.

SOUSA, F. C. D.; ARAÚJO, M. P.; LEMOS, J. R. Ethnobotanical Study with Native Species in a Rural Village in Piauí State, Northeast Brazil. **Journal of Plants Sciences**, v. 3, n. 2, p. 45-53, 2015.

SOUZA, L. I.; CRESPO, M. F. V. O agroextrativismo como proposta de geração de renda, segurança alimentar e conservação ambiental na Ilha Grande de Santa Isabel/PI. **Cadernos Agroecológicos**, v. 10, p. 1-5, 2015.

THEVET, A. **Singularidades da França Antártica a que outros chamam de América**. (Reissue, 1944). 1ª ed. brasileira. Prefácio, tradução e notas de Estevão Pinto. São Paulo/Rio de Janeiro/Recife/Salvador/: Companhia Editora Nacional (Coleção Brasileira Biblioteca pedagógica brasileira). p. 360-364, 1558. Disponível em: <http://www.brasiliana.com.br/obras/singularidades-da-franca-antartica/pagina/364/foto>. Acesso em: 13 fev. 2019.

TICKTIN, T.; SHACKLETON, C. Harvesting in-timber forest products sustainably: opportunities and challenges. *In*: SHACKLETON, S.; SHACKLETON, C. SHALEY, P. (eds.). **Non-timber forest products in the global context**, Springer, Heidelberg, p. 149-169, 2011.

VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina continua em declínio. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, v. 2, n. 22, p. 1-11, 2017.

VIEIRA, I. R.; OLIVEIRA, J. S.; SANTOS, K. P. P.; VIEIRA, F. J.; BARROS, R. F. M. 2016. Cosmovisión y etnoconservación em morichales (buritizales), estado de Maranhão, Brasil. **Revista Espacios**, v.37, v. 24, p. 1-7, 2016.

VIEIRA; I. R.; LOILA, M. I. Percepção ambiental das artesãs que usam as folhas de carnaúba (*Copernicia prunifera* H.E. Moore, Arecaceae) na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, Piauí, Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n.1, p. 63-76, 2014.

VIRAPONGSE A., BROOKS, S.; METCALF, E.C.; ZEDALIS, M.; GOSZ, J.; KLISKEY, ; ALESSA, L. **A social ecological systems approach for environmental management. Environmental Management**, v. 178, p. 83-91, 2016.

VIU, A. F. M; VIU, M. A. O. Cerrado e etnoveterinária: o que se sabe em Jataí-GO. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n.3, p.49-61, 2011.

VOEKS, R.A.; LEONY, A. Forgetting the forest: Assessing medicinal plant erosion in eastern Brazil. **Economic Botany**, v. 58, n. 1, p. 294-306, 2004.

### 3.3 CAPÍTULO III - MANUSCRITO: ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Anacardium occidentale* L., ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO NORDESTE DO BRASIL

A SER ENVIADO À REVISTA FEDDES REPERTORIUM

**Resumo:** *Anacardium occidentale* L. é uma espécie importante socioambiental e economicamente no mundo. Para caracterizar e distinguir dois ecótipos existentes de *A. occidentale*, segundo a literatura científica, empregaram-se metodologias para quantificar sua variabilidade morfológica em seis populações naturais desta espécie. No total foram empregados 51 descritores fenotípicos. Amostras de material vegetativo e reprodutivos de 30 indivíduos de cada população de cajuí (*A. occidentale*) foram coletadas aleatoriamente em áreas de restinga (Piauí: nos municípios de Parnaíba e Cajueiro da Praia e MA: na Ilha das Canárias em Araioses); e no cerrado piauiense (Campo Maior, José de Freitas e no Parque Nacional de Sete Cidades). Todos os caracteres foram submetidos a análises univariadas e multivariadas. Para esta última empregaram-se Análises de Componentes Principais (PCA), Análise Discriminante Linear (LDA), Técnica não paramétrica de k-mais próximo (KNN) e Análise por Árvore de Classificação e Regressão (CART). Os testes sugerem que há diferença em padrões de similaridade entre as populações, dependendo de qual tipo de caráter, seja vegetativo ou reprodutivo. Os fatores ambientais ou de seleção natural podem ter influenciado consideravelmente nos caracteres morfológicos dos indivíduos. A Análise de Componentes Principais (PCA) mostrou leve sobreposição dos dois ecótipos. No geral, há uma heterogeneidade dos caracteres possivelmente devido à elementos como reprodução alogâmica e a dispersão do fruto. Outras abordagens, a exemplo de dados moleculares poderiam ajudar, pelo menos indicando a existência de diferenciação genética.

**Palavras-chave:** Anacardiaceae, Cajuí, Conservação, Diversidade.

**Abstract:** *Anacardium occidentale* L. is an important socio-environmental and economic species in the world. To characterize and distinguish two existing ecotypes of *A. occidentale*, according to the scientific literature, methodologies were used to quantify their morphological variability in six natural populations of this species. In total, 51 phenotypic descriptors were used. Samples of vegetative and reproductive material of 30 individuals from each cashew population (*A. occidentale*) were collected randomly in restinga areas (Piauí: in the municipalities of Parnaíba and Cajueiro da Praia and MA: on the Ilha das Canárias of Araioses); and in the cerrado of Piauí (Campo Maior, José de Freitas and the Sete Cidades National Park). All characters were submitted to univariate and multivariate analyses. Principal Component Analysis (PCA) was used for the latter, Linear Discriminant Analysis (LDA), Nonparametric k-closest Technique (KNN), and Analysis by Classification and Regression Tree (CART). The tests suggest that there is a difference in patterns of similarity between populations, depending on which type of character, whether vegetative or reproductive. Environmental or natural selection factors may have considerably influenced the morphological characters of individuals. The Principal Component Analysis (PCA) showed a slight overlap of the two ecotypes. In general, there is a heterogeneity of characters possibly due to elements such as allogamic reproduction and fruit scattering. Other approaches, such as molecular data, could help, at least indicating the existence of genetic differentiation.

**Keywords:** Anacardiaceae, Cajuí, Conservation, Diversity.

## INTRODUÇÃO

*Anacardium occidentale* L. (caju, cajuí) é uma planta adaptada a solos de baixa fertilidade, temperaturas elevadas e estresse hídrico (SERRANO; PESSOA, 2016), pertencente à família Anacardiaceae (MITCHELL; MORI, 1987). Devido ao valor nutritivo da sua castanha, provavelmente já foi distribuída pela ação humana em muitas regiões neotropicais antes de 1500 (MITCHELL; MORI, 1987). Hoje essa espécie tem importância econômica mundial e, portanto, encontra-se distribuída em todas as regiões tropicais e subtropicais do planeta, cultivada em plantações e naturalizada em populações quase silvestres, por exemplo na Índia (ARCHAK *et al.*, 2009).

No Brasil, é na região Nordeste onde concentra-se a produção de caju (BRAINER, 2021), iniciada na década de 1950 (SERRANO; PESSOA, 2016). Aqui, o hipocarpo também é aproveitado em sucos, doces, cajuínas, vinhos (SERRANO; PESSOA, 2016) e cerveja (PEREIRA *et al.*, 2020). Outro produto do caju é o LCC (líquido da castanha-do-caju), empregado na indústria e em pesquisas como repelente e inseticida e diversos outros campos (BRAINER; VIDAL, 2018; SILVEIRA *et al.*, 2019).

Durante séculos *A. occidentale* tem sido amplamente cultivada, selecionada e manipulada para obtenção de características desejadas e junto com isto, houve cruzamentos aleatórios entre populações cultivadas e silvestres e a naturalização dos descendentes. Este processo resultou em grandes dificuldades para a identificação da área natural de distribuição e para o esclarecimento da variação natural infraespecífica da espécie (MITCHELL; MORI, 1987; ANDRADE *et al.*, 2019). Porém, de acordo com Mitchell e Mori (1987), as populações naturais de *A. occidentale* são localizadas principalmente no cerrado e na zona do litoral em vegetação de restinga, e em áreas de transição com caatinga. Estas plantas silvestres são comumente diferenciadas das formas domesticadas pelo menor tamanho do fruto, chamado "cajuí", no lugar do domesticado "caju" (ANDRADE *et al.*, 2019), e que não ultrapassa 3 g (BARROS *et al.*, 2002). Encontrados tanto no litoral como no interior, os frutos são coletados e utilizados pela população local (FARIAS *et al.*, 2020).

O Brasil é considerado o mais importante centro de diversidade natural da espécie (MITCHELL; MORI, 1987; BARROS; CRISÓSTOMO, 1995; SILVA-LUZ *et al.*, 2018; ANDRADE *et al.*, 2019) e a variação morfológica observada ali tem dado motivo para a utilização de diversos nomes (como *A. microcarpum* Ducke e *A. othonianum* Rizzini) para

denominar populações naturais de *A. occidentale* de cerrados, caatingas e restingas (ANDRADE *et al.*, 2019). Porém, na opinião dos taxonomistas especializados no gênero (MITCHELL; MORI, 1987, SILVA-LUZ; PIRANI, 2015), e da maioria dos ecólogos especializados no estudo da vegetação do cerrado (CASTRO *et al.*, 2009; CASTRO, 2013; RATTER *et al.*, 2017), são todos sinônimos deste.

Mitchell e Mori (1987), argumentando a partir da falta de estudos sistemáticos da variação infraespecífica em populações silvestres da espécie, propuseram o reconhecimento taxonômico informal de dois tipos de cajuzeiros: o ecótipo restinga (um tipo costeiro que ocorre nas regiões brasileiras de leste até nordeste na vegetação de restinga) e o ecótipo do cerrado, que ocorre na savana do Brasil central e amazônico, na Colômbia, na Venezuela e nas Guianas, além de ocorrer também em caatingas transicionais com cerrado no Nordeste brasileiro (ANDRADE *et al.*, 2019). Entre as principais diferenças entre os ecótipos de Mitchell e Mori (1987) estão caracteres morfológicos das folhas, tamanho e acidez do fruto e arquitetura da copa (MITCHELL MORI, 1987, p. 40). Esta proposta, no entanto, ainda não tem sido testada por abordagens analíticas de maior escala.

Os estados do Piauí e do Maranhão oriental apresentam uma diversidade de tipos de vegetação incluindo cerrado, caatinga, restinga e vários tipos transicionais (CASTRO, 2013), nos quais há importantes populações naturais de *A. occidentale*, localmente denominadas cajuzeiros. Os estados oferecem, assim, um bom quadro para estudos infraespecíficos da espécie. Neste sentido, foram desenvolvidas pesquisas sobre morfologia (ANDRADE *et al.*, 2019), variação genética (SANTOS *et al.*, 2019), e bioatividade (RIBEIRO *et al.*, 2021) que procuraram diferenciar populações naturais das restingas (ecótipo restinga) e populações domesticadas. Souza, Mayo e Andrade (2021) estudaram a ecologia de populações silvestres nas restingas do Piauí em relação à migração das dunas. Nenhum destes estudos procurou diferenciar os dois ecótipos de Mitchell e Mori (1987) utilizando a morfometria e sistemática, principal objetivo do presente estudo.

Abordagens morfométricas foram empregadas previamente em estudos de *A. occidentale* para o melhor reconhecimento e classificação de acessos representando genótipos diferentes em bancos de germoplasma (ANDRADE *et al.*, 2019). No geral, pesquisas de cunho morfométrico têm grande relevância para o reconhecimento das espécies (MARHOLD, 2011), dando subsídios para inventários de conservação, de recuperação de áreas e catalogação de espécies, e ajudando na identificação no campo (BARRETO; FERREIRA, 2011).

O estudo da variação morfológica e genética em populações silvestres de *A. occidentale* (cajuzeiro) se tornou mais urgente com a pressão humana crescente na zona ecotonal, não

somente pelo extrativismo dos frutos, mas também pela coleta de lenha com uso de podas até a destruição de indivíduos para abrir espaço a outros usos da terra (RUFINO *et al.*, 2007). A atividade extrativista inadequada pode alterar variáveis morfológicas, afetando estruturas reprodutivas e vegetativas (VIEIRA; OLIVEIRA; LOIOLA, 2016). A consequente redução no tamanho das populações reduz também a variabilidade genética e a capacidade de adaptação a futuras mudanças ambientais, além da redução do banco natural de variabilidade dessa espécie de tamanha importância econômica.

Assim, objetivou-se caracterizar e distinguir os ecótipos de *A. occidentale* ocorrentes na restinga e cerrado com base no estudo de populações naturais por meio da quantificação da variabilidade morfológica de seis populações silvestres, sendo três em áreas de restinga (Canárias no Maranhão e Labino e Barrinha no Piauí) localizadas dentro da Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba, e três em áreas de cerrado (Parque Nacional de Sete Cidades, José de Freitas e Campo Maior no Piauí).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Autorização de coleta**

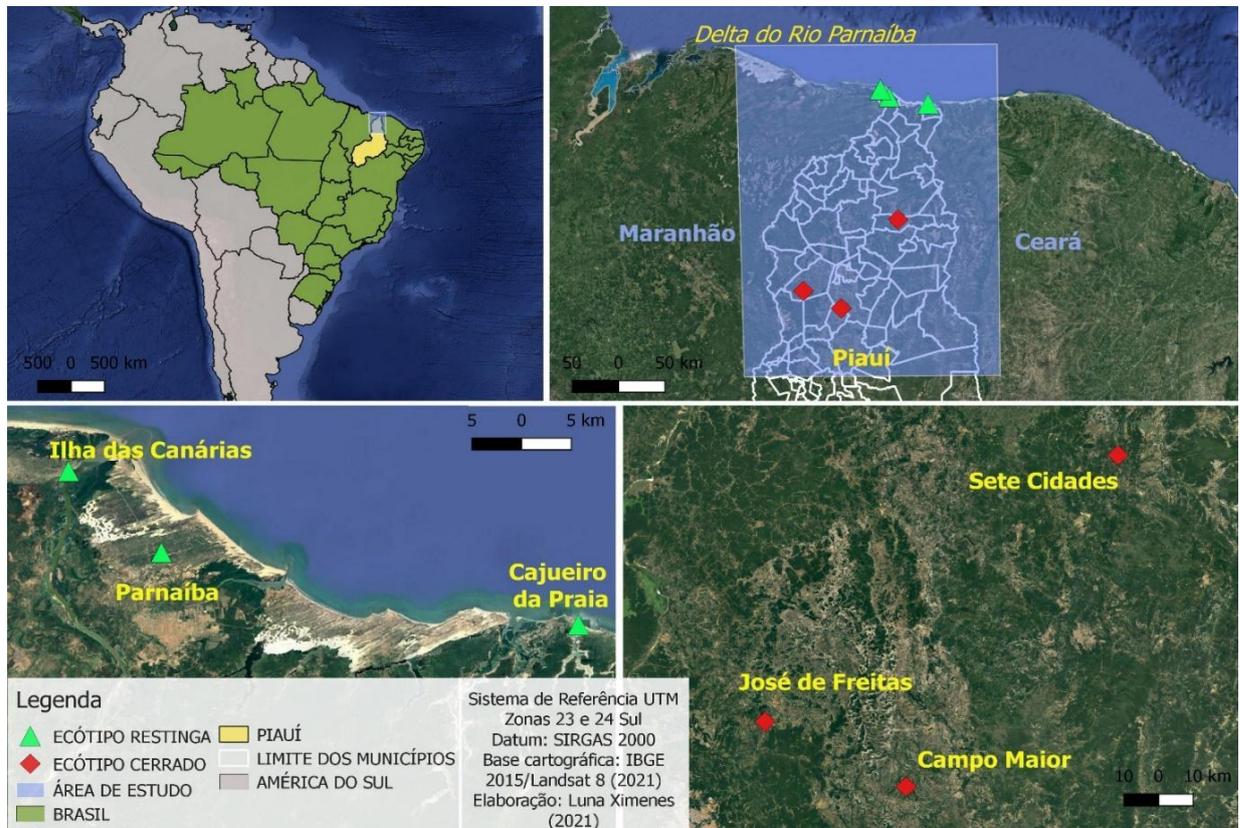
Essa pesquisa foi cadastrada no Sistema Nacional de Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) com o código A8B44BB. A licença de coleta foi permitida pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- ICMBio (nº64340-1). A amostragem, juntamente com desenvolvimento de técnicas morfométricas, tabulação das informações e análises dos dados ocorreram no período de junho de 2018 a fevereiro de 2022, com as coletas realizadas, principalmente no segundo semestre de cada ano, período de floração e frutificação da espécie em estudo.

### **Áreas de estudo**

#### **Caracterização das áreas do ecótipo restinga**

O estudo foi desenvolvido em áreas de restinga, localizadas no município de Araiões, no Maranhão e, Parnaíba e Cajueiro da Praia no estado do Piauí; e no cerrado em Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades no Piauí (Figura 1).

**Figura 1.** Localização das áreas de coleta de *Anacardium occidentale* L. (cajuí): ecótipo restinga e cerrado, nos estados do Piauí e Maranhão.



Os locais de estudo em restinga do litoral maranhense e piauiense encontram-se na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do rio Parnaíba, que possui 311.731,42 hectares, com perímetro de 1.472,80 km. Essa região envolve municípios dos estados do Maranhão, Ceará e Piauí ( $-41^{\circ}49'10''$  S e  $-2^{\circ}50'15''$  W), com altitudes de 0 a 45 m (IVANOV, 2020). É uma Unidades de Conservação Federal de Uso Sustentável. Nessa Unidade de Conservação (UC) vivem, aproximadamente, 360.000 habitantes e 25% do território é constituído por águas jurisdicionais (ICMBio, 2020).

O clima é do tipo Aw, segundo a classificação Köppen-Geiger, onde há uma estação quente e chuvosa no verão e seca no inverno, com elevado índice de pluviosidade nos meses de janeiro a junho, cuja precipitação média anual varia de 1.000 a 1.600 mm (LIMA *et al.*, 2017). A geomorfologia da área de Canárias e Labino é de terrenos de formações recentes de depósitos de areias quartzosas do Quaternário (JACOMINE *et al.*, 1986), e da formação de Barreiras que é do Terciário, situada mais a leste, até os limites com o Ceará, incluindo o município de Cajueiro da Praia (MME, 2006).

A vegetação apresenta característica transicional, com comunidades vegetais da Caatinga, Cerrado, Restinga e Tabuleiros, além de apresentar dunas móveis, manguezais próximos a Ilha das Canárias-MA e Barrinha-PI e carnaubais nas áreas de transição Cerrado/Caatinga, típicos de grande parte da região norte do Piauí (SANTOS-FILHO *et al.*, 2010).

### **Caracterização das áreas do ecótipo cerrado**

#### **Parque Nacional de Sete Cidades-Piauí**

O Parque Nacional de Sete Cidades possui uma área de 6.221,48 ha com um perímetro de 36 km, é uma Unidade de Conservação Federal de Proteção Integral, localizado entre os municípios de Piracuruca e Brasileira (04°02'-08'S e 41°40'-45'W) (ICMBIO, 2018), ao norte do estado do Piauí, com altitudes de 100 a 290 m. O clima de acordo com a classificação de Thornthwaite e Mather (1955) é subúmido, megatérmico com deficiência de pluviosidade no inverno. Os tipos de solos variam de acordo com a fitofisionomia, em Campo Limpo são encontrados os neossolos quartzârenicos, neossolos litólicos e planossolos; no Cerrado típico (cerrado sentido restrito): latossolos e plintossolos; no Campo Rupestre: neossolos litólicos; Cerrado Mesofítico: latossolos e neossolos litólicos; na Mata de Galeria Inundável: gleissolos e na Mata Seca Semidecídua são encontrados argissolos e neossolos litólicos. A vegetação referida anteriormente foi mapeada por meio de imagens de satélite TM/Landsat e aliada às coletas botânicas, apresenta um padrão de mosaico de cerrados marginais. A fitofisionomia que ocupa maior área do Parque é o cerrado sentido restrito com 37,6% do total (OLIVEIRA; CASTRO; MARTINS, 2010).

#### **Campo Maior, Piauí**

O município está localizado na microrregião de Campo Maior, com área de 1.657,1 km<sup>2</sup>, limita-se ao norte com os municípios de Cabeceiras do Piauí, Nossa Senhora de Nazaré e Cocal de Telha, ao sul Alto Longá, Coivaras e Novo Santo Antônio, a leste Cocal de Telha, Jatobá do Piauí e Sigefredo Pacheco, e a oeste José de Freitas, Altos e Coivaras. O Clima é quente tropical, cujos meses mais úmidos são fevereiro, março e abril e chuvas concentradas no primeiro semestre do ano e precipitação pluviométrica média anual é de 1.305 mm (AGUIAR, 2004a). Os solos da região são principalmente plintossolos álicos de textura média, além de solos

podzólicos vermelho-amarelos, plínticos e não plínticos e, secundariamente, solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários de baixa fertilidade (JACOMINE *et al.*, 1986; FARIAS; CASTRO, 2004). A vegetação é caracterizada por possuir transições vegetais caatinga/cerrado caducifólio, floresta ciliar de carnaúba e caatinga de várzea e com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólio/floresta sub caducifólia e/ou carrasco. Na porção sul tem-se o Complexo Vegetacional de Campo Maior, onde se encontra uma zona de transição cerrado/caatinga (FARIAS; CASTRO, 2006). Na área de coleta, a flora caracteriza-se por possuir espécies da área de transição descrita acima, com maior grau de similaridade para o cerrado (SOUSA *et al.*, 2021).

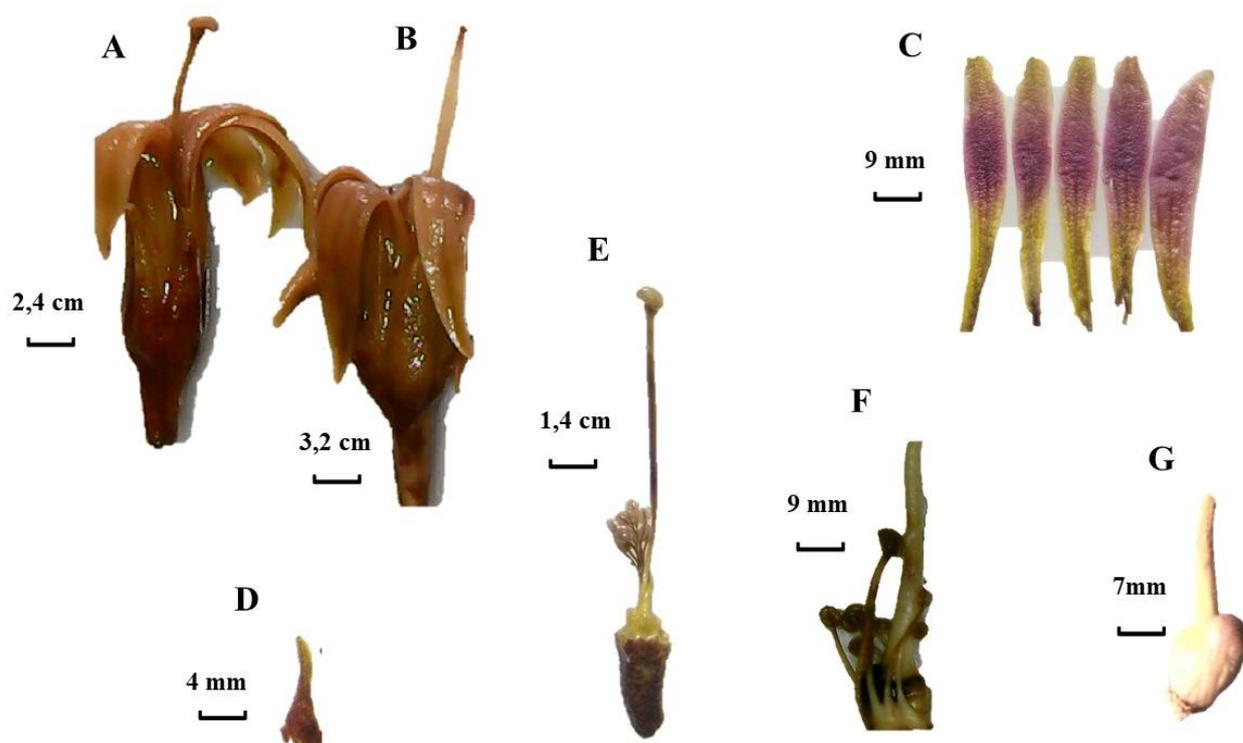
### **José de Freitas-Piauí**

O município está localizado a 48 km de Teresina, na microrregião de Teresina, compreendendo uma área de 1.538, 172 km<sup>2</sup> (IBGE, 2017). Limita-se ao norte com os municípios de Lagoa Alegre, Cabeceiras do Piauí e Campo Maior, ao sul com Altos e Teresina, a leste Campo Maior, e a oeste União, Lagoa Alegre e Teresina (AGUIAR, 2004b). O clima é tropical, com cinco a seis meses chuvosos e o segundo semestre é o período seco, cuja precipitação pluviométrica média anual varia de 800 a 1.600 mm. Os solos da região são principalmente plintossolos álicos de textura média, fase complexo Campo Maior, além dos tipos podzólicos vermelho-amarelos, plínticos e não plínticos. A vegetação apresenta transições com espécies da caatinga/cerrado caducifólio, floresta ciliar de carnaúba e caatinga de várzea e, bem como, caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólio/floresta sub-caducifólia e/ou carrasco (AGUIAR, 2004b).

### **Amostragem**

Foram amostrados 30 indivíduos incluídos em seis populações aleatoriamente, em distância mínima de pelo menos 10 m para poder estimar a variabilidade entre os indivíduos e calcular valores médios dos caracteres. Destes coletaram-se cinco ramos dos espécimes contendo folha, flor e fruto (Figuras 2, 3 e 4), totalizando noventa ramos para cada população, para os caracteres vegetativos e reprodutivos foi utilizado a nomenclatura da descrição botânica de Mitchell e Mori (1987), os quais foram medidos e fotografados.

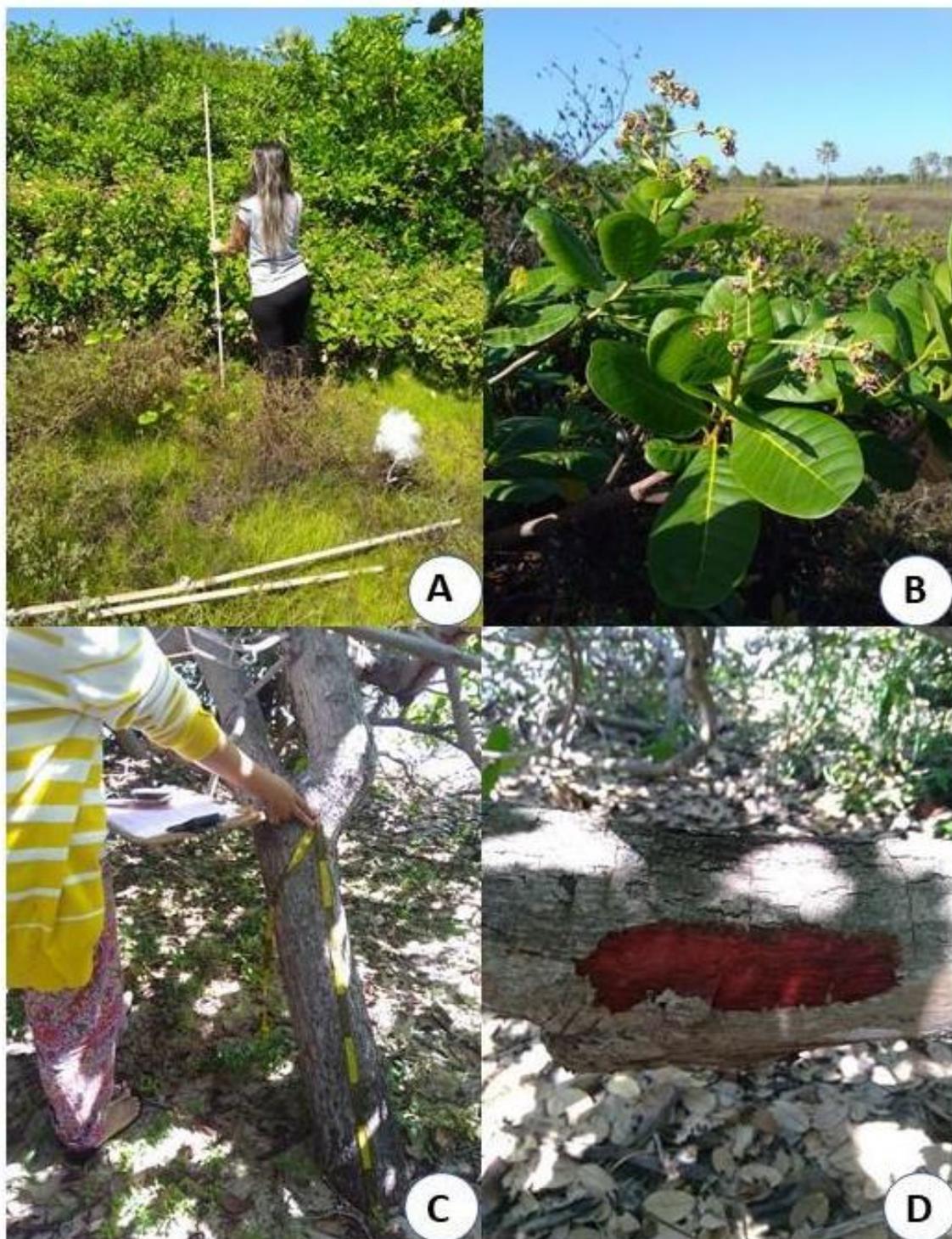
**Figura 2.** Detalhes florais utilizados na morfometria de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) ecótipos restinga e cerrado. Obtido por Microscópio Estereoscópio Binocular, tamanho da saída 640 x 480; taxa de quadros 25.000. A) Flor masculina da população Barrinha, Piauí, ecótipo restinga; B) Flor hermafrodita da população Barrinha, Piauí, ecótipo restinga; C) Pétalas mensuradas da flor masculina de indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado; D) Cálice da flor masculina de um indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado; E) Estame longo e estames curtos da flor masculina de um indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado; F) Flor hermafrodita de um indivíduo da população de Barrinha, Piauí, ecótipo restinga; G) Pistilo da flor hermafrodita de um indivíduo de Campo Maior, Piauí, ecótipo cerrado. Legenda: Os valores representam o comprimento total da parte floral representada na foto.



**Figura 3.** Caracteres utilizados na morfometria e coleta de material de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) ecótipo cerrado na Serra de Passa-Tempo, Campo Maior-Piauí. A) Aspecto geral do hábito; B) Cor do tronco; C) Hipocarpo in natura; D) Inflorescência do tipo panícula; E) Herborização dos indivíduos coletados; F) Hipocarpo coletado medido.



**Figura 4.** Caracteres utilizados na morfometria e coleta de material de *Anacardium occidentale* L.(cajuí) ecótipo restinga no Labino-Piauí. A) Aspecto geral do hábito; B) Caracteres foliares e florais; C) Altura do tronco; D) Cor da casca e da entrecasca do tronco.



## Coleta de dados morfométricos

Para a medida dos caracteres foi utilizado fita métrica para medir largura e diâmetro à altura do peito, régua milimétrica foi empregada para aferir dimensões da folha, da flor, inflorescência e hipocarpo e castanhas, e paquímetro para a espessura da lâmina foliar (Tabela 1). Cinco folhas secas foram selecionadas do terceiro ou quarto nó, por ter adquirido maturidade vegetativa. As flores desidratadas foram reidratadas em água destilada fervente para aferir os caracteres. Em relação à parte reprodutiva cinco flores masculinas e bissexuais de cada indivíduo foram mensuradas.

**Tabela 1.** Lista de caracteres utilizados na morfometria de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) ecótipos restinga e cerrado.

Parte da planta	Caráter medido	Tipo de caráter	Código
planta toda	altura dos ind. (m)	quantitativa	altura
dossel	largura da copa (m)	quantitativa	copa-larg
caule	altura do tronco até a primeira ramificação (cm)	quantitativa	tronc-alt
caule	diâmetro do tronco próximo à superfície (cm)	quantitativa	tronc-dia-bas
caule	diâmetro na altura do peito (cm)	quantitativa	tronc-dia-peit
caule	cor do caule	qualitativa	caul-cor
caule	cor da entrecasca	qualitativa	cas-int-cor
folha	espessura da lâmina (mm); média de 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	lam-espes-med
folha	comprimento da lâmina foliar (cm); média de 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	lam-com-med
folha	largura máxima da lâmina foliar (cm); média de 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	lam-lar-med
folha	forma da lâmina foliar de 5 folhas do mesmo indivíduo	qualitativa	lam-form-mod
folha	lâmina foliar "aspect ratio" (taxa comprimento/largura máxima): média de 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	lam_asp_med
folha	forma do ápice da lâmina foliar; de 5 folhas do mesmo indivíduo	qualitativa	lam_apic_mod
folha	forma da base da lâmina foliar; de 5 folhas do mesmo indivíduo	qualitativa	lam_bas_mod
folha	nervuras secundárias, número lado esquerdo: média 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	nerv_num_esq_med
folha	nervuras secundárias, número lado direito: média 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	nerv_num_dir_med
folha	nervuras secundárias, número total; média de 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	nerv_num_tot_med
folha	comprimento do pecíolo (mm); média de 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	pec_com_med
folha	largura do pecíolo (mm); média de 5 folhas do mesmo indivíduo	quantitativa	pec_lar_med
folha	razão comprimento da lâmina foliar/comprimento do pecíolo	quantitativa	lam_pec-tax_med
inflorescência	comprimento da inflorescência (cm)	quantitativa	infl_com
inflorescência	largura da inflorescência (cm)	quantitativa	inf_larg
inflorescência	comprimento das brácteas (cm)	quantitativa	brac_com
inflorescência	comprimento do ráquis (cm)	quantitativa	raq_com
inflorescência	número de ramificações por panícula	quantitativa	inf_rams
flores masculinas	comprimento do pedicelo (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flmas_ped_com_med
flores masculinas	comprimento do cálice (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flmas_cal_com_med

flores masculinas	comprimento da corola (mm)	quantitativa	flmas_coro_com_med
flores masculinas	diâmetro da corola (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flmas_coro_dia_med
flores masculinas	número total de estames; média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flmas_esta_num_med
flores masculinas	comprimento do tubo estaminal (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flmas_tub_esta_com_med
flores masculinas	comprimento dos estames curtos (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flmas_estacur_com_med
flores masculinas	comprimento do estame longo (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flmas_estalon_com-med
flores hermafroditas	comprimento do pedicelo (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_ped_com_med
flores hermafroditas	comprimento do cálice (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_cal_com_med
flores hermafroditas	diâmetro da corola (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_coro_com_med
flores hermafroditas	comprimento da corola (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_coro_dia_med
flores hermafroditas	número total de estames; média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_esta_num_med
flores hermafroditas	comprimento do tubo estaminal (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_tub_esta_com_med
flores hermafroditas	comprimento dos estames curtos (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_estacur_com_med
flores hermafroditas	comprimento do estame longo (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_estalon_com_med
flores hermafroditas	comprimento do ovário (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_ov_com_med
flores hermafroditas	comprimento do estilete (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_estil_com_med
flores hermafroditas	comprimento do pistilo (mm); média de 5 flores do mesmo indivíduo	quantitativa	flher_pist_com_med
fruto	comprimento do hipocarpo com a castanha (pseudofruto) (cm); média de 5 pseudofrutos do mesmo indivíduo	quantitativa	frutpedu_com_med
fruto	comprimento da castanha (cm); média de 5 castanhas do mesmo indivíduo	quantitativa	cast_com_med
fruto	largura da castanha (cm); média de 5 castanhas do mesmo indivíduo	quantitativa	cast_lar_med
fruto	coloração da castanha; modo de 5 castanhas do mesmo indivíduo	qualitativa	cast_cor_mod
fruto	comprimento do hipocarpo (cm); média de 5 hipocarpos do mesmo indivíduo	quantitativa	hipo_com_med
fruto	largura do hipocarpo (cm); média de 5 hipocarpos do mesmo indivíduo	quantitativa	hipo_lar_med
fruto	coloração do pedúnculo; modo de 5 hipocarpos do mesmo indivíduo	qualitativa	hipo_cor_mod

### Coleta de material

Amostras com folha, flor e fruto de *A. occidentale* foram coletadas em cada área e fotografadas com atenção aos caracteres diagnósticos reconhecidos nos tratamentos taxonômicos da espécie. A espécie foi herborizada de acordo com a metodologia de Mori *et al.*

(1989) e incorporadas ao Herbário HDELTA no *Campus* Ministro Reis Velloso em Parnaíba da Universidade Federal do Delta do Parnaíba-UFDPar (Tabela 2).

**Tabela 2.** Localização das áreas de coleta de *Anacardium occidentale* L. (cajuí) ecótipo restinga e cerrado.

Ecótipo	Áreas	Coordenadas	Amostra de indivíduos	Nº de tombo científico HDELTA
<b>Restinga</b>	Ilha das Canárias-MA	02° 45' 55,503" S e 41° 51' 15,814" W	30	5829
	Parnaíba-PI	02° 50' 39,981" S e 41° 45' 45,0793" W	30	7007
	Cajueiro da Praia-PI	02° 54' 58,124" S e 41° 23' 28" W	30	7008
<b>Cerrado</b>	Sete Cidades-PI <sup>4</sup>	04° 5' 31,692" S e 41°40' 49,158" W	30	7010
	Campo Maior-PI	04° 59' 340" S e 42° 14' 062" W	30	6670
	José de Freitas-PI <sup>6</sup>	04 ° 48' 49,815" S e 42° 36' 4,987"W	30	7009

### Análise dos dados

Os procedimentos de análise dos dados morfológicos foram baseados nos descritos por Andrade *et al.* (2019), utilizando a linguagem estatística R (R CORE TEAM, 2018) para realizar as análises estatísticas.

Análises exploratórias de dados foram realizadas inicialmente. Assim, fez-se a avaliação de valores extremos, gráficos das distribuições dos valores, testes de normalidade, e de homogeneidade das variâncias entre populações, testes para diferenças em valores médios e medianos entre populações (testes paramétricos *t-test* e não paramétricos *Wilcoxon rank sum*), estimativas de significância das diferenças médias entre populações (comparação múltipla), escalonamento das variáveis. Estatísticas univariadas foram obtidas para cada variável: desvio padrão (DP), o erro padrão, medida de confiança do valor da média, a mediana, valores mínimo e máximo e o coeficiente de variação (CV) (desvio padrão relativo).

A análise de componentes principais (PCA) foi empregada para revelar as principais dimensões de variação morfológica (os componentes principais) baseado nos caracteres quantitativos - sem considerar as populações individualmente - e para determinar quais destes caracteres têm mais expressão em cada uma destas dimensões. Além de transformar a matriz

original em uma nova matriz em que um número bem menor de dimensões (geralmente os componentes principais 1 até 6) engloba aproximadamente 95% da variação dos dados totais. A significância dos componentes principais foi verificada usando a função "evplot" (BORCARD *et al.*, 2011) que computa o teste de Kaiser-Guttman, i.e., quais os componentes principais com autovalores acima do valor média. A PCA foi realizada usando a função "prcomp" do pacote "stats" em R (R CORE TEAM 2018).

A diferenciação das populações, baseada nos caracteres quantitativos, foi realizada usando três abordagens:

1) Com análise discriminante linear (LDA, em R equivalendo a análise de variáveis canônicas CVA) foram determinadas as variáveis que influenciam mais a discriminação das populações uma da outra. Sendo que LDA é paramétrica, portanto, é necessário um procedimento preliminar para testar a homogeneidade das matrizes de covariância de cada população, usando funções do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2018) em R. A LDA foi realizada usando tanto as populações como os ecótipos como variável categórica, e a discriminação de cada grupo foi testada com emprego do método de validação cruzada (*jackknife test*). Os procedimentos da LDA foram realizados em R usando a função "lda" do pacote MASS em R (RIPLEY *et al.*, 2022).

2) "K-Nearest-Neighbor" (KNN) é uma técnica não-paramétrica (usando os caracteres quantitativos) que classifica cada indivíduo usando, como critério de afiliação, a distância entre o indivíduo e um conjunto de  $k$  vizinhos mais próximos ( $k = 1$ , ou 2, ou 3, ..., etc.), o indivíduo sendo testado é alocado à população que tem maior representação no conjunto de  $k$  vizinhos; KNN necessita de um teste de replicação preliminar para determinar o valor ótimo de  $k$  para com as duas variáveis categóricas usadas – populações e ecótipos; a discriminação de cada grupo foi testada com emprego do método de validação cruzada (*jackknife test*). Os procedimentos da KNN foram realizados usando a função "knn.cv" no pacote "class" (RIPLEY; VENABLES, 2022).

3) A abordagem de Árvores de Classificação e Regressão (CART) é um algoritmo não-paramétrico que usa dados tanto quantitativos como qualitativos e que destaca quais caracteres são os melhores para discriminar os grupos do resultado; o procedimento divide o conjunto total dos indivíduos pela variável que produz os dois subgrupos menos heterogêneos – a heterogeneidade sendo medida usando o índice Gini (VARMUZA; FILZMOSER, 2009; FOULKES, 2009). Os dois subgrupos são depois divididos da mesma maneira em dois subgrupos, a melhor variável divisora resultando de uma nova busca entre todas as variáveis, e por adiante o mesmo procedimento para cada subgrupo. Os nós (grupos de indivíduos) que

resultam são denominados pelo nome da população que tem a maior representação. O número final de nós é determinado por um procedimento de otimização chamado "cost complexity pruning" (FOULKES, 2009). Foram usados os seguintes dois pacotes de R: "rpart" (THERNEAU; ATKINSON, 2019), e "rpart.plot" (MILBORROW, 2020).

Todos estes procedimentos mostram que as populações são mais e menos distintas, morfologicamente, mas a partir de critérios e algoritmos diferentes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises univariadas

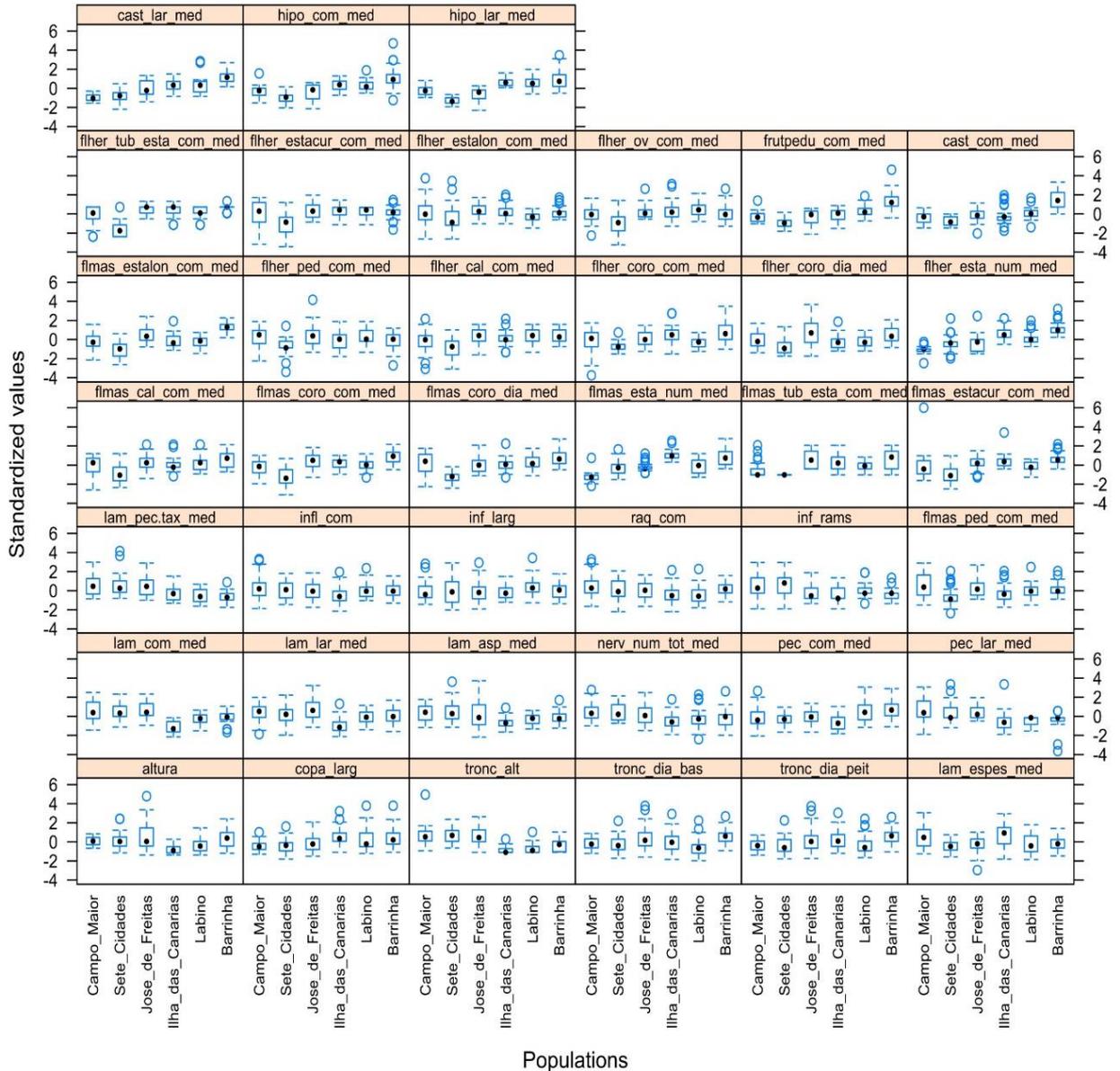
Os resultados dos dados univariados evidenciam que a maioria das variáveis apresentam distribuição não normal (90,7%), a variância é heterogênea entre as populações, e houve diferença significativa, quando se considera os valores médios dos ecótipos, em todos os caracteres exceto: comprimento médio da bráctea, estilete e pistilo; por isso estas variáveis não foram usadas nas análises posteriores. Os caracteres quantitativos sugerem que há diferenças em padrões de similaridade entre as populações, dependendo do tipo de caráter, seja vegetativo ou reprodutivo.

Os valores de altura dos indivíduos estenderam-se de 2 a 15 m, a largura das copas de ambos os ecótipos variou de 0,5 a 20 m. As médias da altura dos indivíduos da restinga foi de 4,33 m e 5,49 m para as do cerrado. Estes valores foram menores, quando comparados ao estudo de Borges (2015), que registrou 8,40 m em 18 acessos do Banco Ativo de Germoplasma do Caju da Embrapa Meio Norte no Piauí.

Os ramos de cajuzeiros da restinga geralmente atingem o solo, são soterrados e formam copas espriadas provenientes de um só indivíduo. Johnson (1972, 1973) relatou aspectos da arquitetura ecológica para esta espécie em áreas de restinga no Ceará, nas quais as plantas apresentavam baixa estatura, crescimento prostrado, ramos soterrados, apresentando grandes extensões provenientes de um mesmo indivíduo. Amaral *et al.* (2017) e Andrade *et al.* (2019) também observaram essas características nas plantas ocorrentes em áreas de restingas piauiense. Conforme Andrade *et al.* (2019), os fatores ambientais ou a seleção natural, a exemplo da baixa fertilidade das areias quartzosas do Quaternário e a influência do vento, influenciem sobre os caracteres vegetativos como altura e arquitetura da copa na restinga.

Os testes univariados mostraram que, em todas as variáveis da lâmina foliar, exceto a espessura, há diferença significativa entre os ecótipos (Figura 5).

**Figura 5.** Comparação "boxplots" de seis populações para cada uma das 39 variáveis quantitativas univariadas, padronizadas com média= 0, e desvio padrão =1. Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



Mitchell e Mori (1987) descreveram e ilustraram a variação na forma e tamanho foliar para espécies de *Anacardium*. Nesta revisão os autores apresentaram diferenças morfológicas em certos caracteres quantitativos das folhas entre os ecótipos de restinga e de cerrado. Esses são reproduzidos na Tabela 3, junto com os valores obtidos no presente estudo.

**Tabela 3.** Comparação dos valores médios dos descritores fenotípicos das folhas de populações nativas dos ecótipos restinga e cerrado de *Anacardium occidentale* L.

Ecótipos	Mitchell e Mori (1987)			Presente estudo		
	Média	Desvio padrão (D.v.)	Coefficiente da variação (C.v.)	Média	Desvio padrão (D.v.)	Coefficiente da variação (C.v.)
<b>Comprimento da lâmina foliar (cm)</b>						
Restinga	11,4	3,9	34,21	10,1	1,86	18,53
Cerrado	13,4	6,6	49,25	12,2	2,43	19,93
<b>Largura da lâmina foliar (cm)</b>						
Restinga	7,5	2,1	28,0	6,3	1,07	16,97
Cerrado	7,7	2,6	33,8	7,0	1,24	17,63
<b>Relação de aspecto da lâmina foliar (comprimento/largura)</b>						
Restinga	1,7	0,57	33,5	1,6	0,18	11,37
Cerrado	1,8	0,77	42,8	1,75	0,28	16,2
<b>Comprimento do pecíolo (mm)</b>						
Restinga	12,0	3,7	30,83	9,99	3,22	32,19
Cerrado	9,4	1,4	14,89	9,01	2,83	31,37
<b>Taxa comprimento da lâmina foliar/ comprimento do pecíolo</b>						
Restinga	7,4	5,1	68,9	10,9	3,25	29,71
Cerrado	35,9	35,6	99,2	14,67	5,09	34,73

No que se refere estes cinco caracteres, os resultados corroboram os de Mitchell e Mori (1987), pelo menos na ordem das relações, isto é, a lâmina foliar é mais longa e mais larga no ecótipo cerrado, o pecíolo é mais longo no ecótipo restinga e a lâmina é relativamente muito mais longa que o pecíolo no ecótipo cerrado, com aparência de pecíolo curto neste último. O pecíolo mais longo no ecótipo restinga pode aumentar a absorção de luz solar para as folhas, quando há maior necessidade de exposição destas (CHAGAS *et al.*, 2008). Porém, não há diferença significativa da espessura foliar entre os dois ecótipos; as populações de Canárias e Campo Maior têm as folhas mais espessas e as folhas da população de Canárias são muito mais estreitas do que as outras populações da restinga. Mitchell e Mori (1987: 40) afirmam que "As populações do Cerrado de *A. occidentale* diferem das populações de Restinga por terem folhas coriáceas onduladas e grossas com pecíolos curtos e robustos.

As folhas menores podem ser resultado da intensa taxa de luminosidade e da interferência da salinidade em populações da restinga, visto que essas podem reduzir as taxas de crescimento de estruturas da planta em estudo (ANDRADE *et al.*, 2019). A redução do comprimento da folha e da sua espessura, em espécies de Anacardiaceae foi explicada por esta estrutura vegetativa estar sob a influência, principalmente, da intensidade luminosa (ROCHA *et al.*, 2015). O comprimento menor da lâmina foliar influencia o número das nervuras

secundárias (ROCHA *et al.*, 2015), assim as folhas dos indivíduos do ecótipo da restinga tiveram menor valor e também para as nervuras. Junto a isso, o extrativismo insustentável pode alterar órgãos vegetativos, como foi observado por Vieira, Oliveira e Loiola (2016) com *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore em áreas de restinga no Piauí.

Experimentos usando soluções salinas nas folhas e nas raízes de *A. occidentale* promoveram o aumento de Na<sup>+</sup> e Cl somente nas folhas, enquanto no sistema radicular houve baixa concentração desses íons, destacando a redução da área foliar e de bordas ressecadas (BEZERRA *et al.*, 2005). Nesse mesmo estudo, os autores justificaram que, em plantas adaptadas a solos com alta concentração de sal, existem mecanismos ecofisiológicos radiculares e de transporte que limitam esses íons para as folhas e quando esses atingem esses órgãos, ocorre ainda a captura desses íons no vacúolo, para diminuir os efeitos fisiológicos do excesso de sal na lâmina foliar (O'LEARY, 1995).

As espécies estão sujeitas a pressão de seleção em diferentes habitats (FERREIRA *et al.*, 2015). Características como o tamanho, forma da lâmina foliar, presença de tricomas e esclerofilia estão geralmente relacionadas com aspectos evolutivos, distribuição e disponibilidade de recursos (MORRETES; FERRI, 1959; BIERAS; SAJO, 2009). *Anacardium occidentale* apresenta vários mecanismos adaptativos, como o tamanho menor e a presença de tricomas nas folhas, que favorecem a redução da perda de água quando são expostas a altas taxa de incidência de luz solar (REIS *et al.*, 2014).

Vale ressaltar que os dados de Mitchell e Mori (1987) foram obtidos por medição em exsicatas de herbário, cada uma provavelmente oriunda de uma população diferente e sobre uma área continental, enquanto os dados do presente estudo foram amostrados sistematicamente, com delineamento experimental e com replicações por indivíduo, totalizando 150 folhas obtidas de cada população geográfica, restrito a uma área muito menor. Essa é provavelmente a explicação da grande diferença nas medidas de variação (desvio padrão e coeficiente da variação) entre os dois estudos.

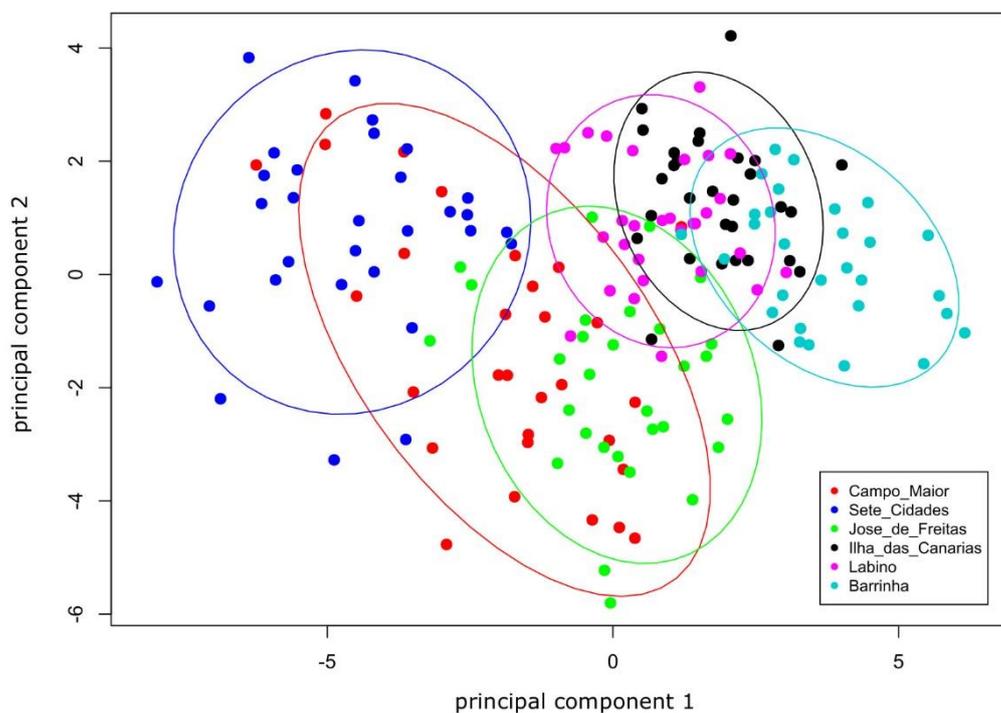
### **Análises multivariadas**

Nestas análises, com todos os caracteres, as populações e os ecótipos se revelaram mais distintos do que nas análises com apenas caracteres vegetativos ou florais. Para PCA, LDA e KNN foram usados somente os 39 caracteres quantitativos, mas para CART foram empregados 49 caracteres, tanto qualitativos como quantitativos, por apresentarem diferença significativa.

### Análise de componentes principais (PCA)

O número de componentes principais (PCs) significantes foi calculado como 10; estes 10 componentes expressam 71,37% da variância total. De fato, este resultado significa que há um nível relativamente baixa de correlação entre as 39 variáveis quantitativas, pois quanto maior o número de componentes significantes, menor a correlação que existe entre as variáveis originais.

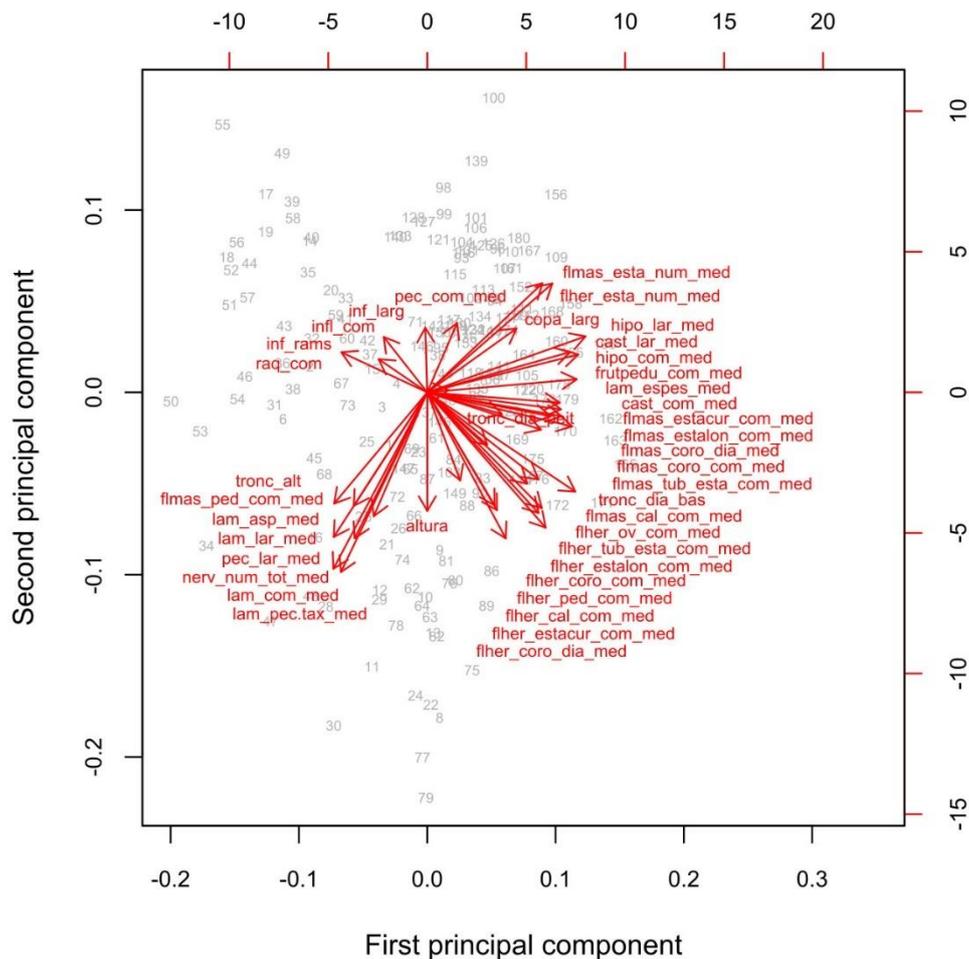
**Figura 6.** Ordenação nos primeiros dois componentes da Análise de componentes principais (PCA) de 39 caracteres vegetativos e reprodutivos de 180 indivíduos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido usando R (R CORE TEAM, 2018).



A ordenação dos primeiros dois componentes, representando 32,42% da variância dos dados, sugere que as populações da restinga são menos variáveis (menores elipses de confiança 95%) do que as do cerrado. Os escores no PC1 dos indivíduos da restinga são predominantemente positivos, enquanto a maioria dos indivíduos de Campo Maior e Sete Cidades tem escores negativos; a população de José de Freitas está posicionada entre estes e os da restinga. No PC2 a ordenação mostra que os escores das populações da restinga e do Sete Cidades são parecidos, mas em Campo Maior e José de Freitas há muitos indivíduos com escores com valores mais baixos, e mais negativos.

O biplot (Figura 7) e o gráfico dos pesos (Figura 8) destes dois componentes principais ajudam a entender quais caracteres tem maior influência no posicionamento dos indivíduos ao longo dos eixos. No PC1, indivíduos com maiores escores positivos (correspondendo na sua maioria a plantas da restinga) tendem a ter hipocarpos e castanhas mais largos e longos, e de maneira geral, caracteres florais com maiores valores. Indivíduos com escores negativos (predominando no cerrado) tendem a apresentar folhas com lâmina mais longa, pecíolos mais largos, troncos mais altos e lâmina foliar relativamente mais longa que larga, entre outros caracteres (Figura 8).

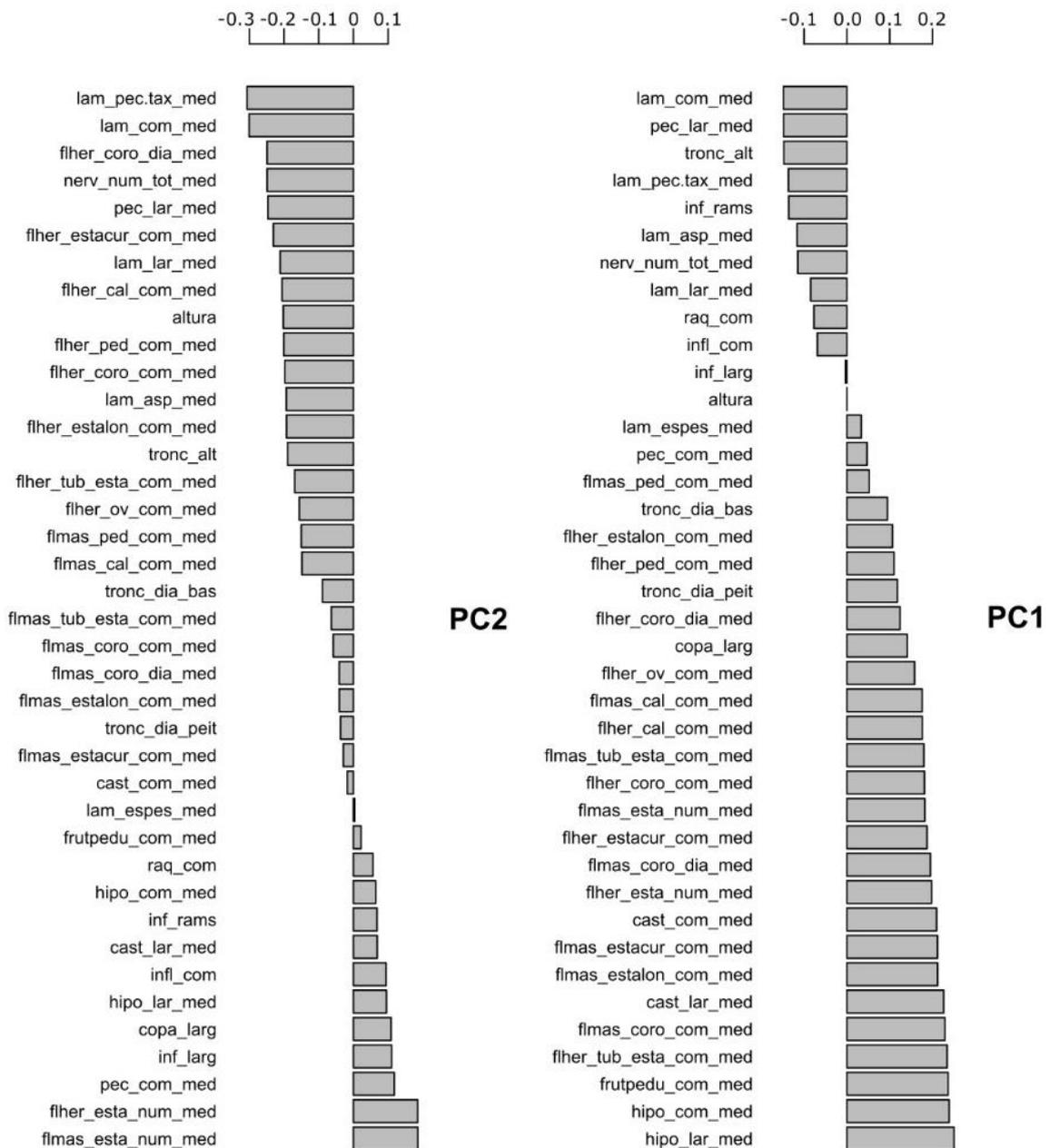
**Figura 7.** Representação gráfica biplot da dispersão dos indivíduos analisados, entre os dois caracteres primeiros componentes principais para caracteres vegetativos e reprodutivos de 180 indivíduos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no cótico cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido usando R (R CORE TEAM, 2018).



No PC2 (Figura 8), os caracteres que influenciam mais os escores positivos são: razão comprimento lâmina/pecíolo, comprimento da lâmina, diâmetro da corola da flor hermafrodita, número total de nervuras secundárias, e largura do pecíolo, enquanto os escores negativos são

influenciados mais por número de estames nas flores masculinas e hermafroditas, comprimento do pecíolo, largura da inflorescência e da copa, largura do hipocampo e comprimento da inflorescência.

**Figura 8.** Pesos (autovetores) das 39 variáveis vegetativas e reprodutivas nos primeiros dois componentes da Análise de componentes principais (PCA) de 39 caracteres de 180 indivíduos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido usando R (R CORE TEAM, 2018).



Caracteres vegetativos e florais têm sido selecionados na discriminação de indivíduos da espécie em pesquisas com populações domesticadas e nativas da restinga e do cerrado no

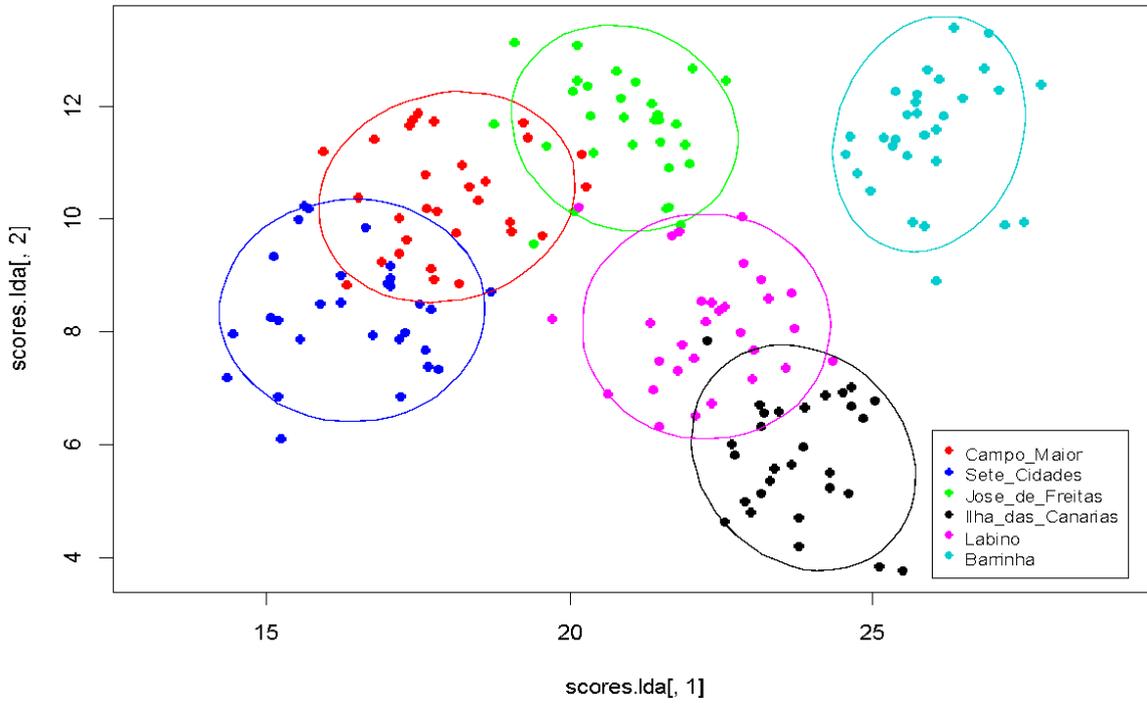
Piauí (ANDRADE *et al.*, 2019), com populações no Piauí e no Rio de Janeiro (PESSONI, 2007) e em Goiânia (BELO *et al.*, 2019). O emprego de variáveis usando a folha predomina em diversos estudos, pois de acordo com Ramos, Cotta e Fonseca-Filho (2016), a folha é o órgão vegetal mais estudado. Esta apresenta maior plasticidade, em resposta a diferentes ambientes e funções. Nenhum outro órgão vegetal tem tanta variedade estrutural e de forma, devido aos estímulos externos e fatores internos. Além de exercer diversas funções como metabólicas, condução, respiração e transpiração, ela também tem uso alimentar, medicinal, industrial e adubação (VIDAL; VIDAL, 2003). A alteração das variáveis fenotípicas oriunda da aclimação a diferentes ambientes e da genética permite a sobrevivência de espécies e reflete caracteres diferenciais formando ecótipos (FUZETO; LOMÔNACO, 2000). Abordagens morfométricas das folhas contribuem para estudos de taxonômicos, ecológicos, farmacológicos, entre outros. Embora essa espécie tenha relevância socioeconômica, pesquisas morfológicas foliares são escassas (RAMOS, COTTA; FONSECA-FILHO, 2016).

No caso de *A. occidentale*, principalmente o fruto e o hipocarpo têm sido objeto de pesquisas, pois a castanha é o principal produto comercial (ROSSETTI; VIDAL NETO; BARROS, 2019). Além da morfometria tradicional, a morfometria geométrica com emprego de marcos anatômicos foliares tem sido usada com essa espécie (VIEIRA; MAYO; ANDRADE, 2014), com outras espécies para estimar a variabilidade e divergência morfológica (NASCIMENTO; MAYO; ANDRADE, 2021) no Nordeste brasileiro e com plantas coletadas no Brasil e na Guiana Francesa (ANDRADE *et al.*, 2010).

### **Análise Discriminante Linear (LDA)**

A ordenação da Análise Discriminante Linear (LDA) (Figura 9) evidenciou a separação entre as populações. Barrinha mostrou-se completamente separada das outras populações. As três populações do cerrado são quase completamente separadas das da restinga, no entanto, as três da restinga não formam um grupo em si, Barrinha é separada de Canárias e Labino, que se sobrepõem.

**Figura 9.** Análise discriminante linear (LDA) para caracteres vegetativos e reprodutivos de 180 indivíduos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



Todas as populações têm um grau de variabilidade similar, de acordo com o tamanho e forma das elipses. Indivíduos de uma população que se encontram fora da elipse podem ter um padrão diferente. As variáveis combinadas com dados vegetativos e reprodutivos mostraram melhor distinção entre os dois ecótipos do que usando esses conjuntos de caracteres separados. Mayo e Andrade (2013) utilizando combinações de variáveis vegetativas e florais de subespécies de *Monstera adansonii* (Schott) Madison e verificaram resultados similares.

A LDA também foi empregada no estudo morfométrico de Andrade *et al.* (2019) comparando populações naturais e domesticadas, e do ecótipo restinga e populações distantes da costa. Estes autores procuraram discriminar as populações dunares e não dunares, e os principais caracteres discriminantes foram comprimento da drupa (castanha) e da lâmina e número total de nervuras secundárias da folha. Os indivíduos das dunas apresentaram folhas mais curtas, relativamente mais largas, drupas (castanhas) mais curtas e menos nervuras secundárias. Diferente deste estudo, o de Andrade *et al.* (2019) não comparou populações naturais do cerrado e da restinga.

Na Tabela 4, na diagonal, os valores em destaque mostram o número de indivíduos de cada população que foram corretamente assinalados. Os totais na direita mostram que cada

população original tem 30 indivíduos. A proporção de indivíduos corretamente alocados é alta, exceto em Campo Maior, onde sete indivíduos são distribuídos em outras populações, inclusive Labino da restinga. Isso também fica evidente no gráfico de barras mostrando estes mesmos resultados da validação cruzada. O grau de mistura é menor do que para os caracteres vegetativos.

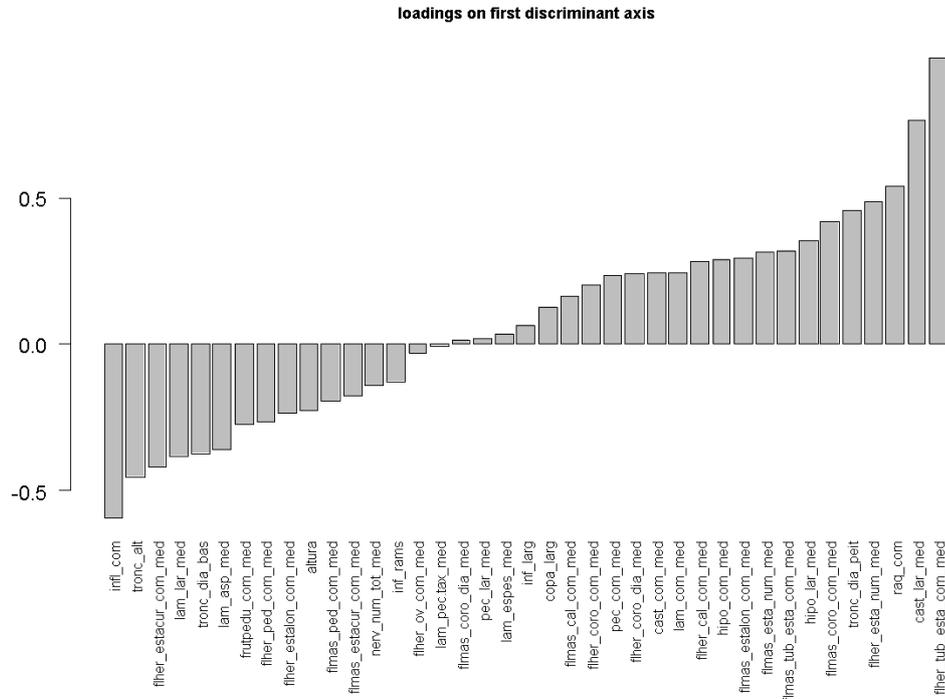
**Tabela 4.** Validação cruzada da LDA usando as populações como categoria de classificação. Ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).

<b>LDA com validação cruzada</b>	<b>Colunas representam as populações constituídas pela validação cruzada</b>						
Fileiras assinalando indivíduos das populações originais	Campo Maior	Sete Cidades	José de Freitas	Canárias	Labino	Barrinha	total
Campo Maior	23	4	1	0	2	0	30
Sete Cidades	3	27	0	0	0	0	30
José de Freitas	0	0	29	0	1	0	30
Canárias	0	0	1	29	0	0	30
Labino	1	0	0	2	26	1	30
Barrinha	0	0	0	0	1	29	30
Total	27	31	31	31	30	30	

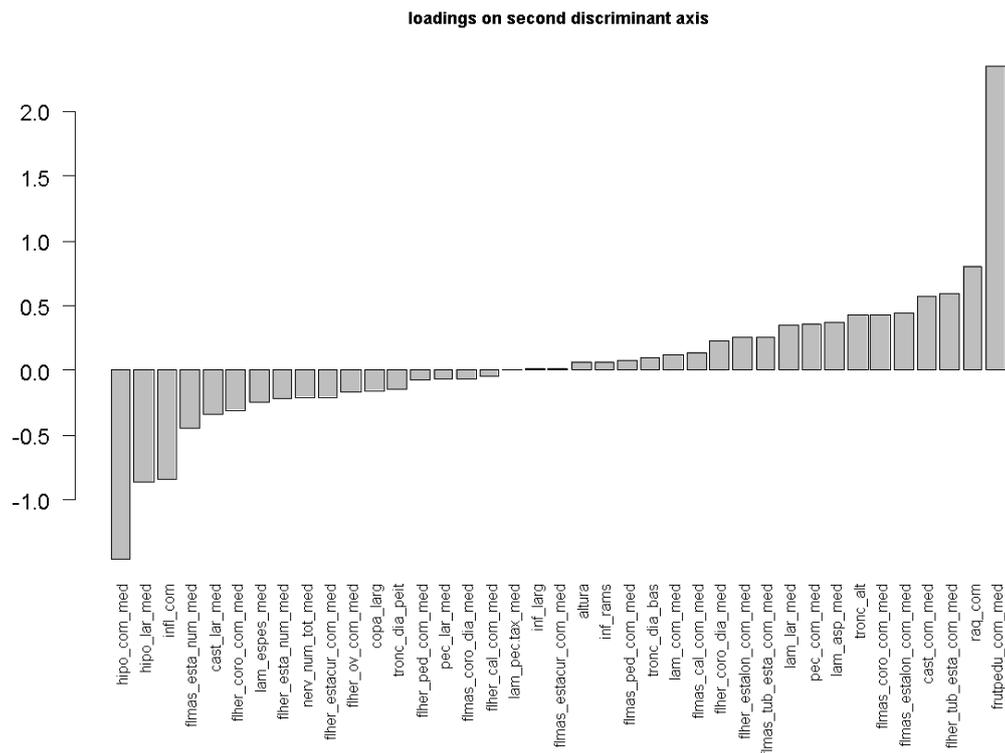
Foi verificado quais são os caracteres que exercem maior influência nos valores de cada indivíduo ao longo dos eixos (funções discriminantes) do LDA, pela observação dos pesos (Figuras 7 e 8). Cada eixo tem um conjunto diferente de pesos que são apresentados como barras, cada correspondendo a um caráter. Em termos gerais, indivíduos com altos valores nos caracteres que têm pesos negativos serão plotados mais para a esquerda do eixo, e os com valores altos nos caracteres que têm pesos positivos são plotados mais para a direita. Observando a ordenação (Figura 6) da LDA, a população com menores valores no LD1 é Campo Maior, e a de maiores valores é a Barrinha e nas Figuras 10 e 11 mostram que os caracteres que contribuem mais para escores negativos foram comprimento da inflorescência e altura do tronco, respectivamente e os que mais contribuem para escores positivos foram comprimento do tubo estaminal da flor hermafrodita e largura da castanha. Usando dados vegetativos (altura), reprodutivos e químicos em acessos do Banco Ativo de Germoplasma do Cajuí da Embrapa Meio-Norte no Piauí, Borges (2015) registrou maior peso para as variáveis relacionadas a castanha, hipocarpo, atributos químicos (SST/ATT) e inflorescência, nessa ordem de importância. Um estudo semelhante realizado em populações ocorrentes em Floriano, no Piauí (CARNEIRO *et al.*, 2019), empregando dados reprodutivos (hipocarpo, castanha e

inflorescência) apresentou resultado semelhante, onde foi o tamanho da castanha que teve mais influência no segundo componente principal (CARNEIRO *et al.*, 2019).

**Figura 10.** Pesos no primeiro eixo (primeira função discriminante) da LDA para cada indivíduo de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



**Figura 11.** Pesos no segundo eixo (segunda função discriminante) da LDA para cada indivíduo de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



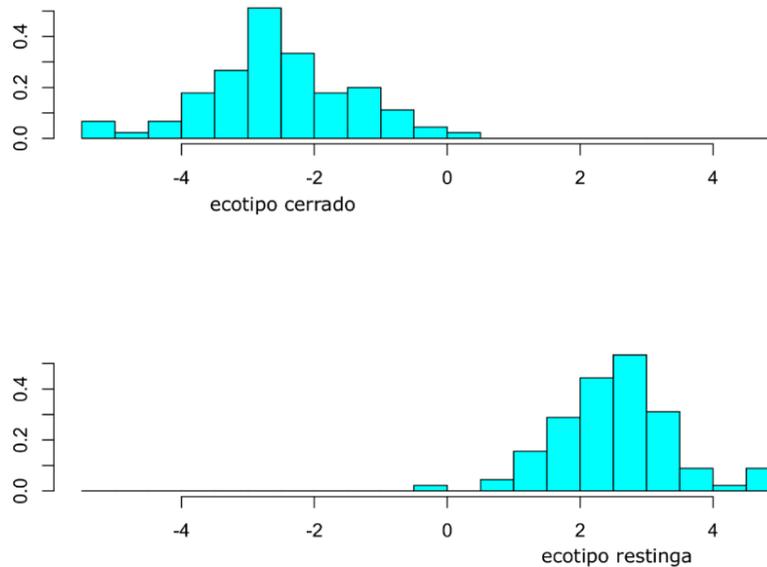
As variáveis reprodutivas são as que mais se destacam em estudos de diferenciação (SOUSA, 2014; BORGES, 2015; BELO *et al.*, 2019; DANTAS *et al.*, 2019; MATOS FILHO *et al.*, 2019) e caracterização das variedades de *A. occidentale* (RUFINO *et al.*, 2007; GOMES *et al.*, 2016; ROSSETTI; VIDAL NETO; BARROS, 2019).

No melhoramento genético de cajueiros, o tamanho e peso da castanha são os elementos mais utilizados para a seleção de plantas, principalmente em plantações comerciais, visto que este é o principal produto exportado mundialmente (ALIYU; AWOPETU, 2011; ROSSETTI; VIDAL NETO; BARROS, 2019).

No segundo eixo discriminante, observando a ordenação (Figura 9) e pesos (Figuras 10,11) da LDA, os caracteres que mais contribuem para escores positivos foram o comprimento do conjunto castanha mais hipocarpo e o comprimento da raque, enquanto os caracteres que mais contribuem para escores negativos foram comprimento e largura do hipocarpo.

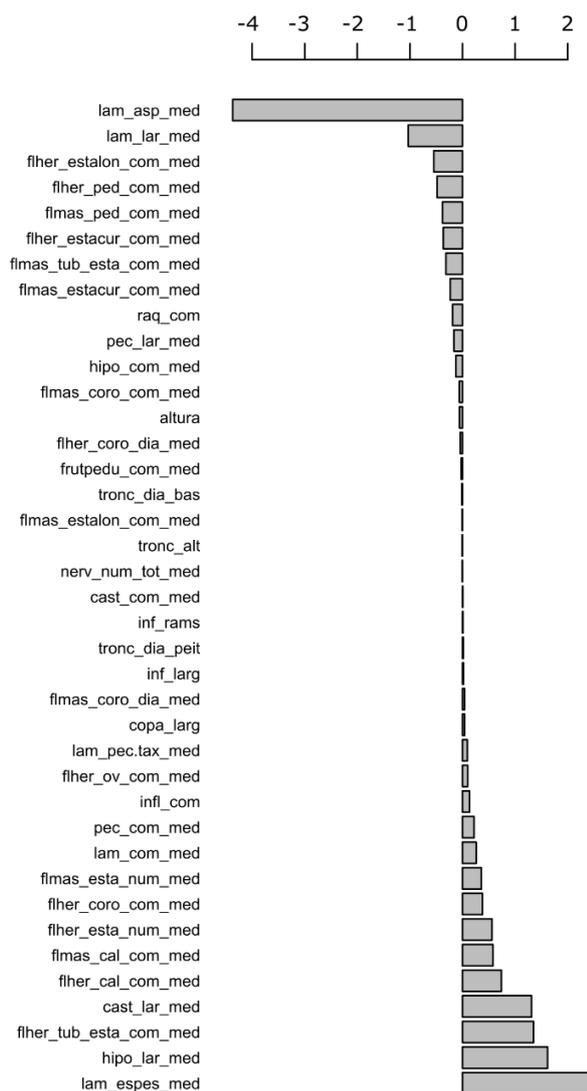
No resultado da análise da categoria ecótipo (restinga e cerrado) abaixo, vemos a disposição dos indivíduos na forma de uma distribuição de frequência dos seus valores da única função discriminante (Figura 12). Quase todos os escores negativos no eixo pertencem a indivíduos do cerrado, enquanto a grande maioria dos escores positivos são da restinga, e quase não há superposição entre os ecótipos.

**Figura 12.** Frequência dos escores dos indivíduos ao longo da única função discriminante da LDA realizada usando ecótipo como caráter categórica. Os dois diagramas são apresentados em separado somente para evitar superposições, desde que o eixo represente a mesma função discriminante nas duas figurinhas. Indivíduos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



Com relação aos pesos deste eixo discriminante, a Figura 12 e 13 mostram os caracteres mais importantes para discriminar os dois ecótipos; na parte negativa do eixo (correspondendo a ecótipo cerrado) os caracteres de maior peso são (em ordem decrescente), razão comprimento-largura da folha, largura da lâmina, comprimento do estame longo da flor hermafrodita, comprimento do pedicelo da flor hermafrodita, comprimento do pedicelo da flor masculina, comprimento dos estames curtos da flor hermafrodita. Na parte positiva do eixo, correspondendo ao ecótipo restinga, os caracteres de maior peso são: espessura da lâmina, largura do hipocarpo, comprimento do tubo estaminal da flor hermafrodita, largura da castanha, comprimento do cálice da flor hermafrodita e comprimento do cálice da flor masculina.

**Figura 13.** Pesos do eixo discriminante (apresentado em figura 12) para os caracteres mais importantes para discriminar os dois ecótipos da LDA de *Anacardium occidentale* L. Populações do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



Ao repetir a LDA com validação cruzada, empregando no lugar das populações, a categoria ecótipo, procurou-se saber até que ponto os indivíduos são classificados como pertencentes ao cerrado e a restinga, com base nos 39 caracteres quantitativos usados (Tabela 5).

**Tabela 5.** Resultados da validação cruzada do LDA (VARMUZA; FILZMOSER, 2009) dos ecótipos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).

Todos os caracteres	Colunas representam os ecótipos reconstituídos pela validação cruzada		
	Cerrado (val. cruz)	Restinga (val. cruz)	Total
Fileiras assinalam os indivíduos dos ecótipos originais às colunas			
Cerrado (original)	86	4	90
Restinga (original)	1	89	90
Total	87	93	

Val. Cruz: valor cruzado.

Observa-se que dos 90 indivíduos do cerrado, 86 foram classificados como do cerrado e quatro como da restinga, enquanto os da restinga, 89 foram corretamente assinalados. Este resultado indica que o ecótipo restinga é melhor diferenciado do que o do cerrado e de fato, ambos os ecótipos são bem diferenciados.

### **Análise não paramétrica "K Nearest Neighbor" (KNN) usando as populações como caráter categórico**

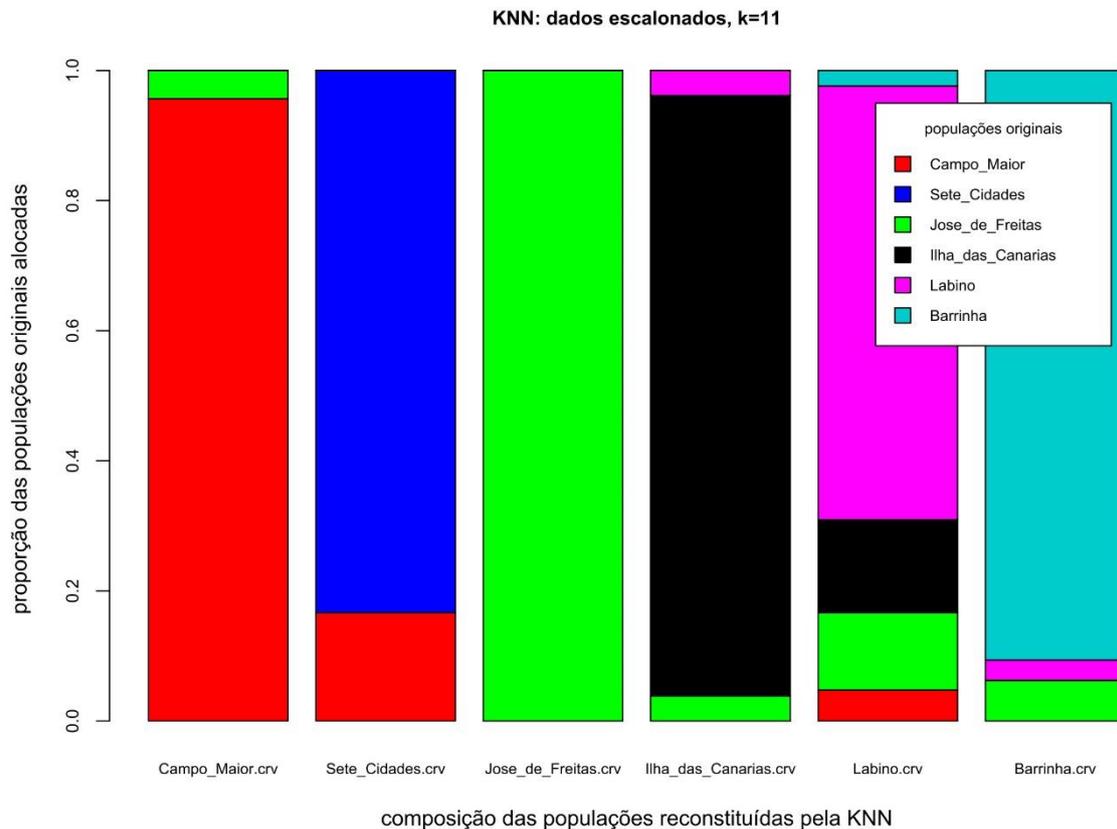
O número ótimo de  $k = 11$  foi estabelecido após um teste de replicação em que os números  $k = 1$  até  $k = 60$  foram utilizados sucessivamente, e o valor de  $k$  que gerou a menor proporção de alocações erradas foi considerado o ótimo. O algoritmo assinala cada indivíduo a população a qual pertence a maioria dos seus 11 indivíduos vizinhos; as distâncias entre os indivíduos foram computadas usando a matriz de caracteres quantitativos (Tabela 6).

**Tabela 6.** Resultados da validação cruzada da KNN (VARMUZA; FILZMOSE, 2009), usando 39 caracteres quantitativos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Colunas representam os ecótipos constituídos pela validação cruzada. Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).

<b>KNN com validação cruzada (<math>k = 11</math>)</b>	<b>Colunas representam as populações reconstituídas pela validação cruzada</b>						
Fileiras assinalam indivíduos das populações originais às colunas	Campo Maior	Sete Cidades	José de Freitas	Canárias	Labino	Barrinha	Total
Campo Maior	22	6	0	0	2	0	30
Sete Cidades	0	30	0	0	0	0	30
José de Freitas	1	0	20	1	6	2	30
Canárias	0	0	0	24	6	0	30
Labino	0	0	0	1	28	1	30
Barrinha	0	0	0	0	2	28	30
Total	23	36	20	26	44	31	

As populações de Labino, Sete Cidades e Barrinha têm maior proporção de alocações corretas dos seus 30 indivíduos originais. Em Canárias, apesar de somente 24 indivíduos serem corretamente alocados, os outros foram alocados a uma população de restinga. Dos 10 não alocados em José de Freitas, nove foram alocados a populações da restinga. Em Campo Maior, dos oito não alocados, seis foram alocados em outra população do cerrado e dois na restinga. A coluna Labino tem a maior mistura de populações nos resultados da validação cruzada (Figura 14) e acumulou o maior excesso de indivíduos, inclusive de populações do cerrado.

**Figura 14.** Validação cruzada das análises KNN usando dados escalonados (VARMUZA; FILZMOSER, 2009). Cada barra mostra uma população reconstituída pelo algoritmo de validação cruzada da KNN. As barras recebem os nomes das populações originais que nelas apresentam maior representação. Populações do ecótipo cerrado: Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades, e da restinga: Barrinha, Ilha das Canárias e Labino. Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



### KNN usando ecótipos como caráter categórico

Ao usar o mesmo procedimento para comparar os ecótipos, o valor ótimo encontrado de  $k$  foi 3. A proporção de indivíduos corretamente alocados é mais alta na restinga, nove indivíduos do cerrado sendo erradamente alocados na restinga, confirmando o resultado anterior na LDA, em que a categoria da restinga é melhor caracterizada do que a do cerrado (Tabela 7 e 8).

**Tabela 7.** Resultados da validação cruzada do KNN dos ecótipos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Colunas representam os ecótipos constituídos pela validação cruzada. Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).

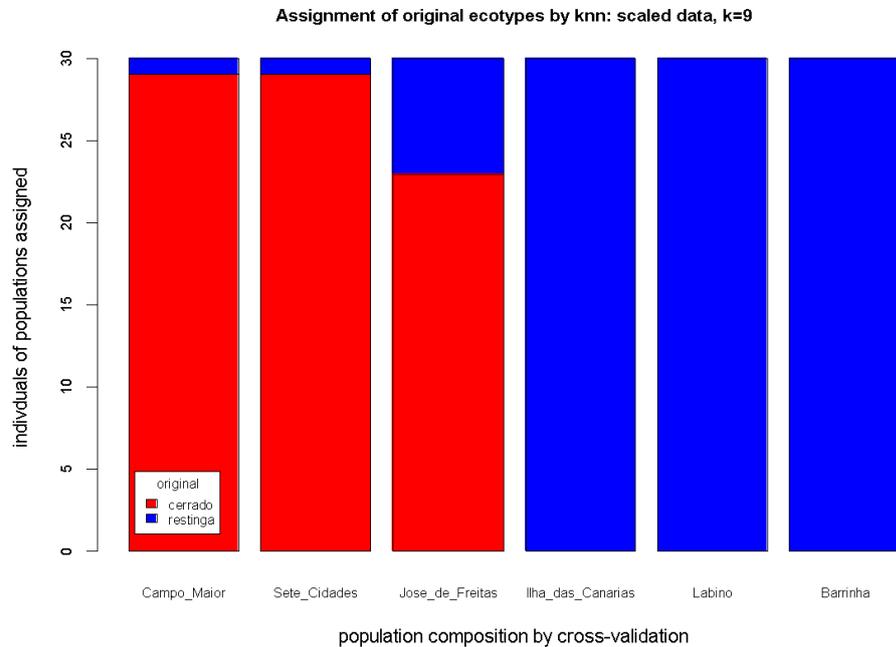
<b>KNN dos ecótipos, <math>k = 3</math></b>	<b>Colunas representam os ecótipos reconstituídos pela validação cruzada</b>		
	Cerrado	Restinga	total
Indivíduos dos ecótipos originais			
Cerrado	81	9	90
Restinga	0	90	90
Total	81	99	

**Tabela 8.** Resultados da validação cruzada do KNN (VARMUZA; FILZMOSER, 2009) plotando alocações dos indivíduos de cada população aos dois ecótipos de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e da restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).

<b>KNN com validação cruzada (<math>k = 3</math>)</b>	<b>Colunas representam os ecótipos reconstituídos pela validação cruzada</b>		
	Cerrado	Restinga	Total
Fileiras assinalam dos indivíduos das populações originais			
Campo Maior	29	1	30
Sete Cidades	29	1	30
José de Freitas	23	7	30
Canárias	0	30	30
Labino	0	30	30
Barrinha	0	30	30
Total	81	99	

A validação cruzada de KNN em ecótipos dos indivíduos de cada população revelou que a maioria dos indivíduos podem ser corretamente alocada em sua categoria ecotípica, e particularmente, que todos os indivíduos da restinga foram corretamente alocados. A população de José de Freitas é mais intermediária (Figura 14), lembrando a posição desta população no primeiro eixo da PCA (Figura 6) e da LDA (Figura 9). Estes maiores erros de alocação são possivelmente devidos a maior fluxo gênico entre esta população e outras, uma possibilidade relatada também em outros estudos (GOMES *et al.*, 2013; BORGES, 2015; BELO *et al.*, 2019).

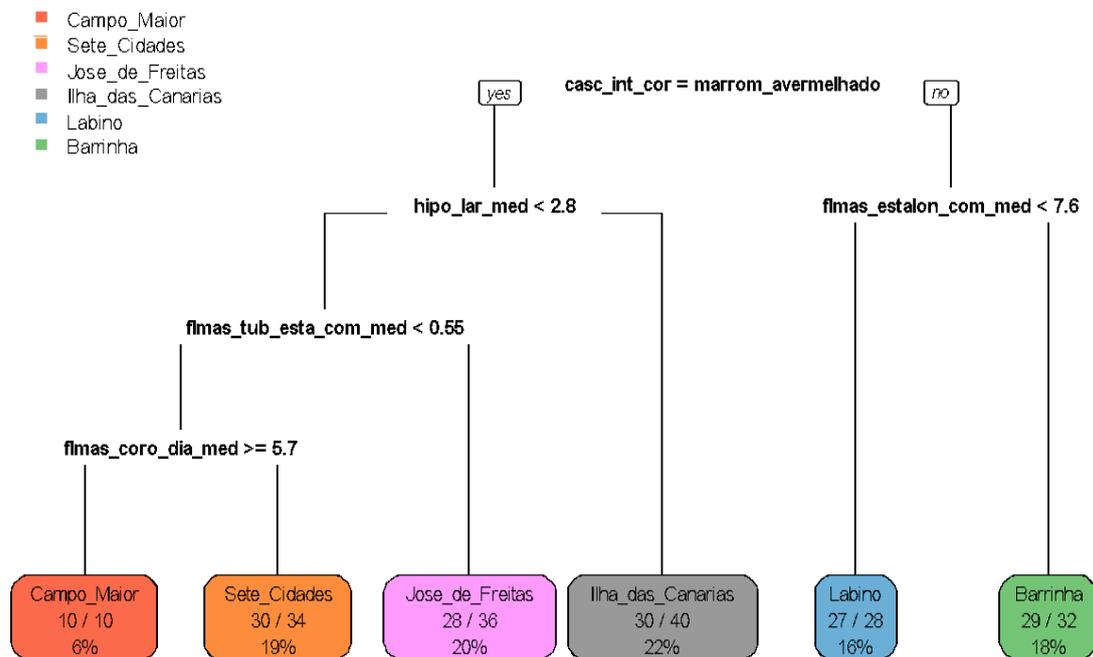
**Figura 15.** Validação cruzada das análises KNN da categoria ecótipo, obtida do conjunto de dados de médias individuais usando dados escalados (VARMUZA; FILZMOSE, 2009). Cada barra mostra uma população, constituída pelos indivíduos. Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



### Análise por Árvores de Classificação e Regressão (CART)

Os resultados da CART podem ser visualizados na figura 16. Os valores extremos são apresentados da seguinte maneira: o primeiro nó da análise priorizou como a primeira variável de partição a cor da entrecasca que divide o conjunto total de indivíduos em dois grupos, para esquerda, os que têm menos de 7,7 estames nas flores masculinas (os valores médios), e para direita os que têm igual ou maior deste valor. Seguindo para a sub-árvore na direita, os indivíduos deste nó se dividem de acordo com o comprimento do tubo estaminal das flores hermafroditas - para esquerda os indivíduos com valores menores que 0,75 mm, e para direita os com valores maiores. Nos quadros coloridos, são mostrados o nome da população maioritária, o número de indivíduos deste nó terminal que originaram na população do mesmo nome, dividido pelo número total do nó, e a porcentagem do total de indivíduos incluída neste nó (lembrando que os dados originais cada população inclui 16,67% do total de indivíduos, ou seja, 30 de 180). Estes critérios possibilitam certa avaliação do resultado (Figura 16 e Tabela 9).

**Figura 16.** Árvore de Classificação e Regressão (CART) otimizada com sete nós terminais utilizando o pacote R "rpart" (THERNEAU; ATKINSON, 2019). A medida default para impureza dos nós é Gini index (FOULKES, 2009: 162) e a plotagem da árvore foi feita usando o pacote "rpart.plot" (MILBORROW, 2020). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).



Na árvore de Figura 16, dos cinco caracteres que melhor discriminam os nós, três são das flores, um é cor da casca (qualitativo), e um trata da largura do hipocampo. Comparando com os resultados da LDA (Figuras 10 e 11), se nota que nesta última abordagem não foram incluídos os caracteres qualitativos. Dos outros quatro, o único que se destacou na LDA foi a largura do hipocampo (segundo eixo, Figura 11). Nesta comparação, porém, é necessário se lembrar que os nós discriminados na CART não são os mesmos grupos como os discriminados na LDA; os da CART sendo os grupos mais homogêneos encontrados pelo algoritmo, e os da LDA sendo as populações originais mesmo. Podemos assim concluir que, com este conjunto de dados, os indivíduos podem ser agrupados em seis categorias mais puras do que os grupos reais, amostrados no campo como populações. Essa diferença resulta dos diferentes padrões de variação morfológica apresentados pelas populações.

**Tabela 9.** Resultados plotando a composição exata de cada nó terminal de seis populações nativas de *Anacardium occidentale* L. no ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades) e restinga (Barrinha, Ilha das Canárias e Labino). Obtido com R (R CORE TEAM, 2018).

Fileiras assinalam dos indivíduos das populações originais às colunas	Nó Campo Maior	Nó Sete Cidades	Nó José de Freitas	Nó Canárias	Nó Labino	Nó Barrinha	Total
Campo Maior	10	4	8	8	0	0	30
Sete Cidades	0	30	0	0	0	0	30
José de Freitas	0	0	28	2	0	0	30
Canárias	0	0	0	30	0	0	30
Labino	0	0	0	0	27	3	30
Barrinha	0	0	0	0	1	29	30
Total	10	34	36	40	28	32	

Olhando as fileiras na Tabela 9, os indivíduos das populações de Sete Cidades e Canárias foram perfeitamente alocados, e os de Campo Maior foram os mais distribuídos em outros nós. O nó que representa Campo Maior apresenta somente 10 indivíduos, enquanto os outros estão distribuídos em Sete Cidades, José de Freitas (cerrado) e Canárias (restinga), sugerindo que a população de Campo Maior não esteja muito integrada em relação aos caracteres morfológicos. Em relação aos ecótipos (Tabela 9), o resultado da CART se mostra parecido ao da KNN, no sentido que, embora 10 indivíduos dos cerrados foram alocados a nós da restinga, nenhum das restingas foi alocado aos nós de cerrado. Na validação cruzada da LDA (Figura 12), a diferença entre os ecótipos foi menor, mas também mostra menos consistência no caso do cerrado.

Estas análises, portanto, mostram que as populações da restinga, consideradas como um ecótipo, tem um grau de diferenciação maior com relação às populações do cerrado, quando consideradas por sua vez como um ecótipo.

Quanto às populações, a diferenciação varia de acordo com a abordagem computacional empregada. Na LDA, a população de Campo Maior e Labino parecem ser as menos integradas (Tabela 4), enquanto na KNN são Campo Maior e José de Freitas, e na CART Campo Maior e Labino.

**O ecótipo restinga** - A similaridade entre as populações da restinga também foi registrada em outros estudos com o gênero *Anacardium* (BORGES, 2015; BELO *et al.*, 2019). Outras análises usando LDA juntamente com PCA têm evidenciado alta similaridade entre populações individuais da espécie em estudo (ANDRADE *et al.*, 2019).

Johnson (1972, 1973) estudou outras populações nativas do ecótipo restinga no Nordeste do Brasil, especialmente nas restingas do Ceará, e as descrições qualitativas apresentadas por aquele autor mostram uma clara similaridade com as populações de dunas do

Piauí, incluindo as populações do presente estudo. Ainda no Piauí, este mesmo padrão foi observado em cristas dunares, cujo predomínio de populações nativas de *A. occidentale* do ecótipo restinga em relação a outras espécies foi registrado, bem como sua importância na estabilização das dunas, fato este atribuído ao comportamento pioneiro, crescimento agressivo, tolerância às condições de estresse e boas interações bióticas influenciados por dinâmicas naturais e perturbação antrópica (SOUZA; MAYO; ANDRADE, 2021).

A flora da restinga no estado do Pará foi descrita como sendo geralmente de ecossistemas abertos e de pequeno porte e dentre as espécies arbóreas dominantes está *A. occidentale* (SILVA *et al.*, 2010). A região Amazônica é também o principal centro de diversidade do gênero e o domínio do Cerrado do Brasil Central representa um centro secundário (MITCHELL; MORI, 1987).

**O ecótipo cerrado** - Na restinga *A. occidentale* não tolera competição com outras espécies (SANTOS-FILHO, 2009) mas no cerrado registra-se comportamento contrário para esta espécie e para outras espécies do gênero, as quais convivem sem competição com a flora da região (BARROS; PAIVA; CAVALCANTI, 2003). O cerrado apresenta uma riqueza de fitofisionomias, onde a maioria das plantas apresentam biomassa subterrânea, com as partes aéreas reduzidas a ramos curtos, rigidamente ascendentes, a exemplo de *Anacardium humile*, *A. nanum* e *A. corymbosum*, que provavelmente evoluíram a partir de um ancestral arborescente, que possivelmente também era ancestral de *A. occidentale* (MITCHELL; MORI, 1987). As espécies do cerrado estão sujeitas a incêndios naturais periódicos e solos pobres, uma combinação de fatores ambientais que selecionou esta forma de crescimento (MITCHELL; MORI, 1987, p. 20). Vários estudos realizados no cerrado do Brasil central e do Nordeste corroboram que não existe uma única variável que explique a heterogeneidade desse ecossistema, mas sim a combinação de fatores que determinam o padrão da vegetação sendo estabelecida pelas condicionantes ambientais (RIBEIRO; WALTER, 2008; MENDES *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2012; CERQUEIRA *et al.*, 2017; BARROS *et al.*, 2020), o que também pode influenciar a heterogeneidade da espécie em estudo.

As espécies do cerrado, incluindo *A. occidentale*, desempenham inúmeros serviços ecossistêmicos, com elevada riqueza de espécies e endemismos, mas estão ameaçadas pelo agronegócio que tem crescido bastante. Devido a essa riqueza de espécies e o grau de degradação, o Cerrado é considerado um dos “hotspots” para conservação de biodiversidade no mundo (MITTERMEIER *et al.*, 2005).

**Fatores que influenciam a morfologia reprodutiva** - Os caracteres florais podem talvez responder a diferenças entre tipos de polinizadores que podem ser diversos em cada

população. A biologia floral do caju, uma árvore andromonóica, com predominância de flores masculinas (MASAWE; CUNDAL; CALIGARI, 1996), que também foi registrado no presente estudo, tem sido investigada e os estudos evidenciaram que a sua polinização depende de fatores bióticos para uma fecundação efetiva (FREITAS; PAXTON; 1998; FREITAS *et al.*, 2014). A polinização por insetos ocorre principalmente por formigas, abelhas e vespas. Para o Nordeste brasileiro, as abelhas *Apis mellifera* L. são as maiores polinizadoras em pomares cultivados comercialmente e a abelha indígena solitária, *Centris* [Hemisiella] *tarsata*, foi descrita como uma potencial polinizadora de caju nativo. Dessa maneira, ambas as variedades (nativas e domesticadas) foram caracterizadas com atributos florais essencialmente idênticos (FREITAS; PAXTON, 1998). A maior parte dos frutos de *A. occidentale* são oriundos da fecundação cruzada, uma vez que há um mecanismo de aborto seletivo, ocorrendo descarte de flores autopolinizadas (HOLANDA-NETO *et al.*, 2002). Aliado a isso, a proximidade de fragmentos florestais afeta a sua reprodução, eleva o número de visitas de polinizadores selvagens essenciais para aumentar a produtividade (FREITAS *et al.*, 2014). O que é recomendado para plantios domesticados é a manutenção da flora nativa próxima para que possa ocorrer a fecundação cruzada, conseqüentemente a ocorrência de fluxo gênico entre formas nativas e domesticadas gerando híbridos, esta hipótese também foi relatada no estudo de Borges (2015) justificando a similaridade entre as variáveis estudadas.

Os dispersores como mamíferos que se alimentavam do hipocarpo no Eoceno contribuíram para a evolução de *A. occidentale* há mais de 45 milhões de anos e ainda são importantes dispersores bióticos (MANCHESTER; WILDE; COLLINSON, 2007). Mitchell e Mori (1987) relatam que morcegos frugívoros são importantes dispersores filogeográficos, dispersando a longas distâncias drupas.

**Impacto antropogênico** - Outro fator importante da difusão de sementes é o homem (MITCHELL; MORI, 1987), que utiliza a espécie como recurso alimentício e econômico, coletando e influenciando na distribuição do fruto a longas distâncias, possibilitando uma troca do fluxo gênico posterior. O fluxo gênico está ligado à dispersão efetiva dos indivíduos portadores de genes, fornecendo informações de uma determinada espécie (KIM; SAPPINGTON, 2013). Os portugueses, após a chegada no Brasil foram considerados dispersores do cultivo e os espanhóis também no período da colonização (JOHNSON, 1972, 1973).

A maior diversidade de formas cultivadas foi verificada no Nordeste do Brasil (PAIVA; CRISÓSTOMO; PAIVA, 2003). Estes fatos mostram a necessidade de mais pesquisas para a elucidação de padrões de diversidade natural desta espécie no país. Outras abordagens podem

ser empregadas para diferenciar espécies do mesmo gênero e variedades, empregando técnicas de anatomia foliar, focando a epiderme e a cutícula, uma vez que estes têm elucidado problemas taxonômicos, fisiológicos e de fatores ambientais (RAMOS, COTA, FONSECA FILHO, 2016), além do uso de técnicas moleculares.

**A contribuição da morfométrica multivariada e sua relação a genética molecular** - Os resultados obtidos no presente estudo fornecem um forte apoio à diferenciação morfológica da espécie em dois ecótipos, proposta originalmente por Mitchell e Mori (1987) com base em alguns caracteres vegetativos, mas no presente estudo reforçada por um número muito maior de caracteres, tanto vegetativos como reprodutivos, e obtida por meio de vários procedimentos computacionais. A gama de variação dos caracteres morfológicos separa quase totalmente os dois ecótipos (Figura 12).

Embora o uso de estatísticas multivariadas tenha sido eficiente em diversas pesquisas, os resultados mostram, contudo, que quase sempre há sobreposição entre os caracteres individuais, e não há uma única variável que faça clara diferenciação entre os dois ecótipos nem das populações silvestres de *A. occidentale*. O mesmo resultado foi encontrado entre populações silvestres e domesticadas (VIEIRA; MAYO; ANDRADE, 2014; ANDRADE *et al.*, 2019). Esses estudos, inclusive o presente, tentaram elucidar a diversidade morfológica de *A. occidentale* baseada em abordagens quantitativas. A alta heterogeneidade tanto em relação aos dados vegetativos, quanto aos aspectos reprodutivos, foi também verificada em outros estudos com a espécie em seu estado silvestre (BORGES, 2015; SANTOS; SANTOS JÚNIOR, 2015; ANDRADE *et al.*, 2019; BELO *et al.*, 2019) e domesticado (PAIVA; CRISÓSTOMO; PAIVA, 2003; VIDAL NETO *et al.*, 2013). A grande variação fenotípica nesta espécie pode ser explicada por diversos fatores que influenciam o fluxo gênico, tais como a separação geográfica das populações, adaptação evolutiva e ecológica (ROSENZWEIG, 1995), tipo de reprodução (VIDAL NETO *et al.*, 2013) e padrões de dispersão do fruto (MITCHELL; MORI, 1987).

Do ponto de vista taxonômico, essa variação ainda atrapalha o reconhecimento formal das unidades morfológicas reveladas pelas pesquisas realizadas até o presente. O conceito ecótipo não se trata de uma das categorias taxonômicas formais do Código de Nomenclatura de Plantas (TURLAND *et al.*, 2018), mas tem sido utilizado principalmente em trabalhos biosistemáticos para diferenciar grupos de populações que são filogeneticamente próximas, ecologicamente diferenciadas, e interférteis (STUESSY, 2009). Os resultados aqui apresentados sugerem que este conceito continua a ser útil, até haver uma visão mais detalhada da biosistemática desta espécie sobre sua grande área natural de distribuição, que engloba o Centro-Oeste, Nordeste e Norte do Brasil e mais além. Junto com isto, a compreensão da

taxonomia biossistemática (ao nível populacional) não é possível sem a perspectiva fornecida por dados genéticos moleculares. A morfometria fornece um meio de classificar os fenótipos, importante também para estudos de melhoramento genético, mas o entendimento dos detalhes das linhagens evolutivas só pode ser baseado em genética e uma compreensão global da espécie necessita das duas abordagens. Em outras espécies do gênero, há estudos genéticos de populações silvestres, a exemplo da diversidade genética de *Anacardium humile* A.St.-Hil. realizado em 11 municípios no cerrado de Goiás e Mato Grosso usando marcadores RAPD, por Carvalho *et al.* (2012) que também mostrou alta variabilidade entre os acessos de cajuzinho-do-cerrado, formando grupos heterogêneos. Mas dentre as poucas pesquisas que combinam morfometria e genética molecular em *Anacardium*, o presente estudo se destaca como a única que compara populações silvestres do cerrado e da restinga.

## CONCLUSÃO

As análises multivariadas usando dados morfométricos caracterizaram e distinguiram os dois ecótipos estudados. Foi observada ampla heterogeneidade fenotípica dos caracteres vegetativos (altura, copa e folha) e reprodutivos (hipocarpo, drupa, flores e inflorescência) distribuídos nos dois ecótipos, ocorrendo possivelmente devido a alguns elementos, como reprodução alogâmica entre cajueiros domesticados e sua dispersão da drupa por animais e pelo homem.

A morfologia pode ter reflexo ecológicos e ambientais e de fatores genéticos, os caracteres vegetativos como altura, arquitetura da copa e folhas são provavelmente afetados pelo grau de nutrientes e pelo vento nas áreas de restinga. Estes achados estão de acordo com o padrão da zona ecotonal do Nordeste para esta espécie.

Análises discriminantes usando dados morfométricos são eficientes para caracterização e diferenciação de populações naturais de cajuzeiros (*A. occidentale*) na vegetação de restinga e do cerrado. Diante da pressão humana crescente por recursos naturais, estas informações são fundamentais para conhecer a variabilidade fenotípica e guiar estudos genéticos, tanto evolucionários como aplicados ao melhoramento genético de linhagens de potencial econômico, para compreender a capacidade de adaptação dessa espécie a futuras mudanças ambientais, e ainda para subsidiar estudos relacionados ao uso sustentável da área estudada.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, R. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Campo Maior** / (Org.) Aguiar, R. B.; GOMES, J. R. C. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004a. 49p.

AGUIAR, R. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de José de Freitas**/ (Org.) AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, p.2-3, 2004b. 49p.

ALMEIDA, A. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de pedúnculos de cajuzeiros e frutos de umbuzeiros do semiárido do Piauí**. 186f. Tese (Doutorado em Agronomia: fitotecnia) - Universidade Federal do Semi-árido, 2009.

ALIYU, O. M.; AWOPETU, J. A. Variability study on nut size and number trade-off identify a threshold level for optimum yield in cashew (*Anacardium occidentale* L.). **International Journal of Fruit Science**, v. 11, p. 342-363, 2011.

AMARAL, F. P. M.; SA, G. H.; FILGUEIRAS, L. A.; SANTOS-FILHO, F. S.; SOARES, C. J. R. S.; AMARAL, M. P. M.; VALENTE, S. E. S.; MENDES, A. N. Genetics analysis of the biggest cashew tree in the world. **Genetics and molecular research**, v. 16, p.1-17, 2017.

ANDRADE, I. M.; MAYO, S. J.; KIRKUP, D. W.; BERG, C. V. D. Elliptic Fourier Analysis of leaf outline shape in forest fragment populations of *Anthurium sinuatum* and *A. pentaphyllum* (Araceae) from Northeast Brazil. **Kew Bulletin**, v. 65, p. 3-20, 2010.

ANDRADE, I. M.; NASCIMENTO, J. D. O.; SOUSA, M. V. S.; SANTOS, J. O.; MAYO, S. J. A morphometric study of the restinga ecotype of *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae): wild coastal cashew populations from Piauí, Northeast Brazil. **Feddes Repertorium**, March, p. 1-28, 2019.

ARCHAK, S.; GAIKWAD, A.B.; SWAMY, K.R.M. & KARIHALOO, J.L. Genetic analysis and historical perspective of cashew (*Anacardium occidentale* L.) introduction into India. – **Genome**. v. 52, 222-230, 2009.

BARBOSA-FILHO, V. M.; KAMDEM, J. P.; WACZUK, E. P.; ABOLAJI, A. Phytochemical constituents, antioxidant activity, cytotoxicity and osmotic fragility effects of Caju (*Anacardium microcarpum*). **Industrial Crops and Products**. v. 55, 280-288, 2014.

BARRETO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) MORONG. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 223-232, 2011.

BARROS, J. S.; CASTRO, A. A. J. F. Compartimentação geoambiental no complexo de Campo Maior, PI: uma área de tensão ecológica. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 8, n. 13, p. 119-130, 2006.

BARROS, J. S.; HARIDASAN, M.; FARIAS, R. R. S.; MENDES, M. R. A.; CASTRO, A. A. J. F.; SOUSA, S. R.; LOPES, R. N. Influência da geologia e fertilidade do solo nas fitofisionomias e estrutura da vegetação em área de transição edafoclimática da bacia do

Parnaíba-Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, n. 01, p. 06-19, 2020.

BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento Genético do Cajueiro. *In*: ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. **Cajucultura: Modernas Técnicas de Produção**. Fortaleza: EMBRAPA\CNPAT, p.73-96, 1995.

BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V. **Recursos genéticos de cajueiro: situação atual e estratégias para o futuro**. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, - Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003, 43p.

BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; ALVES, R. E.; LIMA, A. C. Clone de cajueiro anão BRS 189 cultivar. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 1, p.157-158, 2002.

BELO, A. P. M.; SOUZA, E. R. B.; CAMILO, Y. M. V.; NAVES, R. V.; VIEIRA, M. C. Fenologia, biometria e precocidade de plantas de caju arbóreo do cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz.). **Ciência Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1672-1684, 2019.

BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. F.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Crescimento e fotossíntese de plantas jovens de cajueiro anão-precoce crescidas sob estresse salino. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 9, p. 90-94, 2005.

BIERAS, A. C.; SAJO, M. G. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savana) wood plants. **Trees**, v. 23, p. 451-471, 2009.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical ecology with R**. Springer, New York, 2011.

BORGES, A. N. C. **Caracterização genética em germoplasma de cajuí (*Anacardium* spp.) por meio de marcadores morfoagronômicos e moleculares ISSR**. 2015. 102 f. Dissertação- Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Teresina, 2015.

BRAINER, M. S. C. P. Cajucultura: O proveito do pedúnculo. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 190, p. 1-19, 2021.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno Setorial-Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 54, novembro de 2018.

CARNEIRO, L. A.; SILVA, L. S.; GOMES, M. F. C.; SANTOS, M. F.; VALENTE, S.E.S.; GOMES, R. L. F.; COSTA, M. F. Morphological characterization and genetic divergence of a cashew population in Floriano, Piauí, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 18, n. 3, p. 1-8, 2019.

CARVALHO, R. S.; PINTO, J. F. N.; REIS, E. F.; SANTOS, S. C.; DIAS, L. A. S. Variabilidade genética de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* ST. HILL.) por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 01 p. 227-233, 2012.

- CASTRO, A. A. J. F. **Cerrados do Nordeste do Brasil e ecótonos associados**. In: TABARELLI, M.; ROCHA, O.; LACERDA, L. D.; PELD-CNPq: Dez anos do Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração no Brasil: Achados, Lições e Perspectivas. Editora Universitária UFPE, Recife, p. 299-336, 2013.
- CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, A. S. F.; FARIAS, R. R. S.; SOUSA, S. R.; CASTRO, N. M. C. F.; SILVA, C. G. B.; MENDES, M. R. A.; BARROS, J. S.; LOPES, R. N. 2009: **Diversidade de espécies e de ecossistemas da vegetação remanescente da Serra Vermelha, área de chapada, municípios de Curimata, Redenção do Gurgéia, e Morro Cabe no Tempo, sudeste do Piauí**. – Publicações Avulsas em Conservação de Ecossistemas, Universidade Federal do Piauí, CCN Biologia, Teresina, Piauí, 23: 1-72, 2009.
- CERQUEIRA, R. L.; LISBOA, G. S.; STEPKA, T. F.; FRANÇA, L. C. J.; FONSECA, N. C.; ABREU, Y. K. L.; SANTOS, J. C. Florística, fitossociologia e distribuição diamétrica em um remanescente de Cerrado sensu stricto, Brasil. **Espacios**, v. 38, n. 23, p; 1-13, 2017.
- CHAGAS, M. G. S.; SILVA, M. D.; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. M. Variações foliares em grupos funcionais vegetais de uma paisagem de restinga, Pernambuco-Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 01, n. 02, p. 50-63, 2008.
- COSTA, M. A. P. C.; SOUZA, F.V. D.; LUNA, J. V. U.; CASTELLEN, M. S.; ALMEIDA, W. A. B.; SILVA, S. A.; DANTAS, A. C. V. L. Conservação de fruteiras potenciais para o Nordeste brasileiro. In: CARVALHO, C. A. L.; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. C.; SOARES, A. C. F.; MELO-FILHO, J. F.; OLIVEIRA, G. J. C. **Tópicos em ciências agrárias**. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, p. 03-13, v. 1, 2009.
- DANTAS, A. C. A.; FRANÇA, K. M. A.; SOUSA, L. F. C.; ROCHA, L. F. C.; MELO, R. S. S. Caracterização morfológica de cajuí (*Anacardium* sp.) do Cerrado Sul Maranhense. **Acta Tecnológica**, v.14, n. 1, p. 79-91, 2019.
- DUCKE, A.; PACHECO, L.; SILVEIRA, F. **Plantes nouvelles ou peu connues de la region Amazonienne**. Archivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.1922.
- FREITAS, B. M.; PACHECO FILHO, A. J. F.; ANDRADE, P. B.; LEMOS, C. Q.; ROCHA, E. E. M.; PEREIRA, N. O.; BEZERRA, A. D. M.; NOGUEIRA, D. S.; ALENCAR, R. L.; ROCHA, R. F.; MENDONÇA, K. S. Forest remnants enhance wild pollinator visits to cashew flowers and mitigate pollination deficit in NE Brazil. **Journal of Pollination Ecology**, v.12, n. 4, p. 22-30, 2014.
- FREITAS B. M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centristarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. **Journal of Applied Ecology**, v. 35, p. 109-121, 1998.
- FARIAS, J. C.; VIEIRA, I. R; FIGUEIRÊDO, L. S.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Cosmovisión en el contexto del extractivismo de cajuí (*Anacardium occidentale* L.) en el Área de Protección Ambiental del Delta del Parnaíba, Piauí, Brasil, **Revista Mexicana de Etnobiología**, v. 18, n. 03, p. 03-19, 2020.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, p. 949-963, 2004.

FOULKES, A. S. Applied Statistical Genetics with R: For Population-Based Association Studies. – Springer, New York, 2009.

FUZETO, A. P.; LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabralea cajerana* e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda, Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, p.169-176, 2000.

GOMES, S. O.; SOUZA, V. A. B.; COSTA, M. P. S. D.; SILVA, C. C. P.; VALE, E. M.; SOUSA, M.; BRITO, J. P. Avaliação da qualidade física e química de cajuí (*Anacardium* spp.) na região Meio-Norte. **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 3, p. 139-145, 2013.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, p. 9, 2001.

HOLANDA-NETO, J. P.; FREITAS, B. M.; BUENO, D. M.; ARAÚJO, Z. B. Low seed/nut productivity in cashew (*Anacardium occidentale*): Effects of self-incompatibility and honey bee (*Apis mellifera*) foraging behaviour. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 77, n. 2, p. 226-231, 2002.

IBGE. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/araioses/panorama>. Acesso em 16 de jun. 2020.

ICMBio. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental do Parnaíba**. CASTRO, D. M. P.; CLARO, P. P.; MENEZES, E. O.; ABREU, C. T. *et al.* (Orgs). Brasília/DF: ICMBio, 2020. 77p.

ICMBIO. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/visitacao1/unidades-abertas-a-visitacao/208-parque-nacional-das-sete-cidades>. Acesso em: 21 mai. 2018.

IVANOV, M. M. M. **Unidade de Conservação do estado do Piauí**. Teresina: EDUFPI, 2020. 429p.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; PESSOA, S. C. P.; BURGOS, N.; MELO FILHO, H. F. R.; LOPES, O. F.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro, Embrapa/SNLCS/Sudene, 1986. 782p.

JOHNSON, D. V. 1972, 1973. 268f. **The cashew of Northeast Brazil: A geographical study of a tropical tree crop**. Dissertation (Doctor of Philosophy in Geography)- University of California, Los Angeles, California, 1972, 1973.

KIM, K. S.; SAPPINGTON, T. W. Microsatellite Data Analysis for Population Genetics. *In: Microsatellites: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology*. KANTARTZI, S. K. (ed.), v. 1006, p. 271-295, 2013.

LIMA, M. G.; SALVIANO, A. A. C.; SANTANA, F. F.; FEITOSA, R. M. R. Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em relação com os programas nacionais. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 155-180, 2017.

MANCHESTER, S. R.; WILDE, V.; COLLINSON, M. E. Fossil Cashew Nuts from the Eocene of Europe: Biogeographic Links between Africa and South America. *International of Plant Sciences*, v. 168, n. 08, p. 1199- 1206, 2007.

MARHOLD, K. Multivariate morphometrics and its application to monography at specific and infraspecific levels. Chapter 6 in: STUESSY, T. F.; LACK, H.W. (eds.), **Monographic Plant Systematics: Fundamental assessment of plant diversity**. A. R. G. Gantner Verlag, Ruggell. p. 75-101. 2011.

MASAWA, P. A. L.; CUNDALL, E. P.; CAL IGARI, P. D. S. Distribution of Cashew Flower Sex-types between Clones and Sides of Tree Canopies in Tanzania. **Annals of Botany**, v. 78, p. 553-558, 1996.

MATOS FILHO, C. H. A.; NUNES, J. A. R.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F. Selection of common cashew tree genotypes in commercial growing areas in municipalities of Piauí, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 19, n. 3, p. 245-252, 2019.

MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. A morphometric and taxonomic study of *Monstera* (Araceae) in Bahia, Brazil. **Feddes Repertorium**, v. 124, p. 7-30, 2013.

MENDES, M. R. A; MUNHOZ, C. B. R.; SILVA-JUNIOR, M. C.; CASTRO, A. A. J. F. Relação entre a vegetação e as propriedades do solo em áreas de campo limpo úmido no Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. **Rodriguésia**, v. 63, n.4, p.971-984, 2012.

MILBORROW, S. Plot 'rpart' Models: An Enhanced Version of 'plot.rpart'. – R package, version 3.0.9, 2020.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. 2006. **Mapa Geológico do Estado do Piauí**. Brasília -DF. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/2923/1/mapa\\_piaui.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/2923/1/mapa_piaui.pdf). Acessado em: 16 abr. 2020.

MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 42, n. 1, p. 176, 1987.

MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. A brief history of biodiversity conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 601-611, 2005.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G. CORADIM, L. **Manual de manejo do herbário fanerogâmico**, 2. Ed. Ilhéus: CEPLAC, 104p. 1989.

MORRETES, B. L.; FERRI, M. G. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras USP, Botânica**, v. 16, p. 7-70, 1959.

NASCIMENTO, M. G. P.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Distinguishing the Brazilian mangrove species *Avicennia germinans* and *A. schaueriana* (Acanthaceae) by elliptic Fourier analysis of leaf shape. **Feddes Repertorium**, v. 132, n. 02, p. 77-107, 2021.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F. G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECES, E.; WAGNER, H. 2018: **vegan: Community Ecology Package**. – R package, version 2.4-6. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>. Acesso em: 22 mai. 2020.

O'LEARY, J. W. **Adaptative components of tolerance**. In: PESSARAKLI, M. (ed.). Handbook of plant and crop physiology. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 577-585, 1995.

OLIVEIRA, A. C. P.; PENHA, A. S.; SOUSA, R. F.; LOIOLA, M. I. B. Composição florística de uma comunidade savânica no Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 26 n. 3, p. 559-569, 2012.

OLIVEIRA, M. E. A.; CASTRO, A. A. J.; MARTINS, F. R. Classificação e caracterização dos tipos vegetacionais do Parque Nacional de Sete Cidades, Piauí, Brasil. In: CASTRO, A. A. J. F.; CASTRO, N. M. C. F.; ARZABE, C. **Biodiversidade e Ecótonos da Região Setentrional do Piauí**. Teresina. Ed. 5. p. 66-89, 2010.

PAIVA, J. R.; CRISOSTOMO, J. R.; BARROS, L. M. **Recursos Genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização**. Fortaleza: EMBRAPACNPAT, 2003. 43p.

PEREIRA, A. S. S.; BARBOSA, C. V. O.; SILVA, E. F.; GUIMARÃES, J. T. F.; PANTOJA, J. P. S. F.; TEIXEIRA, L. A.; FÉLIX-DA-SILVA, M. M. Flora of *Anacardium* (Anacardiaceae) in the state of Pará, Brazil. **Rodriguésia**, v. 72, p.1-12, 2021.

PEREIRA, A. M. C.; MATOS NETO, J. D.; FIGUEIREDO, R. W.; CARVALHO, J. D. G.; FIGUEIREDO, E. A. T.; MENEZES, N. V. S.; GABAN, S. V. F. Physicochemical characterization, antioxidant activity, and sensory analysis of beers brewed with cashew peduncle (*Anacardium occidentale*) and orange peel (*Citrus sinensis*). **Food Science and Technology**, v. 40, p. 03, p. 749-755, 2020.

R CORE TEAM. 2018: R: A Language and Environment for Statistical Computing. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>.

RAMOS, G. Q.; COTTA, E. A.; FONSECA FILHO, H. D. Análise morfológica das folhas de *Anacardium occidentale* L. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 16-19, 2016.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F.; FONSECA-FILHO, J.; RODRIGUES DA SILVA, M.; MILLIKEN, W.; PULLAN, M.; POTT, A.; OLIVEIRA-FILHO, A.; DURIGAN, G.; PENNINGTON, R.T. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation IV: Presentation of a Revised Data-Base of 367 Areas. **Conservation and Management of Biodiversity of the Cerrado Biome**. P. 1-85, 2017. Disponível em: <https://cerrado.rbge.org.uk/download/download.php>. Acesso em: 07 jun. 2021.

REIS, A. L. L.; SILVA, D. S.; SILVA, K. L. F.; CHAGAS, D. B. Caracterização anatômica e histoquímica de raízes e folhas de plântulas de *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 209-219, 2014.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1. EMBRAPA, Brasília, p. 152-212, 2008.

RIPLEY, B.; VENABLES, W. **class: Functions for Classification**. – R package, version 7.3-20, 2022. – Disponível em: <https://CRAN.Rproject.org/package=class>. Acesso em: 3 abr. 2022.

RIPLEY, B.; VENABLES, W.; BATES, D.M.; HORNIK, K; GEBHARDT, A; FIRTH, D. **MASS: Support functions and datasets for Venables and Ripley's MASS**. R package, version 7.3-56, 2022. – Disponível em: <https://CRAN.Rproject.org/package=MASS>. Acesso: 3 abr. 2022.

ROCHA, L. A.; ROCHA, A. M.; PACHECO, A. C. L.; ABREU, M. C. Diferença foliar morfoanatômicas de quatro espécies da família Anacardiaceae. **Caderno de Pesquisa**, v. 27, n. 2, p. 35-48, 2015.

ROSENZWEIG, M. L. **Species Diversity in Space and Time**. New York: Cambridge University Press, 1995, 460 p.

ROSSETTI, A. G.; VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M. Sampling of cashew nuts as an aid to research for the genetic improvement of cashew tree. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 54, p. 1-8, 2019.

RUFINO, M. S. M.; CORRÊA, M. P. F; ALVES, R. E.; BARROS, L. M.; LEITE, L. A. S. **Suporte técnico para a exploração racional do cajuzeiro**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará: Fortaleza, n. 7, p. 30, 2007.

SANTOS, R. C.; SANTOS JÚNIOR, J. E. Divergência genética por análise multivariada de caracteres fenotípicos de *Anacardium humile* (St. Hilaire). **Revista Ceres**, v. 62, n.6, p. 553-560, 2015.

SANTOS, J.O.; MAYO, S.J.; BITTENCOURT, C.B.; ANDRADE, I. M. DE. Genetic diversity in wild populations of the restinga ecotype of the cashew (*Anacardium occidentale*) in coastal Piauí, Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 305, p. 913-924, 2019.

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA-JUNIOR, E. B.; SOARES, C. J. R. S.; ZICKEL, C. S. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil, **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 218-227, 2010.

SANTOS-FILHO, F. S.; MESQUITA, T. K. S.; ALMEIDA JR., E. B.; ZICKEL, C. S. A flora de Cajueiro da Praia: uma área de Tabuleiros do litoral do Piauí, Brasil. **Revista Equador**, v. 5, p. 21-35, 2016.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. P. **Dados Sistema de Produção**. Embrapa Agroindústria Tropical Sistema de Produção, 2ª edição, Jul/2016.

SILVA-LUZ, C. L. S.; PIRANI, J. R. 2015. Anacardiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB4380>. Acesso em: 18 mai. 2018.

SILVA-LUZ, C. L. S.; MITCHELL, J. D.; PIRANI, J. R. **Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4381>. Acesso em: 03 ago. 2018.

- SILVA, R. M.; MEHLIG, U.; SANTOS, J. U. M.; MENEZES, M. P. M. The coastal *restinga* vegetation of Pará, Brazilian Amazon: a synthesis. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 4, p. 563-573, 2010.
- SILVEIRA, E. S.; MACHADO, A. A.; FAVERO, S.; ROEL, A. R.; CEREDA, M. P. Líquido da casca da castanha-de-caju (LCC) como repelente do caruncho-do-bambu *Bambusa vulgaris*. **Ciência Florestal**, v. 29, n.3, p. 1389-1397, 2019.
- SOUSA, F. E. L.; RIBEIRO, K.V.; SILVA, M.P.; SANTOS, K. P. P. Diversidade florística do entorno das piscinas naturais da serra de Campo Maior (PI), Nordeste do Brasil. **Rede - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 15, n. 1, p. 105-114, 2021.
- SOUZA, R. T. B.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Migrating dunes and restinga vegetation in Piauí, northeastern Brazil: The dominance of wild cashew trees (*Anacardium occidentale*). **Feddes Repertorium**, p. 1-24, 2021.
- STUESSY, T. F. **Plant Taxonomy**. 2 edições. Columbia University Press, New York. 2009.
- THERNEAU, T.; ATKINSON, B. Rpart: Recursive Partitioning and Regression Trees. R package, version 4.1-13, 2019.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology, 8. Drexel Institute of Technology, Centerton, New Jersey.1955, 104p.
- TURLAND, N. J., WIERSEMA, J. H., BARRIE, F. R., GREUTER, W., HAWKSWORTH, D. L., HERENDEEN, P. S., KNAPP, S., KUSBER, W.-H., LI, D.-Z., MARHOLD, K., MAY, T. W., MCNEILL, J., MONRO, A. M., PRADO, J., PRICE, M. J. & SMITH, G. F. (eds.). **International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017**. Regnum Vegetabile v. 159. Glashütten: Koeltz Botanical Books, 2018.
- VARMUZA, K.; FILZMOSER, P. **Introduction to multivariate statistical analysis in chemometrics**. – CRC Press, Boca Raton, 2009.
- VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. (Ed.). Agronegócio caju: práticas e inovações. Brasília, DF: Embrapa, p. 481-508, 2013.
- VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica**- Organografia; quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos. 4. ed. rev. ampl-Viçosa: UFV, 2003.124p.
- VIEIRA, M.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Geometric morphometrics of leaves of *Anacardium microcarpum* Ducke and *A. occidentale* L. (Anacardiaceae) from the coastal region of Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 37, n. 3, p. 315-327, 2014.
- VIEIRA, I. R.; OLIVEIRA, J. S.; LOILA, M. I. B.; Effects of harvesting on leaf production and reproductive performance of *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. *Revista Árvore*, v. 40, p. 117-123, 2016.

### 3.4 CAPÍTULO IV - MANUSCRITO: DIVERSIDADE GENÉTICA DE POPULAÇÕES NATIVAS DE *Anacardium occidentale* L. (CAJUÍ) DOS ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO NO NORDESTE BRASILEIRO

A SER ENVIADO À REVISTA PLANT SYSTEMATICS AND EVOLUTION

**Resumo:** A domesticação durante muito tempo e modificação genética de *Anacardium occidentale* L. para obtenção de qualidades desejáveis tornou difícil a identificação da sua distribuição natural e dos padrões de variação infraespecíficas. Na última revisão do gênero *Anacardium*, foram reconhecidos dois ecótipos de *A. occidentale* baseados nos caracteres típicos da espécie no seu estado silvestre, usando dados de ecologia e morfologia. Entretanto, essa delimitação permanece provisória, pois somente estudos posteriores, tais como abordagens moleculares, poderão contribuir para esclarecer essa questão. Assim, para diferenciar os ecótipos de *A. occidentale* ocorrentes na restinga e cerrado foi realizada a genotipagem de 115 indivíduos distribuídos em seis populações, três do ecótipo restinga (Ilha das Canárias no Maranhão; Labino e Barrinha no estado do Piauí) e três no ecótipo cerrado (Serra de Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades no Piauí). Foram utilizados seis primers, empregando diferentes software (GDA, GenAlEx, Alerquin, Fstat e *Structure*), os dados da diversidade e estrutura genética foram analisados usando a Heterozigosidade esperada ( $H_e$ ), Heterozigosidade observada ( $H_o$ ), Riqueza alélica ( $A_R$ ), porcentagem de polimorfismo (P), Análise de Variância Molecular (AMOVA), desvios do equilíbrio de Hardy-Weinberg, Coeficiente de endogamia ( $F_{IS}$ ) e obtenção de grupos genéticos. A variação genética das amostras diferiu os dois grupos ( $\Delta K=2$ ), um ecótipo restinga e outro ecótipo cerrado. Valores médios de Heterozigosidade esperada ( $H_e$ ) foram maiores para o ecótipo cerrado ( $H_e= 0,62$ ), exibindo maior diversidade genética em relação ao ecótipo restinga. Dados da análise de variância molecular (AMOVA) mostrou que 74,15% da variabilidade genética encontra-se dentro das populações. Assim, estimativas usando técnicas moleculares permitiram diferenciar geneticamente as populações dos ecótipos restinga e cerrado, confirmando a hipótese inicial.

**Palavras-chave:** Genotipagem; conservação; microssatélites, variabilidade genética.

**Abstract:** The domestication and genetic modification of *Anacardium occidentale* L. to obtain desirable qualities made it difficult to identify its natural distribution and infraspecific variation patterns. In the last revision of the genus *Anacardium*, two ecotypes *A. occidentale* have been recognized, based on the typical characteristics of the species in its wild state, using ecology and morphology data. However, this delimitation remains provisional, since only later studies, such as molecular approaches, can contribute to clarify this issue. Thus, to differentiate the ecotypes of *A. occidentale* occurring in the restinga and cerrado, a genotyping of 115 individuals was carried out in six populations, three of the restinga ecotype (Ilha das Canárias in Maranhão; Labino and Barrinha in the state of Piauí) and three in the cerrado ecotype (Serra de Campo Maior, José de Freitas and Sete Cidades National Park in Piauí). Six primers were used, using different software (GDA, GenAlEx, Alerquin, Fstat e *Structure*), data on genetic diversity and structure were analyzed using Expected Heterozygosity ( $H_e$ ), Observed Heterozygosity ( $H_o$ ), Allelic Richness ( $A_R$ ), Polymorphism Percentage (P), Molecular Variance Analysis (AMOVA), Hardy-Hardy Balance deviations Weinberg, Endogamy coefficient ( $F_{IS}$ ) and genetic group acquisition. The genetic variation of the samples differed from the two groups ( $\Delta K=2$ ), a restinga ecotype and another cerrado ecotype. Average values of expected Heterozygosity ( $H_e$ ) were higher for the cerrado ecotype ( $H_e= 0.62$ ), showing greater genetic diversity in relation to the restinga ecotype. Molecular variance analysis

(AMOVA) data showed that 74.15% of genetic variability is within populations. Thus, estimates using molecular techniques allowed the genetic differentiation of populations from restinga and cerrado ecotypes, confirming the initial hypothesis.

**Keywords:** Genotyping; conservation; microsatellites, genetic variability.

## INTRODUÇÃO

*Anacardium occidentale* L., espécie popularmente conhecida como caju e cajuí, pertencem à família Anacardiaceae ocorre predominantemente na região tropical e subtropical do mundo. O Brasil é considerado o mais importante centro de diversidade desse táxon (BARROS; CRISÓSTOMO, 1995), ocorrendo em todas as regiões, com exceção da região Sul (SILVA-LUZ *et al.*, 2018; BFG, 2020). Sua drupa e hipocarpo comestíveis são apreciados por pessoas de todo o mundo, além de inúmeros outros derivados, a exemplos de suco, cajuína, doces, polpas, líquido da casca da castanha (LCC), dentre outros (VIDAL, 2017; BRAINER; VIDAL, 2020; BRAINER, 2021; JEYAVISHNU *et al.*, 2021).

A devastação crescente da vegetação natural inclusive das populações de cajuí, pode reduzir a variabilidade genética e influenciar na futura existência da espécie na sua forma natural. Uma vez que a ação humana extrativista atua também na modificação de características morfológicas, reduzindo a produção de folhas, flores, frutos e sementes (VIEIRA; OLIVEIRA; LOILA, 2016). Isso também reduz as possibilidades para o futuro desenvolvimento genético para finalidades econômicas e prejudica o papel socioeconômico da mesma (RUFINO *et al.*, 2007).

Além disso, sua domesticação durante muitos séculos e a sua seleção e modificação genética para obter qualidades desejáveis tornaram difícil a identificação da área de distribuição natural e dos padrões de variação infraespecífica (MITCHELL; MORI, 1987). Mitchell e Mori (1987) fizeram diferenciação dos caracteres típicos da espécie no seu estado silvestre, baseada em ecologia e morfologia, mas que permanece provisória por falta de estudos posteriores. Um dos casos é a forma silvestre ocorrente no Piauí, com hipocarpo e drupa de tamanho menores que a forma cultivada, ocorrente na restinga e cerrado. Assim, esses autores reconheceram dois ecótipos, o ecótipo restinga que ocorre na vegetação costeira do leste a nordeste do Brasil e o ecótipo cerrado que ocorre nas savanas (cerrados) do Brasil central e Amazônico, Colômbia, Venezuela e Guianas.

Observando esse cenário, o uso de ferramentas baseadas em marcadores moleculares pode contribuir para elucidar o polimorfismo diretamente no DNA, permitindo diferenciar, caracterizar e identificar indivíduos pela detecção de diferentes tamanhos de fragmentos ou

sequências de bases de DNA (COSTA *et al.*, 2009). Aliado a isso, conhecer aspectos da variabilidade genética colabora para orientar programas de melhoramento, uso, manejo e proteção de espécies (SANTOS; CARVALHO; DAVIDE, 2020).

Dentre os marcadores mais utilizados estão os *Simple Sequence Repeats* (SSR), também denominados de *Short Tandem Repeats* (STR) ou microssatélites, amplamente empregados na identificação individual, mapeamento genético, diversidade genética em seres humanos, animais e plantas. Estes têm fácil utilização para análise genética de várias espécies devido a sua especificidade, repetibilidade, herança codominante e de serem multialélicos (CROXFORD; ROBSON; WILKINSON, 2006; BRONDANI; BRONDANI; GRATTAPAGLIA, 2007; COTA *et al.*, 2017).

Alguns estudos no território brasileiro que evidenciam a relevância da conservação genética de espécies nativas e elucidam a estrutura de populações em diferentes fitofisionomias, empregando microssatélites (COTA *et al.*, 2017; DARDENGO; ROSSI; VARELLA, 2018; ROCHA *et al.*, 2019; CASTRO *et al.*, 2022).

Dessa maneira, conhecer a diversidade genética por meio da aplicação de técnicas moleculares, permite o delineamento de estratégias de conservação de espécies e ecossistemas, junto a isso norteia pesquisas que contribuem para manutenção de banco natural de germoplasma (BOTREL *et al.*, 2006) e ainda pode revelar a estrutura de populações geneticamente distintas.

Assim, estudos que foquem populações silvestres de *A. occidentale* pelos seus padrões moleculares, são importantes para esclarecer as reais diferenciações geográficas e ecológicas implícitas na classificação informal de ecótipos feita por Michell e Mori (1987).

O Piauí e Maranhão incluem extensas áreas de cerrado e de restinga nas quais ocorrem populações silvestres de *A. occidentale*, dessa forma, objetivou-se neste estudo estimar a diferenciação genética em três populações de cada um dos dois ecótipos da espécie, isto é, ecótipo restinga população de Araiases, MA; Labino, Parnaíba-PI e Barrinha; Cajueiro da Praia- PI e ecótipo cerrado população de Campo Maior-PI, José de Freitas-PI e Parque Nacional de Sete Cidades-PI.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Autorização de coleta**

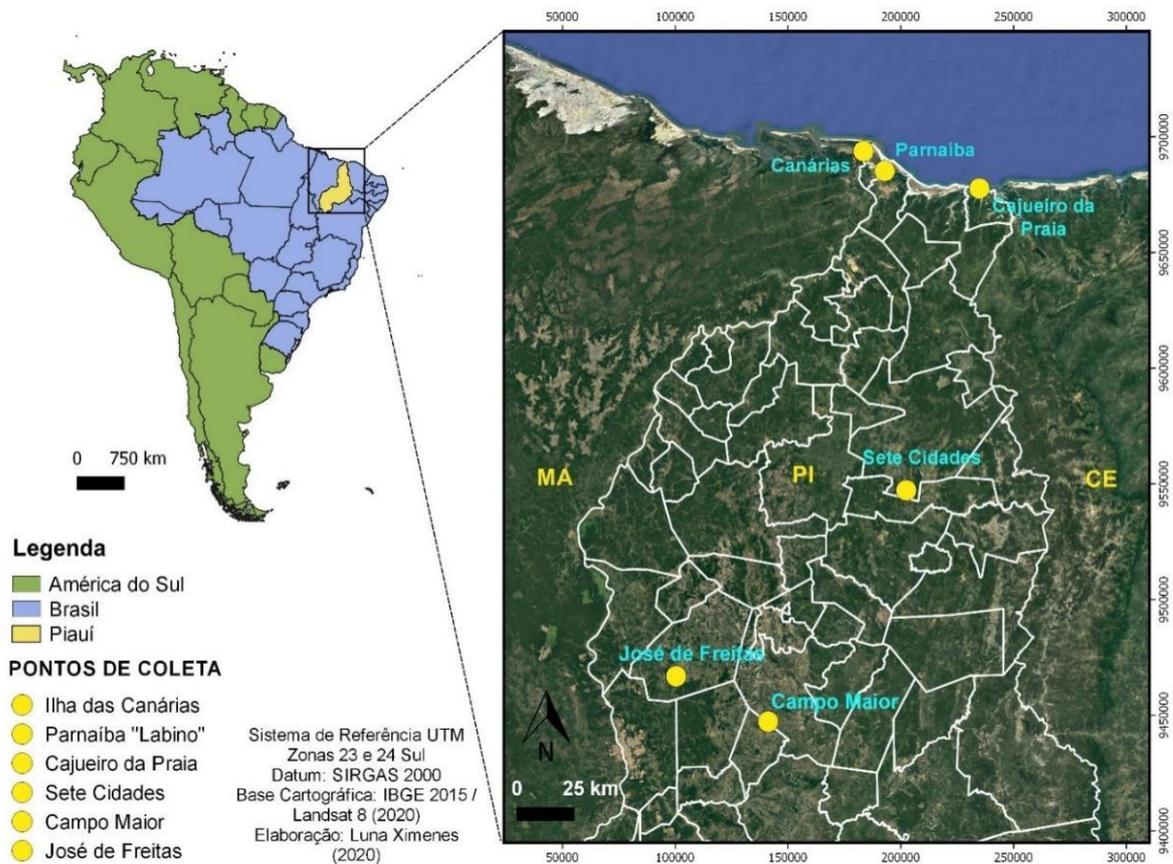
A pesquisa foi cadastrada no Sistema Nacional de Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN) com o código A8B44BB. A autorização de

coleta foi permitida pelo Sistema de Autorização e Informação da Biodiversidade (SISBIO) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- ICMBio (nº64340-1). As coletas das amostras foram realizadas no período de junho de 2018 a outubro de 2021.

### Área de estudo

Folhas jovens foram coletadas em áreas de restinga (Piauí: nos municípios de Parnaíba e Cajueiro da Praia e Maranhão: na Ilha das Canárias no município de Araioses); e no cerrado piauiense (Campo Maior, José de Freitas e no Parque Nacional de Sete Cidades). Os locais de estudo em restinga do litoral maranhense e piauiense encontram-se na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do rio Parnaíba (Figura 1).

**Figura 1.** Localização das áreas de coleta de *Anacardium occidentale* L. (cajuí). As linhas brancas representam os limites dos municípios no estado do Piauí.



Na APA do Delta do rio Parnaíba, o clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger (LIMA *et al.*, 2017), apresentando uma estação quente e chuvosa no verão e seca no inverno, com elevado índice de pluviosidade nos meses de janeiro a junho. Os solos são de areias quartzosas do Quaternário (MNE, 2006). A vegetação apresenta característica

transicional, com comunidades vegetais da Caatinga, Cerrado, Restinga e Tabuleiros, além de apresentar dunas móveis, manguezais e carnaubais na área de transição Cerrado/Caatinga, típicos de grande parte da região norte do Piauí (SANTOS-FILHO *et al.*, 2010).

As áreas de Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidades localizam-se no estado do Piauí. Em Campo Maior, o clima é tropical alternadamente úmido e seco e possui diferentes fisionomias vegetais, onde se encontram as áreas de tensão ecológica de transição cerrado/caatinga, principalmente no sul do Complexo Vegetacional de Campo Maior (FARIAS; CASTRO, 2004). Na área de coleta dos indivíduos de Campo Maior a vegetação presente é o cerrado.

Em José de Freitas, o clima é quente tropical, com o primeiro semestre do ano mais chuvoso e o período restante do ano de estação seca. A vegetação possui transições com espécies da caatinga/cerrado caducifólio, floresta ciliar de carnaúba e caatinga de várzea e, bem como, caatinga hiperxerófila e/ou cerrado sub-caducifólio/floresta sub-caducifólia e/ou carrasco. Os solos da região são principalmente plintossolos álicos de textura média, além dos tipos podzólicos vermelho-amarelos, plínticos e não plínticos (AGUIAR, 2004).

O Parque Nacional de Sete Cidades possui clima subúmido e megatérmico de acordo com a classificação de Thornthwaite e Mather (1955), caracteriza-se pela deficiência de pluviosidade no inverno. A vegetação do parque é heterogênea com formações campestres, savânicas e florestais (RIBEIRO; WALTER, 2008).

### **Coleta de material, extração e quantificação do DNA**

Inicialmente tecidos foliares jovens de cada indivíduo de *A. occidentale* foram coletados, armazenados em solução CTAB para conservação e estocados no freezer no laboratório de Células e Moléculas da Universidade Federal Delta do Parnaíba (UFDPAr).

A extração do DNA genômico foi realizada de folhas jovens de 30 indivíduos de cada uma das seis populações utilizando o método descrito por Doyle e Doyle (1987), com modificações. Inicialmente 20mg de tecidos foliares jovens foram maceradas juntamente com tampão de extração [CTAB 2%, Tris-HCL 0,1 mM (pH 8,0), EDTA 20 mM (pH 8,0), NaCl 1,4 M e  $\beta$ -mercaptetanol 2%] previamente aquecidos em banho-maria a 60 °C por 10 min. Logo em seguida o mesmo foi transferido para microtubos de polipropileno de 2,0 mL junto ao tampão de extração, em banho Maria a 60°C por 20 min. Após resfriamento do extrato, foram adicionados 800 $\mu$ l de solução clorofórmio e álcool isoamílico (24:1) e posteriormente os tubos foram passados por uma homogeneização em agitador por 1 hora e centrifugado por 10 min a

13.000 rpm. Parte do sobrenadante resultante (~400 µL) foi transferido para um novo tubo, adicionando-se 2/3 do volume de isopropanol (~300 µL), misturando-se cuidadosamente por inversão e permanecendo em *overnight* no freezer. Depois, os tubos foram centrifugados a 13000 rpm por 5 min, ocorrendo assim a precipitação do DNA, e então o *pellet* foi lavado com 1000 µL de etanol 70%, seguido de centrifugação por 5 min a 13.000 rpm, processo realizado 3 vezes, deixando secar *overnight* a temperatura ambiente após a lavagem. O DNA obtido foi ressuspendido em 100 µL de solução de TE [Tris-HCl 10 mM (pH 8,0) e EDTA 0,1 mM] por 24 horas na bancada ou até que o *pellet* homogeneizar na solução.

Para quantificação das amostras de DNA foi utilizado espectrofotômetro *BioSpec-nano* e o DNA foi diluído a uma concentração de 25 ng/µL. Para confirmação quanto à integridade, algumas amostras foram quantificadas empregando a técnica de visualização por bandas de eletroforese em gel de agarose a concentração de 3%, preparado com tampão TBE 1x (Tris-Borato-EDTA) e corado com *GelRed-Biotium*® a 1x. DNA fago λ na concentração de 100 ng/µL que foi usado para comparação.

Seis *loci* polimórficos (mAoR46, mAoR29<sup>C</sup>, mAoR2, mAoR35, mAo6c e mAoR7b) foram isolados via PCR usando iniciadores específicos publicados por Croxford, Robson e Wilkinson (2006), os quais foram utilizados por apresentarem o melhor padrão de amplificação em relação ao polimorfismo e por não haver sobreposição das bandas (Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição dos microssatélites utilizados para *Anacardium occidentale* L. Pares de base (pb); temperatura de anelamento (T) para os seis *Loci* avaliados e média da frequência de alelos nulos (FAN).

<b>Loci</b>	<b>Tipo de repetição</b>	<b>Sequência</b>	<b>Dye</b>	<b>Pb</b>	<b>T (°C)</b>	<b>FAN</b>
mAoR2	(CA) <sub>3</sub> (TA) <sub>6</sub>	Primer F- GGCCATGGGAAACAACAA Primer R- GGAAGGGCATTATGGGTAAG	NED	366- 375	58,2	0,016
mAoR6 <sup>R</sup>	(AT) <sub>5</sub> (GT) <sub>12</sub>	Primer F- CAAAGTAGCCGGAATCTAGC Primer F- CCCCATCAAACCCTTATGAC	NED	143- 157	58,2	0,115
mAoR7 <sup>b</sup>	(AT) <sub>2</sub> (GT) <sub>5</sub> AT(GT) <sub>5</sub>	Primer F- AACCTTCACTCCTCTGAAGC Primer F- GTGAATCCAAAGCGTGTG	PET	178- 181	58,2	0,200

mAoR29 <sup>C</sup>	(TG) <sub>10</sub>	Primer F- GGAGAAGAAAAGTTAGGTTTGAC	VIC	316- 320	58,2	0,180
		Primer R- CGTCTTCTTCCACATGCTTC				
mAoR35	(AG) <sub>14</sub>	Primer F- CTTTCGTTCCAATGCTCCTC	VIC	165- 169	58,2	0,118
		Primer R- CATGTGACAGTTCGGCTGTT				
mAoR46	(ACC) <sub>7</sub> (AC) <sub>3</sub>	Primer F- GCCCGTCGTTAAAGCAGT	FAM	217- 221	58,2	0,147
		Primer R- TCCTCCTCCGTCTCACTTTC				

Para a realização da reação de PCR foram empregados os seguintes componentes: volume final da reação de 7 µL, utilizando 0,7 µL de DNA (50 ng/µL), 3,5 de Master Mix (QIAGEN-PCR-Multiplex), 0,7 *primer* forward marcado com fluoróforo (100 µM/ µL), 0,7 *primer* reverse (100 µM/ µL) e 1,4 µL de água Milli-Q. A amplificação envolve repetidos ciclos de desnaturação, anelamento e extensão que foram realizados em termociclador com capacidade para 96 amostras adotando os seguintes parâmetros: uma desnaturação inicial a 94 °C por 1 minuto; seguida de 35 ciclos de desnaturação a 94 °C por 1 minuto, anelamento com temperatura dependente do *primer* por 1 minuto, extensão a 72 °C por 1 minuto; uma etapa de extensão final a 72 °C por 7 minutos.

A eletroforese foi realizada em gel de agarose a 3% em tampão de corrida TBE (Tris-Borato-EDTA) 1X, em corrente constante de 069 V realizados no laboratório de Genética e Biologia Molecular (Genbimol) da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA em Caxias-MA. Para corrida eletroforética foi utilizado 3 µL do produto da PCR com 3 µL de *BLUE JUICE*. Em seguida, os géis foram visualizados em transluminador UV (*Loccus Biotecnologia*) e fotodocumentados.

Os amplicons oriundos da PCR foram diluídos 10 vezes em água Milli-Q em 1 µL de cada produto diluído e foram adicionados 0,3 µL de LIZ 6000 Size Stardart e 8,7 µL de formamida. As placas com 10 µL das amostras foram colocadas em um termociclador para aquecer 95°C por 5 minutos, e posteriormente submetidas ao Sequenciador automático de DNA ABI PRISM 3500/Life Technologies.

## Análises dos resultados

Para as análises dos dados de diversidade genética, construiu-se a matriz de dados observando os eletroferogramas com os respectivos *primers* empregados na genotipagem utilizando o GeneMarker 3.0.1 e foram tabulados na planilha do EXCEL 2010®. Fragmentos que não geram picos foram desconsiderados. As informações sobre os níveis de polimorfismo foram obtidas pelo número de fragmentos diferentes observando os intervalos dos *loci* amplificados.

Para identificar erros de genotipagem como alelos nulos, dominância de alelos curtos (*dropout*) e amplificação de picos menores próximos de picos normais (*stutters*) empregou-se o Micro-Checker (VAN OOSTERHOUT *et al.*, 2004) e para criar arquivos de entrada a partir de dados genotípicos diploides para outros programas foi utilizado o CREATE (COOMBS; LETCHER; NISLOW, 2008).

O software GDA 1.1 (LEWIS; ZAYKIN, 2001) foi empregado para analisar a variabilidade genética obtendo-se a frequência e distribuição dos alelos por loci e por população, o número efetivo de alelos ( $N_e$ ), fluxo gênico ( $N_m$ ), bem como as medidas de heterozigosidade esperada ( $H_e$ ) e observada ( $H_o$ ). Além disso, também foram estimadas as frequências de alelos privados ( $A_p$ ). Junto a isso o FSTAT 2.9.3 foi utilizado para quantificar a riqueza alélica ( $A_r$ ) e o coeficiente de endogamia ( $F_{is}$ ) (GOUDET, 1995). Nas análises executadas no Fstat, o p crítico (0,05) é ajustado usando a correção de Bonferroni (RICE, 1989).

A avaliação da proporção da variabilidade genética encontrada entre e dentro dos ecótipos e das populações foi obtida por Análise de Variância Molecular (AMOVA) usando o Alerquin 3.5 (EXCOFFIER; LINCHER, 2011). Para realizar testes de equilíbrio de Hardy-Weinberg (HWE) e de desequilíbrio de ligação (LD) utilizou-se o software GenAlEx 6.502 (PEAKALL; SMOUSE, 2012).

Análise Bayesiana implementada no software *Structure* (PRITCHARD *et al.*, 2000; KOPELMAN *et al.*, 2015) foi empregada para investigar a estrutura genética do conjunto de seis populações. Assim, estimou-se o número de grupos ( $K$ ), ou seja, a divisão do conjunto de indivíduos que melhor é justificada pelos dados moleculares. Para obtenção da figura foi usado o *software Structure Harvester* v. 0.6.9 (EARL; VONHOLDT, 2012). Esta abordagem pode revelar a estrutura de populações, evidenciar geneticamente se estas são distintas e identificar indivíduos de zonas híbridas (SILVA, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Diversidade genética

Sabendo da não padronização do número de indivíduos de cada população neste estudo, o tamanho da amostra e o número de marcadores não influencia em alguns dados como número de populações, número de plantas e distância geográfica (NYBOM; BARTISH, 2000). Para o presente estudo, estes marcadores se mostraram eficientes na diferenciação de genótipos entre e dentro de populações dos ecótipos investigados.

Ao calcular a média da frequência de alelos nulos usando o Micro-Checker e sabendo como essa informação interfere nos resultados, descartou-se um marcador (mAoR12) por exibir frequência maior que 0,20 (CHAPUIS; ESTOUP, 2007). Achado semelhante a este foi registrado por Jowers *et al.* (2019), que excluíram dois marcadores.

A proporção de locos polimórficos foi bastante elevada (100%), com exceção de uma população do ecótipo restinga (Labino-PI=50%). Elevadas porcentagens de diversidade genética obtidas neste estudo corroboram com os registrados em outros estudos com a mesma espécie (PESSONI, 2007; BORGES *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019).

As populações de *Anacardium occidentale* (cajuí) do ecótipo cerrado (Campo Maior, José de Freitas e Parque Nacional de Sete Cidade) apresentaram maior diversidade genética, considerada moderada, quando comparadas a outra espécie do gênero, *Anacardium humile* A. ST-HIL, (COTA *et al.*, 2017; SANTOS; CARVALHO; DAVIDE, 2019) e com outros gêneros de Anacardiaceae (VIEGAS *et al.*, 2011; GERRA; RUIZ; PARDO, 2018). No estudo de *A. humile* empregando quase o mesmo conjunto de *Loci*, registrou-se heterozigotidade esperada variando de 0,684 a 0,710, geralmente, a partir de 0,7 considera-se diversidade alta (COTA *et al.*, 2017), exibindo maior diversidade genética em relação ao ecótipo restinga. Este resultado pode ser explicado devido ao coeficiente de endogamia (*Fis*) ter sido positivo e significativo (Tabela 2), demonstrando excesso de indivíduos homozigotos, este achado corrobora com os resultados de Guerra, Ruiz e Pardo (2018) que também registraram tal informação para espécie *Mangifera indica* L. (Anacardiaceae). Os maiores valores médios de *Fis* foram para Campo Maior (0,59) e Parque Nacional de Sete Cidades (0,55), possivelmente por ser as populações do ecótipo cerrado mais distantes geograficamente, uma vez que o Parque Nacional é uma Área de Proteção Integral, porém com barreiras geográficas frágeis para o fluxo gênico, já que as abelhas são agentes polinizadores que contribuem para polinização cruzada e os morcegos frugívoros contribuem para a dispersão do fruto (MICHELL; MORI, 1987). O índice de endogamia esta correlacionado à diversidade, uma vez que há o cruzamento entre indivíduos

aparentados, espera-se naturalmente uma baixa diversidade. Populações que sofrem fragmentação de hábitat podem apresentar este resultado (TEMPLETON, 2011). Dados moleculares com populações nativas de cajuí (*A. occidentale*) no Piauí registraram maior diversidade para amostras de indivíduos silvestres (SANTOS *et al.*, 2019). Achados na literatura com outras populações de *Mauritia flexuosa* L. no Maranhão também obtiveram resultados semelhantes (CASTRO *et al.*, 2022).

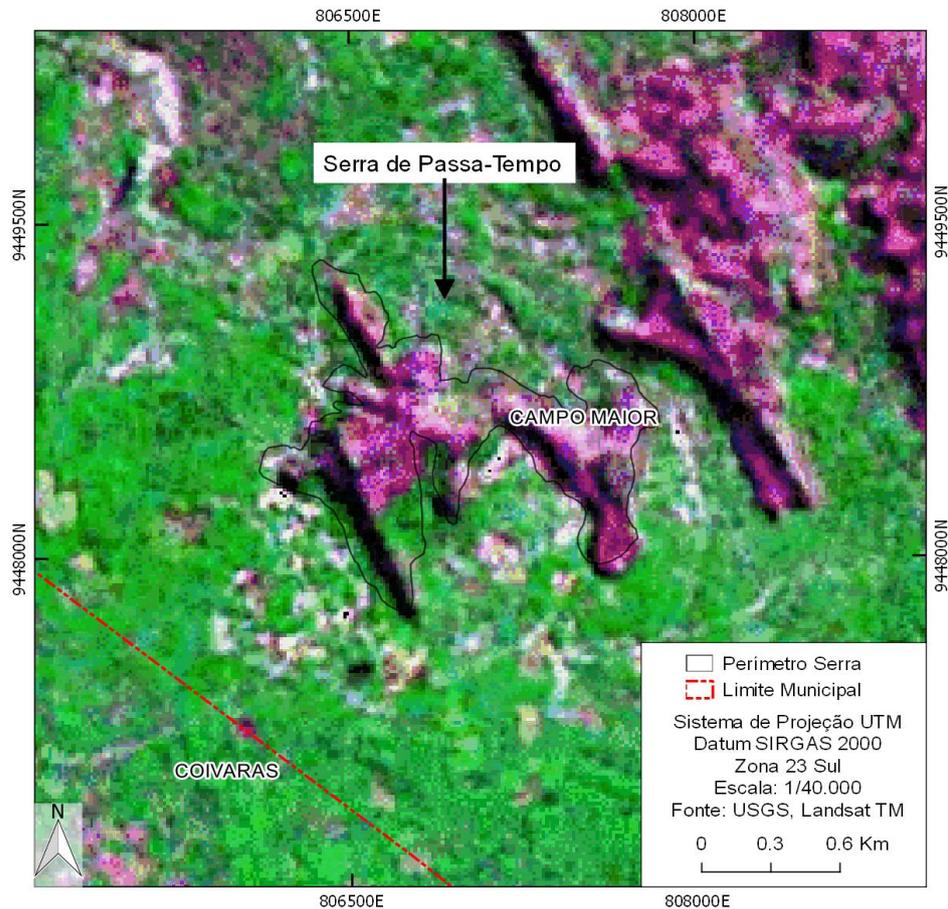
**Tabela 2.** Diversidade genética: Tamanho amostral (n), número de alelos por *Loci* (Na), heterogeneidade observada (Ho), heterogeneidade esperada (He), coeficiente de endogamia ( $F_{IS}$ ), alelos privados ( $A_{priv}$ ), Riqueza alélica ( $A_R$ ) para os seis *loci* avaliados para populações de *Anacardium occidentale* L. amostradas em Barrinha-Piauí, Ilha das Canárias-Maranhão, Labino- Piauí, Campo Maior- Piauí, José de Freitas- Piauí e Parque Nacional de Sete Cidades- Piauí, Brasil.

População	N	Na	He	Ho	$F_{IS}$	$A_{priv}$	$A_R$	% de Polimorfismo
Barrinha	15	3,66	0,37	0,26	0,28	3	3,342	83
Ilha das Canárias	21	4,33	0,38	0,28	0,27	6	4,819	100
Labino	14	3,16	0,29	0,18	0,39	3	5,040	50
Campo Maior	27	6,16	0,62	0,25	0,59	8	7,255	100
José de Freitas	16	5,00	0,62	0,44	0,29	4	8,029	100
Parque Nacional de Sete Cidades	22	5,00	0,62	0,28	0,55	6	3,517	100
<b>Total da amostra/Média</b>	115	4,00	0,48	0,28	0,42	2,5	5,334	87,5

Todas as populações registraram alelos privados, as amostras de Campo Maior apresentaram maior número de alelos privados (8), que pode significar que esta população teve mais tempo para se diferenciar em relação às demais devido estar mais distante e talvez ter sofrido mais diferenciação genética. Os 12 indivíduos de Campo Maior foram coletados no alto da Serra de Passa-Tempo, local de difícil acesso, que tem altitude que varia de 662 a 780m (Dados da Pesquisa, 2022) (Figura 2). Barrinha-PI e Labino-PI, por sua vez, apresentaram menor número de alelos privados (3), o que sugere que essas populações não ficaram isoladas por um tempo adequado para que ocorresse divergência genética (MANGARAVITE *et al.*, 2019). Ressalta-se que estas populações se localizam no litoral piauiense e que tem interferência antrópica, pela proximidade de residências e serem espaços com crescente estabelecimento de empreendimentos e especulação imobiliária (CAVALCANTI; CAMARGO, 2002). Pessoni (2007) e Silva *et al.* (2007) registraram valores de alelos privados para a mesma espécie em estudo, sendo um para o grupo “Comum”, um para “othonianum” e um em “*A. occidentale*”. Outros estudos evidenciam elevados valores para alelos privados com

outras espécies vegetais (MANGARAVITE *et al.*, 2019; SILVEIRA *et al.*, 2019; LIMA; MEEROW; MANFRIN, 2020).

**Figura 2.** Serra de Passa-Tempo em Campo Maior-Piauí. Fonte: USGS, Landsat TM.



Ao verificar os índices da diversidade genética (Heterozigosidade esperada e a Riqueza alélica), os valores mais baixos são apresentados pelo ecótipo restinga. Labino apresentou menor Heterozigosidade esperada ( $He=0,29$ ) e Barrinha menor valor para Riqueza alélica ( $Ar=3,34$ ). Estes resultados podem ser devido à influência no grau de antropização e a proximidade com pomares domesticados de *A. occidentale*, e possivelmente fluxo gênico com estes indivíduos. No estudo de Borges *et al.* (2018) este evento também foi registrado. A heterozigosidade observada não exibiu grandes diferenças entre as populações evidenciando grande similaridades entre elas, com exceção de Labino e Barrinha que também evidenciaram menores taxas.

A baixa diversidade das populações do ecótipo restinga pode estar associada ao grau de antropização dessa área, pela alteração dos espaços do ambiente, pela construção de empreendimentos, ocasionando fragmentação da paisagem. Junto a isso, o extrativismo também

contribuiu para modificação do ambiente e o uso da terra pelos moradores, uma vez que na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba há residências (ICMBio, 2020) o que demonstra que os acessos do litoral estão em risco maior quando comparado ao ecótipo cerrado. Dessa maneira, é necessário o desenvolvimento de políticas de conservação para o cajuí, a fim de resguardar essas plantas que contribuem para inúmeros serviços ecossistêmicos. Pesquisas que investigaram a diversidade genética de espécies de Anacardiaceae também argumentaram sobre a necessidade de proteção, onde a diversidade genética é menor em zonas mais degradadas (VIEGAS *et al.*, 2011; COTA *et al.*, 2017) e para outras espécies localizadas em áreas de ecótonos esse cenário também foi observado (LIMA; MEEROW; MANFRIN, 2020).

As estimativas geradas pelos marcadores microssatélites utilizando AMOVA (Análise de Variância Molecular) apresentaram maior porcentagem da variância total dentro das populações, e o menor entre populações do mesmo ecótipo (Tabela 3). A porcentagem entre ecótipos foi 20,99%. Estudos de natureza análoga a esse, usando marcadores moleculares ISSR com populações nativas e domesticadas de *A. occidentale*, obtiveram resultado semelhante (PESSONI, 2007; BORGES *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019; GOMES *et al.*, 2021) e empregando também os marcadores RAPD com *A. humile* no cerrado brasileiro (SANTOS; CASTRO; DAVIDE, 2019). Esta análise revela a homogeneidade de um conjunto de dados, estimando o nível de variabilidade entre grupos, subgrupos ou dentro destes (VASCONCELOS; NETO, 2006). Esse resultado está associado a reprodução das espécies, as plantas autofecundadas mantêm alta diversidade genética entre populações e aquelas com fecundação cruzada ou polinizadas pelo vento têm alta diversidade genética dentro das populações (NYBOM; BARTISH, 2000; CHOI; LEE, 2021). *A. occidentale* possui reprodução mista, com polinização realizada principalmente por abelhas (FREITAS; PAXTON, 1998) e de acordo com Holanda-Neto *et al.* (2002) a maioria dos frutos são oriundos da polinização cruzada.

**Tabela 3.** Análise de Variância Molecular (AMOVA) com todas as populações de *Anacardium occidentale* L. tratados como um mesmo grupo. Calculado no Alerquin versão 3.5 (EXCOFFIER; LINCHER, 2011).

Fonte de variação	Soma dos Quadrados	Componentes da Variância	Variância (%)
Entre ecótipos	61,897	0,49256	20,99
Entre populações dentro de ecótipos	24,137	0,11424	4,86
Dentro das populações	389,992	1,74104	74,15
Total	476,026	2,34787	100%

Índice de fixação FST: 0,25846 (P<0,001)  
FCT: 0,06158  
FSC: 0,20980

Teste de significância de 10.000 permutações, FST=índice de fixação entre populações dentro dos grupos, FCT=índice de fixação entre grupos, FSC= índice de fixação dentro dos grupos. \*\*\*P=0,00000

Em relação ao equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW) alguns marcadores mostraram desvios (Tabela 4), assim como em outros estudos de diversidade genética de plantas (GUERRA; RUIZ; PARDO, 2018; JOWERS *et al.*, 2019). Isso se deve possivelmente a taxa de mutação, fluxo gênico, seleção natural (TEMPLETON, 2011) efeito Wahlund, presença de alelos nulos e endogamia (CHAPUIS; ESTOUP, 2007). Este resultado também foi confirmado pelo coeficiente de endogamia que foi positivo indicando excesso de homozigotos, endogamia por endocruzamento e entre parentes próximos pode levar ao desvio de HW (TURCHETTO-ZOLET *et al.*, 2013).

**Tabela 4.** Significância dos desvios de equilíbrio de Hady-Weinberg em seis populações de *Anacardium occidentale* L. calculado no GenAEx 6.502 (PEAKALL; SMOUSE, 2012).

População/Locus	mAoR2	mAoR6c	mAoR7b	mAoR29	mAoR35	mAoR46
Barrinha-PI	ns	*	m	ns	**	ns
Ilha das Canárias-MA	*	ns	ns	ns	***	ns
Labino-PI	ns	ns	***	m	**	m
Campo Maior-PI	ns	ns	***	***	**	***
José de Freitas-PI	ns	***	ns	ns	*	ns
Parque Nacional de Sete Cidades-PI	ns	*	***	***	ns	***

Grau de significância teste de x<sup>2</sup>: Não significativo (ns), P < 0,05 (\*), P < 0,01 (\*\*), P < 0,001, (\*\*\*), monomórfico (m).

Uma das teorias importantes para interpretar a estrutura genética de populações é o equilíbrio de Hardy-Weinberg. Esta mostra a distribuição dos genótipos entre os indivíduos de uma geração. Quando uma das premissas do equilíbrio de Hardy-Weinberg é rompida há o

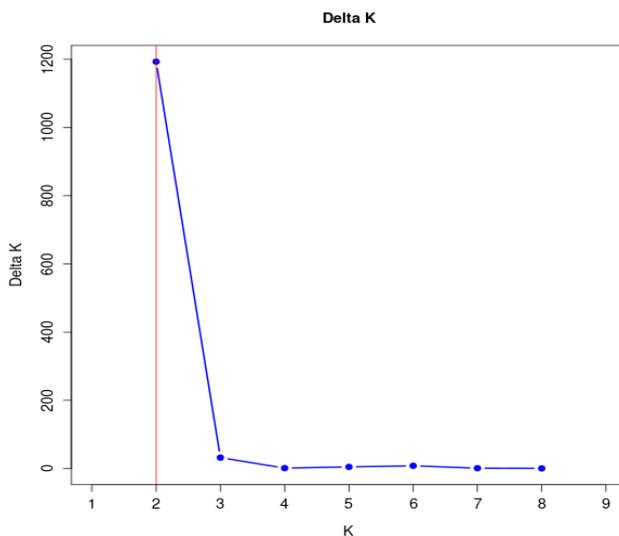
desvio, algumas delas são, o acasalamento ocasional (pan-mixia), as populações devem ser infinitamente grandes, ausência de fatores evolutivos, como mutação, seleção natural e migração (SOUZA; TONI; CORDEIRO, 2011). O que os resultados evidenciaram é que as populações têm indícios de ocorrência de endogamia e existe fluxo gênico, rompendo com as premissas dessa teoria.

### Diferenciação genética entre ecótipos e entre populações

Em outros estados do Brasil foram desenvolvidas pesquisas sobre a diversidade genética de *Anacardium ssp.*, a exemplo de Pessoni (2007), que estudou uma população subespontânea de restinga no estado do Rio de Janeiro e indivíduos do Banco Ativo de Germoplasma do Cajueiro em Pacajus no Ceará. Em seu estudo, empregando marcadores ISSR e usando análises discriminantes, foi possível separar os indivíduos em estudo em quatro grupos de ecótipos e/ou espécies, a saber: ‘Nordeste’, ‘Índia’, ‘Roraima’ e ‘Rio de Janeiro’. As espécies *A. othonianum* e *A. humile* foram mais diferentes entre as demais populações e não se enquadraram nos grupos anteriores.

O programa *Structure* com abordagem Bayesiana, estimou o melhor valor a uma divisão em dois grupos genéticos ( $\Delta K = 2$ ) (Figura 3), estes correspondendo aos dois ecótipos. Borges *et al.* (2018) obtiveram o mesmo valor usando marcadores ISSR em um estudo anterior avaliando a diversidade genética de *Anacardium* (cajuí).

**Figura 3.** Valores de  $\Delta K$  estimados para populações de *Anacardium occidentale* L. de acordo com Evanno *et al.* (2005).



Os resultados corroboram com a distinção entre os dois ecótipos propostos por Mitchell e Mori (1987), e o presente estudo é o primeiro a demonstrar esta diferenciação utilizando dados genéticos obtidos exclusivamente de populações silvestres. Sabendo que a distribuição geográfica natural desta espécie é muito ampla (MITCHELL; MORI, 1987), o presente estudo representa um avanço modesto, mas significativo, na investigação dos padrões naturais da diversidade genética dentro desta espécie.

A análise de agrupamento *Structure* destaca que as amostras estão estruturadas em dois grupos genéticos, o grupo genético 1 são bem mais próximos devido à proximidade geográfica, pois fazem parte da restinga, estando mais separado do grupo 2 que se referem às populações do cerrado, no entanto revela um pequeno fluxo genético entre os dois ecótipos que provavelmente é recente (Figura 4), que pode ocorrer pela autofecundação e pela fecundação cruzada (BARROS, 1995), comum no gênero *Anacardium*. Geralmente este resultado é esperado quando espécies têm o padrão reprodutivo alogâmico (HU *et al.*, 2010). Agentes polinizadores como abelhas também fazem parte do processo reprodutivo, e alguns mamíferos, como morcegos frugívoros, além de moscas (FREITAS; PAXTON, 1998; HOLANDA-NETO *et al.*, 2002).

**Figura 4.** Análise de agrupamento pelo programa Structure. A) Número de grupos com mais verossimilhança ( $K = 2$ ), calculado pelo método  $\Delta K$  de acordo com Evanno *et al.* (2005). B) Distribuição dos 115 genótipos de *Anacardium occidentale* L. As linhas verticais representam os indivíduos e são divididas em segmentos coloridos, baseados na semelhança genotípica em relação aos grupos inferidos pelo programa. Os números abaixo indicam as populações geográficas- ecótipo restinga: Barrinha- Piauí (1), Ilha das Canárias-Maranhão (2) e Labino- Piauí (3); populações de cerrado: Campo Maior- Piauí (4), José de Freitas- Piauí (5) e Parque Nacional de Sete Cidade- Piauí (6). Os números de um a três embaixo do gráfico de Structure são do ecótipo restinga e de quatro a seis referem-se ao ecótipo cerrado.



Vários estudos já empregaram os termos ecótipos restinga e cerrado para as populações naturais de *A. occidentale* (MITCHELL; MORI, 1987; PESSONI 2007; VIEIRA; MAYO; ANDRADE, 2014; ANDRADE *et al.*, 2019; SANTOS *et al.* 2019; SOUZA; MAYO; ANDRADE, 2021), enquanto estudos mais detalhados sobre populações selvagens de *A. occidentale sensu lato* são escassos e somente recentemente apareceram um maior número de estudos, a maioria baseados em estudos realizados no estado do Piauí (VIEIRA; MAYO; ANDRADE, 2014; BORGES *et al.*, 2018; ANDRADE *et al.*, 2019, SANTOS *et al.*, 2019; RIBEIRO *et al.* 2021; SOUZA; MAYO; ANDRADE, 2021). Já estudos caracterizando a

diversidade genética do ecótipo cerrado no Piauí são incipientes; entre eles há uma avaliação da diversidade e estrutura genética de acessos de cajuí no Parque Nacional de Sete Cidades-PNSC realizado por GOMES *et al.* (2021). Em Minas Gerais, Cota *et al.* (2017) investigaram a diversidade genética de *Anacardium humile* Mart., destacando altos valores nas populações silvestres e outros estudos foram desenvolvidos no cerrado empregando técnicas moleculares com no mesmo gênero (CARVALHO *et al.*, 2012; SANTOS; CARVALHO; DAVIDE, 2020). Na região Centro-Oeste populações naturais de *A. humile*, *A. pumilum* Walp. e *A. corymbosum* Barb.Rodr. são denominadas de cajuí ou cajuzinho-do-cerrado, as quais têm importância econômica para comunidades locais (PAIVA; CRISÓSTOMO; PAIVA, 2003). Considerando sua relevância na sociobiodiversidade, são recomendáveis mais pesquisas para fomentar ações de conservação de espécies do gênero, uma vez que o cerrado é uma das fitofisionomias mais ameaçadas do mundo (MYERS *et al.*, 2000).

Pesquisas com populações nativas *A. occidentale* usando abordagem molecular são essenciais para elucidar padrões de distribuição geográfica e estrutura populacional dos ecótipos categorizados por Michell e Mori (1987). Os resultados da presente pesquisa contribuem para a separação de dois ecótipos dessa espécie, baseados na estrutura genética analisada.

## CONCLUSÃO

Estimativas realizadas por meio de análises moleculares permitiram inferir a existência de diferenciação genética entre populações dos dois ecótipos restinga (Barrinha, Cajueiro da Praia- PI; Ilha das Canárias, Araioses- MA e Labino, Parnaíba-PI) e no cerrado (Campo Maior-PI; José de Freitas-PI e Parque Nacional de Sete Cidades-PI) de *A. occidentale*.

As seis populações apresentaram diferenciação genética, com compartilhamento de alelos observados entre as populações, devido aos processos reprodutivos mistos que foram compatíveis com dados verificados nos resultados.

Pesquisas como estas devem ser ampliadas com populações nativas desta espécie de outros estados do Brasil para reafirmar ainda mais estes resultados, contribuindo assim para esclarecimento da taxonomia infraespecífica da espécie.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA da Universidade Federal do Piauí, à Fapepi e a Capes pela concessão da bolsa, a Universidade Estadual do Maranhão-UEMA *Campus* de Caxias-MA instituição na qual foram realizadas análises de genotipagem. Ao professor Dr. Elmary da Costa Fraga e a professora Dra. Maria Claudene Barros da UEMA em Caxias-MA pela recepção e colaboração nas análises de genotipagem e à Universidade Federal Delta do Parnaíba UFDPAr pela infraestrutura e apoio nas coletas e análises laboratoriais para a realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de José de Freitas/** (Org.) AGUIAR, R. B.; GOMES, J. R. C. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, p.2-3, 2004. 49p.
- ANDRADE, I. M.; NASCIMENTO, J. D. O.; SOUSA, M. V. S.; SANTOS, J. O.; MAYO, S. J. A morphometric study of the restinga ecotype of *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae): wild coastal cashew populations from Piauí, Northeast Brazil. **Feddes Repertorium**, p. 1-28, 2019.
- BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, J. R. Melhoramento Genético do Cajueiro. *In:* ARAÚJO, J. P. P.; SILVA, V. V. **Cajucultura: Modernas Técnicas de Produção**. Fortaleza: EMBRAPA\CNPAT, p.73-96, 1995.
- BARROS, L. M. Botânica, Origem e Distribuição Geográfica. *In:* ARAÚJO, J.P.P.; SILVA, V.V. **Cajucultura: Modernas Técnicas de Produção** EMBRAPA\CNPAT, Fortaleza, 1995. p. 53-69, 1995.
- BFG. Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. *Taxon*. 2021. (<https://doi.org/10.1002/tax.12640>).
- BORGES, A. N. C.; LOPES, A. C. A.; BRITTO, F. B.; VASCONCELOS, L. F. L.; LIMA, P. S. C. Genetic diversity in a cajuí (*Anacardium* spp.) germplasm bank as determined by ISSR markers, **Genetics and Molecular Research**, n. 17, v. 4, p.1-14, 2018.
- BOTREL, M. C. G.; SOUZA, A. M.; CARVALHO, D.; PINTO, S. I.; MOURA, M. C. O.; ESTOPA, R. A. Caracterização genética de *Calophyllum brasiliense* Camb. em duas populações de mata ciliar. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 821-827, 2006.
- BRAINER, M. S. C. P. Cajucultura: O proveito do pedúnculo. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 190, p. 1-19, 2021.
- BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura. **Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, v. 5, n. 114, p. 1-16, 2020.
- BRONDANI, R. P. V.; BRONDANI, C.; GRATTAPAGLIA, D. **Manual prático para o desenvolvimento de marcadores microssatélites em plantas**. Embrapa informação Tecnológica, p. 9 -11, 2007.
- CARVALHO, R. S.; PINTO, J. F. N.; REIS, E. F.; SANTOS, S. C.; DIAS, L. A. S. Variabilidade genética de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* ST. HILL.) por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 01 p. 227-233, 2012.
- CASTRO, D. A. M.; COSTA, T. S.; CARDOSO, A. S.; RAMOS, H. C. C.; LÓPEZ, J. A.; DINIZ, L. E. C. Genetic structure analysis of *Mauritia flexuosa* natural population from the Lençóis Maranhenses region using microsatellite markers. **Scientia Agricola**, v. 79, n. 1, p.1-10, 2022.

- CAVALCANTI, A. P. B.; CAMARGO, J. C. G. **Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí**. Do natural, do Social e de suas Interações: visões geográficas, Rio Claro - SP, v. 1, n.1, p. 59-78, 2002.
- CHAPUIS M. P.; ESTOUP A. Microsatellite null alleles and estimation of population differentiation. *Molecular Biology and Evolution*, v.24, p. 621-63, 2007.
- CHOI, T. Y.; LEE, S. R. A review of intraspecific genetic diversity on wild plants in Korea estimated from varying nuclear DNA markers. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, v. 14, 622-627, 2021.
- COOMBS, J. A.; LETCHER, B. H.; NISLOW, K. H. CREATE: A Software to create input files from diploid genotypic data for 52 genetic Software programs. *Molecular Ecology Resources*, v. 8, n. 3, p. 578-580, 2008.
- COTA, L. G.; MOREIRA, P. A.; BRANDÃO, M. M.; ROYO, V. A.; MELO JUNIOR, A. F.; MENEZES, E. V.; D. A. OLIVEIRA. Structure and genetic diversity of *Anacardium humile* (Anacardiaceae): a tropical shrub. *Genetics and Molecular Research*, v.16, n.3, p.1-13, 2017.
- COSTA, M. A. P. C.; SOUZA, F.V. D.; LUNA, J. V. U.; CASTELLEN, M. S.; ALMEIDA, W. A. B.; SILVA, S. A.; DANTAS, A. C. V. L. Conservação de fruteiras potenciais para o Nordeste brasileiro. *In: CARVALHO, C. A. L.; DANTAS, A. C. V. L.; PEREIRA, F. A. C.; SOARES, A. C. F.; MELO-FILHO, J. F.; OLIVEIRA, G. J. C. Tópicos em ciências agrárias*. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, p.03-13, v. 1, 2009.
- CROXFORD, A. E.; ROBSON, M.; WILKINSON, M. J. Characterization and PCR multiplexing of polymorphic microsatellite loci in cashew (*Anacardium occidentale* L.) and their cross-species utilization. *Molecular Ecology Resources*, v. 6, n.1, p. 249-251, 2006.
- DARDENGO, J. F. E.; ROSSI, A. A. B.; VARELLA, T. L. The effects of fragmentation on the genetic structure of *Theobroma speciosum* (Malvaceae) populations in Mato Grosso, Brazil. *Revista de Biologia Tropical*, v. 66, n.1, p. 218-226, 2018.
- DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. **Isolation of plant DNA from fresh tissue**. *Focus* v. 12, p.13-15, 1987.
- EARL, D. A.; VONHOLDT, B. M. (2012) STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. *Conservation Genetics Resources*, v. 4, n. 2, p. 359-361 doi: 10.1007/s12686-011-9548-7.
- EVANNO, G.; REGNAUT, S.; GOUDET, J. Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology*, v. 14, p. 2611-2620, 2005.
- EXCOFFIER, L.; LINCHER, H. Arlequin suite ver 3.5: **An intergrated software package for population genetics data analysis**. Manual Arlequin, 2011, 174p.
- FREITAS B.M.; PAXTON, R. J. A comparison of two pollinators: the introduced honey bee *Apis mellifera* and an indigenous bee *Centristarsata* on cashew *Anacardium occidentale* in its native range of NE Brazil. *Journal of Applied Ecology*, v. 35, p. 109-121, 1998.

FARIAS, R. R. S.; CASTRO, A. A. J. F. Fitossociologia de trechos da vegetação do Complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, p. 949-963, 2004.

GOMES, M. F. C.; BORGES, A. N. C.; BATISTA, G. S. S.; LUZ, G. A.; OLIVEIRA, M. E. A.; LOPES, A. C. A.; ARAÚJO, A. S. F.; GOMES, R. L. F.; BRITTO, F. B.; LIMA, P. S. C.; VALENTE, S. E. S. Genetic diversity and structure in natural populations of cajui from Brazilian cerrado. **Bioscience Journal**, v. 37, p. 1-11, 2021.

GOUDET, J. FSTAT (Version 1.2): **A computer program to calculate F-Statistics**. v. 86, p. 485-486, 1995.

GUERRA, M.; RUIZ, R.; PARDO, E. Diversidad genética de *Mangifera indica* (Anacardiaceae) en Valencia, Córdoba, Colombia, usando marcadores microssatélites, **Acta Botanica Mexicana**, v. 124, p. 1-14, 2018.

HOLANDA-NETO, J. P.; FREITAS, B. M.; BUENO, D. M.; ARAÚJO, Z. B. Low seed/nut productivity in cashew (*Anacardium occidentale*): Effects of self-incompatibility and honey bee (*Apis mellifera*) foraging behaviour. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 77, n. 2, p. 226-231, 2002.

HU, Y.; WANG, L.; XIE, X.; YANG, J.; LI, Y.; ZHANG, H. Genetic diversity of wild populations of *Rheum tanguticum* endemic to China as revealed by ISSR analysis. **Biochemical Systematics Ecology**, v. 38, p. 264-274, 2010.

ICMBio. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental do Parnaíba**. CASTRO, D. M. P.; CLARO, P. P.; MENEZES, E. O.; ABREU, C. T. *et al.* (Orgs). Brasília/DF: ICMBio, 2020. 77p.

JEYAVISHNU, K.; THULASIDHARAN, D.; FURHANA SHEREEN, M.; ARUMUGAM, A. Increased Revenue with High Value-Added Products from Cashew Apple (*Anacardium occidentale* L.)-Addressing Global Challenges. **Food and Bioprocess Technology**, v. 14, p. 985-1012, 2021.

JOWERS, M. J.; SÁNCHEZ-RAMÍREZ, S.; LOPES, S.; KARYAKIN, I.; DOMBROVSKI, V.; QNINBA, A.; VALKENBURG, T.; ONOFRE, N.; FERRAND, N.; BEJA, P.; PALMA, L.; GODINHO, R. Unravelling population processes over the Late Pleistocene driving contemporary genetic divergence in Palearctic Buzzards. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 134, p. 269-281, 2019.

KOPELMAN, N. M.; MAYZEL, J.; JAKOBSSON, M.; ROSENBERG, N. A. Clumpak: a program for identifying clustering modes and packaging population structure inferences across K. **Molecular Ecology Resources**, v.15, p.1179-1191, 2015.

LEWIS, P.O.; ZAYKIN, D. Genetic Data Analysis: computer program for the analysis of allelic data, version 1.0. 2001. Disponível em: <http://lewis.eeb.uconn.edu/lewishome/software.html>. Acesso em: 12 de jul. de 2021.

LIMA, M. G.; SALVIANO, A. A. C.; SANTANA, F. F.; FEITOSA, R. M. R. Secas de 2010 a 2016 no Piauí: impactos e respostas do Estado em relação com os programas nacionais. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 155-180, 2017.

- LIMA, N. E.; MEEROW, A. W.; MANFRIN, M. H. Genetic structure of two *Acrocomia* ecotypes (Arecaceae) across Brazilian savannas and seasonally dry forests. **Tree Genetics & Genomes**, v. 14, n. 4, p. 1-12, 2020.
- MANGARAVITE, E.; SILVEIRA, T. C.; HUAMÁN'MERA, A.; OLIVEIRA, L. O.; MUELLNER'RIEHL, A. N.; SCHNITZLER, J. Genetic diversity of *Cedrela fissilis* (Meliaceae) in the Brazilian Atlantic Forest reveals a complex phylogeographic history driven by Quaternary climatic fluctuations. **Journal of Systematics and Evolution**. p. 1-15, 2019.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - MME. 2006. **Mapa Geológico do Estado do Piauí**. Brasília -DF. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/2923/1/mapa\\_piaui.pdf](http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/2923/1/mapa_piaui.pdf). Acessado em: 16 abr. 2020.
- MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 42, n. 1, p. 176, 1987.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-85, 2000.
- NYBOM, H. Comparison of diferente nuclear DNA markers for estimating intraspecific genec diversity in plants. **Molecular Ecology**, v. 13, p. 1143-1155, 2004.
- NYBOM, H.; BARTISH, I. V. Effects of life history traits and sampling strategies on genetic diversity estimates obtained with RAPD markers in plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3, 93-114, 2000.
- PAIVA, J. R.; CRISOSTOMO, J. R.; BARROS, L. M. **Recursos Genéticos do cajueiro: coleta, conservação, caracterização e utilização**. Fortaleza: EMBRAPACNPAT, 2003. 43p.
- PEAKALL, R.; SMOUSE, P. E. GenAIEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. **Bioinformatics** v.28, p. 2537-2539, 2012.
- PESSONI, L. A. **Estratégias de Análise da diversidade em germoplasma de cajueiro (*Anacardium ssp. L.*)**. 2007. 174f. Tese- Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Teresina, Piauí, 2007.
- PRITCHARD, J. K.; WEN, W. **Documentation for structure software**: Version 2.1, 2004. Disponível em: <http://pritch.bsd.uchicago.edu/structure/html>. Acesso em: 13 fev. 2019.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (eds.). **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1. EMBRAPA, Brasília, p. 152-212, 2008.
- RIBEIRO, C. N.; LIMA NETO, F. E. M.; NOBRE, A. R. A.; SILVA, D. A.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Potential antioxidant and antibacterial bioactivity of leaf and stem bark extracts in wild cashew (*Anacardium occidentale L.*) populations from coastal Piauí, northeastern Brazil. **Feddes Repertorium**, p. 1-17, 2021.
- RICE, W. R. Analyzing tables of statistical tests. **Evolution**, v. 43, n. 1, p. 223-225, 1989.

- ROCHA, V. D.; BISPO, R. B.; PEDRI, E. C. M.; CARDOSO, E. S.; ZORTÉA, K. E. M.; ROSSI, A. A. B. Genetic diversity of *Hymenaea courbaril* L. in the Mato Grosso Amazon: implications for conservation. **Revista Floresta**, v. 49, n. 4, p. 745-754, 2019.
- RUFINO, M. S. M.; CORRÊA, M. P. F.; ALVES, R. E.; BARROS, L. M.; LEITE, L. A. S. **Suporte técnico para a exploração racional do cajuzeiro**. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará: Fortaleza, n. 7, p. 30, 2007.
- SANTOS, J. O.; MAYO, S. J.; BITTENCOURT, C. B.; ANDRADE, I. M. Genetic diversity in wild populations of the restinga ecotype of the cashew (*Anacardium occidentale*) in coastal Piauí, Brazil. **Plant Systematics and Evolution**, v. 305, p. 913-924, 2019.
- SANTOS, S. C.; CARVALHO, R. S.; DAVIDE, L. M. C. Genetic polymorphism among natural populations of *Anacardium humile* A. ST-HIL. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.42, n.1, p. 1-8, 2020.
- SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA-JUNIOR, E. B.; SOARES, C. J. R. S.; ZICKEL, C. S. Fisionomias das restingas do Delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil, **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, p. 218-227, 2010.
- SILVA, B. B. **Diversidade Genética de Marcadores microssatélites**. I Ciclo de Cursos Extensivos do LabBMC 2012, 29p.
- SILVA, M. C.; KARASAWA, M. M. G.; VENCOSKY, R.; VEASEY, E. A. High interpopulational genetic diversity of *Oryza glumaepatula* Steud. (Poaceae) assessed with microsatellites. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 165-171, 2007.
- SILVA-LUZ, C. L.; MITCHELL, J.D.; MITCHELL, J.D.; MITCHELL, J.D.; MITCHELL, J.D.; PIRANI, J.R. **Anacardiaceae in Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4381>. Acesso em: 03 ago. 2018.
- SILVEIRA, T. C.; MARTINS, M. L. L.; RODY, H. V. S.; OLIVEIRA, L. O. Evolutionary history of *Manihot carthagenensis* (Euphorbiaceae) and allied species in eastern South America. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 132, p. 207-218, 2019.
- SOUZA, I. R.; TONI, D. C.; CORDEIRO, J. **Genética evolutiva**. Florianópolis: BIOLOGIA/EAD/UFSC, 2011. 231 p.
- SOUZA, R. T. B.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Migrating dunes and restinga vegetation in Piauí, northeastern Brazil: The dominance of wild cashew trees (*Anacardium occidentale*). **Feddes Repertorium**, p. 1-24, 2021
- TEMPLETON, A. R. **Genética de Populações e Teoria Microevolutiva**. 1ª Ed. 2011. 705 p.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology, 8. Drexel Institute of Technology, Centerton, New Jersey.1955, 104p.
- TURCHETTO-ZOLET, A. C.; SEGATTO, A. L. A.; TURCHETTO, C.; PALMA-SILVA, C.; FREITA, L. B. **Guia prático para estudos filogeográficos**. 1ª ed. Sociedade Brasileira de Genética, 2013.

VAN OOSTERHOUT, C.; HUTCHINSON, W. F.; WILLS, D. P. M.; SHIPLEY, P. MICRO-CHECKER: software for identifying and correcting genotyping errors in microsatellite data. **Molecular Ecology Notes**, v. 04, p. 535-538, 2004.

VASCONCELOS, M. E. C.; NETO, R. E. A. Análise multivariada de dados moleculares de Rizóbio-Phaseolus isolados de nódulos de feijoeiro. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.5, p. 53-57, 2006.

VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina continua em declínio. **Caderno Setorial-Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n. 22, dezembro de 2017.

VIEGAS, M. P.; SILVA, C. L. P.; MOREIRA, J. P.; CARDIN, L. T.; AZEVEDO, V. C. R.; CIAMPI, A. Y.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Diversidade genética e tamanho efetivo de duas populações de *Myracrodruon urundeuva* FR. ALL., sob conservação ex situ. **Revista Árvore**, v. 35, n. 04, p. 769-779, 2011.

VIEIRA, M.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. Geometric morphometrics of leaves of *Anacardium microcarpum* Ducke and *A. occidentale* L. (Anacardiaceae) from the coastal region of Piauí, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 37, n. 3, p. 315-327, 2014.

VIEIRA, I. R.; OLIVEIRA, J. S.; LOILA, M. I. B.; Effects of harvesting on leaf production and reproductive performance of *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. **Revista Árvore**, v. 40, p. 117-123, 2016.

**3.5 CAPÍTULO V - CARTILHA: Saberes e práticas associados ao cajuí (*Anacardium occidentale* L.) na APA do Delta do Parnaíba-PI**

**ISBN: 978-65-00-38285-3**



Foto: Juliana Farias (2019).

# 1-O cajuí



*Anacardium occidentale* L.(cajuí) na comunidade Canárias em Ilha das Canárias, Maranhão. Foto: Juliana Farias (2019).

**Nome científico:** *Anacardium occidentale* L.

**Nomes vernaculares ou popular:** cajuí, caju, cajuzinho e “macaquinho”.

**Descrição:**

- São árvores que alcançam de 2 a 15 metros de altura no litoral do Piauí e Maranhão. Os ramos provenientes do mesmo indivíduo atingem o solo e são soterrados, formando copas com até 20 metros provenientes de um só indivíduo Piauí.
- As folhas subcoriáceas, apresentam inflorescência com flores pequenas e perfumadas, e tendo como principal característica o hipocarpo e fruto (castanha) pequenos.
- A floração dos cajuzeiros na Barrinha começa em geralmente em julho, mas na comunidade Labino ocorre em junho.
- A frutificação ocorre em julho até setembro ou outubro.

## 2-Como as comunidades Canárias, no estado do Maranhão e Labino e Barrinha no estado do Piauí usam o cajuí?

- São consumidos *in natura*, sendo fontes de vitamina C, teores consideráveis de açúcares, fenólicos e minerais, como cálcio, ferro e fósforo;
- No período de frutificação de cajuí, seu hipocarpo (parte amarela) é muito usado na culinária como tempero e ingrediente no preparo defeijão e em peixada;
- Gera renda por meio de vários produtos: castanha, doce, cajuína, vinho, poupa e ainda do artesanato;
- Usado popularmente com finalidade cicatrizante. As cascas são colocadas de molho e posteriormente podem ser consumidass via oral e com a folha faz-se chás;
- Empregados como recurso forrageiro, ou seja, como fontes de alimento para suínos, galináceos, bovinos e caprinos. A estes são destinados, principalmente os azedos;
- Galhos e troncos são usados como lenha e carvão;
- Fazem sombra para as residências dos moradores e beleza, ornamentando os quintais e os terreiros;
- Os cajuís são pioneiros e facilitadores em fixação de dunas ativas; são alimento para muitas espécies de animais silvestres.

### Alimento



### Renda



### Culinária



### Medicinal



### Serviços Ecosistêmicos/Beleza



### 3-A importância do cajuí



Frutificação de *Anacardium occidentale* L.(cajuí) na comunidade Canárias em Ilha das Canárias, Maranhão. Foto: Juliana Farias (2019).

A coleta de cajuzeiro é comum entre as famílias de Labino e Barrinha no Piauí e Canárias no Maranhão. É um costume associado ao cotidiano das pessoas que se inicia muito cedo, ainda na infância. A coleta ocorre para complementar a renda no segundo semestre de cada ano e para consumo próprio, revelando ainda a relação cultural dos moradores com os cajuís e a dependência destes. É responsável pela afeição local, ocasionando atitudes conservacionistas, o qual deve ser levado em consideração em pesquisas de manejo e conservação dos recursos naturais na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba.

O cajuí é uma frutífera bastante comercializada, principalmente devido ao seu fruto (castanha) comestível e comercializado. Além de outros derivados obtidos, tais como sucos, cajuína, doces, polpas, líquido da casca da castanha (LCC) (este é obtido pela indústria).

A sensibilização da população local sobre a importância do cajuí é uma maneira de promover com a perpetuação e manejo correto dessa planta, pois as populações locais que vivem próximos de vegetação local, geralmente participam do extrativismo e comercialização do cajuí na região litorânea do Piauí. As comunidades locais têm importante papel ao permitir a conservação dos cajuzeiros.



*Anacardium occidentale* L.(cajuí) nas dunas da comunidade Labino em Parnaíba, Piauí. Foto: Juliana Farias (2021).

## 4-A coleta de cajuí

A floração dos cajuzeiros começa em julho e os frutos iniciam em julho passando agosto, setembro, indo até outubro.



Coleta de *Anacardium occidentale* L.(cajuí) na comunidade Canárias em Ilha das Canárias, Maranhão. Foto: Juliana Farias (2019).

Os frutos dos cajuís são coletados na mata ou em nos quintais pelos moradores em Urus (cofos), baldes ou sacos são recipientes comuns utilizados pelos coletores de cajuís. A coleta de frutos (castanha) e hipocarpos do cajuí é realizada principalmente pelas mulheres, em grupos, na mata, durante o período matutino, pois a temperatura está mais agradável. São colhidos frutos caídos e no solo ou ainda quando estão na planta, com o auxílio de vara com gancho ou por meio de sacudidas de galhos.

Após a colheita, as castanhas são separadas do hipocarpo (parte amarela do cajuí) e expostas ao sol para serem desidratadas. Já o hipocarpo pode ser utilizado *in natura* é usado em diversas finalidades, como doces em compotas, cajuínas, licor, sucos, como tempero para o preparo de pratos, como peixe e feijão.

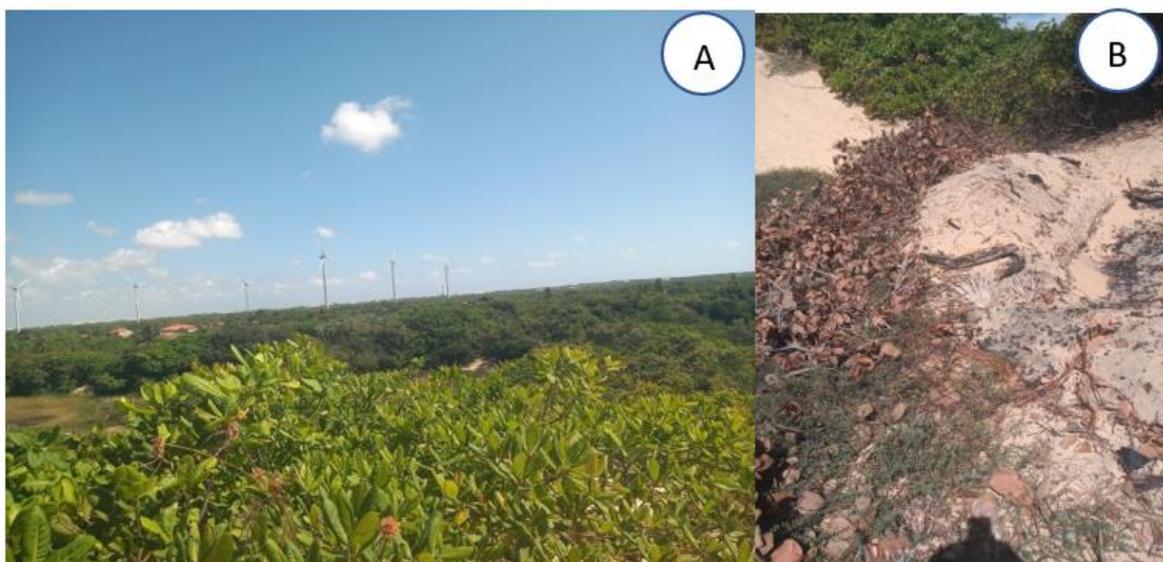


*Anacardium occidentale* L.(cajuí) coletado na comunidade Canárias-MA. A) Cajuí coletado e higienizado. B) Castanhas separadas do hipocarpo. Foto: Juliana Farias (2019).

## 5-Principais pressões e/ou danos ambientais que sofrem os cajuzeiros

O corte do tronco de cajuí é realizado para a obtenção de lenha, utilizada como combustível ou o corte da planta toda para uso do solo, principalmente para plantação em de roças.

O desmatamento de populações de cajuzeiros tem sido realizado para o estabelecimento de empreendimentos e especulação imobiliária. Trazendo consequências para o soterramento de lagoas, comprometimento do sustento de famílias e o escoamento da água em período chuvoso. Além disto podem acarretar o avanço de dunas móveis que podem comprometer a moradia da comunidade levando os ao abandono de suas casas.



Alguns impactos que os cajuzeiros sofrem. A) Vista das dunas de aerogeradores na comunidade e B) Caeira abandonada próxima a uma duna ambas as fotos foram na comunidade Labino em Parnaíba. Foto: Juliana Farias (2019).

## 6-Como posso melhorar a sustentabilidade dos cajuzeiros?

- Contribuir para a conservação dos cajuzeiros, evitando o desmatamento;
- Comprar do pequeno produtor, pagando preço justo para que ocorra a distribuição de benefícios para as pessoas que comercializam os produtos dessa planta;
- Adotar medidas adequadas de coleta e aproveitamento do hipocarpo (da maçã do caju);
- Incentivar mais pesquisa com cajuí e promover na troca de conhecimentos.
- Continuar difusão oral de conhecimento, ou seja, ensinar os mais jovens para permitir que os moradores continuem escrevendo sua história.
- Promover a cooperação e união entre todos os moradores.



Coleta de *Anacardium occidentale* L.(cajuí) na comunidade Canárias em Ilha das Canárias, Maranhão. Foto: Juliana Farias (2019).

# APÊNDICE A

## Momento poesia!

### CAJUÍ

No sertão do meu Nordeste,  
Seja onde se olhar.  
Um pé de cajueiro,  
Tem criança a se atrepar.  
Com malemolência e com jeito,  
Sabe bem o que vai aprontar.  
Derrubam um fruto valorizado,  
Pelas pessoas desse lugar.

Seja de cajuzinho-do-cerrado, cajuzinho do campo ou cajuí.  
Esse fruto pequeno e apreciado,  
Não só se tem no Piauí.  
O cajuí é vermelhinho,  
Da cor de um guará.  
Tem flores de todos os lados da folha,  
Seja de lá para cá.

Logo no começo de maio,  
Já se consegue ver as flores.  
Que mostram que logo irá chegar,  
A época de provar sabores.  
Com seu primo Caju,  
De onde ele é derivado.  
O cajuí vem chegando,  
Pra ser apreciado.

Na sua boca esse fruto,  
Um gosto ácido vai deixar.  
Pois o cajuí é amargo,  
E te fará rupinar.  
Em bastante abundância,  
Ele é encontrado no Goiás,  
Se fazendo fogo no fogão a lenha,  
E poupando o seu gás.

Licor, sucos e doces,  
Essa é a sua produção.  
O cajuí é saudável,  
E ajuda na renda da população.

Pois de sua castanha, farofa se pode fazer.  
Ou se quiser coma logo após de assada,  
Juro que não irá se arrepender.

Na ilha onde moro,  
Tem variada fauna e flora.  
Que com a preservação certa,  
Nunca irá embora.  
Cajuí é algo nosso,  
Não pode se acabar.  
Preserve o pé de cajueiro,  
Que dentro do seu quintal acabou de se plantar.

Gilmar da Silva Oliveira Júnior

## *Conhecendo um pouco sobre Gilmar...*

Desde cedo percebeu que gostava de escrever e foi sempre curioso pelo assunto, tanto que começou sua história na escrita com pequenos versos sobre sua moradia (Ilha das Canárias-MA), que sempre o despertava as melhores palavras para seus poemas. Fanático por livros e por uma boa conversa, Gilmar sempre teve o sonho de um dia escrever um livro e fazer com que outras pessoas também escrevam seus sentimentos, pois como ele viu um dia em algum lugar: "Escrever o que te faz mal, pode no momento te fazer bem".

# ANEXO A

## Trava-língua

Olá, meu nome é Juju! Eu amo cajuí. Quero convidar você para se divertir com algumas atividades, vamos lá?



- VOCÊ CONHECE O TRAVA-LÍNGUA ABAIXO? ELE DEVE SER FALADO RAPIDAMENTE SEM PAUSAS, TENDE REPETIR-LO TRÊS VEZES.

**O caju do Juca  
e a jaca do Cajá.  
O jacá da Juju  
e o caju do Cacá.**

Domínio público

No caça-palavras abaixo encontre as seguintes palavras:

AMEIXA BARRINHA BURITI CAJUÍ	CANARIAS, CARANGUEJO GUAJIRU LABINO	MURICI PUÇÁ SIRI
---------------------------------------	--	------------------------

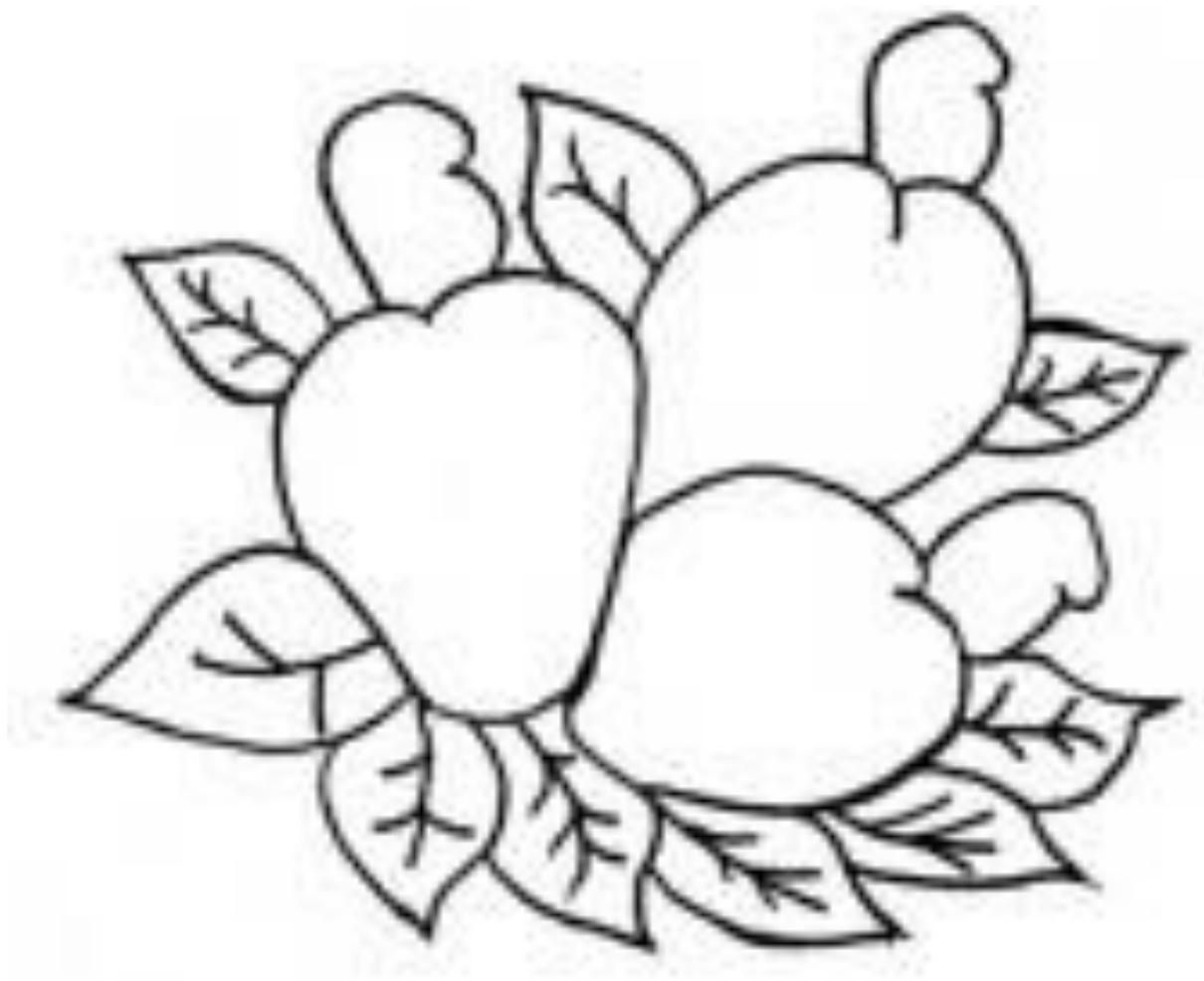
## Flora e fauna do Delta do Parnaíba

As palavras deste caça-palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário.

N	E	A	E	E	S	T	P	M	I	S	K	I	A	A	H	I	M
S	G	U	A	J	I	R	U	C	O	H	I	C	A	U	U	G	O
T	T	T	M	S	C	R	Ç	A	O	N	N	A	I	C	G	G	D
B	U	R	I	T	I	S	Á	C	U	U	A	R	O	O	Y	E	E
O	E	O	T	C	B	N	T	E	K	C	A	N	A	R	I	A	S
H	U	S	I	R	I	N	M	E	C	N	T	A	M	E	I	X	A
O	D	S	H	U	Y	A	I	O	S	O	R	Ú	T	S	S	M	E
A	R	A	I	C	A	J	U	Í	C	G	T	B	I	H	R	D	H
L	E	O	B	A	R	R	I	N	H	A	O	A	O	A	R	N	E
F	A	E	R	A	H	N	L	L	A	B	I	N	O	S	D	H	L
L	D	N	A	R	C	A	R	A	N	G	U	E	J	O	I	D	O
I	T	L	J	Y	A	I	N	K	I	O	I	G	E	S	S	R	S

## Vamos colorir?

- O cajuí é rico em vitamina C, ferro e outros nutrientes. É muito usado para preparar sucos, doces e outros produtos. A castanha, que é o fruto propriamente dito, é assada primeiro, para remover a casca.



Fonte: <http://www.pintarcolorir.com.br/desenhos-de-caju-para-colorir/>



Uau! Que divertido!

## Referências

FARIAS, J. C. **Sociobiodiversidade, morfometria e diversidade genética de cajuí (*Anacardium occidentale* L.) - ecótipos restinga e cerrado no Piauí, Brasil.** 2022. 195f. Tese- Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós- Graduação em Desenvolvimento, 2022.

MITCHELL, J. D.; MORI, S. A. The cashew and its relatives (*Anacardium*: Anacardiaceae). **Memoirs of the New York Botanical Garden**, v. 42, n. 1, p. 176, 1987.

## Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES pela concessão da bolsa. À Universidade Federal do Piauí (UFPI) e à Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar) pela infra-estrutura oferecida, disponibilidade de recursos para realização desse trabalho, bem como aos funcionários, docentes e discentes.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pelas autorizações de coleta na Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba.

Ao líder da comunidade Canárias, o Sr. José Raimundo Brito Oliveira, por me receber e permitir a realização desta pesquisa.

Agradeço à Iracélia Vitalino e Amélia Lima Carvalho por ter contribuído durante as entrevistas e logo me acolheu em Canárias-Araioses, Maranhão, pelas conversas, pelos deliciosos almoços.

À Marcela, agente de saúde, da comunidade Canárias, muito obrigada pela amizade, apoio e por me acompanhar durante algumas entrevistas nessa área de estudo.

Zé de Rosa e sua esposa dona Antonieta pela acolhida em sua casa em Barrinha e pelas muitas cajuínas que tomamos.

À dona Maria do Socorro Nascimento de Sousa e seu esposo Francisco Pereira de Sousa (*in memoriam*) por me receber e me guiar no início da minha pesquisa, bem como sua filha Norma Sueli Sousa e sua neta Maylla Sousa que contribuíram ricamente para esta cartilha.

Seu Buchudo (que não tem bucho nenhum) que foi outro parceiro querido em coletas do Labino em Parnaíba, sua contribuição foi essencial para este trabalho.

A Gilmar da Silva Oliveira Júnior pela poesia belíssima sobre o cajuí, sua escrita desperta emoção e nos leva a imaginar cada parte que é descrita em seu poema.

Enfim a todos os moradores da comunidade Labino e Barrinha, Piauí e Canárias no Maranhão pela acolhida, conversas, companhia durante as coletas e disponibilidade em participar deste estudo. Foram experiências que guardo carinhosamente em minha memória e no coração que contribuíram na construção da minha caminhada. A todos vocês meu muito obrigada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os moradores das comunidades Labino-PI, Barrinha-PI e Canárias-MA estabelecem diversas conexões com os cajuzeiros, estando presente no modo de vida local, passando pela culinária, memória, literatura, vocabulário, economia, lazer, representando valor identitário local. Estes são empregados como um recurso alimentício, econômico, medicinal, sem esquecer do valor ecológico que eles detêm.

A pesquisa evidenciou que as representações míticas revelam lógicas culturais que ordenam o mundo social e natural nas duas comunidades, sendo importantes reguladoras do manejo do cajuí. Estas devem ser valorizadas para manter vivos o conhecimento dos moradores, fruto de uma trajetória que está sujeita a mudanças sociais e culturais dessa região, cuja difusão oral permite que os coletores continuem escrevendo sua história.

Os cajuís (*Anacardium occidentale* L.) ocupam um lugar de destaque na comunidade, onde os moradores reconhecem seus diversos aspectos ecológicos e as mudanças antrópicas que vêm ocorrendo no ambiente natural desses indivíduos.

Portanto, o conhecimento etnobiológico é bastante difundido na comunidade, havendo compartilhamento destes saberes independente do gênero, faixa etária, escolaridade e profissão. No entanto, a questão do gênero é notável, pois as mulheres destacam-se com o maior grau de participação nas etapas de coleta e processamento do hipocarpo e fruto, quando comparados com os homens.

Considerando ainda que *A. occidentale* é uma espécie citada por alguns autores como símbolo da região Nordeste, são necessários mais estudos, a fim de conhecer como outras comunidades locais de outros estados utilizam esse recurso vegetal contribuindo também para valorização e conservação do saber tradicional.

Empregando descritores fenotípicos de *A. occidentale* ocorrentes na restinga e cerrado com base no estudo de populações naturais e quantificação da sua variabilidade morfológica, obtiveram-se informações que possibilitaram uma quase separação dos dois grupos em estudo, mas no geral existe uma ampla heterogeneidade fenotípica de variáveis vegetativas (altura, copa e folha) e reprodutivas (hipocarpo, drupa, flores e inflorescência) distribuídas nos dois ecótipos que provavelmente ocorre devido à morfologia ser resultado de reflexos ecológicos e ambientais. Os caracteres vegetativos como altura, arquitetura da copa e folhas são fortemente afetados pelo grau de nutrientes e pelo vento nas áreas de restinga, no cerrado embora não tenha solo fértil, as espécies não tem o padrão do dossel espreado como ocorre na restinga. Já os

parte reprodutiva, estão associadas aos tipos de polinizadores e dispersores que podem ser vários nos ambientes de cada população.

Com relação às análises moleculares, os dados destacaram a diferenciação genética entre populações dos dois ecótipos restinga (Araiozes, MA; Labino, Parnaíba-PI e Barrinha; Cajueiro da Praia- PI) e no ecótipo cerrado (Parque Nacional de Sete Cidades, Campo Maior e José de Freitas-PI).

Diante da demanda pelos recursos naturais que traz consigo impactos socioeconômicos e de saúde, estudos com informações sobre populações nativas vegetais são fundamentais para conhecer a variabilidade genética e a capacidade de adaptação dessa espécie a futuras mudanças ambientais, e ainda subsidiar estudos associados ao uso sustentável dessas áreas.

A abordagem molecular e morfométrica com populações silvestres de *A. occidentale* apoia a classificação de ecótipos proposta por Michell e Mori (1987), uma vez que os resultados dessas técnicas contribuem para a separação em ecótipos, baseados na estrutura genética e de classificação estatísticas dos grupos analisados.

**APÊNDICE A– FORMULÁRIOS SEMIESTRUTURADO DE ENTREVISTA**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Entrevista de Pesquisa:  
**USO E CONSERVAÇÃO DO CAJUI (*Anacardium occidentale* L.), ECÓTIPOS RESTINGA E CERRADO, EM COMUNIDADES NA APA DO DELTA DO RIO PARNAÍBA**

**ROTEIRO ETNOBOTÂNICO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA**

Data da entrevista:...../...../.....

Tempo de moradia na comunidade:.....

Telefones:.....

Profissão:.....

Comunidade: \_\_\_\_\_

Nome do entrevistado (a): \_\_\_\_\_ Família \_\_\_\_\_

Ordem	Composição familiar			
	Nome	Sexo	Idade	Escolaridade
1		[ ]M [ ]F		[ ]SE [ ]EFI [ ]EFC [ ]EMC [ ]EMI [ ]ESI [ ]ESC [ ]PGLs [ ]PGSs
2		[ ]M [ ]F		[ ]SE [ ]EFI [ ]EFC [ ]EMC [ ]EMI [ ]ESI [ ]ESC [ ]PGLs [ ]PGSs
3		[ ]M [ ]F		[ ]SE [ ]EFI [ ]EFC [ ]EMC [ ]EMI [ ]ESI [ ]ESC [ ]PGLs [ ]PGSs
4		[ ]M [ ]F		[ ]SE [ ]EFI [ ]EFC [ ]EMC [ ]EMI [ ]ESI [ ]ESC [ ]PGLs [ ]PGSs
5		[ ]M [ ]F		[ ]SE [ ]EFI [ ]EFC [ ]EMC [ ]EMI [ ]ESI [ ]ESC [ ]PGLs [ ]PGSs
6		[ ]M [ ]F		[ ]SE [ ]EFI [ ]EFC [ ]EMC [ ]EMI [ ]ESI [ ]ESC [ ]PGLs [ ]PGSs

**1. DADOS SOCIOECONÔMICOS:**

**Legenda:** SE – sem escolaridade; EFI – ensino fundamental incompleto; EFC – ensino fundamental completo; EMI – ensino médio incompleto; EMC – ensino médio completo; ESI – ensino superior incompleto; ESC – ensino superior completo; PGLs– pós-graduação *Latu senso*; PGSs – pós-graduação *Strict senso*

<b>2. FONTE DE RENDA:</b> <b>Profissões e atividades</b>	<b>Principal:</b>	<b>Renda mensal principal em salários mínimos (SM) que 01 SM( ) 01 SM( ) 02 SM( ) 03SM( ) 04 SM( )</b> _____
	<b>Secundária</b>	<b>Renda mensal secundária em salários mínimos (SM) - que 01 SM( ) 01 SM( ) 02 SM( ) 03SM( ) 04 SM( )</b> _____

3. Benefício ou financiamento do governo?		Qual e quem?	Valor/financiamento	Participa de alguma associação?
1	( )sim ( )não	1.( ) Aposent 2.( ) B. família 3.( ) B. escola 4.( ) Bolsa safra 5.( ) Pronaf 6.( ) outro		( )sim ( ) não ( ) Quem Qual?

<b>4.MORADIA</b>	<b>Cobertura da casa:</b>		( ) Telha ( ) Palha ( ) Outros	
<b>Parede:</b>	( ) Taipa ( ) adobe ( ) Tijolo sem reboco ( ) tijolo com reboco ( ) material aproveitado ( ) madeira ( ) outros			
<b>Piso:</b>	( ) Barro ( ) Cimento ( ) ladrilho ( ) Cerâmica ( ) Outros			
<b>5.SANEAMENTO</b>	<b>Abastecimento de água:</b>	( ) olho d'água ( ) Encanada ( ) riacho ou rio ( ) Poço tubular ( ) Poço cacimbão ( ) Outros		
<b>Destino das águas usadas:</b>	( ) céu aberto ( ) diretamente no solo ( ) fossa ( ) horta			
<b>Purificação da água:</b>	( ) filtragem ( ) fervura ( ) coloração ( ) nenhum			
<b>Fossa séptica:</b>	( ) Sim ( ) Não Há quanto tempo? _____			
<b>Destino das excretas humanas</b>	( ) esgoto ( ) céu aberto ( ) fossa negra ( ) fossa séptica. Quantos metros?.....			
<b>Destino do lixo:</b>	( ) Enterra ( ) céu aberto ( ) Queima ( ) Coleta Pública ( ) Outros			
<b>Energia elétrica:</b>	( ) Sim ( ) Não		Há quanto tempo?.....	
<b>6. PLANTAÇÃO DE CULTURA</b>				
PERMA-NENTE	Tipo:		Área de cultivo:	
	Técnica de cultivo:		Destino da produção:	( ) Consumo ( ) Venda
Quanto tempo usa a mesma área? (em anos)	( ) 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9 ( ) 10 ( ) 11 ( ) 12 ( ) 13 ( ) 14 ( ) 15			
TEMPO-RÁRIA	Tipo:		Área de cultivo:	
	Técnica de cultivo:		Destino da produção:	( ) Consumo ( ) Venda
<b>7. ARTESANATO</b>				
Há produção artesanal?	( ) Sim ( ) Não		Qual matéria prima?	
Origem da matéria-prima?			Qual o tipo?	
Comercializa? ( ) S ( ) N	Onde?			

Quais os usos do cajú	Indicação	Contra indicação	Parte usada	Modo de uso	Categoria
					<input type="checkbox"/> Medicinal <input type="checkbox"/> Alimentícia <input type="checkbox"/> Manufatureira <input type="checkbox"/> Místico-religioso <input type="checkbox"/> Ornamental <input type="checkbox"/> Construção <input type="checkbox"/> produção de energia <input type="checkbox"/> outro

DATA DA ENTREVISTA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

NOME: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_

FAMÍLIA: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_

PROFISSÃO: \_\_\_\_\_ TELEFONE: \_\_\_\_\_

TEMPO DE MORADIA NA COMUNIDADE: \_\_\_\_\_

**PERGUNTAS INDIVIDUAIS PARA CADA MEMBRO ENTREVISTADO:**

Nome: \_\_\_\_\_

**8. Religião/Cultura:**

Religião: [ ] Católica [ ] Evangélica [ ] Culto Afro [ ] Ateu [ ] Outro

Participa com frequência das atividades religiosas? [ ] Sim [ ] Não

Quais? \_\_\_\_\_

Qual o local de encontro para essas atividades? \_\_\_\_\_

É costume usar materiais provenientes da vegetação?

[ ] Sim [ ] Não

Quais? \_\_\_\_\_ -

Como a comunidade foi originada?

**9. TRANSMISSÃO DE CONHECIMENTO:**

a) Como você adquiriu esses conhecimentos sobre o cajuí (*Anacardium occidentale*)?

( ) Através da vivência com seus avós;

( ) A partir dos seus pais;

( ) Através da vivência com um morador idoso da comunidade;

( ) Através da vivência com um morador adulto da comunidade;

( ) Na escola;

( ) Buscando através de pesquisas em material bibliográfico ( livros, revistas).

b) Você acha que esses conhecimentos estão se perdendo com o passar dos anos?

( ) Sim ( ) Não.

c) Como é o cultivo, coleta e comercialização do cajuí (*Anacardium occidentale*) ?

d) Existe preocupação de sua parte em repassar seus conhecimentos sobre o cajuí (*Anacardium occidentale*) para os mais jovens ou outras pessoas? ( ) Sim ( ) Não

Por que e como você tem feito isso?

f) Conhecer alguma cantiga, lenda ou prosa relacionado com o cajuí (*Anacardium occidentale*) ?

Sim ( ) Não ( )

g) Quais os principais problemas que o cajuí (*Anacardium occidentale*) sobre na comunidade?

h) Qual a importância do cajuí (*Anacardium occidentale*) para você?

i) Como os cajuís chegaram até aqui?

j) As mudanças do tempo têm prejudicado os cajuís?

k) Existem espíritos ou algum ser, ou algo que protegem ou danificam os cajuizeiros?