



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM**  
**DINÂMICAS DE DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO -**  
**PPGDiDeS**

**INVENTÁRIO AMBIENTAL DE PALEODUNAS FLUVIAIS EM SENTO**  
**SÉ, BAHIA**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:** Desenvolvimento e Sociedade

**LINHA DE PESQUISA I:** Organizações e Sociedade

Petrolina/PE  
2022

**REINALDO PACHECO DOS SANTOS**

**INVENTÁRIO AMBIENTAL DE PALEODUNAS FLUVIAIS EM SENTO  
SÉ, BAHIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), *Campus* Petrolina, como requisito final para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Clecia Simone  
Gonçalves Rosa Pacheco  
Coorientadora: Profa. Dra. Alvany Maria  
Santos Santiago

Petrolina/PE

2022

Santos, Reinaldo Pacheco dos  
S237i Inventário ambiental de paleodunas fluviais em Sento Sé, Bahia/  
Reinaldo Pacheco dos Santos – Petrolina – PE, 2022.  
ix, 124 f. : il. ; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Dinâmicas de Desenvolvimento do  
Semiárido) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus  
Petrolina, Petrolina-PE, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco.  
Coorientadora: Profa. Dra. Alvany Maria Santos Santiago.

1. Feições arenosas. 2. Paleoambientes. 3. Impactos  
antropogênicos. 4. Campos Paleodunares - Rio São Francisco. 5. Meio  
ambiente – Conservação. I. Título. II. Pacheco, Clecia Simone  
Gonçalves Rosa. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 304.25

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DINÂMICAS DE**  
**DESENVOLVIMENTO DO SEMIÁRIDO**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

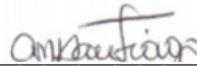
**REINALDO PACHECO DOS SANTOS**

**INVENTÁRIO AMBIENTAL DE PALEODUNAS FLUVIAIS EM SENTO SÉ,  
BAHIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Centro, como requisito para obtenção do título de Mestre em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido.

Aprovada em 13 de abril de 2022.

**Banca Examinadora**



Profª. Dra. Alvany Maria dos Santos Sanntiago (Presidente da Banca)  
Universidade Federal do Vale do São Francisco

**GINA GOUVEIA** Assinado de forma digital por GINA  
**PIRES DE CASTRO** GOUVEIA PIRES DE CASTRO  
Dados: 2022.04.18 18:00:08 -03'00'

Profª. Dra. Gina Gouveia Pires de Castro (Avaliadora Interna)  
Universidade Federal do Vale do São Francisco



Profª. Dra. Thais de Oliveira Guimarães (Avaliadora Externa)  
Universidade de Pernambuco



Profª. Dra. Andreia Amariz  
Universidade de Pernambuco (Avaliadora Externa)

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área pesquisada .....	34
Figura 2: Pesquisa e processo de refinamento (inclusão/exclusão) .....	41
Figura 3: Pesquisa por fontes de buscas e seleção de achados .....	42
Figura 4: Identificação de espécie herbáceo .....	56
Figura 5: Identificação de espécie arbustiva .....	57
Figura 6: Identificação de espécie arbórea .....	58
Figura 7: Identificação de espécie arbórea .....	59
Figura 8: Identificação de espécie herbáceo.....	60
Figura 9: Identificação de espécie arbórea .....	61
Figura 10: Identificação de espécie arbustiva .....	62
Figura 11: Identificação de espécie arbustiva .....	63
Figura 12: Identificação de espécie arbórea .....	64
Figura 13: Identificação de espécie arbórea .....	65
Figura 14: Identificação de espécie arbórea .....	66
Figura 15: Identificação de espécie arbustiva .....	67
Figura 16: Identificação de espécie arbórea .....	68
Figura 17: Identificação de espécie herbáceo.....	69
Figura 18: Identificação de espécie arbórea .....	70
Figura 19: Identificação de espécie arbórea .....	71
Figura 20: Identificação de espécie arbórea .....	72
Figura 21: Identificação de espécie arbustiva .....	73
Figura 22: Identificação de espécie arbórea .....	74
Figura 23: Identificação de espécie arbórea .....	75
Figura 24: Identificação de espécie arbustiva .....	76
Figura 25: Identificação de espécie arbustiva.....	77
Figura 26: Identificação de espécie arbustiva.....	78
Figura 27: Identificação de espécie arbórea .....	79
Figura 28: Identificação de espécie arbórea .....	80
Figura 29: Identificação de espécie arbórea .....	81
Figura 30: Identificação de espécie arbórea .....	82
Figura 31: Identificação de espécie arbóreo .....	83

Figura 32: Identificação de espécie arbórea.....	84
Figura 33: Identificação de espécie arbustiva.....	85
Figura 34: Identificação de espécie arbórea.....	86
Figura 35: Identificação de espécie arbórea.....	87
Figura 36: Identificação de espécie arbórea.....	88
Figura 37: Identificação de espécie arbustiva.....	89
Figura 38: Identificação de espécie arbustiva.....	90
Figura 39: Demonstração de área estável no campo paleodunar.....	93
Figura 40: Demonstração de área intergrade no campo paleodunar.....	94
Figura 41: Demonstração de área instável no campo paleodunar.....	95
Figura 42: Mapa com características ecodinâmicas da paisagem.....	96
Figura 43: Impactos naturais encontrados na área.....	99
Figura 44: Impactos antropogênicos encontrados na área.....	100
Figura 45: Descarte inadequado de resíduos sólidos.....	102
Figura 46: Impactos naturais e antropogênicos do período chuvoso.....	103
Figura 47: Ambiente I – Estável.....	106
Figura 48: Ambiente II – Intergrade.....	107
Figura 49: Ambiente III – Instável.....	108
Figura 50: Macro e microplanos para o geossistema paleodunar.....	109

## **LISTA DE TABELAS E QUADROS**

Quadro 1: Características comparativas entre o estudo ecossistêmico e geossistêmico ...	24
Quadro 2: Organização e classificação dos artigos segundo suas temáticas centrais .....	43
Quadro 3: Respostas as QNs a partir da Revisão Sistemática de Literatura.....	52
Quadro 4: Classificação da origem vegetacional.....	91
Quadro 5: Classificação dos ambientes e proposta de conservação.....	105

## LISTA DE ABREVIÇÃO

- AIA – Avaliação de Impacto Ambiental
- APA – Áreas de Proteção Ambiental
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- GPS – *Global Positioning System*
- GTP – Geossistema – Território – Paisagem
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ISO – *International Organization for Standardization*
- LR – Levantamento Rápido
- NBR – Norma Brasileira
- PCA – Plano de Controle Ambiental
- PCA – Proposta de Conservação Ambiental
- PMA – Plano de Manejo Ambiental
- PNMA – Política Nacional de Meio Ambiente
- PRA – Plano de Reflorestamento Ambiental
- QN – Questões Norteadoras
- RPA – Aeronave Remotamente Pilotada
- RSL – Revisão Sistemática de Literatura
- SciELO – *Scientific Electronic Library Online*
- UC – Unidades de Conservação
- UPI – Unidades de Proteção Integral
- UUS – Unidades de Uso Sustentável

# INVENTÁRIO AMBIENTAL DE PALEODUNAS FLUVIAIS EM SENTO SÉ, BAHIA

## RESUMO

Esta dissertação teve como enfoque os processos originários e as condições atuais dos campos paleodunares situadas às margens do rio São Francisco no município de Sento Sé, Bahia. Tais feições arenosas são registros significativos para o entendimento da atuação dos elementos e fatores paleoclimáticos sobre estas áreas, primordiais para compreender a gênese e evolução destes ambientes no decorrer do tempo histórico. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi analisar os campos de paleodunas fluviais, seus processos de origem e os impactos naturais e antropogênicos do sistema ambiental. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa, sendo exploratória, bibliográfica e documental e de campo. O referencial teórico da pesquisa foi elaborado a partir de uma revisão sistemática de literatura (RSL) estando esta pesquisa embasada na abordagem dialética e sistêmica e, fundamentada nas teorias da ecodinâmica da paisagem, geossistema-território-paisagem, caminamento e levantamento rápido. Os achados da pesquisa apontaram os processos que deram origem as paleodunas, sua evolução, a fitofisionomia da paisagem, a categorização da paisagem em unidades ecodinâmicas, as condições atuais em relação aos impactos naturais e antropogênicos e a emergência de implementação de planos de manejo e conservação ambiental para estes paleoambientes.

**Palavras-chave:** Feições arenosas; Paleoambientes; Impactos antropogênicos; rio São Francisco.

## ENVIRONMENTAL INVENTORY OF FLUVIAL PALEODUNES IN SENTO SÉ, BAHIA

### ABSTRACT

This dissertation focused on the original processes and the current conditions of the paleodune fields along the São Francisco River in the municipality of Sento Sé, Bahia. Such sandy features are significant records for the understanding of the action of paleoclimatic elements and factors on these areas, essential for understanding the genesis and evolution of these environments throughout historical time. In this sense, the aim of this research was to analyze the fluvial paleodune fields, their processes of origin, and the natural and anthropogenic impacts on the environmental system. This is a research of applied nature, with a quali-quantitative approach, being exploratory, bibliographic, documentary and field research. The theoretical referential of the research was elaborated from a systematic literature review (RSL), and this research is based on the dialectical and systemic approach, and founded on the theories of landscape ecodynamics, geosystem-territory-landscape, walking, and rapid survey. The research findings pointed out the processes that gave rise to the paleodunes, their evolution, the landscape phytophysiology, the landscape categorization in ecodynamic units, the current conditions in relation to natural and anthropogenic impacts, and the emergence of management plans and environmental conservation for these paleoenvironments.

**Keywords:** Sandy features; Paleoenvironments; Anthropogenic impacts; São Francisco River.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>08</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. BASES TEÓRICAS QUE FUNDAMENTAM A PESQUISA.....</b>	<b>14</b>
2.1 GÊNESE DAS FORMAÇÕES PALEODUNARES.....	14
2.2 IMPACTOS NATURAIS E ANTROPOGÊNICOS.....	17
2.3 TEORIA DOS SISTEMAS E ABORDAGEM SISTÊMICA.....	19
2.4 A TEORIA GEOSSISTEMA – TERRITÓRIO – PAISAGEM (GTP).....	21
2.5 A TEORIA DE UNIDADES ECODINÂMICAS DA PAISAGEM.....	25
2.6 A TEORIA DE CAMINHAMENTO E O MÉTODO DE LEVANTAMENTO RÁPIDO.....	29
2.7 O PLANO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E A LEGISLAÇÃO.....	31
<b>3. BASES METODOLÓGICAS QUE FUNDAMENTAM A PESQUISA.....</b>	<b>34</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO.....	34
3.2 TIPOLOGIA DA PESQUISA.....	35
3.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA (TEORIA DOS SISTEMAS ABORDAGEM SISTÊMICA).....	36
<b>3.3.1 O Método Ecodinâmico.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3.2 O Método de Caminhamento.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.3 O Método GTP (Geossistema – Território – Paisagem).....</b>	<b>37</b>
3.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA RSL.....	38
3.5 DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE PESQUISA.....	39
3.6 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	40
<b>4. RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>	<b>41</b>
4.1 RESULTADOS DA RSL.....	41
4.1.1 Achados sobre a origem e a evolução das paleodunas.....	44
4.1.2 Achados sobre os principais impactos e condições atuais.....	47
4.1.3 Achados sobre propostas de conservação para esta área.....	50
4.2 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO.....	54
4.2.1 Fitofisionomia da paisagem paleodunar.....	54
4.2.2 Categorização da paisagem em unidades ecodinâmicas.....	92
4.2.3 Impactos ambientais encontrados na área da pesquisa.....	97
4.2.4 Proposta de Plano de Manejo e Conservação Ambiental.....	104
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>111</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>113</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado tem como título “Inventário ambiental de paleodunas fluviais em Sento Sé, Bahia”, imbuído no propósito de defesa da conservação dos paleoambientes, responsáveis por possibilitar descobertas e comprovações de que o clima, hoje existente, difere de outros climas que havia em Eras pretéritas, favorecendo assim, o conhecimento de paleoclimas e paleoventos que influenciaram na formação dos diversos ambientes atuais.

Neste sentido, as paleodunas do Médio Rio São Francisco descrevem um legado de climas antigos e mais áridos que o atual (THOMAS; SHAW, 1991). Esse tipo de duna, geralmente, manifestam estruturas originais parcialmente modeladas pelo intemperismo e erosão pluvial e fluvial, são encontradas em diversas partes do mundo, em desertos atuais ou nas suas adjacências e fornecem dados relacionados a climas e ventos pretéritos (LOWE; WALKER, 1997). No Brasil existem pelo menos três áreas geográficas com dunas eólicas interiores, sendo que estas têm recebido a atenção dos pesquisadores quaternaristas. Tais áreas estão localizadas no baixo Rio Negro (AM), no Pantanal (MS) e no Médio Rio São Francisco (BA), sendo esta última, objeto de estudo dessa investigação (GIANNINI *et al.*, 2005).

A área foco da pesquisa foram os campos paleodunares existentes na planície poligenética do rio São Francisco no Município de Sento Sé, Bahia onde se fez um recorte espaço-temporal para a realização desta. Sendo assim, a escolha do tema partiu do pressuposto de que como geógrafo e perito ambiental, com formação pedagógico-educacional, tenho como visão interdisciplinar, holística a relação harmônica entre a sociedade e a natureza, vendo-a como possibilidade de uma sustentabilidade ambiental para os ecossistemas e para as pessoas.

Trata-se de um ecossistema atípico no interior do Nordeste Semiárido brasileiro, estando a história das paleodunas do São Francisco ligada à questão da variabilidade climática pretérita, que resultou nas feições atuais. Nesse cenário atípico está o campo dunário do Médio Rio São Francisco em Sento Sé que representa, sem dúvida, importantes registros de mudanças paleoambientais, principalmente paleoclimática, durante o Quaternário do Nordeste brasileiro. Tal relevância sucede não apenas da sua expansão e dimensão, mas, principalmente, como testemunho de climas pretéritos mais áridos que o atual, que intervieram densamente na evolução das condições faunísticas e florísticas local. Assim, as paleodunas designadas por alguns pesquisadores, como dunas fósseis e inativas, representam um legado de climas passados mais severos nesta área, estando as areias, no contexto atual, consolidadas pela vegetação de caatinga (PACHECO, 2014; 2017; 2018; 2020).

As paleodunas do Médio Rio São Francisco situam-se no estado da Bahia, ocupando parte dos municípios de Barra, Xique Xique, Rodelas, Casa Nova e Sento Sé (sendo este último foco dessa investigação). Também existem campos de paleodunas em outros estados banhados pelo rio São Francisco, a exemplo de Pernambuco. A constituição do terreno é arenosa, e de acordo com a classificação de Köppen, esta área está caracterizada pelo clima *Bsw<sup>h</sup>*<sup>1</sup>, sendo que a precipitação anual gira em torno de 400-800 mm, ocorrendo de outubro a março. A temperatura média do mês mais frio é sempre superior a 18° C e as médias anuais podem ultrapassar 27° C. As flutuações sazonais dos ventos estão ligadas a atuação das massas, equatorial atlântica (mEa) e tropical atlântica (mTa), no inverno, e à massa equatorial continental (mEc) no verão (PACHECO *et al.*, 2020).

Nestas áreas a vegetação predominante é a caatinga, e tal ecossistema pode ser subdividido em hipoxerófilo, com arbustos, e hiperxerófilo, com estratos arbóreos. O primeiro desenvolve-se preferencialmente, nas proximidades do rio São Francisco, com densidade variável e aspecto rasteiro e aberto, e o segundo se distende sobre os depósitos eólicos e assemelham-se a uma vegetação de transição entre a caatinga e a floresta caducifólia. Também, bordeando o rio São Francisco incide à mata ciliar e, nas margens dos afluentes do mesmo rio que atravessam as paleodunas e nas baixadas interdunares são encontradas as veredas desenvolvidas sobre solos hidromórficos (ARAÚJO *et al.*, 2020).

Em termos geológicos, a área dos campos paleodunares do rio São Francisco, situam-se na depressão periférica do mesmo rio, com altitudes variáveis entre 400 e 800 m, onde as feições relacionadas à sedimentação flúvio-eólica são analisadas a partir das características sedimentológicas e morfológicas (PACHECO, 2020).

Cabe ressaltar que nas pesquisas desenvolvidas até o momento não houve nem catalogação e nem publicação acerca das paleodunas de Sento Sé, sendo, portanto, esta, uma pesquisa pioneira. Desse modo, elencou-se a seguinte problemática para esta pesquisa: Qual a origem desses campos paleodunares? Quais os impactos naturais e antropogênicos sofridos e seu grau de sustentabilidade? Existe plano de manejo e conservação ambiental para a área? De acordo com Gil (2019), o problema deve ser formulado como pergunta, ser claro, preciso, empírico, suscetível de solução e deve ser delimitado a uma dimensão viável, sendo que, cientificamente, “problema é qualquer questão não resolvida e que é objeto de discussão, em qualquer domínio do conhecimento” (GIL, 1999, p. 80).

Neste sentido, esta dissertação teve como objetivo geral analisar os campos de

---

<sup>1</sup> Semiárido quente com sete a oito meses de estiagem

paleodunas fluviais, seus processos de origem e os impactos naturais e antropogênicos do sistema ambiental. Outrossim, os objetivos específicos elencados foram os seguintes: a) Catalogar os campos de paleodunas fluviais; b) Compreender os processos que deram origem aos campos paleodunares; c) Identificar os principais impactos naturais e antropogênicos existentes na área; d) Categorizar a paisagem em unidades ecodinâmicas; e) Propor um Plano de Conservação Ambiental com vistas à sustentabilidade para a área paleodunar.

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem quali-quantitativa, sendo exploratória, bibliográfica e documental, se configurando também como pesquisa de campo onde se fez observação sistemática para análise da ecodinâmica da paisagem, além de realizar coleta de dados *in loco* para análise sistemática. O referencial teórico da pesquisa foi elaborado a partir de uma revisão sistemática de literatura (RSL), estando esta pesquisa embasada no método sistêmico e na abordagem dialética.

Com base nestes pressupostos, justifica-se esta pesquisa pela real necessidade de efetuar estudos aprofundados desse paleoambiente, tendo em vista que não há nenhuma pesquisa e nem literatura disponível sobre os campos paleodunares de Sento Sé. Esta área representa um sítio muito importante como testemunho de evoluções geomorfológicas e geológicas locais, em grande parte, atribuíveis às alternâncias paleoclimáticas do Nordeste brasileiro durante o Quaternário.

Portanto, é de grande valoração a biodiversidade existente nessa área, que vai desde os aspectos físicos, geológicos, climatológicos e climatobotânicos, até a diversidade de espécies nativas e endêmicas existente nestas áreas, corroborando assim, para a convicção da necessidade de realização de maiores estudos e da indispensabilidade de preservação e conservação da área. Desse modo, fez-se necessário sanar tal lacuna contemplando tais aspectos e propondo sugestões de manejo e conservação da área.

O trabalho está dividido em introdução, bases teóricas, bases metodológicas, resultados da revisão sistemática de literatura, resultados dos achados em campo com proposta de conservação, considerações finais e, referências utilizadas.

As bases teóricas desta dissertação foram construídas fundamentadas nos seguintes autores: Bertalanffy (1937; 1968); Jacomine *et al.*, (1976); Sotchava (1977; 1978); Tricart (1977); Ab'Saber (1977); IBGE (1977); Nimer (1977; 1989); Bertrand (1972; 1991); Aleksandrova; Preobrazhenskiy (1982); Brasil (1981; 1986; 1988; 2000); Schobbenhaus *et al.*, (1984); Moreira (1985); Christofolletti (1990); Ross (1993; 2010); Barreto (1993; 1996); Cuadrado (1995); Filgueiras *et al.*, (1994); Silva (1994); Laranjeiras (1997); Ratter (2001; 2003); Gil (2002); Rodriguez; Silva (2002); Fogliatti (2004); Braga *et al.*, (2005); Melo *et al.*,

(2005); Bertrand; Bertrand (2007); Tricart; Almeida (2012); Ferreira; Corrêa; Barreto (2013); Lima *et al.*, (2014); Cabral (2014); Santos; Aquino (2014); Neves *et al.*, (2014); Pacheco (2014); Araújo; Gouveia, (2016); Neves (2017); Pacheco (2020); Pacheco *et al.*, (2020); Oliveira; Marquez Neto (2020).

Já as bases metodológicas estão respaldadas em: Bertalanffy (1977); Tricart (1977); Sotchava (1977); Filgueiras *et al.*, (1994); Ross (1994); Bertrand; Bertrand (2007); Pradanov; Freitas (2013); Bardin (2016); Gil (2019); Galvão; Ricarte (2020); Pacheco *et al.*, (2020), entre outros.

Os resultados da Revisão Sistemática de Literatura (RSL) tiveram como embasamentos os seguintes autores: Tricart (1977); Etchevarne (1992); Barreto; Suguio (1993); Barreto (1993; 1996); Barreto *et al.*, (2002); Ab'Saber (2006); Ferreira; Corrêa; Barreto (2013); Pacheco (2016); Kuchenbecker *et al.*, (2016); Pacheco; Torres; Santos (2016); Cabral *et al.*, (2016); Pacheco; Oliveira (2016; 2017); Lyra (2017); Silva (2017); Pacheco *et al.*, (2018); Rangel *et al.*, (2019); Pacheco (2020); Pacheco *et al.*, (2020); Araújo *et al.*, (2020), entre outros.

Os resultados da pesquisa de campo (*in loco*) com a proposta de manejo e conservação foram discutidos a partir dos autores: Ab'Saber (1957; 1979); Tricart (1977); De Oliveria *et al.*, (1997; 1999); Lorenzi; Souza (2005); Bigarella (2007); Bertran; Bertrand (2007); Pissinati; Archela (2009); APV IV (2010); CONAMA (2012); Pacheco (2014; 2021), dentre muitos outros.

## 2. BASES TEÓRICAS QUE FUNDAMENTAM A PESQUISA

Segundo Gil (2002, p. 162), “a revisão de literatura [ou referencial teórico] é a parte dedicada à contextualização teórica do problema e a seu relacionamento com o que tem sido investigado a seu respeito”. É importante esclarecer, portanto, que são pressupostos teóricos que dão fundamentação à pesquisa e as contribuições proporcionadas por investigadores anteriores. Este autor afirma ainda que a revisão não pode ser constituída apenas por referências ou sínteses dos estudos feitos, mas por discussão crítica do “estado atual da questão”.

### 2.1 GÊNESE DAS FORMAÇÕES PALEODUNARES

As paleodunas do médio rio São Francisco estão situadas, em determinados territórios, dentro de Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Os campos de paleodunas existentes entre Xique Xique e Barra, na Bahia, pertencem a APA Dunas e Veredas do Médio São Francisco, criada pelo Decreto 6.547 de 18 de julho de 1997. Já os campos paleodunares de Casa Nova, também na Bahia, pertencem a APA Lago de Sobradinho, criada pelo Decreto nº 9.957 de 30 de março de 2006. Contudo, os campos de paleodunas existentes em Rodelas (BA), Floresta e Petrolina (PE), ainda não fazem parte de nenhuma área de conservação e/ou preservação ambiental. Nas áreas que pertencem às APAs, a decisão de criação se deu por considerar a singularidade das formações geológicas de dunas como ocorrência única no Nordeste brasileiro, sendo geralmente circundados pela Depressão Sertaneja.

De maneira geral, a área da pesquisa, de acordo com a classificação de Köppen, pode ser caracterizada pelo clima *B<sub>Swh</sub>*, onde a precipitação anual fica em torno de 400-800 mm, ocorrendo, principalmente, de outubro a março. De acordo com Nimer (1977; 1989), a temperatura média do mês mais frio nestas áreas é superior a 18° C e as médias anuais não ultrapassam 27° C. As oscilações sazonais dos ventos são oriundas das massas, Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica, no inverno, e à Massa Equatorial Continental no verão. Há na área o predomínio da vegetação do tipo caatinga devido aos solos arenosos e pouco desenvolvidos das dunas, somadas às características típicas do clima semiárido (JACOMINE *et al.*, 1976).

No que diz respeito a área dos campos paleodunares de Barra e Xique Xique (BA) as altitudes variam entre 400 e 800 m, onde as feições relacionadas à sedimentação eólica foram analisadas quanto às características sedimentológicas e morfológicas, modificações pós-deposicionais e padrões pretéritos de paleoventos. Estudos de Barreto (1993; 1996) apontam o predomínio de cinco domínios geomorfológicos existentes nesta área, que são: fluvial, lençóis de areia, dunas com morfologia nítida, dunas com morfologia tênue e nítida e dunas dissipadas.

Neste aspecto, em termos geomorfológicos se considera o domínio morfoestrutural e a depressão periférica do médio São Francisco. O domínio morfoestrutural é definido pelo agrupamento de fatos geomorfológicos provenientes de amplos aspectos geológicos (PACHECO, 2014). Existem dois grandes fatores morfogenéticos que explicam o modelado do relevo do Nordeste do Brasil, com vistas, aos fatores estruturais, condicionantes aos grandes domínios morfoestruturais e que são os originadores da base espacial do relevo regional e, aos fatores climáticos, responsáveis pela diversificação das formações vegetais e dos processos morfogenéticos atuantes nos diversos meios morfoclimáticos (IBGE, 1977).

No que tange aos campos paleodunares de Casa Nova na Bahia, a altimetria da área varia de 0 a 700m, estando geomorfológicamente na Depressão Sertaneja Meridional e Depressão do Médio São Francisco. A área é formada também por planícies e terraços fluviais do rio São Francisco, composta por latossolos amarelo eutrófico, Neossolo Quartzarênico órticos e flúvicos, entre outros. O clima é semiárido quente e a vegetação é de savana-estépida arborizada e arbustiva (PACHECO, 2020). De acordo com Pacheco *et al.*, (2020) os campos de Casa Nova possuem a mesma gênese que os demais campos e seus impactos ambientais são similares aos dos demais municípios já mencionados.

No que concerne aos campos paleodunares de Rodelas (BA) denominado “Deserto de Surubabel”, um Relatório de Visita Técnica do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), de 2012, publicado pelo Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Caatinga (CERBCAAT) da Bahia, revela que este cenário surpreende aos visitantes pela beleza, degradação e processo acelerado de desertificação. “O solo está quase sem nenhum material orgânico e transmite a impressão de que se está à beira de um oceano em plenas margens do rio São Francisco” (PACHECO *et al.*, 2020, p. 236).

A maior parte do município de Rodelas é formado por solos do tipo neossolo quartzarênico assentados sob a unidade geomorfológica dos tabuleiros e fazendo parte das bacias sedimentares dos rios Tucano Norte e Jatobá, compostas por rochas do tipo arenito e conglomerado, que estruturam geomorfológicamente os tabuleiros, tidos como relevos residuais compostos por rochas sedimentares mais resistentes, possuindo topos planos e seguindo a estratificação das rochas de origem (LIMA *et al.*, 2014).

Investigar sobre as feições arenosas existentes nas margens do rio São Francisco, exigiu uma imersão em teorias e referências científicas já validadas sobre tal temática. No que concerne ao debate sobre as feições arenosas quaternárias denominados, por alguns autores, de campos de paleodunas fluviais do curso do rio São Francisco, pode-se afirmar que são escassas as referências teóricas publicadas, se comparadas com outras temáticas ambientais.

As referidas feições ou campos de dunas têm sua origem nas variações paleoclimáticas e paleoambientais ocorridas no período quaternário, da Era Cenozoica, sendo suas areias oriundas do processo deposicional elaborado pelo rio São Francisco e transportados por ventos de sudeste e leste. Em vista disso, o complexo de paleodunas tem sua cronografia influenciada por flutuações climáticas do Quaternário tardio, associado ao aporte sedimentar do rio São Francisco (BARRETO, 1996).

Em relação aos campos de paleodunas de Petrolina (PE), o município se insere na província Borborema e a província ou cráton do São Francisco, correspondentes “litologicamente a área se caracteriza por apresentar faixas extensas de sedimentos finos dobrados, como metassedimentos, em geral com baixo grau de metamorfismo [...] estando sobre uma faixa de colagem ou amalgamento de unidades cratônicas” (CABRAL, 2014, p. 24). Estes depósitos arenosos apresentam extensão de, aproximadamente, 148 km<sup>2</sup>, dispostos a oeste/sudoeste. Na direção norte/sul tem comprimento total de 11 km, e de leste/oeste 23 km (*Ibidem*, p. 22).

Neste sentido, as feições geomorfológicas são impactadas por agentes climáticos, que acondicionam um novo desenho ao modelado terrestre. Ao passo que um novo modelado é construído, o input e output de energia em um sistema geomorfológico que vai permitir que se processem erosão, transporte e sedimentação de detritos na superfície (CABRAL, 2014). Porém, o intemperismo, a erosão, o transporte e a sedimentação acabam retrabalhando os depósitos sedimentares recentes, o que dificulta ter um indicador seguro para pontuar ocorrências relevante no quadro evolutivo das paisagens terrestres, e em particular aqueles que dizem respeito ao quadro geológico-geomorfológico e climático (MELO *et al.*, 2005).

No transcorrer do tempo geológico as feições são lapidadas, elaboradas e retrabalhadas pela erosão ou pelo material sedimentar que as recobrem e, nessa dinâmica, são conservados os registros apropriados para elucidar como as díspares paisagens evolucionaram e quais foram os processos incumbidos por essa evolução (CABRAL, 2014). Na concepção desse autor, as feições arenosas de Petrolina evidenciam um clima árido ou semiárido severo, carecendo “um estudo detalhado das feições geomorfológicas associados a eles, para colaborar com mais informações sobre formas superficiais recentes, como as dunas e os lençóis de areia, evidência irrefutável das mudanças climáticas quaternárias ocorridas no interior nordestino” (*Ibidem*, p. 18).

E por fim, se tem as feições arenosas ou campos paleodunares existentes às margens do Lago de Itaparica no Município de Floresta (PE) também inserida no contexto da depressão sanfranciscana. A área compreende uma vasta planície assimétrica com aproximadamente

12km de eixo norte/sul e 08 km no eixo leste/oeste, totalizando 08 km<sup>2</sup>. A área foi estudada por Ferreira, Corrêa e Barreto (2013), onde, segundo eles, a geologia desta é composta por revestimentos superficiais quaternários que estão assentados discordantemente sobre as rochas metamórficas mesoproterozóicas do complexo Belém de São Francisco. Ademais, a geomorfologia da região é constituída por um mosaico formado por pedimentos, maciços residuais e *inselbergs*.

Posto isto, é crucial se dizer que no contexto da bacia do São Francisco tem-se desde incontáveis campos de paleodunas até importantes centros urbanos, amplas paisagens naturais e de sítios arqueológicos. Schobbenhaus *et al.*, (1984, p. 242) apontam ser os campos de paleodunas do médio rio São Francisco o “único exemplo de formações dunares de ambiente desértico quaternário no Brasil”, classificando estes como “depósitos eólicos pleistocênicos” do cráton do São Francisco.

Em suma, na ótica de Ferreira, Corrêa e Barreto (2013), as condições paleoclimáticas do Vale do São Francisco permitiram o desenvolvimento de campos de dunas fluviais nos estados da Bahia e de Pernambuco, sendo que, a principal fonte das areias é o próprio rio São Francisco que drena relevantes fontes de substâncias arenosas, a exemplo das encostas íngremes da Serra da Canastra (MG); a borda oeste da Chapada Diamantina e; a Bacia Sedimentar do São Francisco (BA), além da borda sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba (PI) (FERREIRA; CORRÊA; BARRETO, 2013).

## 2.2 IMPACTOS NATURAIS E ANTROPOGÊNICOS

Todas as alterações ocorridas no meio ambiente devido às ações antrópicas, e por vezes, por causas naturais são considerados impacto ambiental, sendo que ocorrem sempre por causa de uma ação, direta ou indireta, modificando o meio. Pode-se afirmar também que, impacto ambiental é uma alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade, que necessitam de quantificação, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas (SILVA, 1994).

De acordo com a Resolução nº 001/1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), impacto ambiental pode ser definido como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam “I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V – a qualidade dos recursos ambientais” (BRASIL, 1986, *s.p.*).

Já de acordo com a NBR ISO 14.001/2004, o impacto ambiental decorre das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente, onde tais atividades podem provocar impacto no meio físico e socioeconômico. Nesse sentido, é crucial a garantia do que é descrito na Constituição Federal, em seu Art. 225, que reza que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, *s.p.*).

Neste sentido, os recursos naturais devem ser utilizados para a promoção de desenvolvimento sustentável e para a manutenção do equilíbrio ambiental, portanto, deve-se avaliar as atividades potencialmente degradadoras ou utilizadoras de recursos ambientais. Um dos instrumentos que analisam a intensidade dos impactos ambientais é a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) regulamentada pela Resolução CONAMA 001/86 como sendo um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1986).

De acordo com a Lei nº 6.938/1981, em seu Art. 9º, a AIA é um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). Os impactos ambientais podem ter várias características, podendo ser diretos ou indiretos, sendo os impactos indiretos decorrentes de desdobramentos consequentes dos impactos diretos. No que tange à categoria do impacto, estes podem ser classificados em adversos ou benéficos, tendo uma temporalidade temporária ou permanente (BRASIL, 1981).

No que diz respeito ao grau de reversibilidade dos impactos, estes podem ser reversíveis ou irreversíveis. Sendo possível reverter a consequência do impacto ou efeitos danosos dela, considerando a aplicação de medidas para sua reparação ou a partir da suspensão da atividade geradora do impacto, podendo-se dizer que ele é reversível. Entretanto, quando, mesmo com a suspensão da atividade impactante não são revertidas as consequências dos danos, se denomina o impacto como irreversível.

Ademais, os impactos podem manifestar-se de imediato, quando iniciadas as atividades do empreendimento; podem também ocorrer após um período médio, denominados de impactos de médio prazo; ou podem ser de longo prazo, onde somente após passado um longo período do início das ações danosas é que ele se manifesta no ambiente impactado. Outrossim, os impactos podem ter grau presente ou ausente de cumulatividade e sinergia, e magnitudes consideradas fraca, média, moderada e forte.

Segundo Moreira (1985) a AIA tem como finalidade a viabilização do uso dos recursos naturais e econômicos, dentro do processo de desenvolvimento, promovendo assim o conhecimento, a discussão e a análise imparcial dos impactos ambientais positivos e negativos

de uma proposta, permitindo evitar, corrigir os danos e/ou otimizar os benefícios.

Sendo assim, os métodos de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) são definidos como mecanismos estruturados para identificação, comparação e organização de dados sobre impactos ambientais, permitindo que as informações sejam apresentadas em diversos formatos visuais podendo ser interpretados pelos responsáveis na tomada coerente de decisão (FOGLIATTI, 2004).

Na concepção de Braga *et al.*, (2005), as metodologias utilizadas para análise dos impactos ambientais, em sua maioria, são adaptações ou evolução de metodologias existentes. Estes autores entendem que, esses métodos possuem como característica comum, o disciplinamento do raciocínio e os procedimentos destinados a identificar os agentes causadores e as respectivas modificações decorrentes de determinada ação ou conjunto de ações.

Neste aspecto, é relevante atentar para a importância da avaliação do impacto ambiental seja ele natural ou antropogênico. Portanto, tanto os impactos naturais quanto os antropogênicos implicam na alteração do sistema como um todo, em direção a novos estados de equilíbrio/desequilíbrio, cujo funcionamento pode ser indesejável e de difícil controle, e por isso, a preservação e conservação das paleodunas vegetadas, tem-se mostrado crucial na manutenção do equilíbrio do geossistema.

### 2.3 TEORIA GERAL DOS SISTEMAS E ABORDAGEM SISTÊMICA

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) originou-se no século XX com as investigações do biólogo Von Bertalanffy (1937), nas quais ele observava a biologia como um todo e os seres vivos como parte dela. A TGS fornece uma abordagem da totalidade, entendendo que as ciências não devem ser estudadas ou aplicadas individualmente, mas integradas. Essa teoria postula a necessidade de comunicação entre os especialistas dos diferentes campos, tendo um caráter interdisciplinar e uma perspectiva sistêmica (CUADRADO, 1995).

Bertalanffy (1968, p.37) aponta, como princípios básicos da teoria geral dos sistemas, os seguintes: a) Há uma tendência geral de integração em as várias ciências naturais e sociais; b) Tal integração parece girar em torno de uma teoria sistemas gerais; c) Tal teoria parece ser um recurso importante para procurar uma teoria exata nos campos não físicos da ciência; d) Pela elaboração de princípios unificadores que executam verticalmente através do universo das ciências, esta teoria deve nos aproximar do objetivo da unidade de Ciência; e) Isso poderá levar a uma integração, o que tornaria muito carente de instrução científica.

Neste aspecto, a Teoria Geral de Sistemas tem como base o estudo dos fenômenos de uma forma totalizante e sob uma abordagem sistêmica. O universo é um sistema que por sua

vez é composto por subsistemas, como o sol e os planetas, e o ser humano é um sistema feito de órgãos e dispositivos, que por sua vez, constituem sistemas internos, sendo que este (o ser humano) está dentro do sistema social e o sistema social faz parte do sistema chamado Estado. Ademais, os sistemas possuem uma estrutura com certas funções que não são estáticas, estando em troca e comunicação contínua entre si, com *inputs* e *outputs*, onde sua eficiência deve ser observada e analisada em sua totalidade, porque, se algo está falhando, quer em sua estrutura ou funções e troca, o sistema completo pode ser levado a extinção. Assim, os sistemas podem ser físicos, biológicos, sociais, econômicos, ambientais etc. (CUADRADO, 1995).

Os sistemas também podem ser considerados abertos ou fechados. Os sistemas abertos são aqueles que têm relação com o ambiente em que se encontra e estão imersos, interagem com eles através de algum tipo de relacionamento e troca de assunto, energia e informação. Todos os sistemas são formados por parte de um subsistema, portanto, o ambiente é sempre um sistema superior a eles. Assim, o meio ambiente afeta o sistema e o sistema afeta o meio ambiente. Já os sistemas fechados são aqueles que não trocam energia, nem matéria e nem informações com o meio ambiente. Eles recebem poucos recursos do ambiente externo e produzem o mínimo de recursos (BERTALANFFY, 1968).

Neste aspecto, nos sistemas abertos e fechados as propriedades incluem a importação de energia do ambiente (*inputs*), a transformação da energia importada em alguma forma de produto ou serviço, a exportação desse produto ou serviço para o ambiente (*outputs*) e a renovação de energia para o sistema, de fontes que existem no ambiente. Em síntese, a Teoria Geral de Sistemas “é um método cujo base é a formulação e derivação desses princípios que são válidos para sistemas em geral, permite analisar e estudar sistemas de uma dimensão integral e global” (BERTALANFFY, 1968, p. 34).

Portanto, na ótica de Bertalanffy (1968) cada ciência é vista como sistema, visto que, em todas as ciências existem sistemas, e todos os sistemas são semelhantes ou coincidem no fundamental, porém, não são iguais. Descobrir as semelhanças e ponderá-las é o mérito desta teoria. Para ele, "sistema" significa um complexo de componentes em interação total e, como tal, devem ser estudados. Este olhar para as coisas (organismos, objetos, fenômenos), foi por ele denominado de "Abordagem de sistemas".

Deste modo, pode-se afirmar que o pensamento sistêmico é contextual, divergindo do pensamento analítico, e defende que, para conhecer algo é necessário entendê-lo em um determinado contexto, isto é, como componente de um sistema maior, que é chamando ambiente. Assim, abordagem sistêmica veio gradativamente substituindo a abordagem cartesiana, já que, procura estruturar seu raciocínio por meio de uma visão global, partindo do

todo para as partes, e assim, simula um evento através do seu funcionamento genérico com o todo, mesmo que não sejam rigorosos e detalhados (ARAÚJO; GOUVEIA, 2016).

Embasado no holismo e na interdisciplinaridade Bertalanffy (1975) propôs que as partes do sistema interagem de forma não linear num mecanismo de realimentação constante havendo estabilidade até haver nova perturbação. Diante do exposto, ratifica-se a relevância da abordagem geossistêmica como fundamento para compreensão das interações entre os elementos bióticos, abióticos e ação antrópica, possibilitando delimitar sistemas ambientais, avaliar suas características, potencialidades e limitações (SANTOS; AQUINO, 2014).

Nessa lógica, o entendimento dos geossistemas, no que diz respeito, à dinâmica da integração das forças atuantes e resultantes responsáveis pela variedade de unidades de paisagem, permite o desenvolvimento de métodos avaliativos das atividades desenvolvidas, bem como, o planejamento do uso e ocupação dos solos, com vistas à conservação (*Ibidem*). É possível afirmar que na TGS o estudo de sistemas tem como princípio geográfico básico a conectividade, onde o sistema é visto como um conjunto de elementos interdependentes, cada qual com uma ou mais funções específicas, funcionando de forma interconectada.

Sotchava (1977), fundamentado na Teoria Geral dos Sistemas (TGS) consolidou seu pensamento a partir do conceito de geossistema para os estudos da moderna Geografia Física. Assim, definiu geossistema como sendo um tipo de sistema dinâmico e aberto que promove mobilidade na paisagem, a qual se expande se este sistema sofrer influências antrópicas. Este autor acrescenta que o método cartográfico é indispensável para análise dos geossistemas, visto como capaz de gerar prognoses geográficas integrais como aporte para o planejamento e desenvolvimento socioeconômico e ambiental (SOTCHAVA, 1977).

#### 2.4 A TEORIA GEOSSISTEMA – TERRITÓRIO – PAISAGEM (GTP)

O paradigma da análise sistêmica atribuiu a possibilidade de reconsiderar os fundamentos lógicos da ciência da paisagem entorno do complexo territorial natural e meio ambiente, designando uma diferenciação entre problemas da fisiografia e da setorização das disciplinas geográficas (SOTCHAVA, 1978).

Assim, para abordar sobre a teoria GTP foi necessário identificar e pontuar pelo menos duas concepções com diferentes metodologias, desinentes das culturas científicas e da capacidade técnica dos países de origem e aplicação, bem como, de razões históricas relacionadas a estas espacialidades. Tal abordagem é oriunda de dois sistemas: o russo-soviético e o francês (OLIVEIRA; MARQUEZ NETO, 2020).

No âmbito da escola russo-soviética a gênese da concepção geossistêmica está

relacionada a Viktor Borisovich Sotchava. A estruturação desta concepção atribui-se o importante papel desempenhado tanto pelos institutos e quanto pelas estações experimentais de pesquisa, que tinham por objetivo coletar dados permanente e continuamente relacionados com a interpretação da estrutura, funcionamento, dinâmica e evolução do geossistema, conferindo um caráter analítico para a Geografia Física, ao menos no que tange ao procedimento dos dados brutos (*Ibidem*).

As primeiras considerações sobre o geossistema sobre o viés da escola francesa aparecem na conjectura teórica e metodológica proposta por Bertrand em 1968 por meio do artigo intitulado “Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico” publicado no periódico *Revue des Pirineus et au Soud*, que foi traduzido e publicado no Brasil no ano de 1971.

Nesse premissa, o conceito de geossistema foi interpretado pelo geógrafo como uma taxonomia têmporoespacial da paisagem. Este autor, posteriormente, passou a abarcar o geossistema como um conceito trabalhando-o numa perspectiva teórica. Bertrand (1991) propõe o sistema tripolar GTP, onde entende-se o Geossistema (como fonte), o Território (como recurso) e a Paisagem (como identidade) (BERTRAND; BERTRAND, 2007). De maneira sucinta, a essência do novo modelo teórico elencado procura compreender o meio ambiente por meio dos conceitos de geossistema, território e paisagem, compreendendo a relação estabelecida entre a sociedade e a natureza, transcendendo assim, os estudos dicotômicos da geografia (NEVES, 2017).

De modo geral, essa concepção teórica buscou delinear uma proposta epistemológica apta a inserir as problemáticas ambientais no bojo do debate acerca da relação natureza e sociedade e de elaborar uma proposição de método com vistas a definir os conceitos, as práticas metodológicas e as técnicas e/ou tecnologias de pesquisa.

Repensar os paradigmas de desenvolvimento no contexto atual, onde se vivencia uma crise ambiental e civilizacional, e onde tem-se uma perda da capacidade produtiva dos sistemas econômicos, é algo inadiável. Nesta perspectiva, para reanálise das interações sociedade-natureza, é implacável compreender a sustentabilidade como um paradigma capaz de implementar processos de planejamento e gestão ambiental e socioterritorial. Contudo, “isto exige a aplicabilidade de sólidas fundamentações teóricas e metodológicas, sustentadas em visões holísticas, integradoras e sistêmicas das unidades ambientais naturais e sociais” (RODRIGUEZ; SILVA, 2002, p.95).

Segundo Rodriguez (2002) o estudo sobre as paisagens numa ótica sistêmica, tenciona avaliar os alicerces conceituais, sobre os quais deveria estar imputada a análise acerca da

sustentabilidade. Segundo este mesmo autor se destaca um problema basilar da concepção geossistêmica no estudo das paisagens que é o da classificação, havendo dissensões e diagnósticos errôneos sobre a questão da classificação, constantemente, surgem de uma compreensão diferente das definições de paisagens e geossistemas.

Conforme Bertrand (1968), o termo geossistema designa um sistema geográfico natural e homogêneo correlacionado a um território, correspondendo a dados ecológicos parcialmente estáveis, resultante da interrelação entre os fatores geomorfológicos, climáticos e hidrológicos, sendo considerado em estado de clímax (equilíbrio) quando o potencial ecológico e a exploração biológica também estão, de modo que, para cada geossistema pode-se ter um potencial ecológico e uma exploração biológica exclusiva. Sendo assim, um geossistema se caracteriza por:

Uma morfologia, isto é, pelas estruturas verticais (os geohorizontes) e horizontais (geofácies); um funcionamento, que engloba o conjunto de transformações dependentes da energia solar ou gravitacional, dos ciclos da água, dos biogeociclos, assim como dos movimentos das massas de ar e dos processos de morfogênese; um comportamento específico, isto é, para as mudanças de estado que intervêm no geossistema em uma dada sequência temporal (BERTRAND, 1968, p.51).

Desse modo, os princípios geossistêmicos diferenciados nas propostas de Sotchava e de Bertrand, estão esboçados na abordagem significativa utilizada por cada escola. De acordo com Aleksandrova e Preobrazhenskiy (1982), ao serem realizados distanciamentos das escalas de tempo de análise, destacam-se cinco categorias geossistêmicas, a saber:

- 1) Geossistemas Naturais: sendo a parte terrestre superficial onde os elementos da natureza se deparam em estreita relação uns com os outros e com as partes adjacentes, inclusive com o serhumano.
- 2) Geossistema Técnico-natural: onde ocorre o intercâmbio entre os elementos técnicos e naturais, sendo local de ocorrência da coincidência territorial da estrutura técnica, do sistema natural e das funções socioeconômicas.
- 3) Geossistemas Integrados: são formações territoriais complexas, incluindo subsistemas da natureza, população e econômica, com diferentes tipos de atividade.
- 4) Geossistemas Ramais: expressam menor complexidade, podendo ser representados pelos territórios naturais e histórico-culturais.
- 5) Geossistemas Antropoecológicos: são antropocêntricos e compõem os sistemas biosociais, auto-organizados e parcialmente dirigidos, tendo o homem como o elemento principal e os demais se comportam em função dele, tendo-se assim, o ambiente humano.

Neste sentido, é relevante traçar a comparação entre um estudo ecossistêmico e um

estudo geossistêmico, conforme quadro 1.

Quadro 1: Características comparativas entre o estudo ecossistêmico e geossistêmico

<b>Tipo de estudo</b>	<b>Ecossistema</b>	<b>Geossistema</b>
Localização	Se destaca no âmbito local, regional e global, independente da escala humana, dificultando a mensuração aos processos geográficos.	Se diferenciam no âmbito do geossistema as geofácies e geótopos, através da homogeneização e grau de intercâmbio entre os componentes do sistema, dependendo da escala de atuação e interferência social.
Relevo	Como fator limitante à de recursos naturais por meio da intensidade de sua interrelação com os demais elementos do sistema.	Localização e distribuição espacial, a fim de dimensionar sua qualidade, quantidade, fragilidade e potencialidade à atividade humana.
Solo	Como fator limitante à de recursos naturais por meio da intensidade de sua interrelação com os demais elementos do sistema.	Localização e distribuição espacial, a fim de dimensionar sua qualidade, quantidade, fragilidade e potencialidade à atividade humana.
Recursos hídricos	Em função do ambiente da água (doce ou salobra), da sua interrelação e dimensão espacial, bem como, da intensidade da sua interrelação com os demais elementos do sistema.	Localização e distribuição espacial, com o objetivo de dimensionar sua qualidade, quantidade, fragilidade e potencialidade à atividade humana.
Fauna e flora	Estuda a composição e estrutura dos elementos faunísticos e florísticos, associados aos fluxos de energia do sistema.	Relaciona a fauna com o tipo de degradação, comparando-a com o ambiente em seu estágio natural objetivando potencializar a sua preservação em relação a atividade socioeconômica.
Ser humano	Os estudos ecossistêmicos privilegiam em seu foco de análise os ambientes naturais, com a finalidade de conhecê-los e descrevê-los em seus padrões para que sirvam de modelos comparativos aos ambientes que sofreram alterações ocasionadas pela ação humana e/ou por algum desequilíbrio natural.	Os estudos geossistêmicos se caracterizam por conhecer e entender a dinâmica espacial pela influência sobre o potencial ecológico e a exploração biológica, os quais somados criam oportunidade às atividades sociais sobre a natureza, mas em contrapartida este uso do potencial ecológico e da exploração biológica interfere na dinâmica natural do geossistema e consequentemente no ecossistema.

Fonte: Adaptado de Neves *et al.*, (2014)

Na ótica bertrandiana, todo ecossistema está introduzido dentro de um geossistema, pois, o geossistema aceita os processos e fluxos bióticos e abióticos dispostos na natureza ecossistêmica, já que, os ecossistemas não apresentam limitação em relação a escala espacial de influência antrópica (BERTRAND, 1968).

No que concerne ao dimensionamento, o ecossistema vai da floresta ao oceano, portanto, “pouco geográfico, uma vez que a escala para a Geografia é imprescindível, onde as dimensões do espaço são tão importantes quanto a natureza” (PASSOS, 2003, p. 109). De tal modo, o geossistema é mais completo que o ecossistema, uma vez que o primeiro é o segundo colocado no espaço (NEVES, *et al.*, 2014).

Não obstante a múltipla probabilidade de uso, Neves *et al.*, (2014) enfatiza que o ecossistema e o geossistema não devem ser confundidos, visto que, o ecossistema, por ser um conceito fundamentalmente ecológico, deve ser utilizado com cuidado por geógrafos, uma vez que seu uso é complexo, sendo necessário ter conhecimento teórico-metodológico. Portanto, o modelo bertrandiano se mostra relevante para a compreensão do espaço e da dinâmica geográfica e ambiental, pois, considera antes de tudo o natural, o espacial e o antrópico, além de ser uma grande ferramenta para a delimitação e representação cartográfica.

## 2.5 A TEORIA DE UNIDADES ECODINÂMICAS DA PAISAGEM

A Geografia Física das Paisagens começou a ser denominada Ecogeografia ou Geoecologia por volta da década de 80 do século XX. A Ecogeografia foi desenvolvida essencialmente pela escola de Jean Tricart, sendo que, as unidades ecodinâmicas constituíram a corrente de pensamento como sendo sistemas ambientais, abalizados no relevo e na Geomorfologia (RODRIGUEZ; SILVA, 2002).

A palavra ecodinâmica foi elaborada pelo geógrafo francês Tricart (1977) objetivando avaliar as categorias de estabilidade e instabilidade dos ecossistemas ou geossistemas. Para este autor, o componente da dinâmica da superfície da terra de maior relevância é o morfogênico que provoca instabilidade, se constituindo em um fator limitante bastante significativo no desenvolvimento dos seres vivos. Em sua concepção, onde o predomínio morfodinâmico é acentuado, tem-se uma vegetação rala, muito aberta, a biomassa é diminuída e a variedade florística é mínima.

Deste modo, Tricart (1977), considerou, para categorizar as paisagens em meios ecodinâmicos, a função do equilíbrio entre morfogênese e pedogênese, denominando-os, como meios estáveis, meios *intergrades* ou de transição e meios instáveis. Então, no que tange aos meios de estabilidade ecodinâmica, estes foram relacionados a cada geofácies em questão.

De maneira sucinta este autor em sua categorização dos ambientes nos três tipos de meios morfodinâmicos, ponderando que a característica geral do tipo de meio estável envolve a noção de estabilização, e os meios *intergrades* apresentam comportamento morfodinâmico intermediário, referindo-se à passagem gradual entre os meios estáveis e instáveis. Já os meios instáveis são marcados pela atuação da morfogênese sobre a pedogênese. Conforme Tricart, nesses meios a morfogênese é o elemento dominante da dialética natural atuando como componente decisivo do sistema natural.

Contudo, de maneira detalhada, Tricart (1977) caracteriza cada meio ou categoria de paisagem da seguinte maneira:

- I. Meios estáveis – de maneira geral este apresenta evolução lenta decorrente da permanência da associação de fatores e, em função da magnitude dos processos pedogenéticos em detrimento dos morfogenéticos, isto é, a pedogênese prevalece sem ser atingida pela dominação da morfogênese. A vegetação é densa, solos maduros, espessos e equilibrados contribuindo para o controle dos processos erosivos, visto que a área se apresenta com calma tectônica e com cobertura vegetal pouco alterada ou em recuperação, abrangendo os relevos planos, com solos profundos a muito profundos e com fraca suscetibilidade à erosão. Os processos morfogenéticos são comandados pela infiltração das águas e pelo escoamento superficial difuso ocorrendo em áreas, onde, o grau de concentração das chuvas é fraco a moderadamente concentrado e a cobertura vegetal oferece proteção elevada. É possível enfatizar que, no domínio das Caatingas é possível alguns exemplos de geossistemas que apresentam essas características como, o topo da Chapada do Araripe na fronteira Ceará-Pernambuco, e os denominados “Brejos de Altitude” que estão a barlavento dos alísios e possuem alta umidade devido as chuvas orográficas, distribuídos nos estados da Paraíba, Ceará e Pernambuco. Nos dois geossistemas, tem-se uma vegetação arbórea do tipo floresta, sendo cerradão no Araripe e mata atlântica nos “Brejos de Altitude”.
- II. Meios *intergrades* – apresentam característica morfodinâmica intermediária, sendo a transição entre os meios estáveis e os meios fortemente instáveis em dependência do predomínio temporal, da pedogênese ou da morfogênese, respectivamente. De acordo com Tricart (1977), tais meios são caracterizados pela interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira sincrônica sobre o mesmo espaço geográfico, sendo o equilíbrio entre ambas característico da ecodinâmica, podendo se modificar em razão das condições apresentadas pelo meio. O balanço é visto como negativo quando a morfogênese supera, em rapidez, a pedogênese, sendo que, quanto mais intenso for o processo de morfogênese, maior será a perturbação da pedogênese, porém, quando a instabilidade é débil a pedogênese se beneficia evoluindo na transição para os meios estáveis.
- III. Meios fortemente instáveis – são caracterizados pela ação da morfogênese sobre a pedogênese, e conforme Tricart (1977), a primeira é o fator preponderante do sistema natural, ao qual, outros elementos estão dependentes. Neste meio a cobertura vegetal é pouco densa ou até ausente, e os solos rasos e pedregosos, não protegendo os solos dos processos erosivos. É possível encontrar neste ambiente instabilidade tectônica, relevos fortemente dissecados e declividade significativa, com risco de processo de desertificação, e no caso das planícies aluviais, possuem solos profundos, com textura arenosa ou desordenada. Dentre os processos morfogenéticos dominantes tem-se os escoamentos

difuso e concentrado, desbarrancamentos e assoreamentos nos cursos d'água, com ocorrência de inundações, sendo que, a condição de degradação se intensifica quando a os índices pluviométricos são altos e o grau de proteção da cobertura vegetal é mínimo. Na região semiárida pode-se exemplificar como meios fortemente instáveis as formações de *inselbergs*, que são estruturas residuais de um paleorelevo mais elevado, geralmente plútons graníticos exumados, sem presença de vegetação arbustiva e arbórea, com alta declividade, dificultando a pedogênese e a fixação do solo, mas sem presença de manto de intemperismo. Em face disso, pode-se afirmar que a teoria ecodinâmica estabelecida por Tricart (1977), analisa a organização do espaço categorizando as áreas para as diferentes alternativas de uso e ocupação dos solos, observando seu grau de homogeneidade no que tange aos aspectos físicos e biológicos e a intensidade dos processos predominantes na área.

Ratificando o que afirma Tricart e Almeida (2012, p. 42), discorre sucintamente que “nos meios estáveis é possível encontrar cobertura vegetal densa, moderada dissecação do relevo, solos mais profundos e baixos valores de intensidade pluviométrica”. Nos “meios intergrades, é perceptível a interferência antagonista da morfogênese e pedogênese”, advertindo sobre a passagem gradual entre os meios estável e instável. Já nos “meios fortemente instáveis, é comum ter condições bioclimáticas agressivas, com fortes variações, irregulares eólicas e altos valores pluviométricos, tendo um relevo dissecado”, presença de solos rasos, inexistência de cobertura vegetal densa, planícies e fundos de vales sujeitos a inundações e presença de intensa atividade socioeconômica.

Neste sentido, para ambientes como os campos paleodunares, a influência de determinados fatores, sejam eles, naturais ou antropogênicos, podem provocar forte instabilidade, acarretando assim os processos morfogenéticos em detrimento dos processos de formação e desenvolvimento dunar, fortalecendo os níveis de fragilidade do sistema.

Desse modo, para a análise das possibilidades e restrições ambientais das unidades paisagísticas de paleodunas a partir da classificação de Tricart (1977) se utilizou nesta pesquisa a abordagem sistêmica e a abordagem da vulnerabilidade biofísica dunar de autoria de Laranjeira (1997) que é constituída por cinco níveis (conforme quadro 1), sendo, a relação entre a ecodinâmica e a vulnerabilidade para este estudo, definida da seguinte maneira:

a) os meios estáveis que correspondem aos ambientes de grau de vulnerabilidade muito fraca e fraca (nível 0 e nível 1), em que a associação dos aspectos físicos comporta grande predominância do processo da pedogênese sobre a morfogênese, e o estado é estável ou medianamente estável, pouco alterado.

A estruturação e a distribuição da cobertura vegetal sobre a superfície paleodunar é responsável por fixar e proteger as feições arenosas, o movimento eólico com base na velocidade e direção dos ventos que promovem os processos de acreção dunar, além da oscilação sazonal dos índices pluviométricos que interatuam e desenvolvem um ambiente com predisposição à estabilidade.

b) os ambientes com vulnerabilidade controlada configuram-se como meios de transição ou com tendência à instabilidade (nível 2). Retratam a ação concomitante da pedogênese e da morfogênese, resultando em relevos com solos pouco profundos, tendo índice de concentração de chuvas entre fraco e moderado e a cobertura vegetal que varia entre média a alta.

No que se refere aos sistemas dunares toda e qualquer perturbação provocada por algum fator é capaz de afetar o equilíbrio do balanço pedogênese/morfogênese. Dessa forma, transformações nas condições de estabilidade podem ocasionar transtornos nas propriedades funcionais, estimulando assim, um estado transicional em que as feições dunares já se distribuem sobre o limite da resiliência (TRICART, 1977).

Por conseguinte, as vulnerabilidades dos ambientes naturais devem ser avaliadas quando pretende-se aplicá-la ao planejamento territorial ambiental embasado no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977). Dentro dessa concepção ecológica *tricart'ana* o ambiente é estudado sob o enfoque da Teoria dos Sistemas que defende que, na natureza as trocas de energia e matéria acontecem por meio da dependência do equilíbrio dinâmico.

Contudo, esse equilíbrio, é continuamente modificado pelas intervenções antrópicas nos ecossistemas e geossistemas, promovendo desequilíbrios efêmeros ou até imutáveis. Portanto, mediante todos os pressupostos descritos, Tricart considerou que “os ambientes, são estáveis quando estão em equilíbrio e são instáveis quando estão em desequilíbrio” (ROSS, 1993, p. 65).

Em suma, Bertrand (1972), buscou fazer esboço metodológico acerca do estudo da paisagem; Sothava (1977), discorreu sobre a abordagem geossistêmica; Tricart (1977) aplicou o modelo de classificação do meio ambiente; Christofolletti (1990), tratou da abordagem em sistemas na Geografia Física; e Ross (2010), discorreu sobre a geomorfologia como base para os diagnósticos e planejamentos ambientais. Assim, cada teoria/teórico com seu método específico, contribui para a fundamentação de pesquisas cujo foco seja acerca de análise ambiental das paisagens naturais e a dinâmica natureza-sociedade.

## 2.6 A TEORIA DE CAMINHAMENTO E O MÉTODO DE LEVANTAMENTO RÁPIDO

O Pleistoceno Terminal, trouxe um período seco e mais frio, mas, no final deste, houve a retomada da umidade do tipo climático e, como consequência, as manchas florestais se expandiram, deixando setores de maior diversidade e endemismos, como evidência dos refúgios. Durante este período houve a atuação de dois extensos espaços abertos na América do Sul, relacionando as paisagens com fatores climáticos, edáficos e paleogeográficos, a saber: a Diagonal Arréica Sul-Americana e o Corredor de Savanas Sul-Americanas, ambas, serviram de ligação entre áreas secas e convergindo para um ponto localizado na região do Chaco. Consequentemente, originou-se um largo corredor árido ocidental, interferindo nos arranjos fitogeográficos da América do Sul, onde as vegetações abertas predominavam sobre as imensas formações florestais (AB'SABER, 1977).

Para traçar-se a fitofisionomia da paisagem ou o levantamento florístico, o método do caminhamento (Filgueiras et. al 1994) é bastante indicado, visto que se baseia em percorrer toda a área de estudo identificando e inventariando em fichas de campo as espécies detectadas na linha de amostragem. As espécies que não foram possíveis de identificar em campo, serão coletadas para identificação posterior, sendo que, após analisadas e serão descartadas.

Depois da identificação do material encontrado em campo, se elabora uma listagem de espécies, mencionando família botânica, espécie; nome vulgar, nome científico e estado de conservação. É importante que a listagem seja ordenada alfabeticamente a partir de famílias, seguido de gêneros e por último, espécies, podendo estar assim discriminadas:

- i. Reconhecimento dos tipos de vegetação ou fitofisionomias (floresta; campo; lianas, mosaicos);
- ii. Avaliação do estado de conservação;
- iii. Análise da lista de espécies: ameaçadas; endêmicas; medicinais; exóticas; raras; forrageira; interesse para a fauna; produção de madeiras, taninos e cortiça.
- iv. Famílias de maior ocorrência.
- v. Análise dos dados.

Em relação a definição da área para amostragem nas grandes áreas, isto é, em diferentes fisionomias, são traçadas linhas imaginárias na área da pesquisa, na maior extensão possível e realiza-se o caminhamento, anotando o nome vulgar regional de todas as espécies encontradas no percurso. Também se anota todas as características: localização (coordenadas geográficas), cor das flores/frutos, geologia/geomorfologia da área, presença de características atrativas no

ambiente, entre outros aspectos.

Na elaboração da lista de espécies, é relevante se fazer a seleção do período de amostragem, sua sazonalidade e o tempo utilizado na amostragem de cada área selecionada. Assim, a elaboração da lista de campo, se identifica ou se faz a coleta do material fértil (flor ou fruto) para posterior análise e identificação. Também se descreve a técnica de coleta, a suficiência amostral, contendo a intensidade da amostragem em função do tamanho da área, para que equívocos de identificação e de distribuição dos táxons não sejam cometidos. E para a análise dos dados, se faz a descrição da vegetação, avaliação do seu estado de conservação, análise da lista das espécies e famílias de maior ocorrência.

Outro método bastante utilizado é o de Levantamento Rápido (LR), que é um método de amostragem capaz de coletar dados qualitativos de maneira rápida, tendo princípios análogos ao método do “caminhamento” descrito por Filgueiras *et al.*, (1994). De acordo com Ratter (2003), no método LR se realiza, no mínimo, três caminhadas em linha reta na área com vegetação, tomando nota, durante intervalos de tempo regulares e contínuo (intervalos que podem variar de cinco a 15 minutos – o que se define em função do tipo de vegetação e do detalhamento pretendido), das espécies inéditas que vão sendo visualizadas. Para pesquisa no bioma Cerrado, Ratter *et al.*, (2001) utilizaram intervalos de 15 minutos e caminhadas com três participantes, posicionados a 20m uns dos outros, permitindo a cobertura visualmente de uma faixa com cerca de 60 m de largura, supondo que cada pessoa visualize cerca de 10m para cada lado de sua linha de caminhada, ou 20m no total.

Este método é apropriado para obter informação florística de qualidade sobre a vegetação, sendo uma relevante ferramenta para obtenção de conhecimento da flora, contribuindo significativamente em projetos de gestão ambiental, planos de manejo, restauração de áreas degradadas e para a implantação de políticas públicas de conservação das comunidades vegetais.

Dentre as similaridades do LR e com o método de caminhamento de Filgueiras *et al.*, (1994) estão: 1) a identificação dos diferentes tipos de vegetação presentes na área a ser amostrada; 2) a recomendação para que as caminhadas sejam feitas em linha reta; 3) a precaução com a representatividade florística da amostra (enquanto no caminhamento recomenda-se que sejam feitas tantas caminhadas até que não sejam mais encontradas novas espécies, no LR almeja-se a estabilização de uma curva espécies  $\times$  tempo); 4) a recomendação de que sejam feitas estimativas das espécies na área, categorizando em “abundante”, “frequente”, “comum”, “ocasional” e “rara”; e 5) e indicação de coletas de material testemunho para constituir um herbário. Distingue-se do método de caminhamento por considerar a variável tempo, se

preocupando em estratificar a vegetação em camada lenhosa e herbácea, ou em estrato arbóreo-arbustivo e herbáceo.

Em síntese, o método LR é antes florístico do que vegetacional, sendo significativo na aquisição de informações florísticas rápida e de qualidade sobre a vegetação arbórea, podendo ser considerado como um método relevante e como uma ferramenta que subsidia no reconhecimento da flora e na conservação da natureza.

## 2.7 O PLANO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E A LEGISLAÇÃO

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dá outras providências (BRASIL, 2000). Nesta, é possível encontrar a definição de manejo, plano de manejo entre outros aspectos inerentes à temática.

As Unidades de Conservação (UCs) podem ser definidas como áreas estabelecidas pelo Poder Público, seja ele municipal, estadual ou federal, objetivando a proteção da fauna, flora, microorganismos, corpos d'água, solo, clima, paisagens, e todos os processos ecológicos relacionadas aos ecossistemas naturais, estando subdivididas nas seguintes categorias: Parques Nacionais, Estaduais e Municipais, Estações Ecológicas, Reservas Extrativistas, Áreas de Proteção Ambiental (APA), entre outras.

O Art. 7º da supracitada lei, discorre que as unidades de conservação integrantes do SNUC são divididas em dois grupos, possuindo características específicas, sendo: I - Unidades de Proteção Integral (UPI); II - Unidades de Uso Sustentável (UUS). Dentre as UPI, o Art. 8º destaca: I - Estação Ecológica; II - Reserva Biológica; III - Parque Nacional; IV - Monumento Natural; V - Refúgio de Vida Silvestre. Já dentre as UUS, o Art. 14 aponta: I - Área de Proteção Ambiental; II - Área de Relevante Interesse Ecológico; III - Floresta Nacional; IV - Reserva Extrativista; V - Reserva de Fauna; VI - Reserva de Desenvolvimento Sustentável; e VII - Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000).

Dentre as Unidades de Uso Sustentável tem-se a Área de Proteção Ambiental (APA), que é uma modalidade de UC que se estuda nesta pesquisa. Assim, o Art. 5º destaca que a APA “é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas”, tendo como finalidade a proteção da biodiversidade e o disciplinamento do processo de uso e ocupação da área com vistas a garantir a sustentabilidade da utilização dos recursos naturais (*Ibidem*, 2000).

De acordo com a legislação ambiental a APA por se constituir por terras públicas ou

privadas, onde é necessário o respeito aos limites constitucionais, podem disponibilizar de normas e de restrições na utilização de uma propriedade privada localizada dentro de uma APA, sendo que as prerrogativas para a execução de pesquisa científica e visitação nas áreas de jurisdição pública, deverão ser estabelecidas pelo órgão gestor da UC. No entanto, para as áreas sob propriedade privada, é dever do proprietário estipular as condições para pesquisa e visitação, atentando sempre para as exigências e restrições legais.

É relevante enfatizar que o § 5º do Art. 15, pontua que a Área de Proteção Ambiental deverá ter um Conselho sob a presidência do órgão responsável por sua administração e composto por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e essencialmente, da população residente, com vistas a compreensão da indispensabilidade do plano de manejo e conservação para as áreas naturais, essencialmente para as APAs.

Mediante tais pressupostos, destaca-se que o Plano de Manejo pode ser nomeado como Plano de Gestão capaz de orientar as formas de uso e ocupação dos solos, o manejo dos recursos naturais, assim como, a implantação de estruturas físicas e recursos humanos necessários à gestão de uma unidade de conservação, tendo o zoneamento interno e a implementação de zona de amortecimento como instrumento essencial da gestão e de integração.

No que tange a área de abrangência do plano de manejo, ele compreende a totalidade da área da Unidade de Conservação (UC), sua zona de amortecimento, que é o entorno da UC, estando todas as atividades humanas sujeitas a normas e restrições, com vistas a minimizar os impactos negativos sobre a unidade, valorizando os corredores ecológicos, que são os fragmentos de ecossistemas naturais vinculados a UC que possibilitam tanto o fluxo de genes quanto o movimento da biota.

Assim sendo, o Capítulo I, Art. 2º, inciso VIII da Lei nº 9.985/2000 conceitua manejo, como sendo “todo e qualquer procedimento que vise assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas” (BRASIL, 2000, *s.p.*), e no mesmo Art. desta lei, no inciso XVII, tem-se a definição de Plano de Manejo como sendo um:

Documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma Unidade de Conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da Unidade (BRASIL, 2000, *s.p.*).

Portanto, um plano de manejo para ser implementado, compreende três etapas essenciais, que são, a organização do planejamento, o diagnóstico da área e o planejamento propriamente dito. O Art. 17, § 5º, 6º e 7º destaca que o Plano de Manejo deverá ser aprovado pelo seu Conselho Deliberativo, estando proibidas a exploração de recursos minerais e a caça

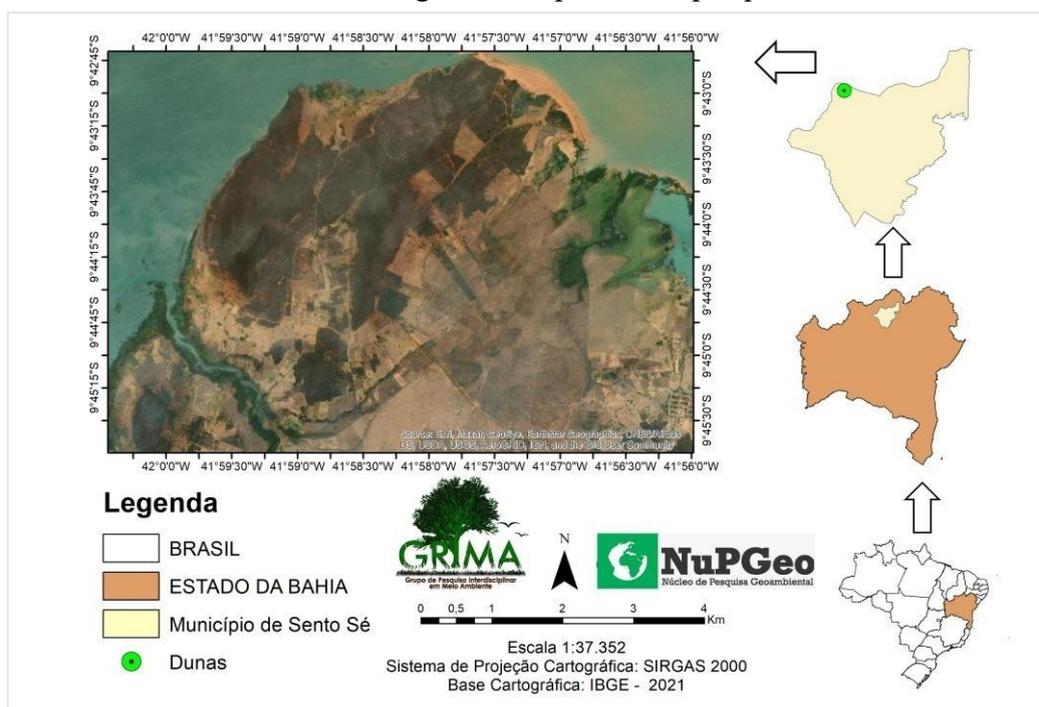
amadorística ou profissional, sendo que, a exploração comercial de recursos madeireiros só será legitimada em bases sustentáveis e em circunstâncias específicas e complementares às demais atividades desenvolvidas conforme o disposto no plano de manejo.

### 3. BASES METODOLÓGICAS QUE FUNDAMENTAM A PESQUISA

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO

O universo da pesquisa foi os campos de dunas situados no município de Sento Sé (Figura 1). O referido município está localizado no norte do Estado da Bahia, tendo uma área territorial de 11.980,172 km<sup>2</sup> e distando 696 km da capital Salvador, e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) possui 40.684 habitantes. Desse modo, justifica-se que a escolha do objeto de estudo e do *lôcus* da pesquisa se deu por intencionalidade e acessibilidade (BARDIN, 2016).

Figura 1: Mapa da área pesquisada



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A área está localizada entre as latitudes 9°45'39" S; 9°47'36" S; 9°36'34" S e 9°48'19" S, e longitudes 41°32'21" W; 41°32'08" W; 41°35'06" W e 41°34'43" W, contudo, é uma vasta área nas bordas do rio São Francisco, e situadas no entorno da APA Lago de Sobradinho (PACHECO, et al., 2020).

Neste sentido, a pesquisa partiu da seguinte problemática: Qual a origem desses campos paleodunares? Quais os impactos naturais e antropogênicos sofridos e seu grau de sustentabilidade? Existe plano de manejo e conservação ambiental para a área? Neste sentido Gil (2019, p. 35) discorre que a importância prática do problema da pesquisa concerne nos benefícios que podem decorrer sua solução, bem como, a “relevância social de um problema

está relacionada indubitavelmente aos valores de quem a julga”, podendo ser relevante para um e não para outro.

### 3.2 TIPOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa pode ser classificada de acordo com sua natureza como aplicada tendo em vista que se busca, a partir dos diagnósticos encontrados, propor soluções para a problemática elencada. Segundo Gil (2019), as pesquisas aplicadas buscam resolver problemas identificados e contribuir na ampliação do conhecimento científico, sugerindo novas questões a serem investigadas.

Também possui uma abordagem qualitativa, tendo em conta que existe uma relação entre o mundo e o sujeito que não pode ser quantificada. Para Gil (2019), o uso desse procedimento propicia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenômeno em estudo e das suas relações, mediante a máxima valorização do contato direto com a situação estudada, buscando-se o que era comum, mas permanecendo, entretanto, aberta para perceber a individualidade e os significados múltiplos. Neste sentido, a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto, quando o interesse do pesquisador ao estudar um determinado problema é, antes de tudo, verificar como ele se manifesta nas atividades, nos procedimentos e nas interações cotidianas.

Para ter consonância com os objetivos considera-se também como pesquisa exploratória, por tencionar maior familiaridade com um problema e envolver levantamento bibliográfico. Esta tem por finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideais, consubstanciando obter uma visão geral acerca do tema escolhido, que geralmente é pouco explorado, se constituindo numa rebuscada revisão de literatura (GIL, 2019).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, refere-se a uma pesquisa bibliográfica e documental, que buscou aportes teóricos em materiais já publicados. A pesquisa bibliográfica, de acordo com Gil (2019), geralmente tem como vantagem permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fatos a partir das fontes escolhidas, que devem ter um rigor em sua escolha, visando uma melhor abordagem e discussão do problema e da temática elencada, intentando descobrir possíveis incoerências ou contradições. Já a pesquisa documental segundo o mesmo autor consiste num intenso e amplo exame de diversos materiais que não foram utilizados para nenhum trabalho de análise, ou que podem ser reexaminados, buscando-se outras interpretações ou informações complementares, chamados de documentos.

Também se considera como pesquisa de campo, considerando que será necessário promover incursão *in loco*, com vistas a compreender a ecodinâmica da paisagem. Desse modo,

Gil (2019) afirma que a pesquisa de campo se caracteriza por averiguar o problema levantado associado com a pesquisa bibliográfica além de ser desenhada por realizar coleta de dados junto ao universo da pesquisa.

Destarte, os resultados obtidos foram examinados, analisados por meio dos métodos e técnicas delineados, a partir da Análise do Conteúdo (BARDIN, 2016), sendo transcritos por meio de quadros, tabelas e imagens que sumarizam os achados da pesquisa.

### 3.3 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA (TEORIA DOS SISTEMAS E ABORDAGEM SISTÊMICA)

A abordagem sistêmica é uma maneira de resolver problemas sob o ponto de vista da Teoria Geral de Sistemas, assim, a abordagem sistêmica tem como pilar o conceito de que as geoesferas terrestres estão interrelacionadas por fluxos de matéria e energia. Desta maneira, a aplicação da Teoria dos Sistemas aos estudos naturais serve para melhor focalizar as pesquisas e para delinear com maior exatidão o setor de estudo dessa ciência. Portanto, na concepção de Monteiro (2001), o tratamento geossistêmico visa, *a priori*, à integração das variáveis naturais e antrópicas, resultando em uma análise tempo-espacial integrada das interações sociedade e ambiente na construção da paisagem.

Para que os resultados reportados neste trabalho tenham maior credibilidade, este se fundamenta no método sistêmico a partir da Teoria dos Sistemas de Bertalanffy, (1977); da abordagem sistêmica de Sotchava (1977); da Teoria Ecodinâmica de Tricart (1977); da Teoria GTP (Geossistema-Território-Paisagem) de Bertrand e Bertrand (2007); e do Método de Caminhamento de Filgueiras *et al.*, (1994). Em síntese, a presente pesquisa foi fundamentada nessas teorias e métodos de abordagem e estão descritos a seguir.

#### 3.3.1 O Método Ecodinâmico

A abordagem ecodinâmica proposta por Tricart (1977) é indispensável para o estudo da dinâmica das paisagens naturais, assinalando a importância do estudo da ecodinâmica das paisagens naturais. O conceito de unidades ecodinâmicas é integrado ao conceito de ecossistema e, enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes ambientais.

As Unidades Ecodinâmicas foram classificadas por Tricart (1977) em três categorias, inclusive já descritas no referencial teórico e aqui reforçada: a) Meios Estáveis – as “paisagens estáveis se encontram com cobertura vegetal suficientemente fechada para evitar o desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese” (TRICART, 1977, p. 36). b) Meios Intergrades – são as feições de transição e estes “[...] são delicados e suscetíveis,

transformando-se em meios instáveis se não forem conservados”. c) Meios Fortemente Instáveis – neste há o predomínio dos processos morfogenéticos frente aos pedogenéticos, seja por fatores de ordem natural, seja por causas antrópicas, onde a cobertura vegetal está totalmente degradada e instável.

O método adotado para analisar a ecodinâmica das paleodunas, baseia-se nos fundamentos propostos por Tricart (1977) e Ross (1994) sendo que este último inseriu critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis apreciados na obra "Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados". Para Tricart, o conceito de ecodinâmica indica um modelo de avaliação integrado das unidades territoriais, com base no balanço pedogênese/morfogênese, propiciando sua classificação. Quanto aos graus de instabilidade, o conceito assume que as trocas de energia e matéria na natureza se processam em relações de equilíbrio dinâmico. Assim, as áreas em que prevalecem os processos morfogenéticos são entendidas como instáveis, enquanto aquelas nas quais predomina a pedogênese são consideradas estáveis, sob a perspectiva da ecodinâmica. Já quando há equilíbrio entre os dois processos, a área é considerada de estabilidade intermediária.

### 3.3.2 O Método de Caminhamento

O método de caminhamento foi introduzido por Filgueiras *et al.*, (1994) e, o uso deste, tem se mostrado eficiente para elaborar o levantamento qualitativo de variabilidades florísticas em diferentes fitofisionomias. Tal método consiste basicamente em três etapas distintas, a saber:

- a) Reconhecimento das fitofisionomias – para cada tipo fisionômico, se observa as topografias do terreno, altura das árvores, presença de árvores emergentes, estado de preservação da área, presença ou não de plantas invasoras etc.;
- b) Lista das espécies – para cada tipo fisionômico reconhecido, anota-se: o nome comum da planta e número de indivíduos de todas as espécies encontradas ao longo do trajeto. Posteriormente agrupa-se nas categorias: (F) – Frequente (espécies com número de indivíduos igual ou superior a 10% dos indivíduos avistados nas linhas de amostragem), (C) – Comum (5 a 9%), (O) – Ocasional (1 e 4,9%) e (LR) Localmente Rara (menos de 1%);
- c) Análise dos resultados – consistirá na organização dos dados obtidos e na elaboração de tabelas, gráficos e listas de espécies, que facilitará o entendimento do leitor.

### 3.3.3 O Método GTP (Geossistema – Território – Paisagem)

O método GTP dá à paisagem um caráter cultural, restringindo o mapeamento ao geossistema e ao território. É um método aplicável e eficiente para o planejamento das

atividades que visam à preservação, a conservação e a recuperação dos recursos naturais existentes nos ambientes. Neste se utiliza os três conceitos [geossistema- território-paisagem] para analisar como funciona um determinado espaço geográfico em sua totalidade, compreendendo as interações entre natureza e sociedade (BERTRAND; BERTRAND, 2007). Ross (1994, p. 64) acrescenta que “os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionamento do ambiente natural com ou sem a intervenção das ações humanas”, sendo, portanto, indispensável levar em consideração não apenas os aspectos físico-naturais, mas, especialmente, os aspectos humanos, além de elencar propostas de conservação para o referido paleoambiente.

#### 3.4 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL)

Para se traçar uma discussão teórica da temática, de início adotou-se como estratégia metodológica uma revisão sistemática de literatura, através de uma abordagem qualitativa exploratória, por possibilitar a familiarização com o problema, limitando o registro dos fatos observados sem interferências. Ademais, quanto aos procedimentos, a pesquisa foi classificada como bibliográfica, pois está embasada em materiais já elaborados e publicados que serviram de fontes instrumentais (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A RSL é uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos peculiares procurando entender e dar significação a um grande corpus documental, notadamente, averiguando o que se adequa e o que não se adequa num dado contexto. Está focalizada no seu caráter de reprodutibilidade por outros pesquisadores, apresentando de forma explícita as bases de dados bibliográficos que foram verificadas, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de triagem dos trabalhos científicos, os critérios de inclusão e exclusão dos mesmos e o processo de análise de cada um (GALVÃO; RICARTE, 2020).

Considerando o escopo dessa pesquisa que é compreender a origem e estado atual das feições arenosas do São Francisco, foram lançadas três QNs as quais determinaram o desenvolvimento da pesquisa, visto que são o problema da pesquisa, a saber: QN1: Qual a origem desses campos paleodunares? QN2: Quais os impactos naturais e antropogênicos sofridos e seu grau de sustentabilidade? QN3: Existe plano de manejo e conservação ambiental para a área?

O método empregado para a realização da fundamentação teórica por meio da RSL foi o processo de condução de buscas independentes e a identificação dos achados para obtenção de rigor e confiabilidade na busca, elaborando-se um protocolo específico de pesquisa (YIN,

2010). Para obtenção dos trabalhos embaixadores dessa revisão, adotou-se como ferramentas o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior(CAPES), o *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), e o *Google Scholar* (*Google Acadêmico*), utilizando como descritores de pesquisa: “dunas do São Francisco”, “paleodunas” e “feições arenosas do São Francisco”. Após essa etapa, empreendeu-se os seguintes refinamentos para pesquisa: busca por artigos, teses, dissertações e livros e um recorte temporal por décadas (1970 a 2020), por se tratar de estudos relacionados ao clima, sendo, portanto, relevante analisar no mínimo 30 anos para se ter um resultado confiável.

Os trabalhos extraídos desta busca, passaram por outros processos de refinamento, para serem incluídos e integrarem a discussão desta revisão. Deste modo, foram incluídos: trabalhos publicados em revistas com no mínimo *Qualis* B2; aqueles cuja região de pesquisa fosse as dunas do rio São Francisco; e quanto à temática, aqueles que propiciassem respostas para as Questões Norteadoras (QNs) aqui expostas e registradas no protocolo de pesquisa.

Além dos processos de seleções já mencionados, foram excluídos artigos/trabalhos que tiveram como estratégia metodológica apenas a revisão bibliográfica, alcançando, desta forma, um número aceitável para o estudo sistemático do tema que corroborasse com as dimensões mais significativas e suas respectivas textualizações clássicas e atualizadas.

Do mesmo modo, os dados elegidos foram submetidos a um processo de preparação, de modo a detectar, *a priori*, se os documentos escolhidos estavam de acordo com a temática a ser revisada, para na sequência submetê-lo à análise do seu conteúdo. Após tal etapa, os achados passaram pelo processo de unitarização, por meio da leitura exploratória de todo conteúdo e empregou-se os procedimentos de codificação, classificação e categorização.

Depois de os dados estarem metodicamente agregados em unidades, realizou-se a etapa de descrição exaltando as características pertinentes do conteúdo apresentado ao texto, e por conseguinte, através de interpretação diligente, explorou-se os significados expressos na literatura objeto de investigação e revisão.

Destarte, após esta busca e seleção de aportes teóricos, constatou-se a inexistência de artigos que demonstrassem, por meio de revisão sistemática de literatura, resultados dessa temática, sinalando assim a relevância desse trabalho. Também se observou a escassez de literatura específica sobre paleodunas do São Francisco, já que as paleodunas de Sento Sé ainda não foram inventariadas e nem possui trabalhos acadêmico-científicos publicados sobre estas.

### 3.5 DESCRIÇÃO DAS TÉCNICAS DE PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida nas seguintes fases:

- I. Levantamento bibliográfico a partir de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL).
- II. Levantamento da localização e dos aspectos do meio físico (aspectos geológicos, geomorfológicos, climatológicos, fitogeográficos, florísticos etc.).
- III. Georreferenciamento da área por meio da aerofotogrametria.
- IV. Conhecimento do processo de uso e ocupação da área.
- V. Inventário do ecossistema, análise e registro dos principais impactos naturais e antropogênicos na área paleodunar.
- VI. Elaboração de Proposta de Manejo e Conservação Ambiental (PMCA) para a área paleodunar.

Por fim, se discutiu todos os dados levantados em campo, traçando um cruzamento com o que diz a literatura sobre o assunto, buscando responder a problemática atendendo aos objetivos da pesquisa.

### 3.6 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados coletados foram analisados de acordo com as bases teóricas e metodológicas utilizadas como fundamentação.

Os instrumentos de coleta aqui descritos estão em consonância com o item 3.2.2 “Descrição das Técnicas de Pesquisa”. Deste modo, se utilizou os seguintes instrumentos: a) Recortes de imagens de satélite *Landsat* por meio da ferramenta *Google Earth*; b) GPS - *Global Positioning System* para localização das coordenadas geográficas de cada ponto visitado e suas referidas altitudes; c) Aeronave Remotamente Pilotada (RPA); d) Observação sistemática e estruturada; e) Câmara fotográfica.

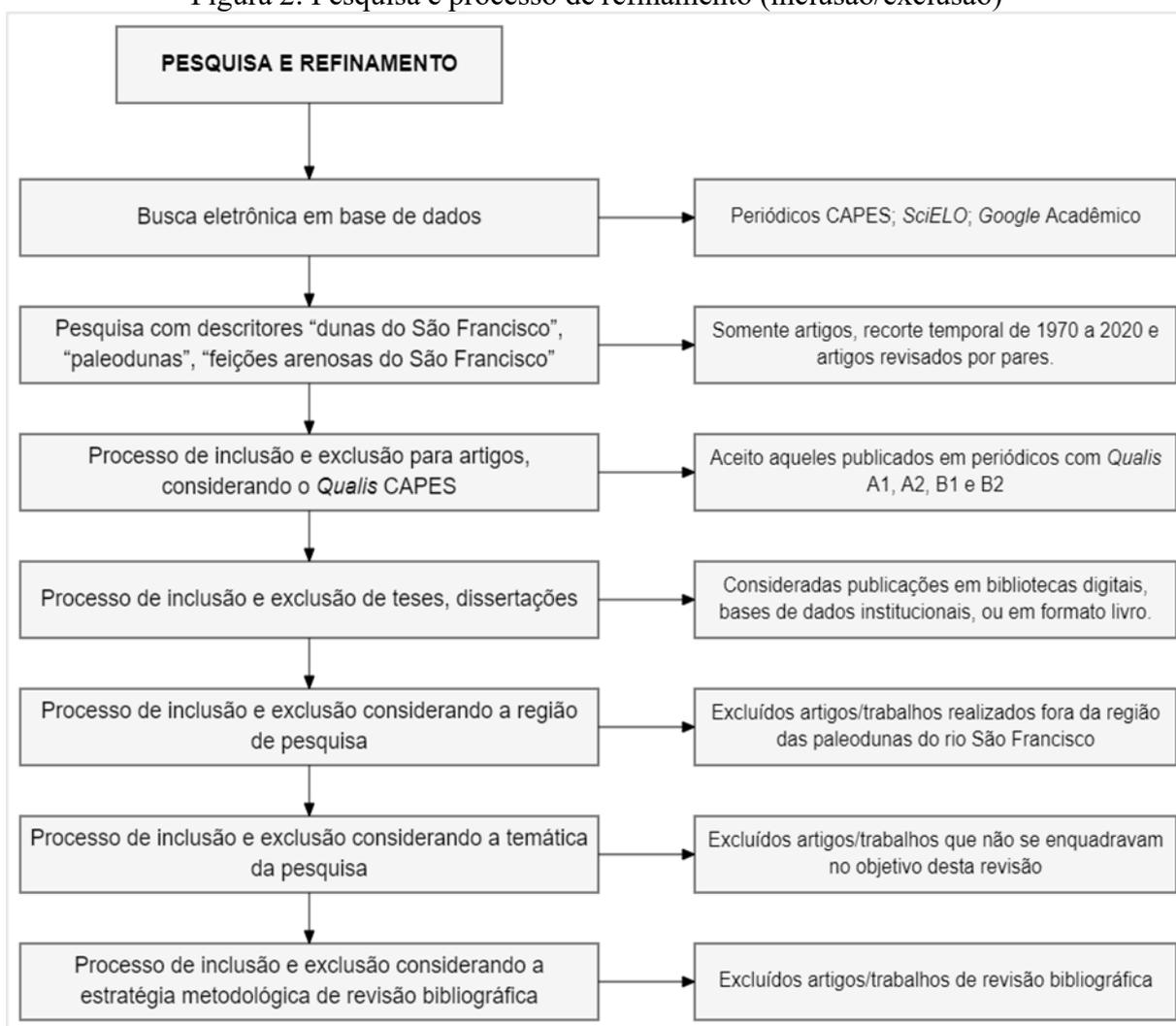
Tendo em vista que os campos em tese ainda não tinham sido catalogados, conseqüentemente, ainda não existem literaturas específicas sobre eles, o que certamente limitou o estudo do estado da arte referente às paleodunas em Sento Sé.

## 4. RESULTADOS DA PESQUISA

### 4.1 RESULTADOS DA RSL

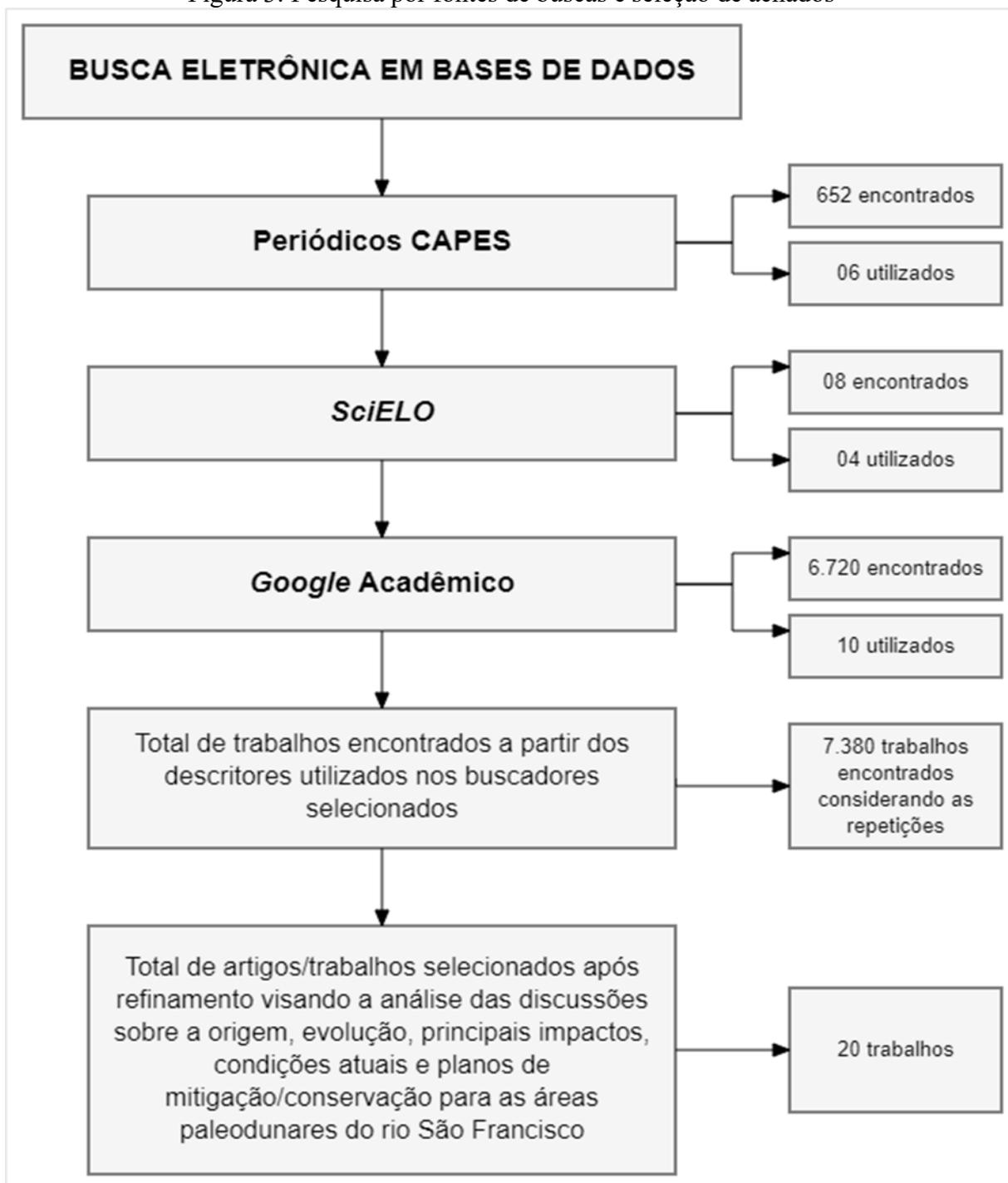
O fluxograma 1 (Figura 2) apresenta as etapas da pesquisa com seus processos de refinamentos (inclusão e exclusão). Ao fim, foram encontrados nas buscas 7.380 trabalhos que abordavam de maneira geral sobre o tema “dunas”. Contudo, após o processo de filtragem, foram selecionados apenas 20 trabalhos para compor a discussão desta revisão sistemática de literatura, pois tinham relação direta com o objeto de estudo e respondiam as QNs, conforme visualizado no fluxograma 2 (Figura 3).

Figura 2: Pesquisa e processo de refinamento (inclusão/exclusão)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 3: Pesquisa por fontes de buscas e seleção de achados



Fonte: elaborado pelo autor (2021)

É crucial informar que quando se utilizou todos os descritores na busca não foi possível encontrar nenhum resultado, tendo-se optado então pela busca por cada descritor isoladamente. Para a análise dos 20 trabalhos selecionados, realizou-se uma organização de acordo com temática central dos seus conteúdos, como mostra o Quadro 2. Em suma, os trabalhos analisados focaram suas pesquisas na gênese e na evolução, nos principais impactos sofridos, nas

condições atuais das feições (riscos de descaracterização dos campos dunares), e nos planos de mitigação e conservação para estas áreas.

Quadro 2: Organização e classificação dos artigos segundo suas temáticas centrais

Nº	Título do Trabalho	Autores	Ano Pub.	Tipo	Qualis	Temática
01	Sítios dunares do submédio São Francisco, Bahia, Brasil	ETCHEVARNE	1992	Tese	NSA*	Feições arenosas de Rodelas/BA
02	Estudo morfológico e sedimentológico da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco, Bahia.	BARRETO	1993	Dissertação	NSA*	Estudo morfológico e sedimentológico das dunas de Xique Xique/Barra
03	Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia	BARRETO	1996	Tese	NSA*	Estudogranulométrico, e mineralógico das dunas de Xique Xique e Barra
04	O campo de dunas inativas do médio rio São Francisco, Bahia	BARRETO <i>et al</i>	2002	Artigo	Sem Qualis	Gerações de dunas eólicas em Xique Xique e Barra
05	O paleodeserto de Xique-Xique	AB'SABER	2006	Artigo	B1	Origem e impactos ambientais
06	Depósitos Eólicos Inativos do Submédio São Francisco, evidências de atividade eólica durante o Pleistoceno, Nordeste do Brasil	FERREIRA; CORRÊA; BARRETO	2013	Artigo	A2	Feições arenosas do rio São Francisco em Itaparica, Floresta-PE
07	Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA: em defesa das fronteiras agredidas	PACHECO	2014	Dissertação	NSA*	Origem, evolução, impactos e medidas de conservação nas dunas em Xique Xique/Barra
08	<i>Chemostratigraphy of the lower Bambuí Group, southwestern São Francisco Craton, Brazil: insights on Gondwana paleoenvironments</i>	KUCHENBECKE <i>et al</i>	2016	Artigo	B1	Grupo Bambuí no Cráton do São Francisco e paleoambientes de Gondwana
09	Gestão e conservação de paisagens protegidas no Brasil: análise de campos dunares do rio S. Francisco	PACHECO; TORRES; SANTOS	2016	Livro	Sem Qualis	Análise de campos de dunas do rio São Francisco
10	As vulnerabilidades do geossistema paleodunar do médio Rio São Francisco (BA) uma proposta de conservação	PACHECO; OLIVEIRA	2016	Artigo	B1	Impactos ambientais nas áreas paleodunares em Xique Xique e Barra
11	Caracterização histórico-ambiental da APA dunas e veredas do baixo-médio São Francisco (BA)	PACHECO; OLIVEIRA	2016	Artigo	B1	Caracterização físico-geográfica das paleodunas em Xique Xique e Barra
12	Classificação Ecodinâmica no campo de dunas de Petrolina - PE	CABRAL <i>et al</i>	2016	Artigo	B2	Caracterização dos campos de dunas de Petrolina/PE

13	Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA	PACHECO; OLIVEIRA	2017	Livro	Sem <i>Qualis</i>	Origem, Impactos e Plano de Conservação
14	O paleoambiente na região Nordeste do Brasil: estudo cronológico e bibliográfico [...]	SILVA	2017	Dissertação	NSA*	Origem e evolução dos paleoambientes do Nordeste
15	Dinâmica geomorfológica das Ilhas do Massangano e Rodeadouro no alto submédio São Francisco	LYRA	2017	Tese	NSA*	Análise integrada de processos geo- fluviais no Submédio São Francisco
16	<i>La degradación ambiental en paleoambientes de Brasil: análisis ecodinámico de la Ecorregión Dunas de São Francisco</i>	PACHECO <i>et al</i>	2018	Artigo	A2	Degradação ambiental empaleodunas do rio São Francisco
17	<i>Desacoplamento entre os setores Alto-Médio e Baixo do rio Francisco (Brasil) [...]</i>	RANGEL <i>et al</i>	2019	Artigo	Sem <i>Qualis</i>	Feições arenosas e sedimentação no baixo e médio rio São Francisco
18	Geossistêmica Paleodunar no Curso do Rio São Francisco	PACHECO <i>et al</i>	2020	Artigo	B1	Impactos e estado dos paleoambientes dunares
19	Paleoecossistemas no curso do rio São Francisco/BA e a ecodinâmica das paisagens	PACHECO	2020	Livro	L1	Impactos e PCA em XiqueXique e Barra
20	<i>Environmental Conservation Proposal (PCA) for the Casa Nova/BA paleodunar complex [...]</i>	ARAUJO <i>et al</i>	2020	Artigo	A1	Impactos e Plano de Conservação das paleodunas do rio São Francisco

\*Não se aplica

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

#### 4.1.1 Achados sobre a origem e a evolução das paleodunas

No que diz respeito a origem e evolução das feições arenosas do rio São Francisco, no trabalho 1 (ETCHEVARNE, 1992) se trata da formação de campos de dunas no município de Rodelas e arredores, onde o autor enfatiza em seu estudo os sítios arqueológicos sobre as dunas, destacando alguns conjuntos dunares específicos, como: Porto da Missão (município de Chorrochó), Outeiro, Jacó, Surubabel, Volta do Rio e Cabeça do Boi (município de Rodelas). “A singularidade dos sítios dunares se revela, especialmente, no fato de apresentarem [...] o material arqueológico em superfície, podendo, portanto, ser classificados como sítios superficiais” (ETCHEVARNE, 1992, p. 60). Em suma, “cada sítio arqueológico está composto pela unidade geomorfológica (dunas) que o define e pela totalidade dos setores ocorrentes”

(*Ibidem*, p. 61), se tratando assim, de feições reliquiárias e relevantes para pesquisas que envolvam paleoclimas, paleohidrografia, paleoeras etc.

O trabalho 2 (BARRETO, 1993) assinala que o agente construtor das dunas fósseis existentes entre Xique Xique e Barra foi o rio São Francisco e seus afluentes, que forneceram os areais e depositaram na bacia sedimentar, sendo retrabalhadas pelo vento, gerando depósitos flúvio-eólicos. Atualmente, devido à provável alteração de relevo e/ou mudança climática, as paleodunas são erodidas pelo ciclo erosivo atual, denominado de Ciclo Paraguai.

Seguindo este mesmo raciocínio, Barreto e Suguio (1993) reforçam que o rio São Francisco e seus afluentes foram a principal fonte de areias formadoras das dunas, embasados na comparação da carga de areia transportada atualmente pelo rio com o volume estimado de areia eólica encontrada entre as áreas dos campos de Barra e Xique Xique. No estudo eles apontam que, para que o rio fornecesse a quantidade de areia que formou os campos dunares, seriam necessários no mínimo 100.000 anos.

Evidencia-se no trabalho 3 (BARRETO, 1996) que, a partir das técnicas de termoluminescência, a autora realizou a datação dos sedimentos eólicos e, da técnica com radiocarbono datou as fases de retrabalhamento eólico das dunas fixadas do médio rio São Francisco. Entre os processos erosivos a autora enfatiza que descobriu evidências de processos pedogenéticos erosivos fluviais e/ou pluviais nas dunas e nos lençóis de areia, em razão da influência da apropriação humana na área que aguçou a remobilização das dunas. Constatou também a instabilidade do relevo notabilizando mudanças de altura e densidade das dunas, indicando partes preservadas e outras não, com ocorrência de erosão pelo rio São Francisco e pela ação antrópica.

Além do mais, a autora pondera que, a partir dos métodos utilizados, chegou à conclusão de que, pelo menos desde 28.000 anos existia na área condições propícias ao desenvolvimento de dunas, caracterizadas por clima árido ou semiárido e ventos relativamente fortes, associados a abundante suprimento de areia disponível para o transporte eólico. Em síntese, a autora afirma que as dunas mais antigas datam de 28.000 anos e as mais recentes de 900 anos.

Em referência ao trabalho 5, Ab'Saber (2006) levantou algumas hipóteses na década de 1950 em relação à origem dos campos, afirmando que: 1. Se trata de um verdadeiro erg de um paleodeserto intermontano regional, de passado ainda hipotético, situado na parte centro-oriental do Brasil. De acordo com ele, as montanhas de areias depositadas e retrabalhadas por processos eólicos, foram trazidas de montante (rio acima), por um lento processo de sedimentação fluvial, em um certo período do Quaternário Superior (Pleistoceno); 2. Pode-se pensar que as altas dunas fixas de Xique Xique tenham sido geradas em uma das fases

semiáridas do Pleistoceno Superior, em momentos em que o nível geral dos mares esteve a dezenas e dezenas de metros mais baixos que os níveis atuais.

No entendimento de Ab'Saber (2006, p.306), o campo de dunas de Xique Xique consiste na “maior massa de areias existentes em qualquer parte do território brasileiro. Trata-se de um ambiente dotado de fortíssima erodibilidade, quando impactados pela erosividade de ações antrópicas incompatíveis”. O autor adverte para a necessidade de estabelecer essa área como uma área de preservação permanente, todavia, ele já atentava para a indispensabilidade se elaborar “propostas para compensar os pobres roceiros das vazantes, assim como os pastores de bodes que estão iniciando uma nova atividade de consequências gravíssimas para a derruição das dunas” (p. 306), com vistas a conservar a existência desse cenário fisiográfico e ecológico tão vulnerável e significativo.

Neste aspecto, o trabalho 6 (FERREIRA; CORRÊA; BARRETO, 2013) salienta que os depósitos e feições eólicas retratam importantes elementos dos modelados do relevo e como esses complexos de acumulações sedimentares e morfologias têm grande destaque na inferência de condições paleoambientais os campos de dunas fixadas, fixas, fósseis, reliquiares ou inativas. “Essas feições exprimem registros de mudanças climáticas intensas, ocorrências de maior aridez ou intensificação dos ventos durante o Quaternário”. Ademais, apesar de sua importância no estudo da evolução ambiental da região semiárida brasileira ao longo do Quaternário, “a presença de depósitos eólicos inativos na margem pernambucana do São Francisco não havia sido estudada anteriormente” (*Ibidem*, 2013, p. 364).

No tocante ao trabalho 7 (PACHECO, 2016) enfatiza-se que a área dos campos de dunas inativas do médio rio São Francisco retrata um extraordinário sítio, testemunho de evoluções geológicas e geomorfológicas locais, em grande parte, imputada às alternâncias paleoclimáticas do Nordeste brasileiro durante o Quaternário. Sob outra perspectiva, a biodiversidade faunística e florística local reverbera também o eclético cenário físico e edafoclimático.

Com referência ao trabalho 8 (KUCHENBECKER *et al.*, 2016) expõe-se sobre o Grupo Bambuí, considerado pelos autores como a mais importante unidade de cobertura do Cráton do São Francisco. Segundo eles, se for considerado o contexto regional, “a Bacia Bambuí representaria, no limite Neoproterozoico/Paleozoico, uma bacia marinha restrita, total ou parcialmente encoberta por cadeias de montanhas, no interior de Gondwana”. Nos estágios iniciais, “a sedimentação ocorrera sob influência de um episódio glacial, cuja fase de degelo foi responsável por significativa entrada de água doce no mar”. Por fim, “um instantâneo aumento na atividade biológica pode ter sido acelerado por alterações paleogeográficas provocadas pela tectônica ativa” (*Ibidem*, 2016, p. 146).

Com relação ao trabalho 9 (PACHECO; TORRES; SANTOS, 2016), trata-se dos campos de dunas estudados nos municípios de Xique Xique, Barra e Pilão Arcado, destacando que estes fazem parte da EDVS – Ecorregião Dunas do São Francisco e da Área de Proteção Ambiental (APA) das Dunas e Veredas do Baixo-Médio São Francisco. De acordo com os autores “sua origem está atrelada ao trabalho flúvio-eólico, onde o clima era mais árido e o regime e curso do rio São Francisco distintos das características atual” (*Ibidem*, 2016, p. 427). No que se refere ao trabalho 12 (CABRAL, *et al.*, 2016), aborda-se que os campos paleodunares de Petrolina/PE consistem em um depósito eólico de areia, predominantemente fina que equivalem uma “paisagem de dunas *Nebkas* e parabólicas, *Blowouts* e lençol de areia, cuja gênese está ligada à remobilização de areia de dentro do rio São Francisco, em períodos mais secos no Semiárido do Nordeste, em momentos de oscilações climáticas durante o Quaternário”, onde o nível de água do canal reduziu a ponto de os bancos de areias depositados no próprio canal, ficarem expostos a ação eólica (*Ibidem*, 2016, p.12).

Ainda sobre paleoambientes de Petrolina, de acordo com o trabalho 15 de Lyra (2017) que desenvolveu pesquisa sobre algumas ilhas do rio São Francisco, localizadas no respectivo município, destaca-se que estas são feições reliquias da paisagem e de todo sistema hidrográfico-ambiental em que estão inseridas, bem como, “seus depósitos sedimentares funcionam como geoarquivos de dados ambientais subsidiando uma compreensão da evolução geomorfológica e dinâmica fluvial existente” (*Ibidem*, 2017, p.18).

Ainda sobre a origem e evolução das feições arenosas, o trabalho 17 (RANGEL, *et al.*, 2019) traz à baila que além dos sedimentos fluviais que circundam o canal do rio, decorrem ainda na área de estudo uma vasta acumulação de sedimentos eólicos cuja fonte foram os aluviões do próprio rio com áreas ocupadas pelos diferentes depósitos quaternários nos setores médio e baixo do rio São Francisco.

#### **4.1.2 Achados sobre os principais impactos e condições atuais**

No que diz respeito aos impactos e as condições atuais das feições, o trabalho 4 de Barreto *et al.*, (2002, p.230), salienta que é gigantesca “a suscetibilidade à erosão dos sedimentos essencialmente arenosos, de modo que a ocupação humana da área conduziria à completa desfiguração geomorfológica das dunas, causando reflexos irreversíveis na hidrologia e na biodiversidade faunística e florística”. Complementa que o adensamento da ocupação humana local promove intensificação dos processos geológicos, otimizado pelo aproveitamento dos solos e desenvolvimento de culturas de subsistência.

Com base nos achados de sua pesquisa na década de 50, Ab’Saber (2006) no trabalho 5

chegou à conclusão de que, as atividades antropogênicas desta época já afetavam o ecossistema nesses campos. Dentre os tipos de degradações ele destacou cinco:

Cicatrizes vivas de derruição das dunas ao norte do conjunto; trilhas anastomosadas de trânsito de bodes por extensos trechos da parte oriental das velhas dunas regionais; derruição da periferia extrema do campo de dunas no piemonte oriental da crista norte-sul da Serra do Estreito; areias expostas na beirada das dunas diante do leito maior do Rio São Francisco; e ampliação da devastação em alguns outros vales outrora dotados de estreitas vazantes por atividades agrárias rústicas (AB'SABER, 2006, p. 303-304).

Sendo assim, pode-se afirmar que os impactos ambientais na área não têm iniciado recentemente. Nessa perspectiva, no trabalho 13 (PACHECO; OLIVEIRA, 2017) discorrem que atualmente paleodunas do médio rio São Francisco situadas em Xique Xique e Barra, fazem parte da Área de Preservação Ambiental (APA) Dunas e Veredas do Médio Rio São Francisco e possuem seu sistema natural de resiliência, no entanto, este necessita estar em consonância com a sua dinâmica externa, pois não adianta o próprio sistema natural se autorrefazer, se ao mesmo tempo as ações antropogênicas o afetam direta e indiretamente, diminuindo assim, o seu poder natural de reconstituição.

No que tange ao trabalho 9 (PACHECO; TORRES; SANTOS, 2016), este corrobora enfatizando que os impactos socioambientais encontrados nas áreas dunares de Xique Xique, Barra e Casa Nova são impactos comuns aos demais campos paleodunares, independente do município em que se situam, “destacando a degradação no processo de urbanização e pressão antrópica por meio de uma série de fatores” (*Ibidem*, 2016, p. 427). Já o trabalho 19 ressalta que a modificação provocada pela ação humana em um componente desse geossistema, implicará em transformação do sistema como um todo em direção a novos estados de equilíbrio, cujo resultado pode ser inoportuno e de difícil controle. A preservação integral das dunas vegetadas, especialmente as dunas frontais, tem-se mostrado crucial na proteção do equilíbrio destes paleoambientes (PACHECO, 2020).

Similarmente no trabalho 10, Pacheco e Oliveira (2016) abordam que o espaço geográfico sendo palco do ecossistema dunar suporta excessivas alterações em decorrência das derivações antropogênicas, isto é, diferentes graus de derivação dos sistemas naturais, sob o impacto humano, proporcionando transformações muitas vezes irreversíveis. Comumente, as áreas costeiras, sejam marítimas ou fluviais, sofrem processos de degradação e possuem fragilidades significativas, onde as pressões exercidas sobre os seus habitats, requerem com certa urgência a aplicação de estratégias integradas de manejo para enfrentar problemas cada vez mais complexos.

Ratificando o que foi descrito até agora, o trabalho 12 (CABRAL, *et al.*, 2016) apontam que nas áreas paleodunares de Petrolina, verificou-se expressivo processo de ocupação humana através do ingresso e amplitude de diversas atividades econômicas na área, com destaque para o agronegócio que produz frutas e hortaliças. Além desta, a extração de areia, a atividade turística no balneário do rio São Francisco e avanço da urbanização também promovem diversos impactos nestes ambientes. Estas formas de uso e ocupação têm se tornado “uma ameaça eminente para tal patrimônio natural, que poderá chegar a desaparecer em poucas décadas, caso o processo de uso e ocupação do solo na área se mantenha no ritmo que segue” (*Ibidem*, 2016, p. 12-13).

No que concerne ao trabalho 14 (SILVA, 2017), destaca que os estudos paleoambientais realizados no Brasil e especificamente na região Nordeste, são de grande relevância para a construção de outros modelos biogeográficos e paleoclimáticos. Segundo ele, os modelos paleoambientais mais utilizados pela arqueologia brasileira têm como parâmetro os propostos pelo renomado geógrafo Aziz Ab’Saber, considerado como uma referência em estudos ambientais, paleoclimáticos e ecológicos.

Ademais, Pacheco *et al.*, (2018) no trabalho 16, chama atenção para a necessidade de estas áreas, tão sensíveis à degradação, receberem atenção e supervisão efetivamente adequada do poder público e/ou da gestão da APA, uma vez que se trata de áreas turísticas visivelmente exploradas em qualquer parte do planeta, de uma beleza natural ímpar e de uma relevância fabulosa para pesquisa, visto que os registros são indicadores de paleoeras e guardam registros arqueológicos cruciais para a compreensão, no presente, da origem destes paleoambientes.

No que se refere ao estudo 18, Pacheco *et al.*, (2020) indicam inúmeros impactos ambientais nas áreas dunares que bordeiam o São Francisco em Xique Xique, Barra, Casa Nova e Rodelas, a saber: extração ilegal de areias e de espécies nativas; despejos de resíduos sólidos e efluentes in natura; abertura de trilhas sob as dunas e práticas de esportes; turismo insustentável; construções sem licenciamentos sob os campos; retirada da mata ciliar das bordas do rio e dos campos de dunas; agricultura irrigada às margens do rio e contaminação das águas pelo uso de agrotóxicos; prática de pastoreio, caça predatória e queimadas; ocupação irregular em área de APP, entre outros.

Destarte, estes autores reiteram que atualmente, todas as áreas de campos paleodunares que margeiam do rio São Francisco, podem ser considerados ambientes dotados de fortíssima erodibilidade, impactados pelas ações antrópicas incompatíveis, sendo por isso importante ter um plano de conservação para as paleodunas, visto que, como tem origem em épocas passadas, jamais poderão ser reconstituídos com a mesma intensidade no presente (PACHECO, *et al.*,

2020).

Por último, o trabalho 20 (ARAÚJO *et al.*, 2020) evidencia que nas áreas paleodunares do rio São Francisco, os impactos observados e analisados indicam que os campos apresentam três níveis de estabilidade (estáveis, intergrade e instável) embasado na ótica de Tricart (1977). Nas áreas estáveis, existem, segundo os autores, densa cobertura vegetal; nas áreas tidas como intergrades se observa uma fase de transição entre estabilidade e instabilidade; e nas áreas instáveis, se apresenta os estágios de degradação, sem cobertura vegetal consistente e vulnerável a impactos antrópicos. Para cada ambiente caracterizado, foi elaborado um plano estratégico de convivência a sustentabilidade tida como uma proposta para a conservação, que será descrita no item 4.1.3.

#### **4.1.3 Achados sobre propostas de conservação para esta área**

Em relação a existência de propostas de conservação nos trabalhos analisados, pode se afirmar que foram poucos que sinalizam tal preocupação ou que apontem sugestões ou propostas de intervenção nestas áreas com vistas a reduzir os impactos existentes. O trabalho 9 (PACHECO; TORRES; SANTOS, 2016), revela que apesar da beleza natural, a interdependência de vários ecossistemas é de relevante importância ambiental, em face de sua elevada produtividade biológica e excepcional valor das características de climas pretéritos. Destacam também que é primordial que a população residente nas áreas paleodunares do rio São Francisco e em seus arredores sejam sensibilizadas sobre a importância da conservação destes ambientes e, isso requer um gerenciamento que leve em consideração os múltiplos componentes das feições arenosas, além das técnicas de recuperação de áreas degradadas.

O trabalho 11 (PACHECO; OLIVEIRA, 2016) salientam que os campos paleodunares que margeiam o rio São Francisco, são considerados relevantes ecossistemas por abrigarem uma diversidade biológica ímpar, composta por uma flora rica em espécies e uma fauna constituída por insetos, répteis, anfíbios, pequenos mamíferos e por algumas espécies de aves que utilizam as dunas para construir seus ninhos. Devido à sua importância alguns campos de paleodunas são constituídos como APAs, logo, devem ser protegidas por lei, o que obriga ao órgão gestor a adotar planos de uso e ocupação dos solos e de manejo e conservação ambiental. Contudo, outros não pertencem a nenhuma APA, e alguns campos sequer foram catalogados.

As autoras acrescentam ainda que dentre os vários fatores condicionantes à formação de ambientes e paleoambientes dunares destacam-se elementos contribuintes do processo de vulnerabilidade dunar que se associam tanto a fatores de caráter antrópico quanto aos relacionados com a dinâmica dos elementos costeiros atuantes no local. Afirmam ainda que, em se tratando dessa dinâmica é válido enfatizar a presença da vegetação e seu estado de danificação, a presença ou ausência de areias eólicas e/ou fluviais na composição dunar, a velocidade e direção dos ventos influenciando processos de acreção e erosão dunar, a variação sazonal das chuvas, além de derivações antropogênicas com o avanço de práticas agrícolas, trânsito de veículos, edificações sobre a linha de costa fluvial e na zona de acumulação de areais, dentre outros (*Ibidem*, 2016).

No estudo 04 (BARRETO, *et al.*, 2002), os autores abordam que não há qualquer dúvida que o adensamento da ocupação humana local exacerbaria os processos geológicos em campos de paleodunas, e por esta razão a indispensabilidade de elaboração de medidas de conservação para a área.

No tocante ao estudo 05 Ab'Saber (2006, p. 304) afirma que o campo de dunas de Xique Xique constitui “a maior massa de areias existentes em qualquer parte do território brasileiro. Trata-se de um ambiente dotado de fortíssima erodibilidade, quando impactados pela erosividade de ações antrópicas incompatíveis”. Ele alerta para a necessidade constituir essa área numa área de preservação permanente, entretanto, ele adverte da relevância de se ter um conjunto de “propostas para compensar os pobres roceiros das vazantes, assim como os pastores de bodes que estão iniciando uma nova atividade de consequências gravíssimas para a derruição das dunas” (p. 304), visando conservar a existência desse cenário fisiográfico e ecológico tão vulnerável e valoroso.

Já no trabalho 18 Pacheco *et al.*, (2020) discorrem sobre a relevância dos instrumentos de gestão ambiental disponíveis para áreas protegidas, onde observam a necessidade de traçar um plano de manejo para estas, visando a organização territorial e gerenciamento do uso e ocupação dos solos. Dentre estes instrumentos, tem-se o Plano de Manejo, indispensável para a conservação desses ambientes. Neste sentido, os autores propõe (no estudo 18), um Plano de Conservação Paleodunar (PCP), também denominado de Plano de Conservação Ambiental (PCA) em outros estudos de Pacheco, no qual indica mecanismos de prevenção, controle e conservação dos ambientes naturais. Estes autores categorizaram a área de acordo com a teoria de Tricart (1977), em estável, intergrade e instável, e para cada área categorizada apresentaram um plano de conservação.

Na proposta do PCA para áreas paleodunares do rio São Francisco de Pacheco *et al.*, (2020), que pode ser encontrado no estudo 9 e 20, os autores dividiram em três microplanos, sendo: 1. O Plano de Manejo Ambiental (PMA) com vistas a ser aplicado nas áreas que ainda se apresentam como estáveis, com vegetação sobre as dunas fixando-as e evitando degradação. 2. O Plano de Controle Ambiental (PCA), para as áreas que já se encontram em processo de degradação (intergrades), visando manter o controle e a contenção dos desgastes nas áreas que se encontram em transição. 3. O Plano de Reflorestamento Ambiental (PRA) aponta estratégias de revitalização e reflorestamento (com vegetação nativa do ecossistema) das áreas tidas como fortemente instáveis (ARAÚJO, *et al.*, 2020).

Nesta lógica, a Quadro 3 apresenta a síntese dos achados com vistas às respostas que se buscou para as questões norteadoras, a partir da RSL.

Quadro 3: Respostas as QNs a partir da Revisão Sistemática de Literatura

QN1 - ESTUDOS 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15 e 17 (Origem)	QN2 - ESTUDOS 4, 5, 9, 19, 10, 12, 13, 14,16, 18, 19 e 20 (Impactos)	QN3 - ESTUDOS 4, 5, 9, 11 e 18 e 20 (Planos de Conservação)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ As paleodunas são berço de sítios arqueológicos (Etechevarne, 1992);</li> <li>✓ O Rio São Francisco e seus afluentes, que foram os fornecedores dos areais; as areias foram retrabalhadas pelo vento, gerando depósitos eólicos (Barreto, 1993; 1996);</li> <li>✓ Um <i>erg</i> de um paleodeserto intemontano regional; originou em fases semiáridas do Pleistoceno Superior (nível geral dos mares era muito baixo) (Ab'Saber, 2006);</li> <li>✓ Originaram as interferências das condições paleoambientais; exprimem registros de mudanças climáticas intensas; ocorrências de grande aridez e intensificação dos ventos (Ferreira; Correa; Barreto, 2003);</li> <li>✓ Os campos representam um sítio muito importante como testemunho de evoluções geológicas e geomorfológicas locais; oriundas das alternâncias paleoclimáticas do Nordeste brasileiro durante o Quaternário (Pacheco, 2014);</li> <li>✓ Sedimentação oriunda da influência de um episódio glacial (Kunchenbecker, et al., 2016);</li> <li>✓ Trabalho flúvio-eólico com clima mais árido e regime e direção do rio são Francisco diferentes do estágio atual (Pacheco; Torres; Santos, 2016);</li> <li>✓ Períodos mais secos em momentos de oscilações climáticas quaternárias (Cabral et al., 2016);</li> <li>✓ Aluviões quaternários depositados pelo rio São Francisco (Rangel et al., 2019).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Suscetibilidade à erosão dos sedimentos; ocupação humana da área conduz à desfiguração geomorfológica das dunas (Barreto et al., 2002);</li> <li>✓ Derruição das dunas parte norte; trilhas anastomosadas de trânsito de bodes; derruição da periferia extrema do campo de dunas no piemonte oriental Serra do Estreito; areias expostas na beirada das dunas; ampliação da devastação em nas vazantes por atividades agrárias (Ab'Saber, 2006)</li> <li>✓ Extração ilegal de areias e de espécies nativas; despejos de resíduos sólidos e efluentes in natura; abertura de trilhas sob as dunas e práticas de esportes; turismo insustentável; construções sem licenciamentos sob as dunas; retirada da mata ciliar das bordas do rio e dos campos de dunas; agricultura irrigada às margens do rio e contaminação das águas; ocupação irregular em área de APP, entre outros (Pacheco; Oliveira 2016; 2017); Pacheco (2020); Pacheco et al., (2018; 2020); Pacheco; Torres; Santos (2016).</li> <li>✓ Ocupação humana; agronegócio; turismo insustentável e urbanização (Cabral et al., 2016);</li> <li>✓ Impactos múltiplos que necessitam de modelos biogeográficos e paleoclimáticos para análise (Silva, 2017);</li> <li>✓ A análise da área a partir da ótica <i>tricaritana</i> demonstra meios comelevada instabilidade por conta de práticas antropogênicas (Araújo et al., 2020).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Adensamento da ocupação humana exacerba os processos geológicos; indispensável medidas de conservação (Barreto et al., 2002);</li> <li>✓ Necessidade de constituir uma área de preservação permanente; indispensável se ter um conjunto de propostas para compensar os moradores locais (Ab'Saber, 2006);</li> <li>✓ Os campos de paleodunas são constituídas como APAs, e devem ser protegidas por lei; o órgão gestor deve adotar planos de uso e ocupação dos solos e de manejo e conservação ambiental (Pacheco; Oliveira, 2016);</li> <li>✓ Proposta de plano de conservação os autores dividiram em três, sendo: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O Plano de Manejo Ambiental (PMA);</li> <li>2. O Plano de Controle Ambiental (PCA), para as áreas que já se encontram em processo de degradação (intergrades);</li> <li>3. O Plano de Reflorestamento Ambiental (PRA). Pacheco et al., (2020); Araújo et al., (2020).</li> </ol> </li> </ul>

Fonte: Elaboração própria (2021)

Desse modo, nesta revisão, buscou-se responder as questões norteadoras elencadas a

partir do objetivo delineado e metodologia escolhida. Neste sentido, a QN1, que indagava acerca do que os estudos apontam sobre a origem das dunas fósseis das áreas em estudo, foi respondida a partir dos estudos 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 15 e 17 de autoria dos seguintes estudiosos: Etechevarne (1992); Barreto (1993; 1996) Ab'Saber (2006); Ferreira, Correa e Barreto (2003); Pacheco (2014); Kuchenbecker *et al.*, (2016); Pacheco, Torres e Santos (2016); Cabral *et al.*, (2016); Lyra (2017); Rangel *et al.*, (2019).

No que tange à QN2 que almejava saber qual o estado atual das feições arenosas no que tange as ações antropogênicas, foi respondida por meio dos estudos 4, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19 e 20 de autoria de: Barreto *et al.*, (2002); Ab'Saber (2006); Pacheco e Oliveira (2016; 2017); Pacheco (2020); Pacheco *et al.*, (2018; 2020); Pacheco, Torres e Santos (2016); Cabral *et al.*, (2016); Silva (2017); Araújo *et al.*, (2020).

E por último a QN3, onde se buscava saber se existe algum plano de mitigação dos impactos socioambientais ou propostas de conservação para estas áreas, foi respondida pelos estudos 4, 5, 9, 11, 18 e 20 a partir dos autores: Barreto *et al.*, (2002); Ab'Saber (2006); Pacheco, Torres e Santos (2016); Pacheco e Oliveira (2016); Pacheco *et al.*, (2020); Araújo *et al.*, (2020).

Neste sentido, a revisão sistemática de literatura oportunizou compreender teoricamente sobre a origem e evolução das feições arenosas do rio São Francisco, bem como, os principais impactos existentes nessas áreas e suas condições atuais, considerando seu processo de vulnerabilidade natural e fragilidade ambiental.

Em vista disso, os achados da pesquisa bibliográfica indicam que sua origem está ligada ao rio São Francisco, que em outro momento da história natural, e em condições diferentes da atual, elaborou tais feições arenosas, sendo auxiliado pelo trabalho do vento no processo de transporte e modelamento dos campos paleodunares. Desse modo, os estudos apontaram também que o rio São Francisco precisou de no mínimo, 100.000 mil anos para executar o depósito de sedimentos arenosos, tendo em vista o volume dos campos na atualidade.

Ademais, também foram apontados pelos estudos a fragilidade desses ambientes e a quantidade e impactos naturais e antrópicos a que estão vulneráveis, considerando que o processo de povoamento das áreas contribui bastante para aumentar os processos de degradação desses ambientes.

Considerando a relevância desses ambientes não apenas como fonte de pesquisa em diversas áreas, mas também como potencial turístico local, é imprescindível se ter um plano de manejo e conservação para estas áreas. Nesse sentido, os estudos também apontaram essa necessidade, já existindo propostas de conservação para estas e outras áreas paleodunares que bordeiam o rio São Francisco. Assim, os achados em campo serão confrontados com os achados

na literatura para se chegar à conclusão acerca das questões norteadoras elencadas.

Com base na literatura consultada, pode-se afirmar que, a gênese e evolução desses campos paleodunares está ligada as mudanças paleoclimáticas e paleoambientais do quaternário tardio, tendo os campos sido construídos pelo rio São Francisco e coadjuvado pelos ventos de sudeste-leste. Os impactos naturais e antropogênicos sofridos tem provocado sua descaracterização e até extinção de alguns campos, que são verdadeiros testemunhos de paleoclimas do Semiárido brasileiro (PACHECO, 2017; PACHECO, 2020).

Como os campos paleodunares de Sento Sé ainda não foram catalogados, não existe nenhuma pesquisa sobre eles, e não há, que se saiba, nenhum plano de manejo e conservação para a área. Neste sentido, esta pesquisa será pioneira e proporá um plano de manejo e conservação, considerando que se objetiva que, além dos produtos finais obrigatórios (dissertação + artigo publicado em periódico com *Qualis* mínimo B2), anseia-se elaborar outro produto (*E-Book* contendo o referido plano de manejo e conservação proposto para a área paleodunar).

## 4.2 RESULTADOS DA PESQUISA EM CAMPO

### 4.2.1 Fitofisionomia da paisagem paleodunar

Durante o último período glacial do Quaternário chamado de *Würm-Winscosin*, ocorreram oscilações climáticas significativas de acordo com Ab'Saber (1979), e o embasamento utilizado para tal afirmação descende das observações ecológicas, tais como: **a.** aridez rochosa, onde foi possível encontrar campos com a presença de cactáceas, refúgios de flores, entre outros; **b.** evidências geomorfológicas, como relevos residuais, pequenos enclaves e pedimentos de terraços fluviais; **c.** deposições sedimentológicas, tais como as crostas ferruginosas, as linhas de pedras e os paleossolos; **d.** pequenos enclaves de vegetação xerófila em locais que prevaleceu as características residuais frente a alteração para um clima mais úmido. Mas há também enclaves de vegetação densa e florestada, em locais onde as condições climáticas atuais são áridas.

As alterações climáticas ocorridas promoveram modificações nas espécies vegetais que passaram por um processo de decréscimo significativo em razão da competitividade com as espécies de vegetação aberta, por conta das condições subúmidas e semiáridas, com o predomínio de ambientes ecológicos de cerrado e caatinga (BIGARELLA, 2007).

Ab'Saber (1957) reitera que existem registros das flutuações climáticas intertropicais por todo o território brasileiro, porém, é no Nordeste do Brasil que são encontrados extraordinários casos de oscilações climáticas intertropicais, como por exemplo, os registros

morfológicos bastante conservados nos compartimentos interiores do sertão, além dos pediplanos intermontanos, campos de *inselbergs* e algumas bajadas fossilíferas pleistocênicas. Corroborando com Ab'Saber e Bigarella, o estudo palinológico de uma turfeira do rio Icatu, desenvolvido por De Oliveira *et al.*, (1997) foi decisivo para acusar idade basal de 10.900 anos A.P., representando assim o primeiro trabalho do gênero realizado em zona semiárida de caatinga brasileira, permitindo o reconhecendo de fases distintas de vegetação e clima, ocorridos nos últimos 11.000 anos (PACHECO, 2014).

O referido estudo revelou que, no final do Pleistoceno e começo do Holoceno, as condições de clima seriam mais frias e seco que o atual, com momentos intercalares de clima frio e superúmido por conta do degelo no Hemisfério Norte, permitindo assim, a expansão de floresta pluvial de galeria (mata ciliar) nas planícies fluviais. Embora menos conspícua na paisagem entre 11.000 e 8.900 anos A.P., a vegetação de caatinga sempre esteve presente, cuja participação aumentou após 4.240 anos A.P. (DE OLIVEIRA *et al.*, 1997).

Esse mesmo autor afirma que, por meio de análises palinológicas, pôde-se compreender que no Pleistoceno Tardio, ocorreu grande expansão de florestas pluviais de afinidades Atlântica e Amazônica, que invadiram o Vale do rio Icatu no Sertão da Bahia, sendo que este fato poderá explicar a afinidade botânica dos atuais enclaves de floresta pluvial no domínio climático da caatinga nordestina (DE OLIVEIRA *et al.*, 1999).

Deste modo, durante as visitas efetuadas em campo, se fez o levantamento qualitativo das espécies nativas do bioma caatinga ainda encontrados no paleoambiente, consistindo basicamente na descrição sumária da vegetação da área amostral, situada na área recorte da pesquisa. Tal levantamento foi realizado por meio do método de caminhamento (FILGUEIRAS *et al.*, 1994).

Para cada tipo de vegetação foi construída esquemas sinóticos discorrendo as seguintes características: foto; espécie; família; nome vulgar; quantidade encontrada; altura média das espécies; ambiente vegetacional onde elas estão inseridas (caatinga hiperxerófila, caatinga hipoxerófila, vegetação de transição e vegetação de veredas); agrupamento (frequente (F), comum (C), ocasional (O) e localmente rara (LR)); e, por fim o estado de conservação (estável, *intergrade* ou instável) (PACHECO, 2014).

As famílias botânicas foram classificadas de acordo com o sistema de classificação mais atual (APG IV, 2010; LORENZI; SOUZA, 2005). As espécies estão apresentadas por ordem alfabética de famílias seguido dos nomes vulgares, quando existente, do hábito (erva, arbustos, subarbustos, epífitas, trepadeiras, árvores e herbáceas aquáticas) (PACHECO, 2021).

Quanto à origem (se nativa ou exótica), distribuição, endemismo e raridade das plantas nos ecossistemas e estados da Federação brasileira, foram consultados fundamentalmente os sites do Jardim botânico do Rio de Janeiro que congrega a lista de plantas brasileiras, Forzza *et al.*, 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>), e do Missouri Botanical Garden (<http://www.mobot.org>) dos Estados Unidos (*Ibidem*).

Por fim, para a delimitação das fitofisionomias considerou-se a altitude, o relevo, a fisionomia e os conjuntos de espécies exclusivas ou dominantes no ambiente paleodunar pesquisado, realizando-se uma caracterização, principalmente em pontos extremos do relevo e solo como, nos fundos de vale, os topos de morros e os inícios de encostas.

A seguir apresenta-se a identificação das espécies, suas famílias, nomes vulgar e outras características, encontradas na área pesquisada, nas figuras 4 a 38.

Figura 4: Identificação de espécie herbacea

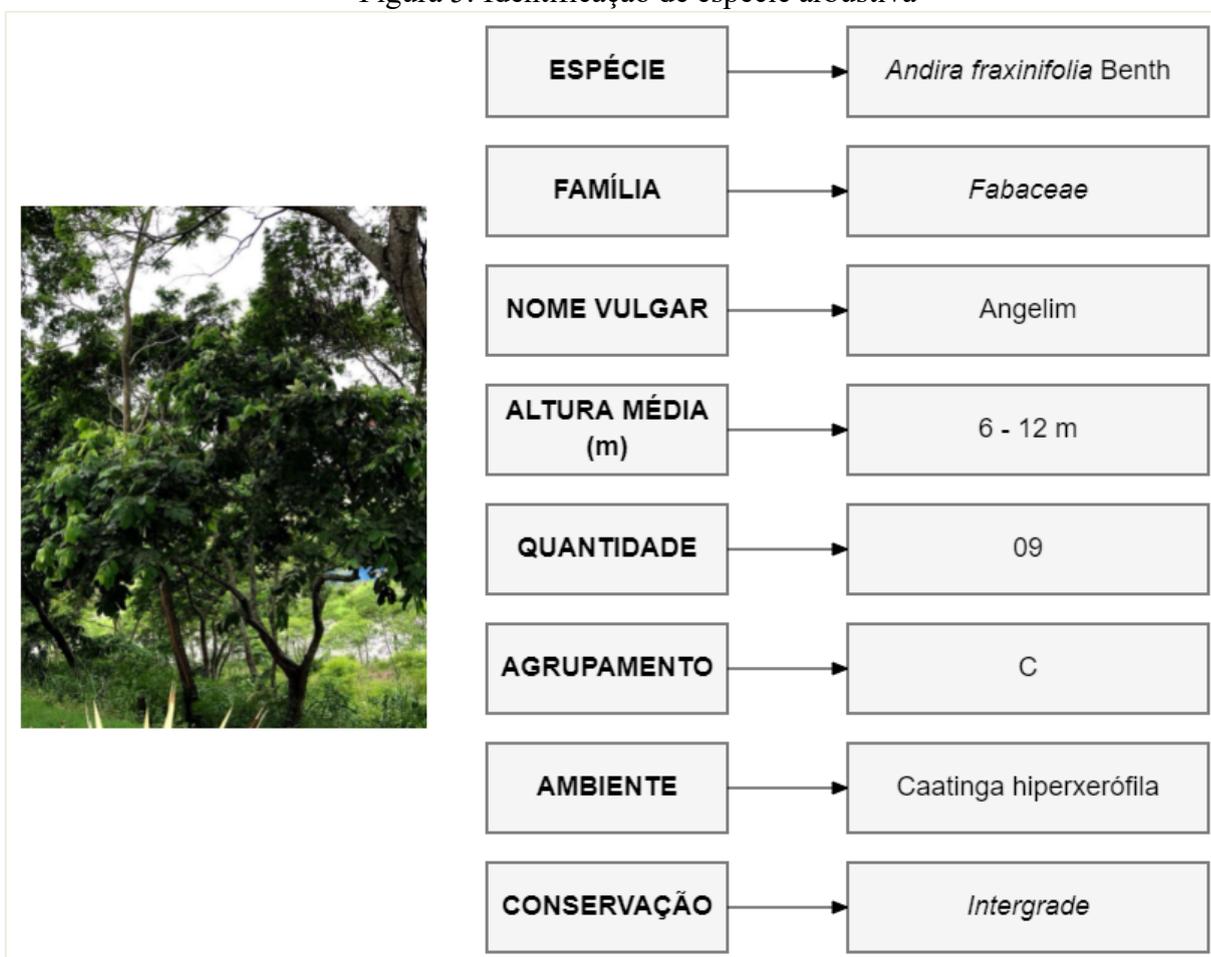
	<b>ESPÉCIE</b>	→	<i>Ximenia americana</i> L.
	<b>FAMÍLIA</b>	→	<i>Oleaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	→	Ameixa-da-caatinga
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	→	Até 5 m
	<b>QUANTIDADE</b>	→	04
	<b>AGRUPAMENTO</b>	→	O
	<b>AMBIENTE</b>	→	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	→	Estável

Fonte: Santos (2021)

Uma das principais espécies de extrato arbustivo-arbóreo da Caatinga é a ameixa da caatinga ou ameixa-do-mato possui extrato. No período de estiagem a maioria das espécies da Caatinga perdem suas folhas, contudo, a ameixa apresentar-se com as folhas totalmente verdes, sinalizando assim sua resistência à escassez hídrica, tendo curto período de frutificação concentrado nos meses de dezembro a janeiro. A ameixa silvestre tem fruto (baga) com forma arredondada, é suculento e possui uma única semente tipo amêndoa, sendo comestível e comumente usada para combater infecções, ferimentos e falta de ar, contudo, não é considerada uma fruta comercial, e é escassa a literatura neste assunto (SILVA, *et. al.*, 2008).

O fruto possui na casca uma película fina, retirada com facilidade quando o fruto se apresenta em estágio maturado, tendo cor amarela, e quando verde, a coloração da casca é verde, e apresentando um aroma característico desta fase. A polpa também sofre mudança na coloração à medida que o fruto amadurece, passando da cor verde para a amarela (SILVA, *et. al.*, 2008).

Figura 5: Identificação de espécie arbustiva

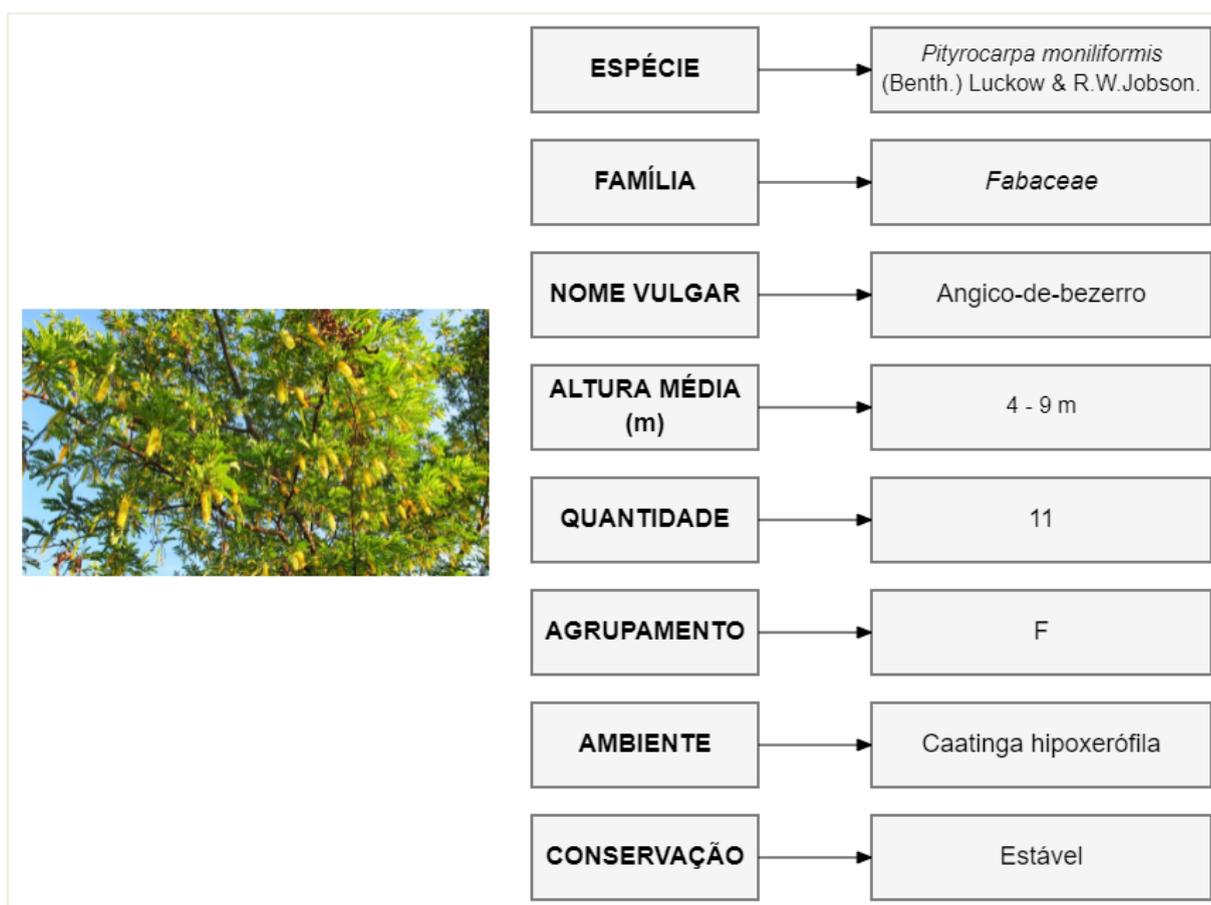


Fonte: <https://uenf.br/projetos/arvoresdauenf/especie-2/angelim/>

No Brasil, o angelim é uma espécie nativa e endêmica, geralmente ocorrendo em capoeiras e formações secundárias, sendo raro encontrar na parte interna de florestas, onde

adapta-se a solos com maior umidade. As folhas têm formato composto, são alternas com folíolos opostos, tendo suas flores a coloração rósea, sendo que os frutos são buscados por espécies de morcegos. O angelim possui caule bastante duro, resistente e com grande durabilidade, muito aproveitada na construção civil, para fabricação de portas, janelas, postes e mourões para cercamentos. Essa espécie tem floração entre novembro e dezembro e frutificação de fevereiro a abril. Seus frutos são comestíveis, com amêndoas ricas em óleo e muito procurados pela fauna, sendo também consumido pelo gado. Essa espécie é bastante recomendada para o paisagismo e arborização urbana, por conta da beleza em sua folhagem no período de floração (GRUPO AGROFLORESTAL, 2021).

Figura 6: Identificação de espécie arbórea

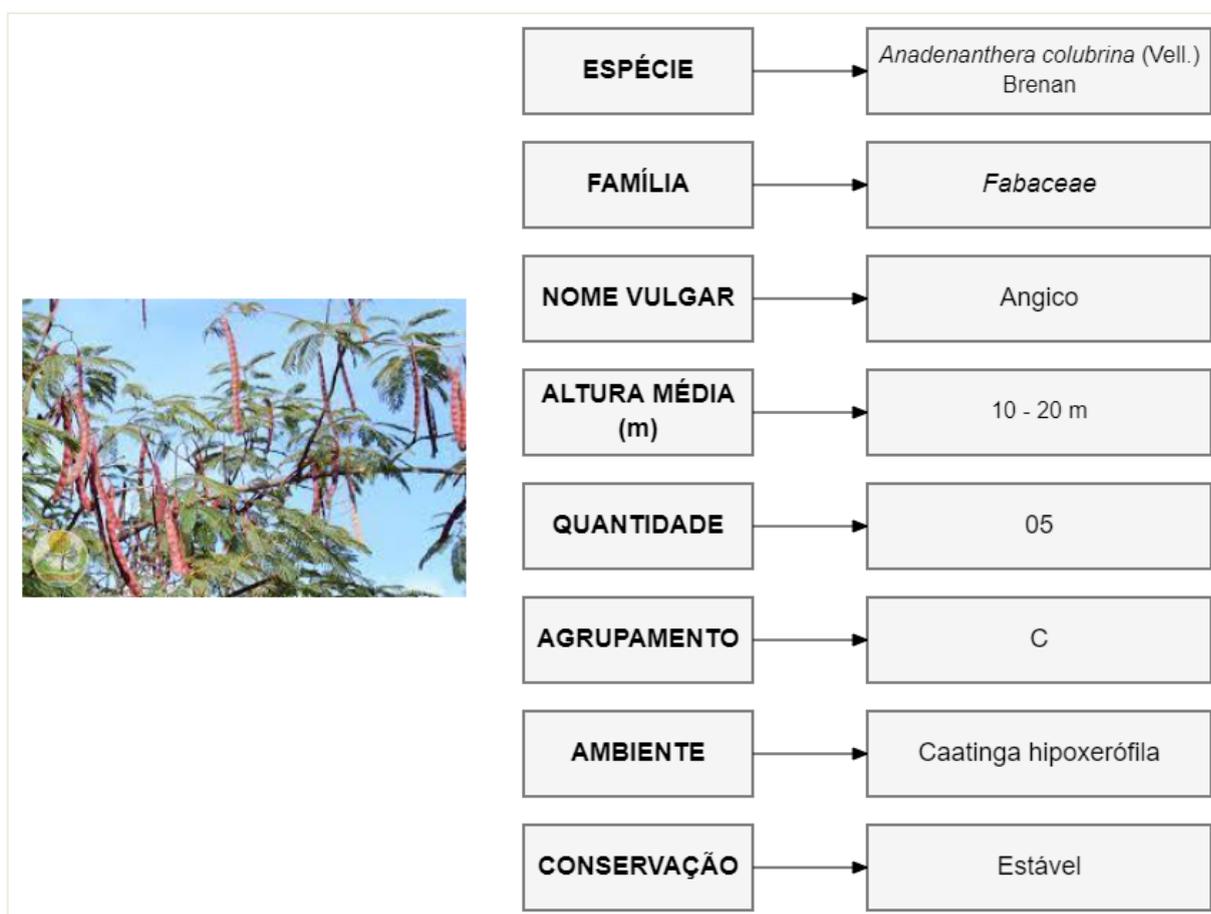


Fonte: Santos (2021)

O angico-de-bezerro é uma espécie nativa da Caatinga e endêmica do Brasil sendo sua distribuição geográfica limitada à “região Sudeste (Minas Gerais) e Nordeste, ocorrendo nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte” (NASCIMENTO; DANTAS, 2018, p. 2-3), abrangendo os domínios fitogeográficos Caatinga e Mata Atlântica, sendo detectada sobretudo em solos arenosos distróficos e em altitudes de 360 a 900 m. Suas folhas são bipinadas, possuindo nectário em formato circular, tendo flores com

cinco pétalas perfumadas, que produzem abundantemente néctar e pólen, responsáveis por atrair vespas, moscas e principalmente abelhas. No período de “transição entre a estação seca e a estação chuvosa suas flores são a principal fonte de pólen utilizada pela abelha jandaíra (*Melipona subnitida*)” (Ibidem, 2018, p. 3- 4). O angico-de-bezerro é uma espécie considerada pioneira, de ocorrência em ambientes com solos arenosos (NASCIMENTO; DANTAS, 2018).

Figura 7: Identificação de espécie arbórea



Fonte: Santos (2021)

É uma planta decídua, heliófila, silvestre e xerófila seletiva, ocorrendo tanto em solos secos quanto úmidos, porém profundos, tolerando também solos rasos e compactados. No Nordeste brasileiro é encontrado nos solos areníticos, calcários e aluviais, e em conformidade com as condições físicas ambientais, “os indivíduos jovens apresentam muitos acúleos, as folhas são divididas em pequenos folíolos, sendo indicada como inseticida; e quando murchas, são altamente tóxicas” (ANSELMO *et al.*, 2020, p. 1216). De acordo com Anselmo *et al.*, (2020) a exploração intensiva do angico (madeira e casca) tem comprometido a espécie, já que ela está entre as espécies nativas do Semiárido com prioridades de conservação. Embora tenha facilidade em adaptar-se a diversos tipos de ambientes, o que tem provocado dano a espécie é

significativa demanda no mercado, “por ser utilizada para diversos fins (ornamentação, fornecimento de tanino, forrageira, energética, resinífera, madeireira e até medicinal)” (ANSELMO *et al.*, 2020, p. 1217).

Figura 8: Identificação de espécie herbáceo

	<b>ESPÉCIE</b>	→	<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh
	<b>FAMÍLIA</b>	→	Myrtaceae
	<b>NOME VULGAR</b>	→	Araçá-de-boi
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	→	Até 3 m
	<b>QUANTIDADE</b>	→	08
	<b>AGRUPAMENTO</b>	→	C
	<b>AMBIENTE</b>	→	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	→	Estável

Fonte: Pacheco (2021)

O araçá é uma espécie decídua, com floração nos meses de agosto/setembro e novembro/dezembro, e com frutificação entre os meses de novembro a fevereiro, sendo as abelhas sua fonte de polinização. Possui folhas simples, opostas, cruzadas, e flores com até 2 cm de diâmetro, composta por cinco pétalas livres e de coloração branca. Seus frutos possuem até 2 cm de comprimento, servindo de alimentação tanto para a fauna quanto para os humanos, sendo que estes últimos, consomem in natura e para fazer iguarias, tais como, doces e geleias. A espécie tem elevado potencial de paisagismo, sendo bastante recomendada na recuperação de áreas degradadas (FRAZON *et. al.*, 2009).

Figura 9: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Anacardiaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Aroeira
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	Até 15 m
	<b>QUANTIDADE</b>	05
	<b>AGRUPAMENTO</b>	C
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: Santos (2021)

A aroeira é descrita como sendo uma espécie decídua, heliófita, seletiva e xerófila. Comumente, a aroeira tem floração entre julho e setembro, e a maturação dos frutos ocorre entre setembro e outubro, onde as abelhas são as responsáveis pela polinização e a dispersão dos diásporos é realizada pelo vento. Esta espécie possui grande potencial farmacológico, principalmente sua “entrecasca que se destaca com as propriedades anti-inflamatórias, adstringentes, antialérgicas e cicatrizantes”, apesar de possuir princípios alergênicos (NUNES, et al., 2008, p. 78).

Ademais, por possuir durabilidade resistência à putrefação, é bastante utilizada em construção civil, também como postes para cercas, na confecção de móveis de luxo e adornos torneados. As consequências desta diversidade de usos, tem trazido para a aroeira um processo intenso e predatório de exploração, provocando a devastação de suas populações naturais sendo, a ponto de ser categorizada como vulnerável e considerada ameaçada de extinção (NUNES, et al., 2008).

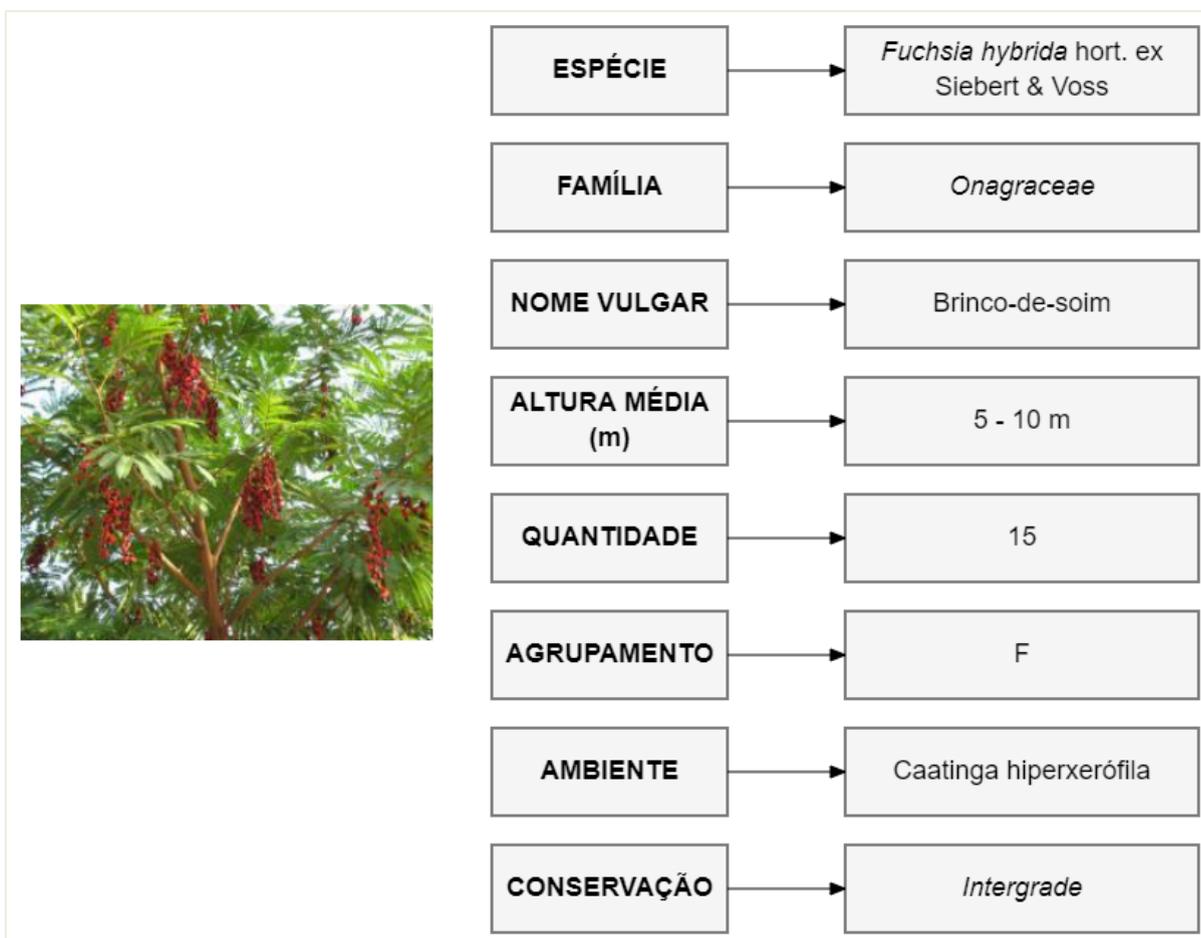
Figura 10: Identificação de espécie arbustiva

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K.Schum.
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Malvaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Barriguda
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	8 - 12 m
	<b>QUANTIDADE</b>	03
	<b>AGRUPAMENTO</b>	0
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: <https://www.iguiecolgia.com/plantas-em-ambientes-aridos/barriguda/>

A espécie barriguda acumula água no seu interior, fator relevante, visto que, durante os longos períodos de seca a planta consegue sobreviver. Esta espécie libera um tipo de algodão, após a floração, e suas flores brancas se tornam frutos, que, quando maduros liberam a paina, semelhante ao algodão e que possui várias sementes. Este material pode ser aproveitado na fabricação de colchões e travesseiros. Também é possível reaproveitar a casca da barriguda, que tem potencial medicinal, sendo empregada na recuperação das áreas degradadas, além de arborização urbana (IMA, 2021).

Figura 11: Identificação de espécie arbustiva



Fonte: Santos (2021)

O brinco-de-soim é uma espécie característica de clima tropical, tendo crescimento acelerado e suas flores são inflorescências solitárias, brancas, em forma de "pompom", que brotam durante a primavera, sendo sua reprodução feita por sementes tendo rápida germinação.

Os frutos do brinco-de-soim são vagens vermelhas, de 13 a 17 cm de comprimento, retorcidas e partidas em dois, apresentam sementes negras que aparecem no verão expondo suas sementes. Esta espécie tem sido utilizada com fins de ornamentação por deter uma copa densa, larga e baixa, e por não ser muito exigente no que tange ao tipo de solo, contudo, quando bem adubada cresce e se desenvolve rapidamente (REVISTA ALDEIA, 2019).

Figura 12: Identificação de espécie arbustiva

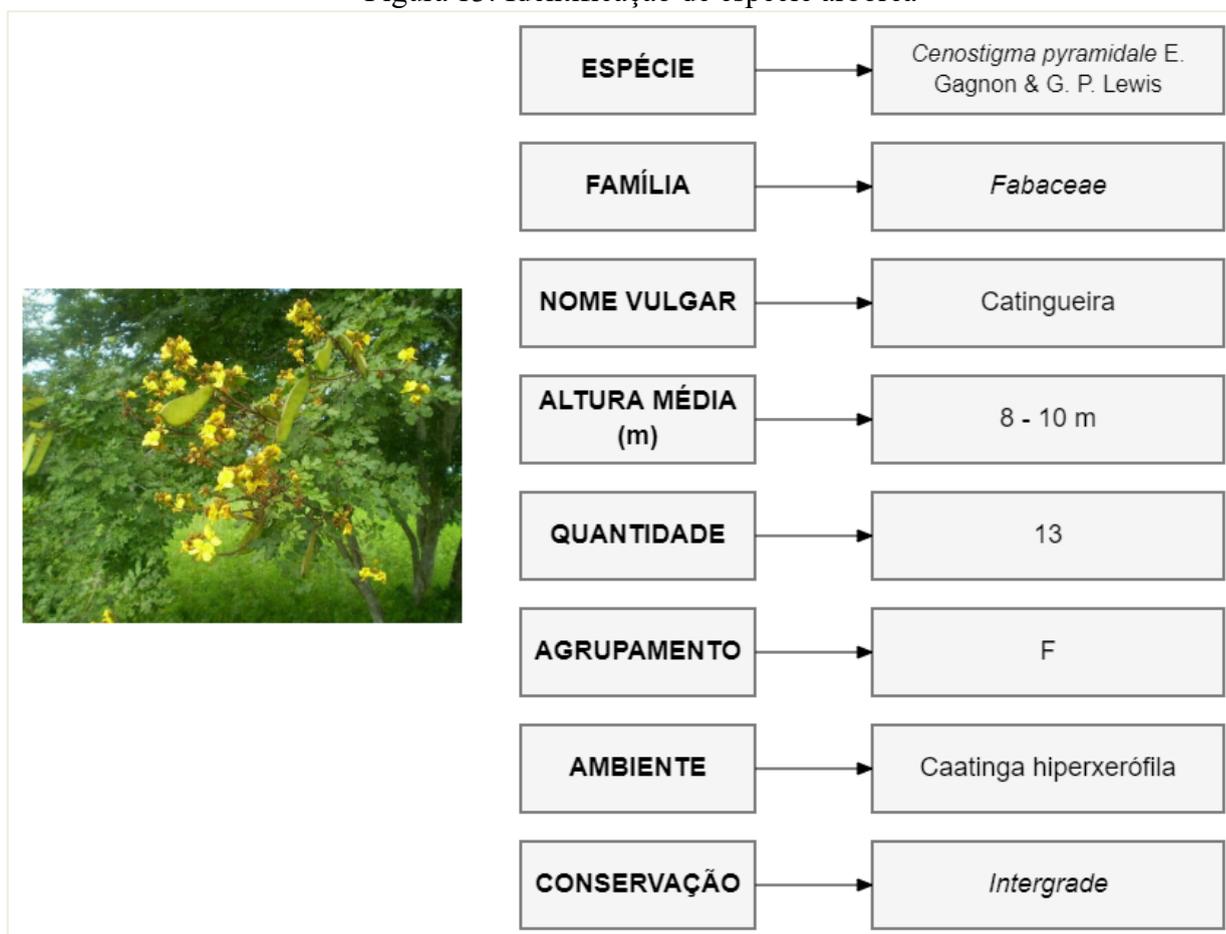
	<b>ESPÉCIE</b>	→	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.
	<b>FAMÍLIA</b>	→	Malvaceae
	<b>NOME VULGAR</b>	→	Castanheiro
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	→	5 - 10 m
	<b>QUANTIDADE</b>	→	07
	<b>AGRUPAMENTO</b>	→	C
	<b>AMBIENTE</b>	→	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	→	Estável

Fonte: Santos (2021)

O castanheiro é nativo do ambiente amazônico sendo conhecido por cacau-selvagem ou castanheiro na caatinga. É uma árvore que precisa de muita luz e umidade no ambiente, ocorrendo sempre em terrenos alagadiços ou inundáveis, e nas margens e nos barrancos de rios e lagoas (LORENZI, 2000).

A floração desta espécie acontece de setembro a novembro e a frutificação ocorre de abril a junho. Tem potencial medicinal, visto que, a pele do fruto imaturo é usada no tratamento da hepatite, as sementes são usadas como anestesia, e a casca é utilizada para tratar queixas de estômago e dores de cabeça. Além disso, as sementes podem ser consumidas cozidas, torradas, fritas, ou assadas, ou ainda moídas usadas para substituir o café ou o chocolate (*Ibidem*, 2000).

Figura 13: Identificação de espécie arbórea



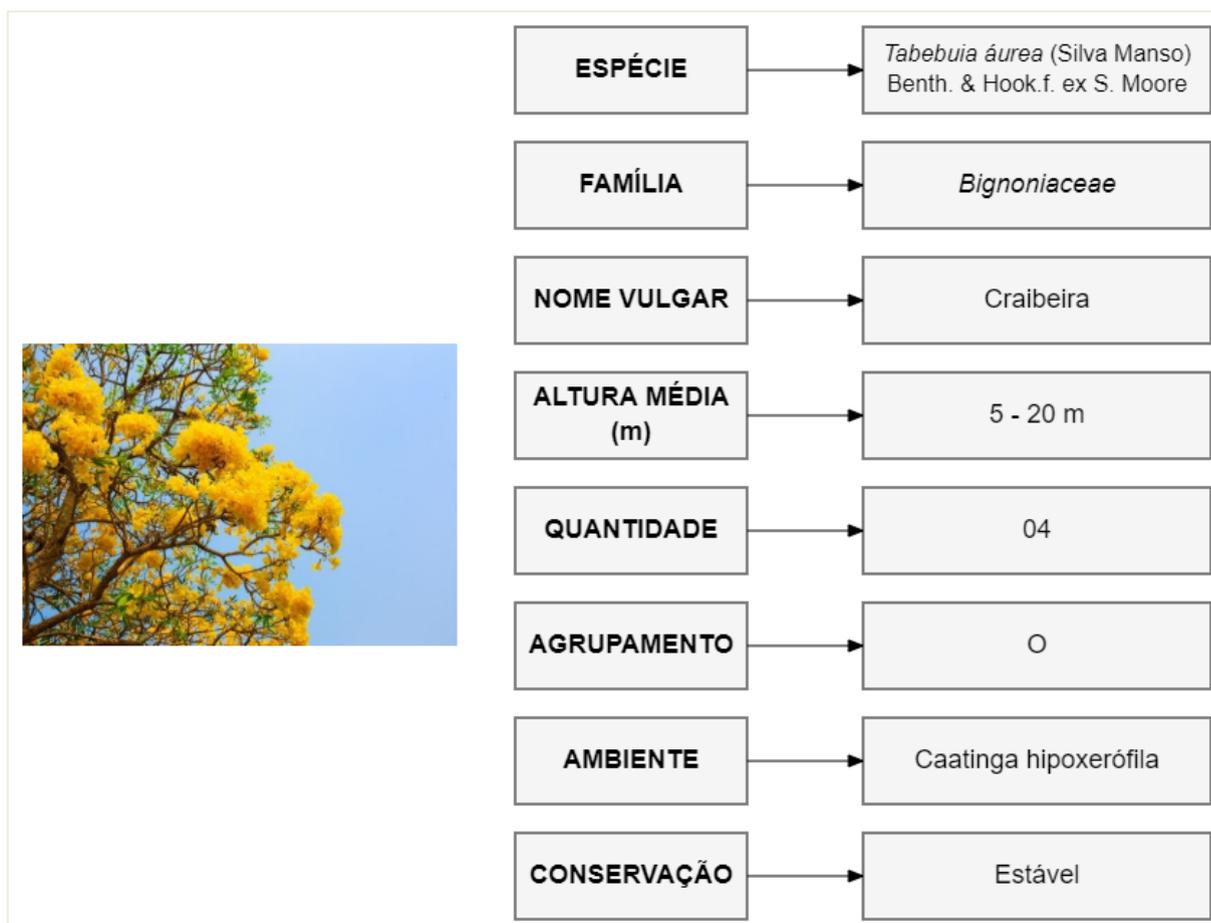
Fonte: Pacheco (2021)

A catingueira é uma espécie considerada endêmica da Caatinga, sendo possível encontrá-la em vários ambientes, que variam desde várzeas úmidas até áreas semiáridas. Neste último ambiente a espécie é reduzida a arbusto com menos de dois metros de altura e com pequeno diâmetro. É uma espécie que é adaptável aos diferentes tipos de solos, abrangendo os mais pobres, salinos, especialmente os solos pedregosos e é resistente a *déficits* hídricos. Normalmente perde sua folhagem no período de estiagem, contudo, é uma das primeiras árvores a rebrotar no período chuvoso. É comum “a queda foliar tem início entre os meses de agosto a outubro, estando a planta em dormência de outubro a novembro, com queda total das folhas” (MATIAS; DANTAS, 2017, p. 3), sendo que sua floração ocorre no período de transição entre as estações seca e chuvosa e a frutificação ocorre no período chuvoso.

Essa espécie denominada de catingueira verdadeira é utilizada como alimentação animal, e suas folhas servem como fonte de forragem. “Ela expressa potencial melífero, tanto na produção de pólen e néctar como no abrigo para as abelhas silvestres sem ferrão, do gênero *Melipona* e *Trigona*, que fazem seus ninhos nos ocos dos troncos” (MATIAS; DANTAS, 2017,

p. 3). Ademais, tem potencial energético, sendo utilizada como lenha. No que tange a capacidade medicinal, as folhas, flores e cascas da catingueira podem ser aplicadas como propriedades antidiarreicas e em tratamentos de anemia e hepatite (MATIAS; DANTAS, 2017).

Figura 14: Identificação de espécie arbórea



Fonte: Santos (2021)

Espécie perenifólia, de porte elevado nos padrões da Caatinga e, por conta do seu porte proporciona bastante sombra. A floração da craibeira ocorre de setembro a novembro e as cores de suas flores na estação seca da Caatinga se constitui numa beleza cênica. É bastante utilizada em áreas urbanas principalmente em áreas com ausência de cobertura vegetal. Para Lorenzi (1992) a craibeira ocorre nos ambientes de caatinga, de cerrado e do pantanal, sendo bastante utilizada na carpintaria para confecção de cabos para ferramentas, de portas etc. “Na superfície modifica o ambiente luminoso pelo sombreamento, influenciando a umidade e a evapotranspiração” (MEDEIROS; CHIANCA, 2016, p. 232-233).

Figura 15: Identificação de espécie arbustiva

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Cactaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Facheiro
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	Até 10 m
	<b>QUANTIDADE</b>	06
	<b>AGRUPAMENTO</b>	C
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hiperxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	<i>Intergrade</i>

Fonte: Pacheco (2021)

A espécie facheiro pode alcançar 10 m de altura, sendo considerado uma espécie de grande porte. Em regra, o tronco do facheiro e suas ramificações são de cor verde escura e são constituídos por espinhos de cor amarela. Apresenta flores isoladas, claras, com a base azulada e com tamanho grande.

Geralmente, o período de floração ocorre entre os meses de setembro e outubro, sendo notável a frutificação entre dezembro e janeiro. Para reproduzir o facheiro pode se fazer por meio de sementes ou de estacas do caule, e os seus frutos são comestíveis, tendo bagas com formato achatado (BRAGA, 1996).

Figura 16: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Euphorbiaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Favela
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	3 - 7 m
	<b>QUANTIDADE</b>	08
	<b>AGRUPAMENTO</b>	C
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hiperxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	<i>Intergrade</i>

Fonte: Santos (2021)

No ecossistema Caatinga, uma espécie de planta enfermeira pode ter um papel relevante na conservação. Um estudo publicado na revista Geotemas assinalou que a espécie faveleira tem grande importância na contenção ao processo de desertificação e aos impactos promovidos pelas oscilações climáticas.

É uma espécie endêmica, podendo viver por cerca de um século e atingir 8 metros de altura, sem contar, a resistência que possui às épocas de longas estiagens. Da favela pode-se obter múltiplos produtos, tais como, amido e óleo (MEDEIROS; DE OLIVEIRA, 2020).

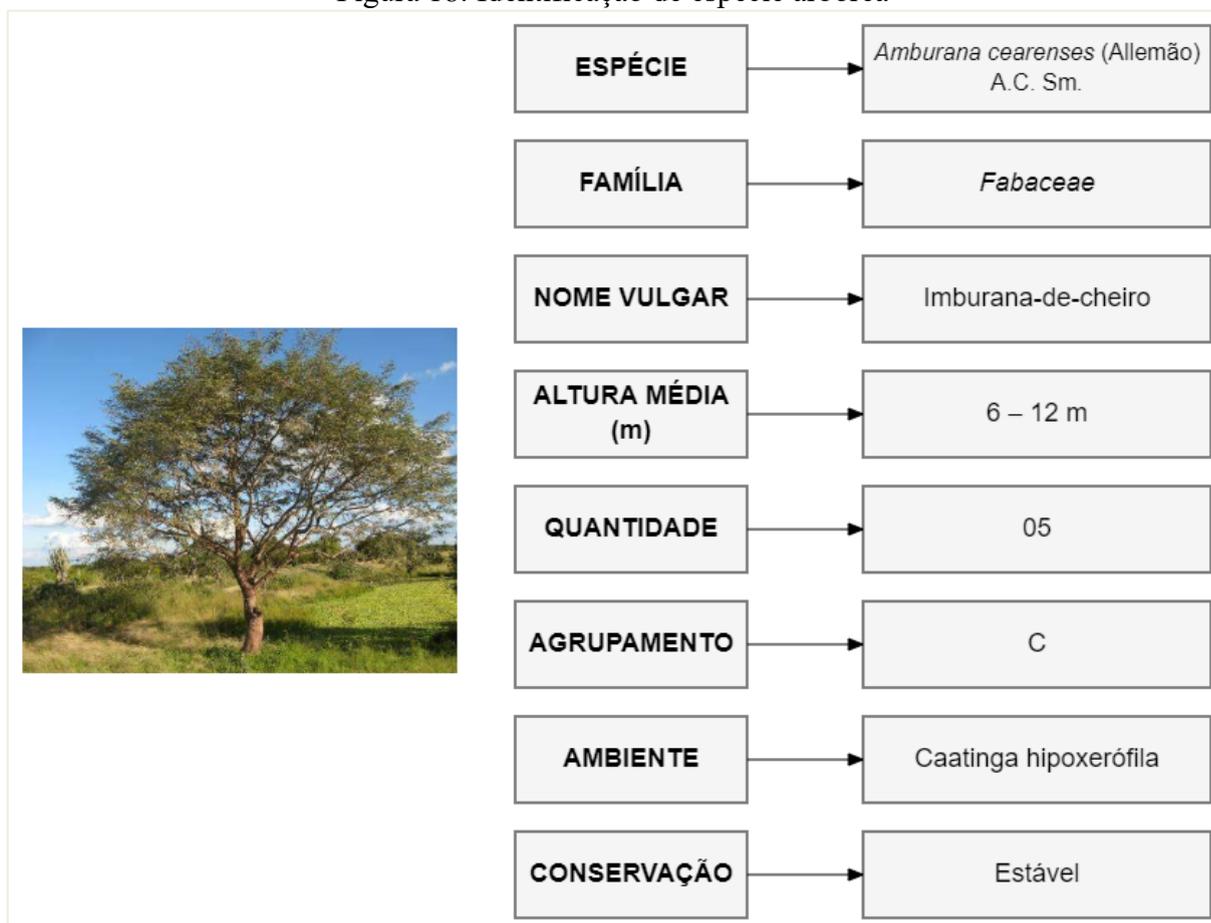
Figura 17: Identificação de espécie herbáceo

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Senna occidentalis</i> (L.) Link
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Fabaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Fedegoso-do-mato
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	1 - 2 m
	<b>QUANTIDADE</b>	06
	<b>AGRUPAMENTO</b>	C
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hiperxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	<i>Intergrade</i>

Fonte: <https://agro20.com.br/fedegoso/>

Conhecido como fedegoso-do-mato esta espécie é um arbusto, que, com o avançar da idade, pode se tornar uma árvore com até 5 m de altura. Possui geralmente ramos novos na cor avermelhada, e sua folha verdes aparecem penduradas. O centro da flor é verde escuro e com brilho, sendo que aos poucos, vai obtendo uma coloração amarelada até chegar ao ponto de abrir uma elegante flor com pétalas separadas e na cor amarela. As partes, estilete e estigma possuem a cor verde, estando circundados por filetes alaranjados de diferentes tamanhos e anteras marrons, os seus pólenes aparecem das anteras a partir de um orifício em sua parte superior (CAVALCANTE, 2015).

Figura 18: Identificação de espécie arbórea



Fonte: Santos (2021)

A imburana-de-cheiro é considerada uma árvore decídua no período de estiagem, possuindo caule comumente erguido e com casca na cor castanho-escuro. As folhas são compostas e alternas, mesclada por abundantes flores, que também são pequenas e possuem aroma. Os frutos da imburana-de-cheiro são do tipo vagem tendo uma cor escura, contendo apenas uma semente, ou em casos raros, duas. Ressalta-se que a espécie é nativa, mas não é endêmica do Brasil, sendo classificada como pioneira, mas tolerante à sombra em algumas situações. Sua madeira é muito utilizada na marcenaria, em esculturas, na carpintaria, na confecção de barris para armazenamento e envelhecimento de bebidas.

Apresenta uso amplo, sendo que, na medicina popular serve para tratamento de doenças respiratórias; na medicina veterinária é utilizada como vermífugo para animais domésticos; no paisagismo é empregada para arborização de parques; em sistemas agroflorestais é usada como quebra ventos e faixas verdes entre plantações, entre outros pontos de uso desta espécie. A imburana tem floração no final do período chuvoso e a frutificação no período de estiagem. Possui um crescimento brando, necessitando de precipitação anual mínima de 440 mm a 2.000 mm. Sua ocorrência se dá em solos que possuem uma textura franco-argilosa ou argilo-arenosa

e geralmente profundos, ou com afloramentos calcários (PAREYN, 2018).

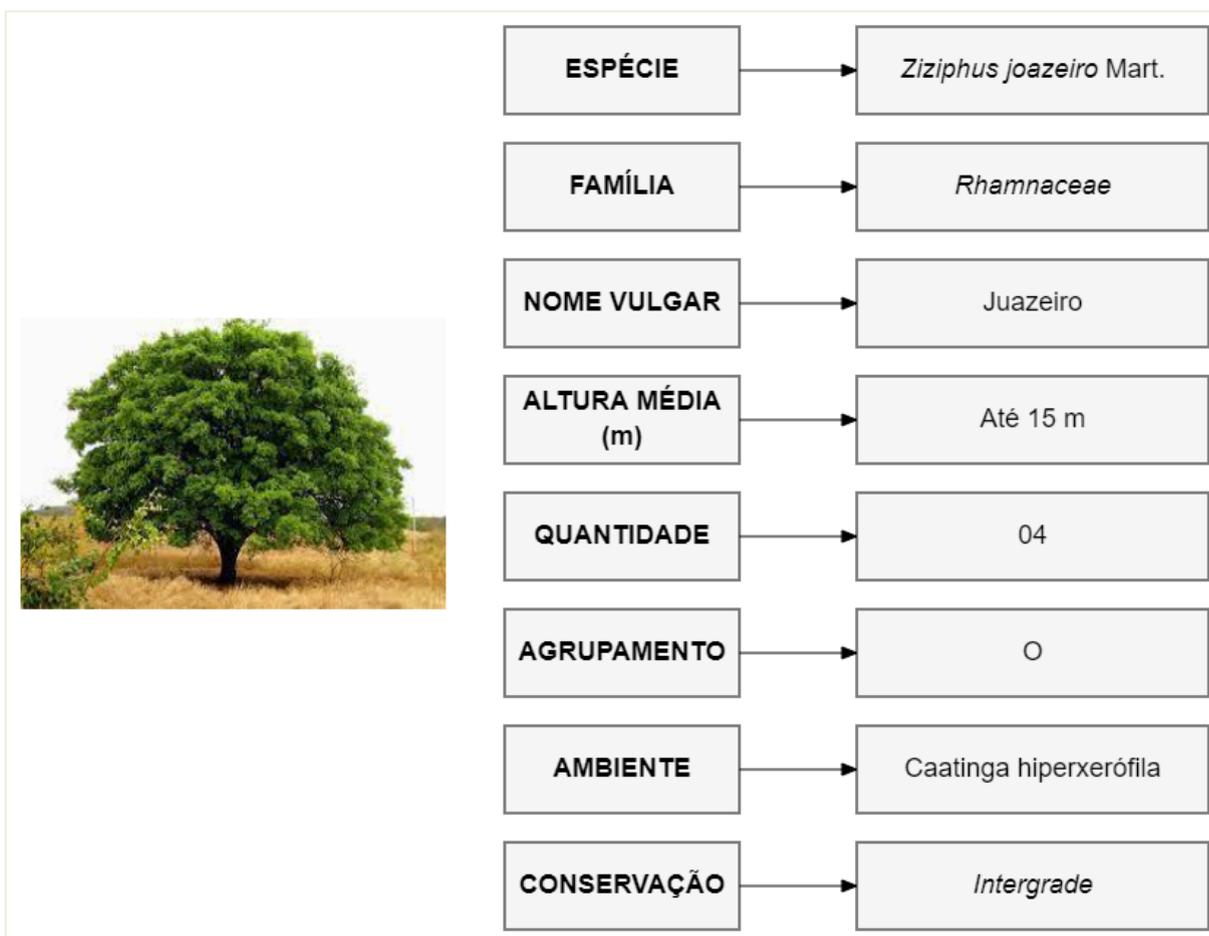
Figura 19: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Fabaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Jatobá
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	Até 15 m
	<b>QUANTIDADE</b>	04
	<b>AGRUPAMENTO</b>	O
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2016/02/jatoba-patrimoniobrasileiro/>

O jatobá é considerado uma árvore decídua, onde as espécies maiores e adultas alcançam dimensões próximas de 20 m de altura e 50 cm de DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo). “O tronco é tortuoso, com fuste curto, a ramificação é dicotômica e a copa é baixa. Sua casca mede até 3 cm de espessura. As flores são grandes, com pétalas pouco excedentes ao cálice, e o fruto é um legume seco, indeiscente, monospérmico ou polispérmico” (CARVALHO, 2007, p. 4- 5). É comum o jatobá ser encontrado em solos secos com baixa fertilidade química, contudo, sempre ocorre em terrenos bem drenados, e seu emprego pode ser como espécie ornamental, também para arborização urbana e para a recuperação de áreas degradadas, sendo inclusive bastante buscada pela fauna, tornando-se assim, uma árvore competente para essas utilidades (CARVALHO, 2007).

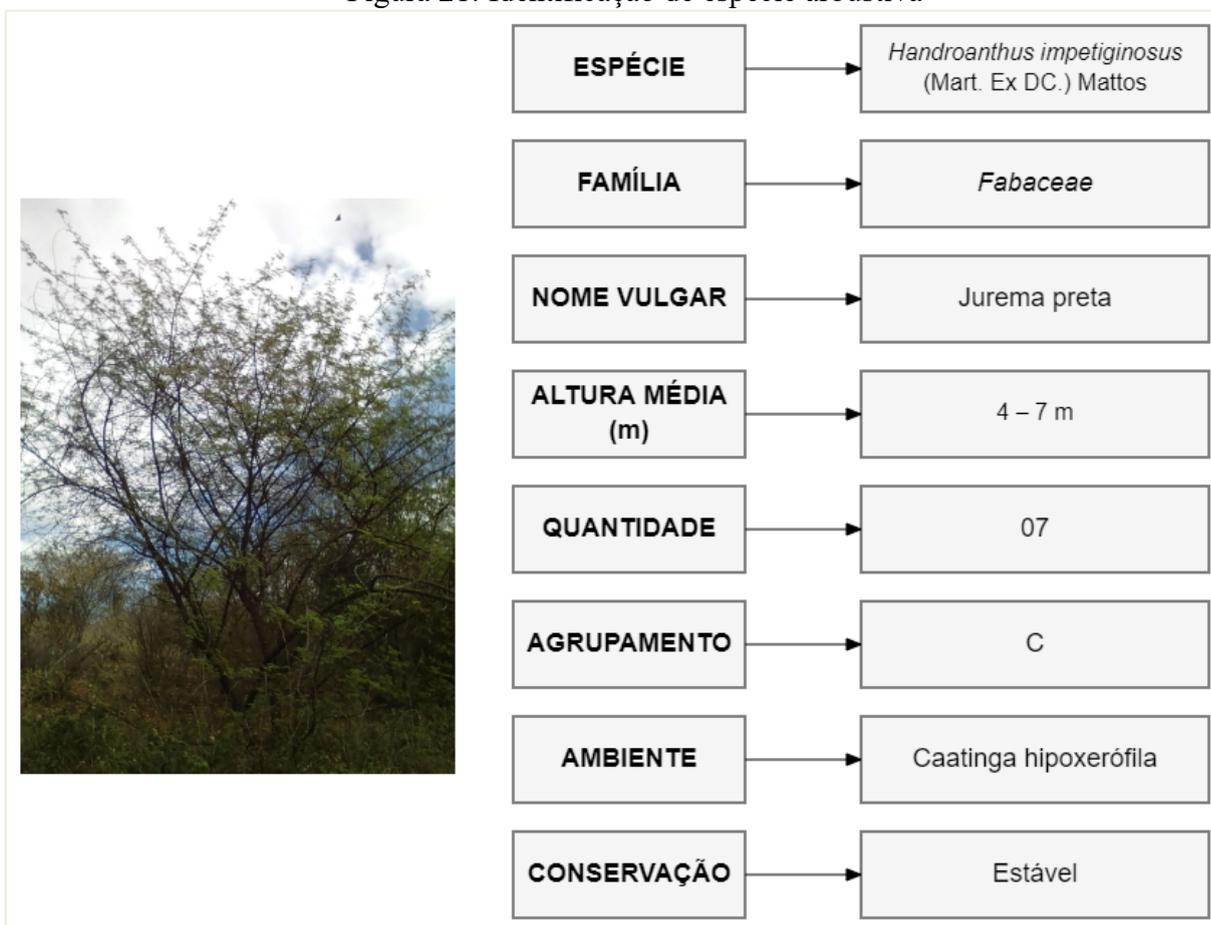
Figura 20: Identificação de espécie arbórea



Fonte: Santos (2021)

O juazeiro da Caatinga é uma espécie pioneira, e uma árvore perenifólia por todo o ano, por conta do extenso e denso sistema radicial que possui, sendo capaz de arrecadar a escassa umidade existente no subsolo, contudo, no caso de haver escassez total de água no solo, a espécie pode perder completamente a sua folhagem. Seu tronco é reto às vezes, ou tortuoso, muito esgalhado, e apresenta ramos armados de muitos espinhos, além de ramos flexuosos subdivididos. O juazeiro flora no mês de setembro e frutifica nos meses de junho e julho. Sua ocorrência pode se dá em solos com boa fertilidade química e bastante profundos, onde esta espécie se apresenta frondosa. No entanto, ela tem preferência por solos aluviais argilosos, porém, pode ser encontrada inclusive nos tabuleiros maisáridos e pedregosos, onde adquire aspecto quase arbustivo, como é o caso da Caatinga. É muito importante na utilização para alimentação animal, também humana (frutos), tem potencial medicinal e sua importância também está em proporcionar sombras frondosas. Ademias, “o juazeiro possuir qualidades ornamentais, podendoser utilizada com êxito na arborização de ruas e jardins” (CARVALHO, 2007, p. 4- 6).

Figura 21: Identificação de espécie arbustiva

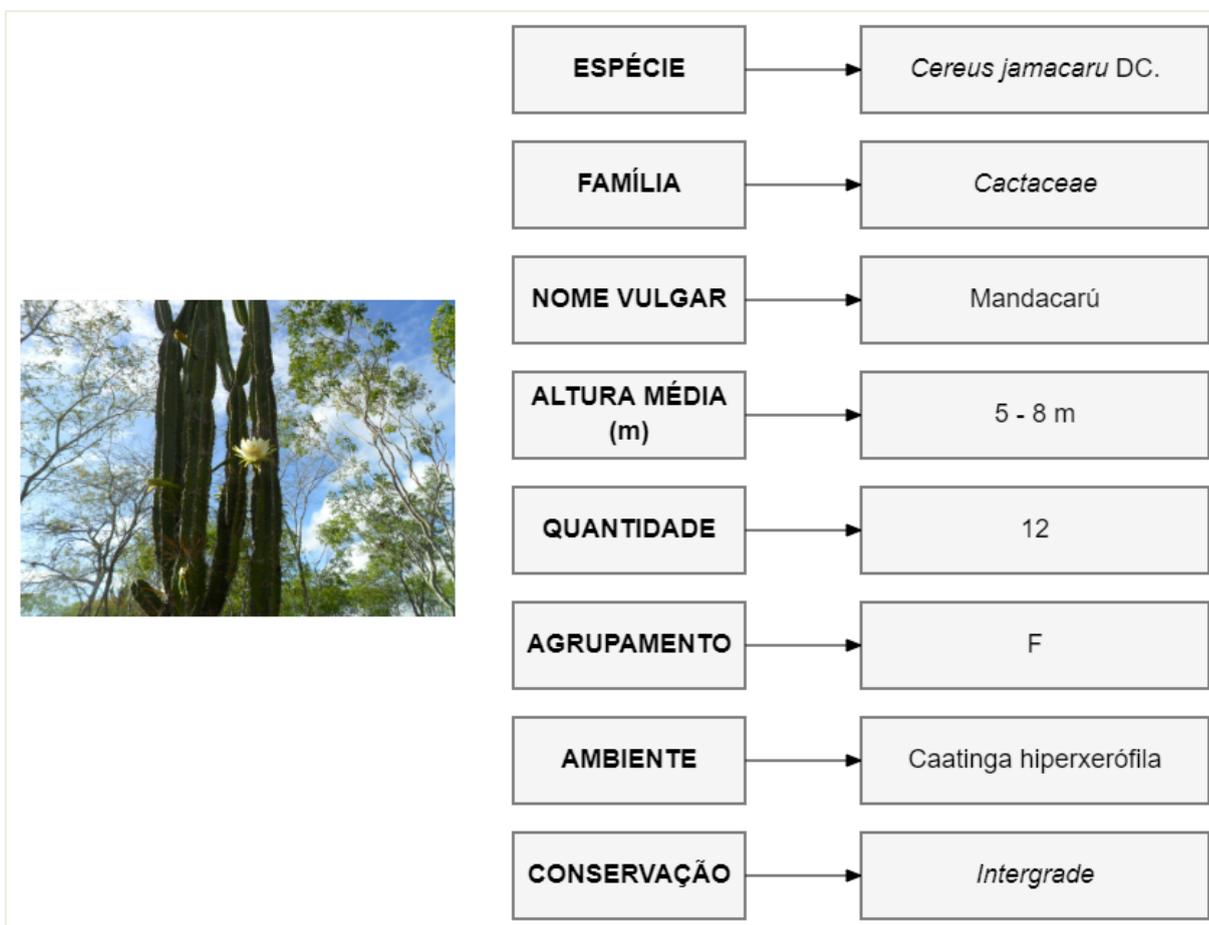


Fonte: Pacheco (2021)

A espécie jurema-preta possui elevada importância econômica, e no Nordeste brasileiro ela é empregada para diversos fins, sendo utilizada, inclusive, na preparação de uma bebida alucinógena consumida em rituais religiosos.

A madeira da jurema é utilizada como fonte de energia (produção de carvão vegetal), na produção de mourões, postes, estacas e móveis rústicos. “A casca é empregada para curtir couros e a planta é utilizada também como forragem para bovinos, caprinos e ovinos, além de ter potencial para restaurar áreas degradadas” (PEDONE-BONFIM, *et. al.*, 2016, p.2).

Figura 22: Identificação de espécie arbórea



Fonte: Santos (2021)

O mandacarú representa a resiliência do Sertão Nordestino, sendo considerado como uma espécie símbolo dessa região. Esta espécie possui capacidade de reter volumes de água no seu interior, além de possuir características específicas para sobreviver à aridez do solo e aos longos períodos de estiagem, sendo, portanto, plantas resistentes à seca e que mesmo com estas condições climáticas, podem chegar até 6 m de altura (IMA, 2021).

As flores do mandacarú são brancas e elegantes, onde durante a noite quando são polinizadas por mariposas, se abrem. Além disso, a espécie é um importante alimento para animais em períodos de estiagem severa no Sertão, fazendo parte das plantas não convencionais comestíveis (PANC). Também pode ser utilizada na restauração de solos degradados, na construção de cercas vivas, de maneira ornamental para decorações e até para fins terapêuticos (*Ibidem*, 2021).

Figura 23: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & K. Hoffm
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Euphorbiaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Maniçoba
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	Até 10 m
	<b>QUANTIDADE</b>	05
	<b>AGRUPAMENTO</b>	C
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: [https://www.youtube.com/watch?v=6fC\\_ZR0KQrw&ab\\_channel=LuizCarlosMarquesCardoso](https://www.youtube.com/watch?v=6fC_ZR0KQrw&ab_channel=LuizCarlosMarquesCardoso)

É uma planta de porte arbóreo, tendo folhas palmadas, na cor verde-clara. Os frutos são cápsulas esféricas contendo sementes duras, na cor amarela pintada e castanhos. É possível extrair o látex do seu tronco e sua madeira é leve e porosa, sendo utilizada na construção de caixotes e tamancos. A espécie maniçoba é cianogênica, sendo, portanto, tóxica (folhas e brotos), podendo a ingestão causar falta de oxigênio no cérebro e até causar a morte. É uma espécie nativa e endêmica do Nordeste, ocorrendo tanto na caatinga quanto no cerrado. Além de manter a composição bromatológica da forrageira, possibilita preservando a água nela contida (SANTOS, 2018).

Figura 24: Identificação de espécie arbustiva

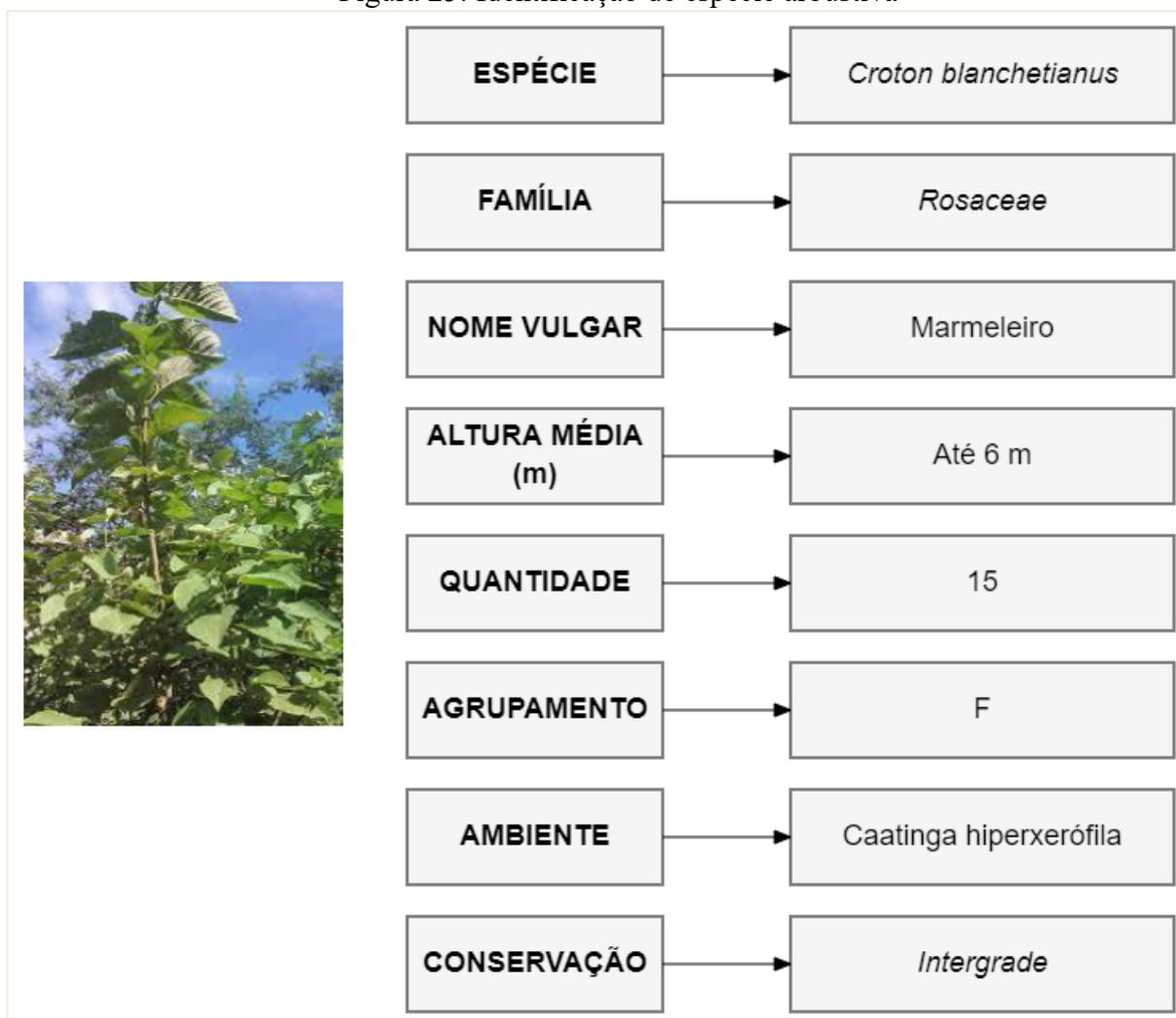
	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Passiflora cincinnata</i> Mast
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Passifloraceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Maracujá-de-boi
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	6- 20 m
	<b>QUANTIDADE</b>	12
	<b>AGRUPAMENTO</b>	F
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: Santos (2021)

O maracujá-de-boi da Caatinga tem natureza perene e resistente à seca, podendo sobreviver em condições de absoluta escassez hídrica. É uma planta trepadeira, alta subarbusciva volúvel, tendo folhas simples, alternas, e possuindo flores vistosas. A espécie possui floração no decurso de todo o ano, podendo ser considerada como uma fonte constante de néctar e pólen para as abelhas da Caatinga, sendo que suas flores são visitadas frequentemente por abelhas, vespas, mariposas e beija-flores.

A fruta apresenta alto valor nutritivo, possuindo efeito calmante e relaxante, sendo também uma rica fonte de potássio, ferro, fósforo, cálcio e vitaminas A, C e do complexo B e A, associação de nutrição com sabor e aroma fazem do maracujá de boi matéria-prima para produção de produtos como sucos, polpas, geleias e sorvetes, rendendo assim sustentabilidade para as populações sertanejas (*SLOW FOOD BRASIL*, 2016).

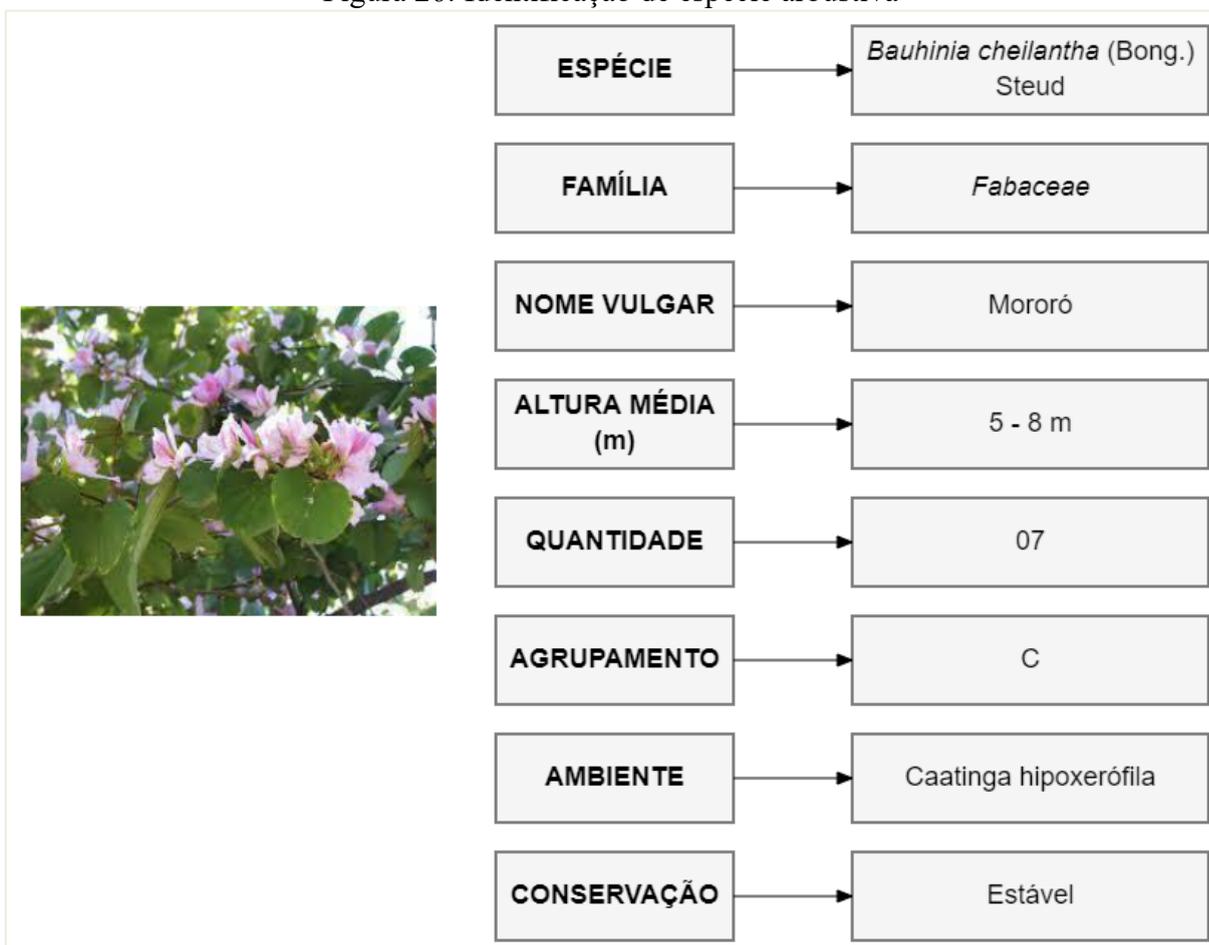
Figura 25: Identificação de espécie arbustiva



Fonte: Santos (2021)

O marmeleiro é uma espécie endêmica do Brasil, possuindo folhas discolor, casca acinzentada, flor branca e frutos verdes e um aroma agradável, sendo bastante empregada na medicina popular com vistas a tratar inúmeras enfermidades, tais como, hemorragia uterina, hemoptise, dor de estômago, vômitos e diarreia. É uma planta típica de solos arenosos e podendo ser encontrada ocupando áreas degradadas (SILVA *et. al.*, 2021.).

Figura 26: Identificação de espécie arbustiva



Fonte: <https://bonsainatal.blogspot.com/2016/04/pata-de-vaca-bauhinia-forticata.html>

O mororó é classificado como sendo uma árvore de pequeno porte, com copa pouco densa, com ramos não muito longos, e perde suas folhas na estação seca, rebrotando totalmente somente após o início do período chuvoso. Tem elevado potencial etnofarmacológico para produção de remédios caseiros, já que é apontada por estudos como possuidora de propriedades anti-inflamatórias, antidiabéticas, além de atividades antioxidante. Esta planta pode ser aproveitada como forrageira, em programas de recuperação de áreas degradadas (UFERSA, 2021).

Figura 27: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	→	<i>Erythrina velutina</i> Willd
	<b>FAMÍLIA</b>	→	<i>Fabaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	→	Mulungú
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	→	12 - 15 m
	<b>QUANTIDADE</b>	→	05
	<b>AGRUPAMENTO</b>	→	C
	<b>AMBIENTE</b>	→	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	→	Estável

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/valedaneblina/5154154215>

O mulungu é uma árvore que pode atingir até 15 m de altura tendo tronco com até 80 cm de diâmetro, não sendo endêmica do Brasil. Seu tronco e galhos possuem espinhos, além de apresentar uma copa espaçosa, aberta e redonda. As folhas são possuem três folíolos triangulares, com pelos na superfície e com aparência aveludada. As flores têm cor laranja ou vermelho e em um mesmo galho possui várias flores agregadas em um mesmo ponto, e são comestíveis podendo servir de fonte de corante para tecidos. Seu fruto contém até 3 sementes, tendo cor laranja ou vermelha. A madeira do mulungu pode ser aproveitada para a confecção de palitos de fósforo, tamancos, jangadas, brinquedos e caixotarias. As sementes, pelo seu colorido, são utilizadas na confecção de artesanatos, sendo avaliada como muito tóxicas, não devendo ser ingeridas, pois dependendo da quantidade, pode levar à morte (LIMA; MARTINS, 2015).

Figura 28: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Syagrus coronata</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Ouricuri
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	Até 11 m
	<b>QUANTIDADE</b>	04
	<b>AGRUPAMENTO</b>	O
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: Santos (2021)

Apesar de a maioria das palmeiras ocorrentes no Brasil não estejam incluídas entre as espécies ameaçadas de extinção, o uso desordenado vem tornando algumas delas vulneráveis, como é o caso do ouricuri. As folhas e caules de babaçu e ouricuri são bastante aproveitadas para construção de telhados, paredes, mourões, ranchos, barracas e banheiros. Já a palha dessa palmeira é muito utilizada para a fabricação dos seguintes artefatos, tais como, abano, bolsa, cesta, chapéu, corda, esteira, peneira, tapete e vassoura (RUFINO, *et. al.*, 2008).

Figura 29: Identificação de espécie arbórea

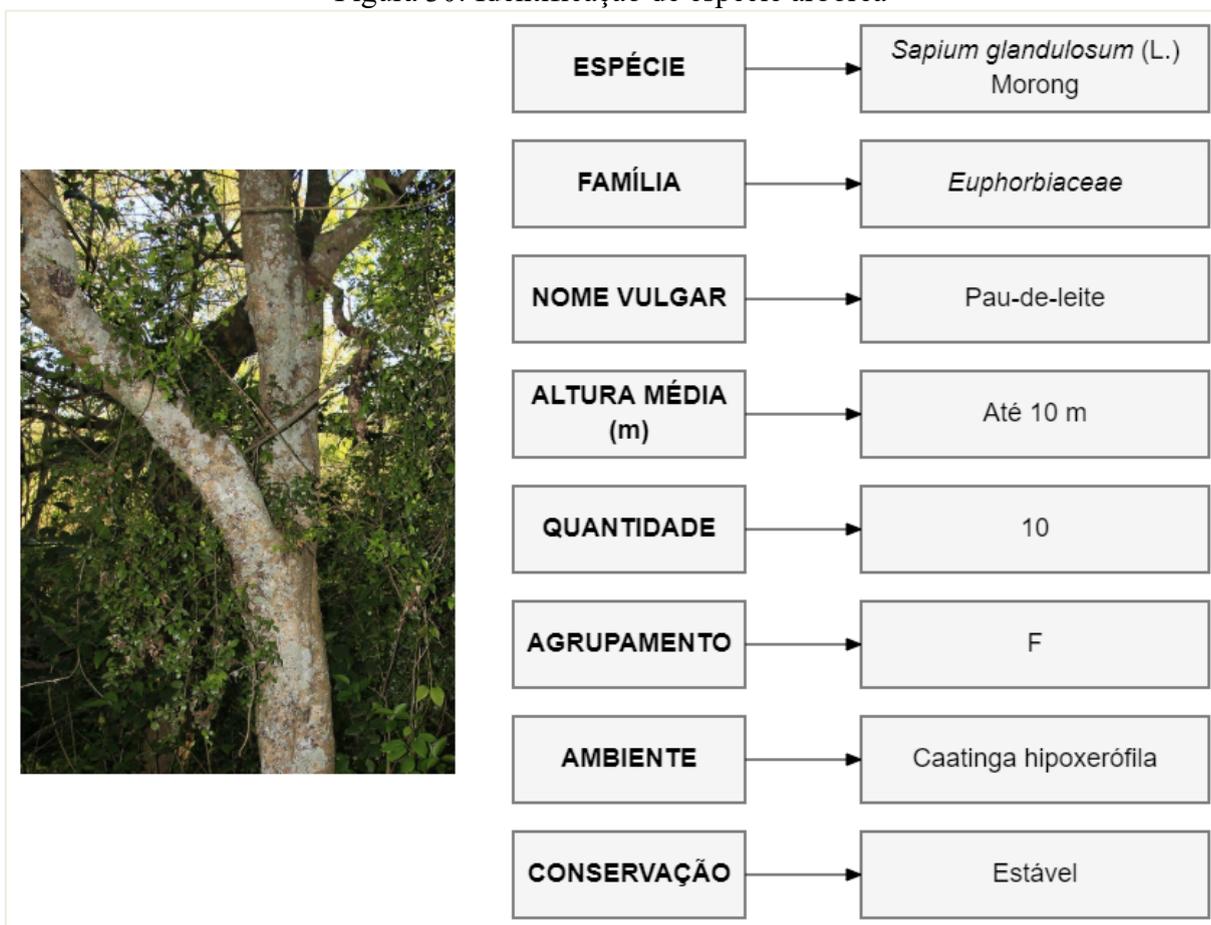
	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. Ex DC.) Mattos
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Bignoniaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Pau-d'arco-roxo
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	8 - 10 m
	<b>QUANTIDADE</b>	05
	<b>AGRUPAMENTO</b>	C
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: Santos (2021)

O pau-d'arco-roxo é uma espécie de porte arbóreo, podendo atingir a altura entre 8 e 20 metros, tendo peculiaridade de planta decídua. A referida espécie vem sendo alvo de estudos por seu alto valor econômico, medicinal, e por conta da redução de sua disponibilidade em ambientes naturais.

A árvore é bastante utilizada na arborização urbana, essencialmente por possuir beleza e potencial de sombreamento, que foi evidenciado pela concentração de clorofila nas folhas e espectro de absorção de luz. Além do potencial medicinal, a referida espécie apresenta uma madeira considerada de lei, pela excelente qualidade e durabilidade, e pela resistência contra organismos que dela se alimentam (xilófagos), sendo difícil de serrar ou pregar (FONSECA FILHO *et. al.*, 2017).

Figura 30: Identificação de espécie arbórea



Fonte: Santos (2021)

O pau-de-leite é uma árvore decídua, espécie pioneira e secundária inicial onde o clímax é bastante exigente em luz, cuja altura atinge até 18 m e seu diâmetro de até 40 cm. As folhas são simples, alternas, com flores pequenas e numerosas tendo cor branca, e o fruto tem formato de cápsula deiscente lenhosa, com uma semente por fruto. A floração do pau-de-leite ocorre em novembro e dezembro e a frutificação em janeiro e março.

A polinização desta espécie é realizada pelas abelhas sem ferrão e por diversos pequenos insetos. A planta também pode ser usada em paisagismo e reflorestamento. O pau-de-leite também é chamado de "mata-olho" apelido dado por esta planta ter látex altamente irritante para os olhos. Sua madeira é usada pelos índios guaranis para esculpir animais (CARVALHO, 2010).

Figura 31: Identificação de espécie arbóreo

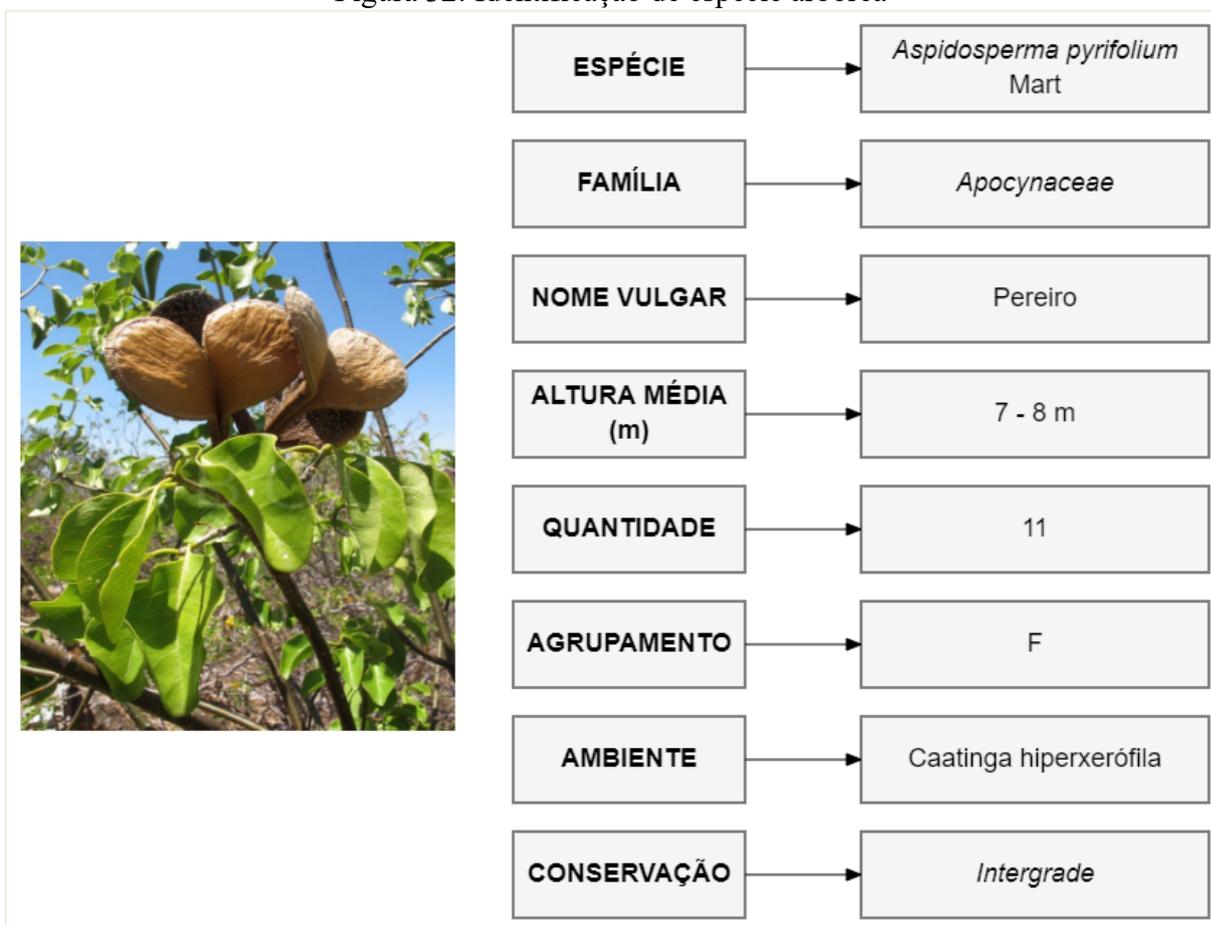


Fonte: <http://www.odairplantas.com.br/muda/174/pau-ferro>

O pau-ferro é uma espécie de grande porte, nativa da Mata Atlântica. Diz-se que o nome pau-ferro origina das faíscas e do ruído metálico produzido pelos machados ao cortá-la. A espécie possui madeira dura, densa, durável, resistente, de excelente qualidade para a fabricação de violões e violinos e para construção civil. O tronco desta árvore é liso e cinzento quando jovem, e aos poucos perde a casca em placas, tornando-se malhado. Já as flores são amarelas e pequenas e a floração ocorre no verão e no outono.

Recomenda-se evitar o plantio desta espécie em calçadas, sob fiação elétrica e em locais de trânsito intenso de pessoas e carros, pois os galhos tendem a quebrar e cair em tempestades. É muito utilizado para fins paisagísticos por suas características ornamentais e de sombreamento, melífera, movelaria, construção civil. Em recuperação de áreas degradadas, a espécie é uma excelente escolha por crescer bem em áreas abertas. Outra característica apontada também é a medicinal (CARVALHO, 2010).

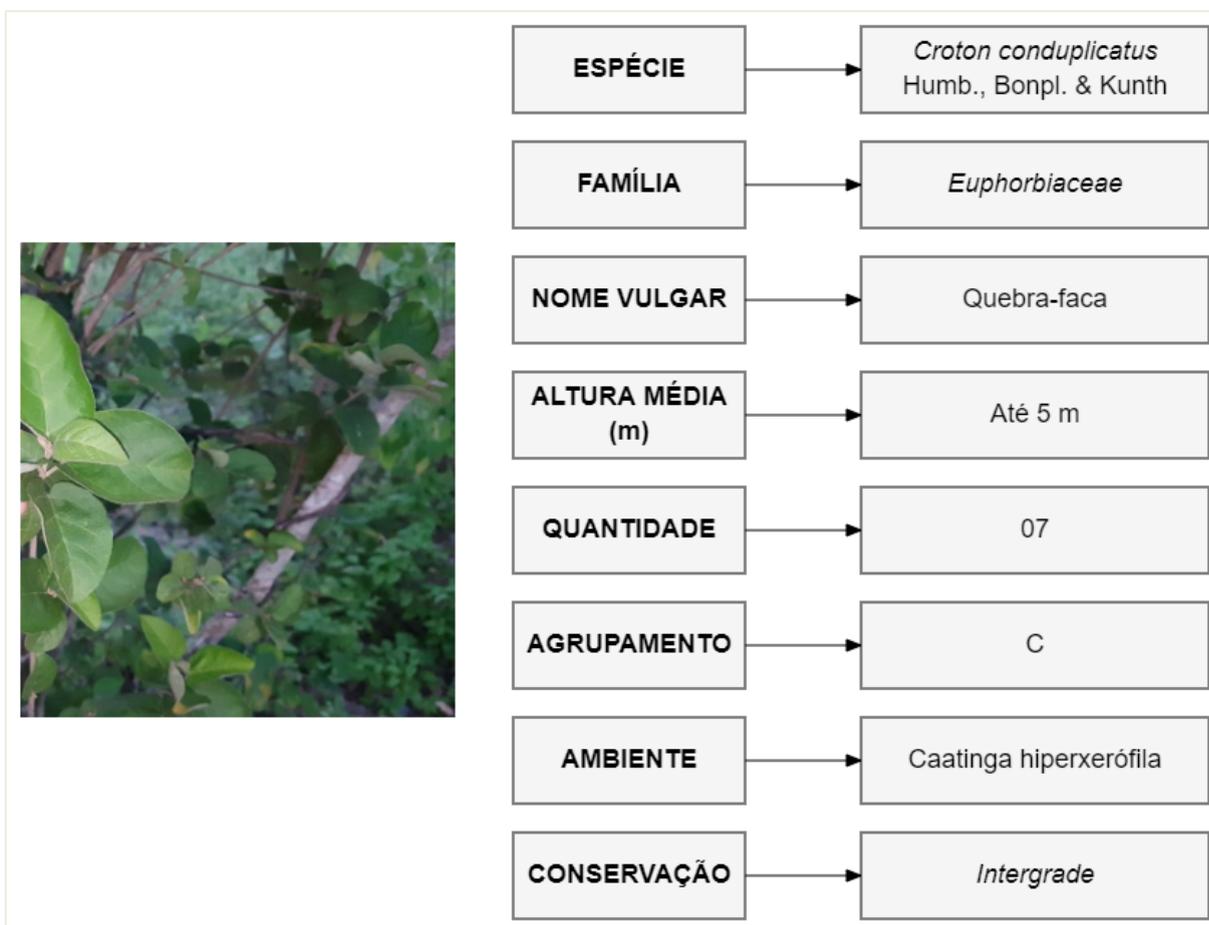
Figura 32: Identificação de espécie arbórea



Fonte: Santos (2021)

O pereiro é uma espécie de porte arbustivo-arbóreo, secundária tardia, característica da Caatinga e facilmente reconhecida pelos folículos lenticelados. Possui caule ereto com casca lisa, folhas simples e pode atingir cerca de 8 m de altura, sendo bastante utilizada para reflorestamento a fim de recuperar solos degradados. É empregada no paisagismo e na arborização urbana por conta da sua floração branca, podendo ser utilizada para enriquecimento e recuperação de áreas degradadas e em sistemas agroflorestais como quebra vento e faixas arbóreas (CASTELLO, *et. al.*, 2020). De acordo com Maia-Silva *et al.*, (2012), a espécie também possui potencial para ser utilizada em locais de criação de abelhas.

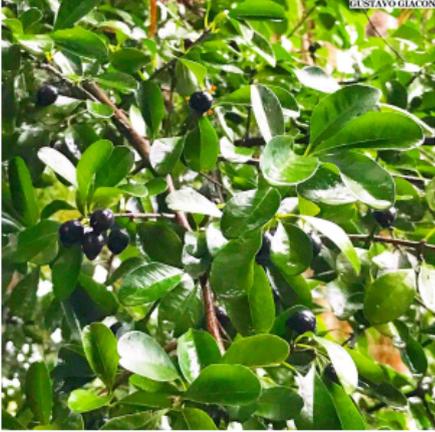
Figura 33: Identificação de espécie arbustiva



Fonte: Santos (2021)

É uma espécie nativa e endêmica da Caatinga. Na medicina popular do Nordeste brasileiro, as folhas e cascas de caule são usadas no tratamento de gripe, dor de cabeça, indigestão, problemas estomacais e dor de estômago. Além das propriedades medicinais, o quebra-faca ainda apresenta óleo essencial com aroma agradável, o qual possibilita apontá-la com forte potencial para a exploração comercial da indústria de cosméticos e aromas e fragrâncias (SOUZA *et. al.*, 2019).

Figura 34: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T. D. Penn
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Sapotaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Quixabeira
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	7 - 18 m
	<b>QUANTIDADE</b>	03
	<b>AGRUPAMENTO</b>	O
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: <https://www.tuasaude.com/quixaba/>

A quixabeira apresenta porte arbóreo e altura significativa, tendo o ápice dos galhos pendentes e espinhosos e seu tronco apresenta casca áspera e superficialmente fissurada, de coloração cinza ou castanho-acinzentado, e após corte apresenta látex esparso branco.

As folhas são simples e coriáceas, dispostas em espiral ou opostas. Já as flores apresentam-se aglomeradas, e o fruto é do tipo drupa, lisa e brilhante, variam entre as formas elipsoide, obovoide a globosa, com ápice e base arredondados. O pericarpo tem coloração enegrecida, de polpa carnosa e succulenta. A espécie tem sido utilizada em projetos de arborização urbana e de recuperação de mata ciliar (SILVA;DANTAS, 2017).

Figura 35: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillett
	<b>FAMÍLIA</b>	<i>Burseraceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	Umburana-de-cambão
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	6 - 9 m
	<b>QUANTIDADE</b>	11
	<b>AGRUPAMENTO</b>	F
	<b>AMBIENTE</b>	Caatinga hipoxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	Estável

Fonte: Santos (2021)

Esta espécie possui menos que 10 m de altura, tendo uma copa irregular e ramos tortuosos, além da presença de espinhos. Seu caule possui até 60 cm de diâmetro, tendo casca lisa, fina, na cor laranja-acinzentada e lustrosa, que é facilmente desprendida em lâminas finas, deixando exposto o caule de coloração verde. A depender da idade da casca sua cor vai variando do verde enquanto jovem, até o laranja-avermelhado quando idosa. No período de escassez hídrica ou na eminência de morte da espécie aparece a coloração acinzentada. As folhas alternas, compostas, apresentam coloração verde-claro, e com leve aroma de resina quando machucadas. Já as flores são pequenas, com cor verde-claro, geralmente isoladas ou reunidas em pequenos grupos axilares. Por último, o fruto da umburana-de-cambão é do tipo cápsula, com 1,5 cm de diâmetro, cor verde, com polpa agridoce quando maduros, comportando uma semente enrugada, de cor escura com cobertura avermelhada (PAREYN; ARAÚJO; DRUMOND, 2018).

Figura 36: Identificação de espécie arbórea

	<b>ESPÉCIE</b>	→	<i>Spondias tuberosa</i> L.
	<b>FAMÍLIA</b>	→	<i>Anacardiaceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	→	Umbuzeiro
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	→	4 - 7 m
	<b>QUANTIDADE</b>	→	13
	<b>AGRUPAMENTO</b>	→	F
	<b>AMBIENTE</b>	→	Caatinga hiperxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	→	<i>Intergrade</i>

Fonte: Santos (2021)

O umbuzeiro é uma planta endêmica contendo características bem peculiares de xerofitismo, sendo caducifólia e tendo raízes xilópodos, que são modificações para armazenamento de água e nutrientes e utilizadas em período de estiagem para alimentação humana e animal.

No entanto, apesar da presença de árvores adultas nas áreas de Caatinga, esta espécie sofre o processo de degradação por conta do consumo feito pelos caprinos. As sementes do umbuzeiro apresentam uma germinação lenta e não uniforme, decorrente de ter um revestimento rígido e construído por camadas denso-fibrosas, que dificultam a introdução de água e oxigênio e impossibilita a dilatação do embrião (SENA; ALMEIDA, 2020).

Figura 37: Identificação de espécie arbustiva

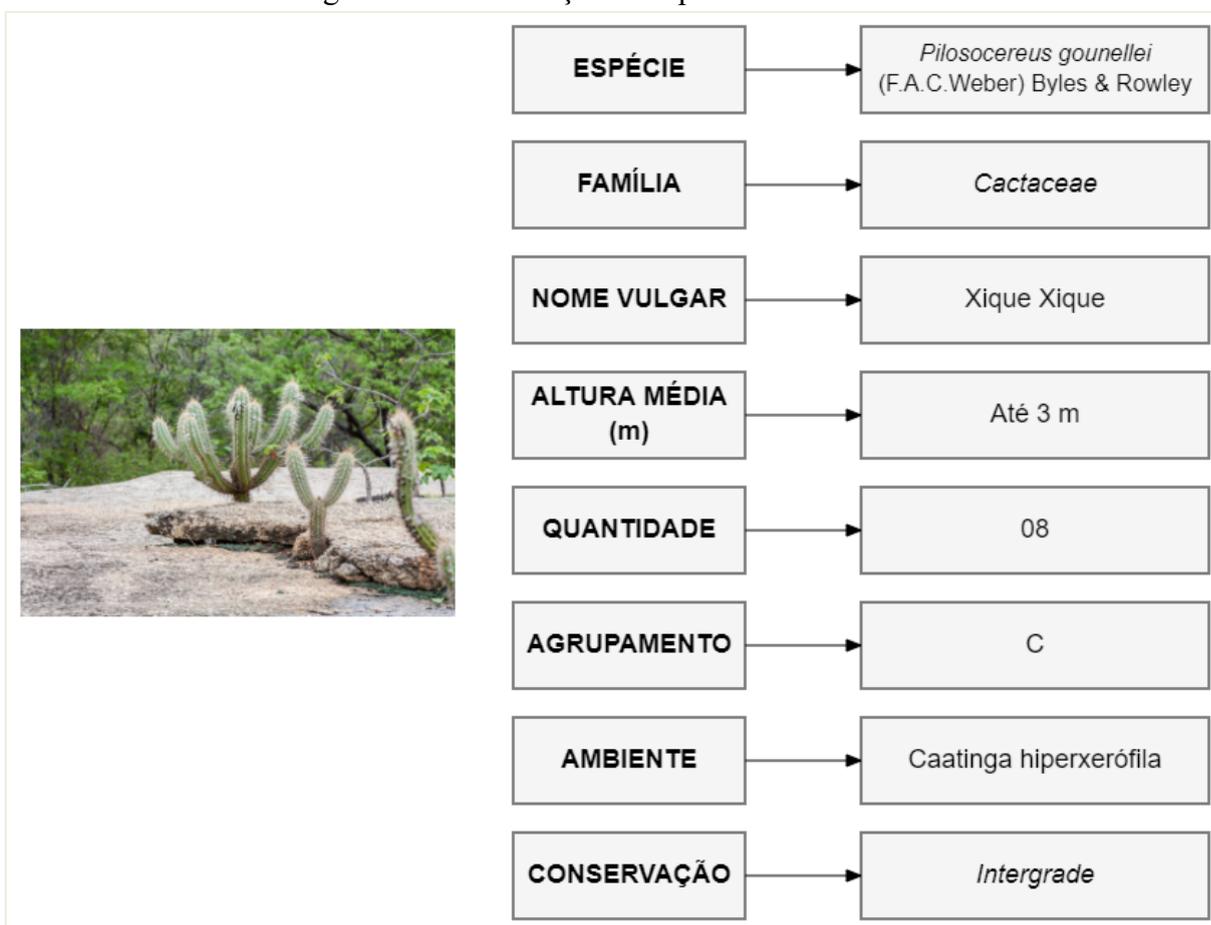
	<b>ESPÉCIE</b>	→	<i>Maytenus rigida</i> Mart.
	<b>FAMÍLIA</b>	→	<i>Celastraceae</i>
	<b>NOME VULGAR</b>	→	Pau-de-colher
	<b>ALTURA MÉDIA (m)</b>	→	Até 6 m
	<b>QUANTIDADE</b>	→	05
	<b>AGRUPAMENTO</b>	→	C
	<b>AMBIENTE</b>	→	Caatinga hiperxerófila
	<b>CONSERVAÇÃO</b>	→	<i>Intergrade</i>

Fonte: Santos (2021)

Esta espécie ocupa áreas muito secas da caatinga e do agreste sergipano, pernambucano e paraibano. As folhas são dísticas, patentes, pecíolos subnulos e medem de 2 a 4,5 cm de comprimento e 1 a 2 cm de largura, e quando jovem a planta possui sua folhagem no tom de rosa claro. É considerada de árvore a arbusto chegando até 6 m de altura, sendo inermes e tendo os ramos jovens achatados ou raramente carenados, sem pêlos, lenticelados, a 2 mm de comprimento (FLORA DO BRASIL, 2020).

É uma árvore de pequeno porte, ocorrendo sempre em lugares com altitude que varia de 15 m até 1.740 m. Para a medicina tradicional, o chá da entrecasca do pau-de-colher é utilizado para “problemas renais, como anti-inflamatório, analgésico, cicatrizante, hipotensor, hepatoprotetor e para problemas gástricos, úlcera externa, infecção e câncer, impotência sexual e reumatismo” (SANTOS *et. al.*, 2011, p.69).

Figura 38: Identificação de espécie arbustiva



Fonte: Santos (2021)

Por fim, o xique-xique que também é uma espécie símbolo do Sertão nordestino, é uma cactácea bastante comum no Semiárido, desenvolvendo-se significativamente nas áreas mais áridas. Esta espécie tem o tronco ereto com galhos laterais afastados e descrevendo suavemente uma curva ampla em direção ao solo. Seus brotos são desenvolvidos de forma horizontal e, posteriormente, tomam a forma vertical contendo grande quantidade de espinhos. São encontrados nas áreas com bastante escassez hídrica, em solos rasos, sobre rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas da caatinga. No período de estiagem essa planta é utilizada como uma alternativa para alimentar os animais, onde a parte aérea da planta é cortada pelos produtores rurais e queimada para a eliminação dos espinhos, sendo oferecida posteriormente para os animais (PEREIRA *et. al.*, 2015).

Dentre as espécies destacadas na fitofisionomia da paisagem, se destacará no quadro a seguir classificando-as em endêmica, nativa ou exótica:

Quadro 4: Classificação da origem vegetacional

Espécies		Endêmica	Nativa	Exótica
<i>Ximena Americana</i> L.	Ameixa-da-caatinga			
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth	Angelim			
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W. Jobson	Angico-de-bezerro			
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan.	Angico			
<i>Eugenia stipitata</i> MacVaught	Araçá-de-boi			
<i>Myracrodruon urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Aroeira			
<i>Ceiba glaziovii</i> (Kuntze) K. Schum.	Barriguda			
<i>Fuchsia hybrida hort. ex</i> Siebert & Voss	Brinco-de-soin			
<i>Pachira aquática</i> Aubl.	Castanheiro			
<i>Cenostigma pyramidale</i> E. Gagnon & G. P. Levis	Catingueira			
<i>Tabebuia áurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore	Craibeira			
<i>Pilosocereus pachycladus</i> F. Ritter	Facheiro			
<i>Cnidoscolus quercifollus</i> Pohl	Favela			
<i>Senna occidentalls</i> (L.) Link	Fedegoso-do-mato			
<i>Amburana cearenses</i> (Allemão) A.C. Sm.	Imburana-de-cheiro			
<i>Himenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	Jatobá			
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Juazeiro			
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC) Mattos	Jurema preta			
<i>Cereus jamacaru</i> DC	Mandacaru			
<i>Manihot pseudoglasiovll</i> Pax & K. Hoffm	Maniçoba			
<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	Maracujá-de-boi			
<i>Croton blanchetianus</i>	Marmeleiro			
<i>Erythrina velutina</i> Willd	Mulungu			
<i>Bauhinia chellantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó			
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	Ouricuri/Licuri			
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC) Mattos	Pau-d'arco-roxo			
<i>Sapulum glandulosum</i> (L.) Morong	Pau-de-leite			
<i>Caesapinia leiostachya</i>	Pau-ferro			
<i>Aspidosperma pyrifollum</i> Mart	Pereiro			
<i>Croton conduplicatus</i> Humb., Bonpl & Kunth	Quebra-faca			
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T. D. Penn	Quixabeira			
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Marth.) J.B. Gillett	Umburana-de-cambão			
<i>Spondias tuberosa</i> L.	Umbuzeiro			
<i>Maytenus rígida</i> Mart.	Pau-de-colher			
<i>Pilosocereus gounellei</i> (F.A.C. Weber) Byles & Rowley	Xique-xique			

Fonte: Dados da Pesquisa (2022)

É possível encontrar outras espécies no ambiente que circunda os campos paleodunares, tais como: Flecha (*Encholirium* Mart. ex Schult.f.); Maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.); Pinhão-bravo (*Jatropha mollissima* (Pohl) Baill); Macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. & Schult.f.); Quipá (*Tacinga inamoena* (K. Schum) N. P. Taylor e Stuppy); Malva de garrote (*Herissantia crispa* (L.) Brizicky); Coroa-de-frade (*Melocactus zehntneri* (Britton & Rose) Luetzelb); Carnaúba (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore); Cansanção (*Jatropha urens* Muell.Arg.(*Hibiscus trisectus* Bertol.; *Cnidoscolus quinquelobolus* Pohl.); Carqueja (*Baccharis articulata* (Lam.) Persoon, *Baccharis trimera* (Less.)); Cipó (*Serjania glabrata* Kunth); Velame-da-caatinga (*Croton heliotropiifolius*); Pião-roxo (*Jatropha gossypiiifolia* L.); Tabôa (*Typha domingensis* Pers.); Canafistula (*Senna spectabilis* (DC.) H.S.Irwin & Barneby); Jureminha (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd.); Urtiga (*Urtica dioica* L.); Caroá (*Neoglaziovia variegata* (Arruda) Mez); Canela-de-ema (*Vellozia flavicans* Mart. ex Schult. & Schult.f.); Mucunã (*Mucuna pruriens* (L.) D.C. var. utilis); Camaratuba (*Cratylia argentea* Mart.ex. Benth.).

#### 4.2.2 Categorização da paisagem em unidades ecodinâmicas

O método adotado para analisar a ecodinâmica das paleodunas, baseou-se nos preceitos da Teoria Geossistêmica que busca compreender as variações paisagísticas como produto histórico dos fluxos de matéria e energia, incluindo a ação do homem e, nos fundamentos propostos por Tricart (1977) que permitiu identificar os processos morfodinâmicos responsáveis pela gênese do relevo e quanto à estabilidade ambiental dessa paisagem, esta foi submetida à análise de parâmetros cruciais, como: estrutura superficial do campo dunar, uso do solo, vegetação e processos superficiais. Para cada um desses parâmetros, fez-se a categorização do nível de equilíbrio numericamente definidos de acordo com Tricart como: 1. meios estáveis; 2. meios intergrades; e 3. meios fortemente instáveis.

Assim sendo, a dinâmica da paisagem pesquisada foi classificada de três estágios, sendo possível visualizar o primeiro estágio (estável) na figura 39, a seguir.

Figura 39: Demonstração de área estável no campo paleodunar



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Na imagem é possível observar densa cobertura vegetal bordeando os campos de paleodunas. Os meios classificados morfodinamicamente como estáveis são encontrados em áreas dotadas de uma série de condições específicas, tais como: cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um controle eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese; apresenta dissecação moderada, sem incisão brusca dos cursos d'água, sem sapeamentos vigorosos dos rios e vertentes de lenta evolução; e ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos (TRICART, 1977).

Nesse sentido, as relações complexas se estabelecem entre essas diversas condições, comportando mecanismos de compensação e autorregulação. Tricart (1977) discorre ainda que na maioria das regiões as oscilações climáticas foram suficientes para engendrar modificações fisionômicas na cobertura vegetal, que por sua vez, influenciaram nos sistemas morfogenéticos. Sendo assim, quanto mais fraca a intensidade da dissecação, maior será a complexidade do modelado e do solo, porque as condições favorecem a permanência de relíquias.

Portanto, para as diversas variedades de meios estáveis, o princípio da conservação deve ser o de manter uma cobertura vegetal densa com efeitos equivalentes àqueles da cobertura vegetal natural. No entanto, as reservas integrais estáveis, não estão isentas dos desequilíbrios ecológicos que podem desencadear desequilíbrios geodinâmicos. O segundo estágio (*intergrade*) pode ser visto na figura 40.

Figura 40: Demonstração de área *intergrade* no campo paleodunar



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A figura 40 nos apresenta uma área dunar que deve ser classificada segundo a teoria de Tricart (1977), como *intergrade*, por apresentar um estágio entre o estável e instável. Observa-se na área ainda a presença da vegetação típica de caatinga, entretanto, percebe-se a construção de estradas e cercas que limitam os territórios neste pequeno recorte. No entanto, os níveis de interferência morfogênese-pedogênese no ambiente intergrade variam de acordo em função de dois critérios (TRICART, 1977):

- a) o *qualitativo*, que leva em consideração a distinção entre os processos morfogênicos que afetam unicamente a superfície do solo e não alteram a sucessão dos horizontes no perfil e, aqueles que agem em relação a espessura do solo ou em uma parte mais importante que venha perturbar consequentemente a disposição dos horizontes;
- b) o *quantitativo*, que considera que quando a instabilidade é fraca, a pedogênese ganha vantagem com toda uma série de termos de transição para os meios estáveis. Mas, se estas vantagens não forem conservadas, a transição poderá ser para os meios instáveis.

Portanto, onde a morfogênese e a pedogênese atuam com a mesma intensidade, ocorre geralmente à incidência, tanto de paleodunas, quanto de dunas móveis.

E o terceiro estágio (instável) é visível na figura 41, a seguir.

Figura 41: Demonstração de área instável no campo paleodunar



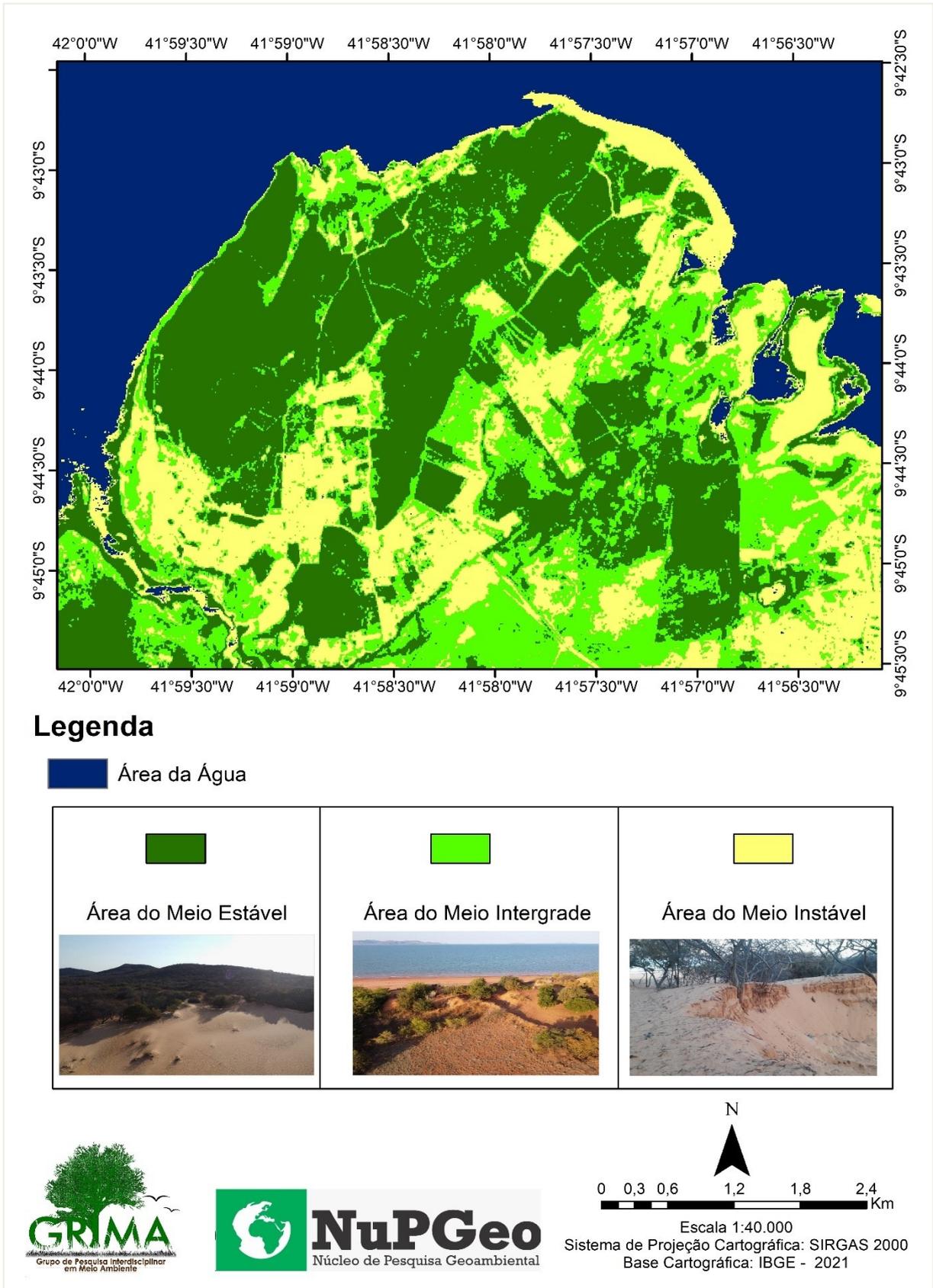
Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Percebeu-se que neste há o predomínio dos processos morfogenéticos frente aos pedogenéticos, seja por causas naturais ou antrópicas. Existem inúmeros processos que colaboram para maior peculiaridade desses meios, sendo que um dos mais relevantes é a vegetação, pois controla por meio de uma influência indireta do clima, sendo a maior instabilidade realizada nas regiões que apresentam fortes instabilidades climáticas. Nesta ação, parte da vegetação se adapta mal às irregularidades climáticas e as influências bioestáticas são reduzidas ao mínimo.

Tricart (1977) pontua a atuação do processo morfodinâmico nas regiões semiáridas, mas especificamente, no Nordeste brasileiro, onde cai temporais sistemáticos um bom número de vezes por século sendo superior ao que se efetua nas regiões hiperáridas onde esses temporais são incomuns. Assim sendo, a área demonstrada está totalmente desprovida de vegetação, estando totalmente susceptível aos impactos morfogenéticos.

Desse modo, nos meios fortemente instáveis, o trabalho da morfogênese é superior ao da pedogênese, indicando a existência de dunas móveis. É válido salientar que as áreas fortemente instáveis analisadas nesse trabalho, podem ser analisadas tanto do ponto de vista natural, quanto antropizado. A figura 42 sumariza cobertura vegetal na área com a respectiva ecodinâmica da paisagem paleodunar.

Figura 42: Mapa com caracterização ecodinâmica da paisagem



Fonte: Santos (2022)

### 4.2.3 Impactos ambientais encontrados na área da pesquisa

A Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define como impacto ambiental:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia, resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I. a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II. as atividades sociais e econômicas; III. a biota; IV. as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V- a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 2012, p. 924).

Por esta perspectiva, o impacto socioambiental, se concebe como sendo aquele que leva em consideração todos os atributos acima descritos e, que são praticados pelos seres humanos que habitam os inúmeros ecossistemas, também denominado de impactos antrópicos (PACHECO, 2014).

No que concerne aos ambientes paleodunares, Tricart (1977) coloca que estes, somente se formam sobre material arenoso, combinados com uma unidade litológica que oferece condições edáficas específicas para o ecossistema. Se as dunas forem móveis, a areia possivelmente será deslocada pelo vento. Porém, por uma retroação positiva, a ação eólica que movimenta as areias melhora sua classificação granulométrica.

Por outro lado, como consequência da seleção granulométrica e da ausência de partículas limosas, a capacidade de retenção desse material é praticamente nula, provocando uma limitação ecológica bastante severa, onde conseqüentemente, poucas espécies vegetais conseguem viver nessas condições.

Nas áreas paleodunares do rio São Francisco é comum se encontrar impactos ambientais similares, que variam de uma área para outra, ou de um município para outro. Estudos de Pacheco *et al.*, (2020), Pacheco, Torres e Santos (2016) e Araújo *et al.*, (2020) destacam os principais impactos encontrados nos campos paleodunares do rio São Francisco em Xique Xique e Barra, Rodelas, Casa Nova na Bahia, e Petrolina em Pernambuco.

De acordo com estes autores, nas paleodunas de Xique Xique e Barra são comuns os seguintes impactos ambientais:

(A) Extração ilegal de areias; (B) Extração ilegal de espécies nativas; (C) Despejo de resíduos sólidos; (D) Despejo de efluentes *in natura*; (E) Prática ilegal de esportes radicais; (F) Turismo insustentável; (G) Construções sem licenciamento sobre as dunas; (H) Retirada da mata ciliar do rio e das bordas dos campos de dunas; (I) Plantio de graminhas às margens e no sopé das dunas; (J) Caça e pesca predatória; (K) Queimadas; (L) Ocupação de Área de Proteção Permanente (APP) (PACHECO *et al.*, 2020, p. 235).

As paleodunas de Rodelas, denominados de Deserto de Surubabel, os autores já

mencionados, pontuam que os impactos são semelhantes, tais como: lavagem de carros dentro do rio São Francisco e movimentação cotidiana sobre as áreas arenosas; erosão marginal por falta da mata ciliar retirada com o povoamento local; prática de esportes não licenciadas pelos órgãos ambientais, provocando processos de erosão e solapamento do solo; poluição da área dunar pela visitação do local e pela prática de banhos e lavagens de automóveis às margens do rio; desgaste dos solos por ausência de vegetação e por erosão pluvial; dispersão de resíduos sólidos e efluentes na área, além do carreamento dos sedimentos para a calha do rio (PACHECO *et al.*, 2020).

No que tange aos impactos ambientais encontrados nas paleodunas de Casa Nova, Pacheco *et al.*, (2020, p. 239), mencionam os seguintes:

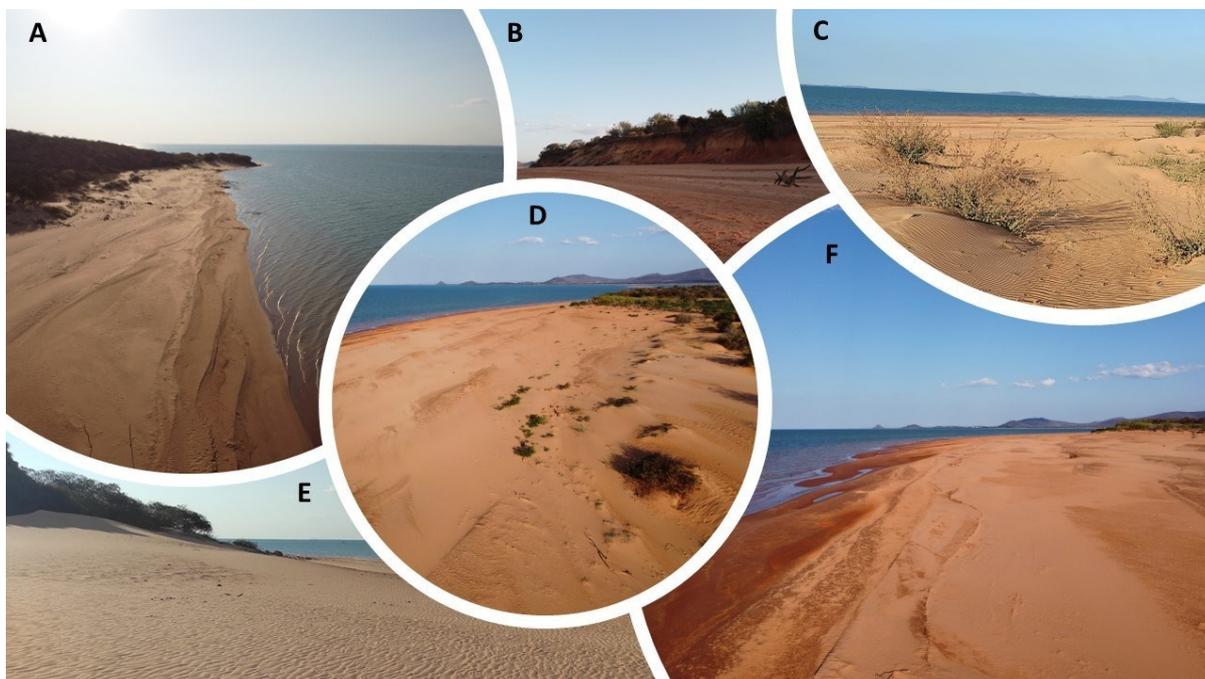
- (A) Construção civil sem licenciamento na área dunar;
- (B) Imóveis privados na Área de Preservação Permanente (APP) do rio São Francisco e no sopédos campos paleodunares;
- (C) Descartes inadequados dos resíduos sólidos associado a queimada sobre um dos campos;
- (D) Habitações situadas na APP;
- (E) Supressão de área paleodunar em detrimento de “estacionamento” plano e cascalhado, para estacionamento de carros dos turistas e visitantes;
- (F) Retirada de areias desde o sopé do campo paleodunar até a borda do rio, facilitando assim a chegada dos veículos para lavagem, produzindo ainda mais processos erosivos e supressão de mata ciliar no rio São Francisco.

De acordo com pesquisa dos autores já mencionados, há também impactos ambientais nos pequenos campos paleodunares de Petrolina em Pernambuco. Dentre estes impactos Pacheco *et al.*, (2020, p. 241) listou os seguintes: “(A) Supressão de areais para dar lugar ao parreiral; (B) Cercamentos sobre o campo paleodunar; (C) Ausência da mata nativa; (D) Presença de resíduos de produções antigas; (E) Presença de queimadas”.

Neste sentido, como mencionado anteriormente, os impactos ambientais tanto naturais quanto antropogênicos em áreas paleodunares do rio São Francisco são bastante semelhantes. Na área da pesquisa (paleodunas de Sento Sé) os impactos mapeados não distam dos que são comuns nestes geossistemas.

A seguir, na figura 43 destaca-se alguns dos impactos naturais existentes:

Figura 43: Impactos naturais encontrados na área



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Em relação aos impactos naturais, observa-se alguns processos erosivos. De acordo com Guerra (2005), a definição de erosão está ligada aos processos de desgastes da superfície do terreno, desencadeado pelo escoamento das águas superficiais com caráter mais contínuo e gradativo, por meio da desagregação, transporte e deposição dos sedimentos que compõem o solo.

Deste modo, na imagem **A** uma erosão lateral, onde o rio São Francisco faz a erosão de suas margens. Segundo Guerra (2005) o desenvolvimento da erosão lateral ocorre por conta do escoamento das águas pluviais no seu interior, causando erosão no pé do talude e, conseqüentemente, ocorre o deslizamento, por ausência de vegetação. Existe uma tendência em que se considera uma profundidade mínima para as ravinas em torno de 30 cm, (TRICART, 1977).

Na imagem **B** se tem a erosão laminar, realizada pelas precipitações (chuvas), promovendo pequenos sucros, ravinas e voçorocas no paredão arenosos totalmente desnudo (sem vegetação) em sua encosta. Na erosão laminar segundo Guerra (2005) a evolução de áreas intensamente afetadas pela erosão apresenta geralmente, um primeiro estágio de erosão laminar intensa, que leva à formação de sulcos rasos e profundos. Na imagem **C** tem-se a erosão eólica onde o trabalho do vento (mesmo não sendo na mesma intensidade que em campos de dunas costeiras) tem trabalhado o remonte de micro campos paleodunares.

O mesmo tipo de erosão é encontrado na imagem **E**, sendo perceptível as estrias nas areias que margeiam o rio e os sopés dos campos de paleodunas. Na ótica de Guerra (2013) a erosão eólica ocasiona o intemperismo das rochas atuando também no transporte de sedimentos para zonas mais distantes dos locais de erosão, sendo geralmente, um processo mais lento do que os demais que envolvem a ação da água.

A imagem **D** demonstra o fenômeno denominado por Tricart (1977) de mergulhia (natural), onde os galhos de vegetação nativa do ambiente são soterrados pelas areias e rebrotam instantaneamente. Ademais, existem campos de paleodunas móveis que já estão totalmente instáveis, não apresentando vegetação por conta do retrabalhamento do vento. É este retrabalhamento do vento nas areias eólicas que provoca o “afogamento” das espécies arbóreas e arbustivas, provocando esporadicamente o fenômeno da mergulhia.

E por último, a imagem **F** que testemunha mais uma ação da erosão fluvial, onde por conta da subida e descida no nível das águas, o corpo hídrico constrói rastros nas margens dele mesmo, já que, durante o período chuvoso o processo erosivo torna-se mais intenso e transformando o seu curso em vales mais profundos do que o seu entorno. Ademais, observa-se também a ausência da mata ciliar na margem do rio, o que propicia a intensificação dos processos erosivos e de assoreamento e alargamento do leito das bacias de drenagem.

Tem-se também impactos antropogênicos conforme demonstra a figura 44.

Figura 44: Impactos antropogênicos encontrados na área



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

No que concerne aos impactos antropogênicos, estes são definidos como provenientes de atividades humanas, diferentemente dos impactos que ocorrem em ambientes naturais sem a mesma interferência. Este termo é muitas vezes utilizado no contexto de externalidades ambientais na forma de resíduos químicos ou biológicos que são produzidos como subprodutos de atividades antrópicas, ou alterações reversíveis ou irreversíveis originadas a partir de ações antrópicas.

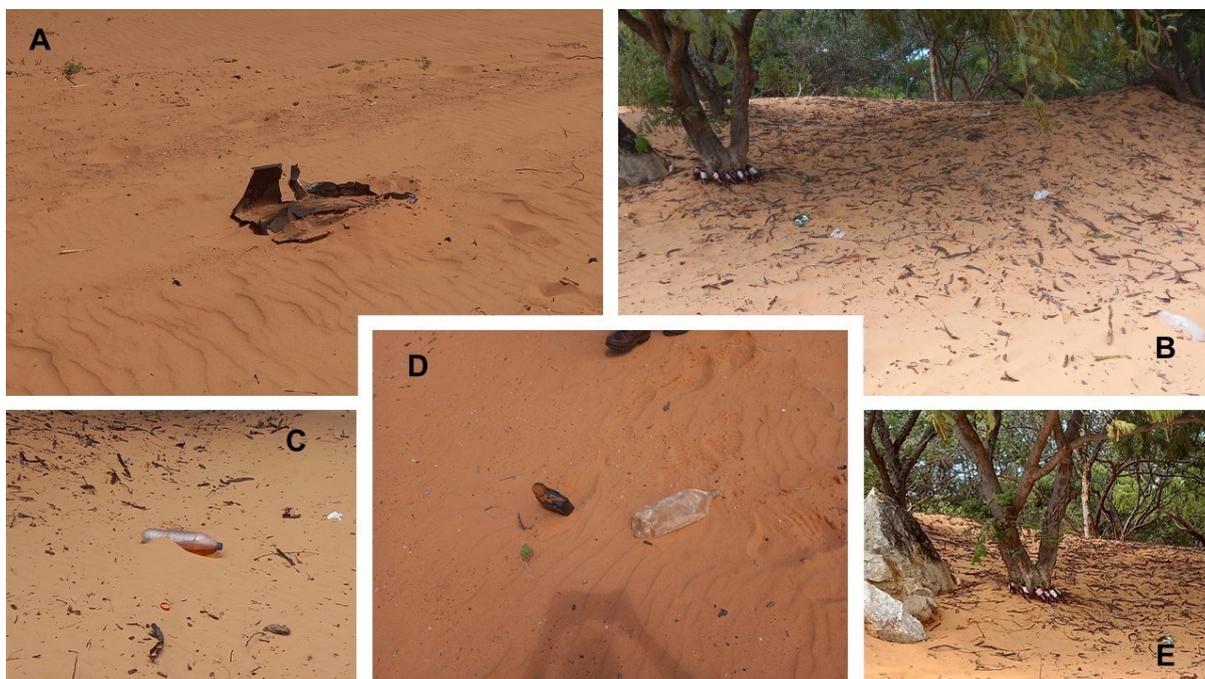
Observa-se na imagem **A** vegetação suprimida para dar lugar a estradas vicinais para transportes e pessoas que querem chegar até os campos paleodunares e a “praia” fluvial. Supressão de vegetação é a retirada total ou parcial de vegetação de um dado espaço, seja ele urbano ou rural, com a finalidade de utilizar a área anteriormente com cobertura vegetal, para a implantação de atividades humanas, a exemplo, plantações, construções e empreendimentos, agropecuária e outros usos alternativos do solo. Contudo, ressalta-se que a supressão de vegetal é regulamentada pelo Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) devendo para tal ser autorizada previamente pelos órgãos ambientais responsáveis (BRASIL, 2012).

A imagem **B** demonstra rastros de pisoteio animal na área, onde além de promover a sujeira na área, também contamina o rio e as areias através da disseminação de urinas e fezes. A contaminação, seja dos corpos hídricos ou dos solos, resulta das alterações da qualidade tornando imprópria para utilização e prejudicial aos organismos vivos do ecossistema. Na imagem **C** é possível notar a erosão acelerada, provocando o solapamento das areias para dar lugar a um estacionamento próximo à borda do rio São Francisco. Segundo Guerra (2013) a erosão acelerada é um processo célere e deletério, resultante de ações antrópicas, onde as taxas de remoção superam as taxas de formação ou gênese dos solos.

É visível na imagem **D** a supressão de um campo paleodunar, com a retirada de sedimentos para utilização em construções, entre outros. Também é visível mais uma vez na imagem **E** o processo de supressão de vegetação nativa sobre os campos para dar lugar a uma estrada e a cercamentos privados, provocando assim a vulnerabilidade dos solos arenosos e intensificando os processos erosivos nestes.

Ademais, a área é bastante visitada por banhistas, essencialmente aos finais de semana, feriados e período de férias, sendo comum o descarte inadequado de resíduos sólidos (conforme figura 45) e de efluentes, que provocam a poluição tanto do ambiente (solos arenosos) quanto do rio. Além disso, alguns campos já estão sendo descaracterizados por conta da retirada de areais de maneira ilegal para comercialização, que também pode ser constatado na mesma figura.

Figura 45: Descarte inadequado de resíduos sólidos



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

A figura 45 comprova a maneira irresponsável de tratamento de resíduos nos campos paleodunares, onde se visualiza garrafas de vidro (A e E), garrafas *pet* vazias (B e D), garrafa *pet* com combustível (C), carcaças de veículos que foram ateadas fogo (A), além de sacolas plásticas (B).

No entanto, as figuras 43, 44 e 45 trazem imagens que foram feitas em períodos de estiagem (setembro a novembro de 2021) e com o nível do rio São Francisco abaixo da cota altimétrica. Para uma melhor análise, fez-se visitas ao local da pesquisa também em período chuvoso (janeiro de 2022) com cheias e aumento do nível do rio.

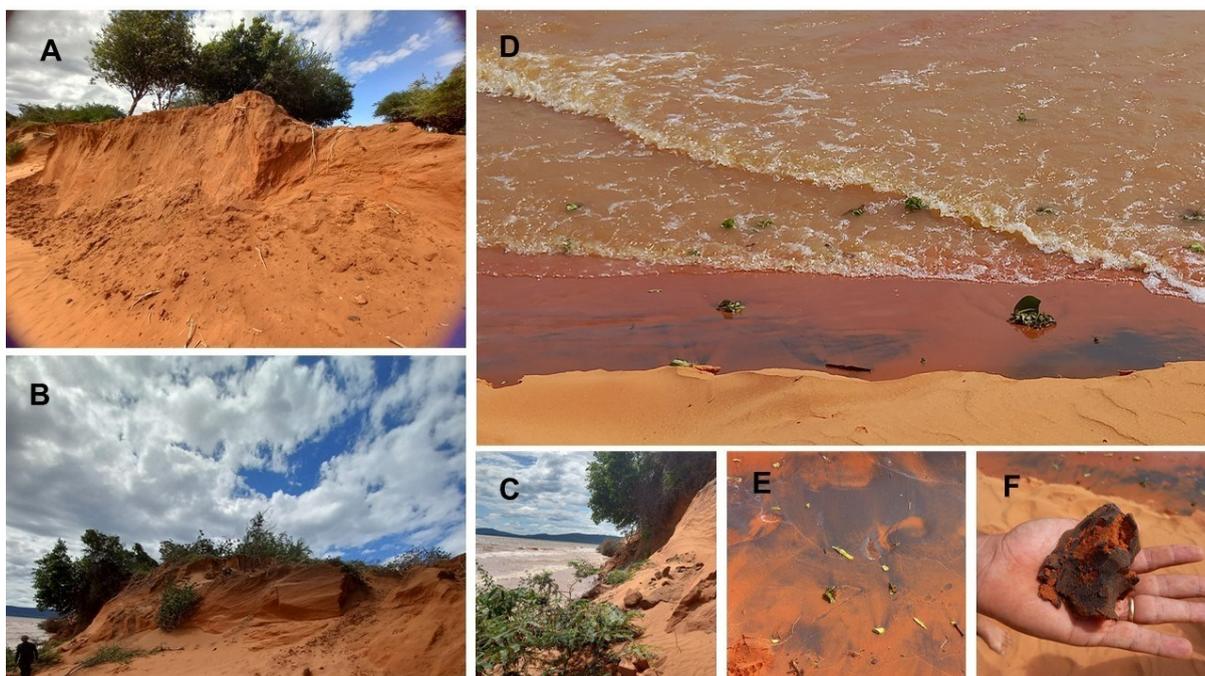
Alguns processos erosivos ficam mais severos com as precipitações e com os movimentos de massa (solo) provocados por enxurradas, resultando em sulcos, ravinas, voçorocas e deslizamentos de barrancos desprovidos de vegetação. Assim, se intensificação as erosões pluviais e as fluviais, visto que o rio São Francisco aumenta o volume no leito menor, avançando para o leito maior e provocando transbordamentos e inundações, não apenas dos vegetais, mas também dos campos paleoambientais.

Ademais, o período chuvoso no Sertão nordestino ocorre pela penetração das massas de ar quente e úmidas vindas do oceano atlântico, que são trazidas pela intensificação dos ventos alísios e que recebem periodicamente (a cada 02 anos), o fortalecimento da umidade e da precipitação provocadas pelas anomalias climáticas, com destaque para o fenômeno conhecido como la niña.

Todavia, não são apenas os impactos naturais que são visualizados neste período. Foi possível constatar *in loco* impactos antropogênicos que, no período de estiagem acontecem, contudo, ficam restritos apenas ao local de origem do impacto. Porém, com as precipitações, as enxurradas se tornam um indicador bioquímico dos danos provocados ao meio ambiente, tais como, os impactos da extração do minério de ferro nas serras de Sento Sé, que estão sendo intensificados e, que causam danos ao solo, aos corpos hídricos (rio principal, seus afluentes e subafluentes), a biota e a população que se utiliza da água do rio São Francisco para o consumo direto e indireto.

Conseqüentemente, o período chuvoso promove o surgimento e intensificação de impactos tanto naturais quanto antropogênicos mais severos, conforme demonstra a figura 46.

Figura 46: Impactos naturais e antropogênicos do período chuvoso



Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Desse modo a figura 46, demonstra nas imagens **A**, **B** e **C** processos erosivos naturais encontrados durante a visita *in loco* e, que são intensificados nos períodos chuvosos. Tem-se na imagem **A** erosão lateral, provocando deslizamento das areias fixadas; na imagem **B** observa-se um corte no campo paleodunar em forma de “U” provocada pela erosão linear e pluvial; e na imagem **C** se vê a queda de árvores provocadas pela erosão fluvial pelo aumento da vazão do rio e, o desmoronamento dos solos arenosos provocados pela erosão hídrica.

As imagens **D**, **E** e **F** evidencia impactos antropogênicos provocados pela extração indevida de minério de ferro nas serras do município. Com o período chuvoso, as enxurradas carregam os detritos para o leito do rio e, as evidências são mostradas nas imagens **D** e **E**, onde

o óxido de ferro está impregnado nas areias da borda do rio, e na figura F onde é possível analisar a junção das partículas de areias oxidadas.

Atualmente o ferro é dos metais mais conhecidos, sendo um relevante metal presente na nossa alimentação, mas, se ingerido em concentrações altas, causa distúrbios neurológicos (FERNANDEZ *et al.*, 2007). Neste sentido, a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o valor máximo permitido (VMP) de ferro na água utilizada para consumo humano é de 0,3 mg/L. Sendo assim, faz-se necessária a aplicação de técnicas adequadas nos sistemas de tratamento de água em casos, em que haja um excesso de metais pesados na água fornecida à população (BRASIL, 2004).

Portanto, é com base nos muitos impactos encontrados na área pesquisada, que se buscou neste trabalho, sugerir uma proposta de plano de manejo e conservação ambiental para área, tendo em vista que, para o pesquisador, não basta observar, identificar e analisar os danos ambientais, mas é imprescindível que aponte possíveis soluções para a problemática encontrada.

#### **4.2.4 Proposta de Plano de Manejo e Conservação Ambiental**

Compreender a gênese e a evolução dos paleoambientes pesquisados e, identificar os impactos ambientais existentes na área requer uma profunda reflexão acerca das relações estabelecidas entre a sociedade e a natureza neste meio, buscar embasamento no método sistêmico para explicar os elementos que compõem a paisagem geográfica, que resulta numa unidade dinâmica e as inter-relações dos elementos físico, biológico e antropogênico.

O método sistêmico é muito bem discutido Bertrand, que na década de 1990, elaborou uma nova abordagem conceitual para geossistema, por ele denominada de GTP, isto é, a relação intrínseca existente entre Geossistema – Território – Paisagem (BERTRAND; BERTRAND, 2007). O propósito do método GTP é reaproximar os três conceitos para avaliar o funcionamento de um determinado espaço geográfico numa ótica holística, observando as inter-relações dos elementos físicos e antrópicos para maior entendimento da dinâmica da área pesquisada (PISSINATI; ARCHELA, 2009).

Já em 1977 Tricart enfatizava a emergência de se definir as modalidades de intervenção para organização da gestão dos territórios, em face, à dinâmica do meio ambiente. Entretanto, para isso, ele destacou que a organização ou reorganização do território exige diagnósticos preliminares ao zoneamento (TRICART, 1977).

Este autor enfatiza também que é imperativo que se faça uma análise “[...] dos diversos tipos de manejo, mostrando vantagens e desvantagens; classificação das regiões em função dos

problemas de gestão; e, apresentar possíveis soluções com vantagens e inconvenientes” (TRICART, 1977, p. 68-77). Pautada nestas premissas se buscou elaborar um quadro (Quadro 5) apresentando os problemas diagnosticados no meio ambiente pesquisado, as possibilidades de manejo sustentável e, a capacidade de resiliência do sistema aberto em tese.

Quadro 5: Classificação dos ambientes e proposta de conservação

<b>Meios</b>	<b>Ambientes Paleodunares (I)</b>	<b>Ambientes Vegetacionais (II)</b>	<b>Ambientes Fluviais (III)</b>	<b>Proposta Interventiva</b>
<b>Estáveis</b>	Paleodunas fixas	- Caatinga hiperxerófila - Caatinga hipoxerófila	- Trechos do rio São Francisco	- Criação de um Plano de Manejo Ambiental
<b>Intergrades</b>	Paleodunas fixas	- Caatinga hiperxerófila - Vegetação de transição (caatinga/floresta caducifólia)	- Trechos do rio São Francisco - Trechos de áreas interdunares	- Criação de um Plano de Contenção Ambiental
<b>Instáveis</b>	Paleodunas fixas e móveis	- Caatinga hipoxerófila - Caatinga hiperxerófila - Vegetação deveredas (interdunar)	- Trechos do rio São Francisco - Lagoas interdunares	- Criação de um Plano de Reflorestamento Ambiental

Fonte: Adaptado de Pacheco (2014)

A partir da análise do quadro 3 se indica as áreas que ainda se mantêm conservadas, aquelas que já se encontram em estágio de degradação parcial e, as que se apresentam totalmente degradadas. Existem no ambiente I (um) conforme figura 47 algumas paleodunas fixas que estão estáveis e, por disporem altitudes significativas e, distarem muitas vezes das vilas e povoados permanecem menos expostas aos impactos antropogênicos.

No entanto, as paleodunas fixas mais próximas dos locais habitados já apresentam estágios *intergrades*, com sinais visíveis de exposição à degradação ambiental. Partes destas áreas intergrades, que já sinalizam instabilidades severas, por não apresentarem mais nenhuma vegetação nem no seu topo, nem nas vertentes e nem nos sopés. Tal vegetação foi retirada tanto para dar lugar a áreas habitadas, quanto para construir cercas para animais, como para uso de lenhas, entre outros aspectos. Porém, esta realidade não é apenas das paleodunas fixas ou fixadas. Existem campos de paleodunas móveis que já estão totalmente instáveis, não apresentando vegetação por conta do retrabalhamento do vento. Esse retrabalhamento do vento nas areias eólicas provoca o “afogamento” das espécies arbóreas e arbustivas, provocando esporadicamente o fenômeno da mergulhia.

Figura 47: Ambiente I – Estável



Fonte: Dados da Pesquisa (2021)

No que diz respeito ao ambiente II (dois) conforme a figura 48 existem trechos margeando o rio São Francisco onde é mais comum à caatinga hiperxerófila, que se encontra ainda conservada. Igualmente é possível vislumbrar a caatinga hipoxerófila e a floresta ciliar margeando o rio São Francisco. Porém é notável em determinados trechos onde a caatinga hipoxerófila e a vegetação de transição se apresentam em processo de degradação, merecendo total cuidado para não adentrar no aspecto instável. Tratando-se de instabilidade, trechos da caatinga hiperxerófila, hipoxerófila e da vegetação interdunar apresentam características de elevado grau de instabilidade. Há trechos onde não é possível visualizar nenhuma espécie macroscópica, pois em seus lugares estão áreas com plantio agrícola irrigado ou áreas de pastagens.

Contudo, para as diversas variedades de meios estáveis, o princípio da conservação deve ser o de manter uma cobertura vegetal densa com efeitos equivalentes àqueles da cobertura vegetal natural. No entanto, as reservas integrais estáveis, não estão isentas dos desequilíbrios ecológicos que podem desencadear desequilíbrios geodinâmicos.

Figura 48: Ambiente II – *Intergrade*

Fonte: Dados da Pesquisa (2021)

No ambiente III (três) de acordo com a figura 49 é possível observar trechos do rio São Francisco onde ele se apresenta estável, no que tange aos processos erosivos em sua margem e com total cobertura da mata ciliar. Geralmente esses trechos estão nos lugares onde não são visíveis povoados nem vilarejos. Porém, existem outros segmentos onde essa característica vai modificando e, ao mesmo tempo já apresenta pequenas alterações e, por fim, espaços onde são visíveis os grandes impactos naturais e antrópicos.

Além do leito principal do rio São Francisco existe algumas áreas interdunares, ou lagoas interdunares que se apresentam totalmente instáveis ou em processo de transição do estável para o intergrades, sendo que, estas são fontes de água e pisoteio dos animais, além da proximidade com estradas e veredas onde os moradores transitam cotidianamente.

Entretanto, as modalidades de interferência morfogênese-pedogênese no ambiente *intergrade* variam de acordo em função de dois critérios: a) o qualitativo, que leva em consideração a distinção entre os processos morfogênicos que afetam unicamente a superfície do solo e não alteram a sucessão dos horizontes no perfil e, aqueles que agem em relação a espessura do solo ou em uma parte mais importante que venha a perturbar consequentemente a disposição dos horizontes; b) o quantitativo, que considera que quando a instabilidade é fraca, a pedogênese ganha vantagem com toda uma série de termos de transição para os meios

estáveis. Mas, se estas vantagens não forem conservadas, a transição poderá ser para os meios instáveis (TRICART, 1977). Portanto, onde a morfogênese e a pedogênese atuam com a mesma intensidade, ocorre geralmente à incidência, tanto de paleodunas, quanto de dunas móveis.

Figura 49: Ambiente III – Instável



Fonte: Dados da Pesquisa (2021)

De acordo com Tricart (1977) neste ambiente há o predomínio dos processos morfogenéticos frente aos pedogenéticos, seja por causas naturais ou antrópicas. Existem inúmeros processos que colabora para maior peculiaridade desses meios, sendo que um dos mais relevantes é a vegetação, pois controla por meio de uma influência indireta do clima, sendo a maior instabilidade realizada nas regiões que apresentam fortes instabilidades climáticas. Nesta ação, parte da vegetação se adapta mal às irregularidades climáticas e as influências bioestáticas são reduzidas ao mínimo.

Nos meios fortemente instáveis, o trabalho da morfogênese é superior ao da pedogênese, indicando a existência de dunas móveis. Ratifica-se que as áreas fortemente instáveis analisadas nesse trabalho, podem ser analisadas tanto do ponto de vista natural, quanto antropizado.

Por fim, elencou-se uma proposta de manejo e conservação para o geossistema paleodunar, embasadas nas características da ecorregião, já que esta se encontra inserida numa Área de Proteção Ambiental (APA). Assim sendo, sugere-se a criação de um Plano de Manejo e Conservação que atenda aos três ambientes (estável, intergrade e instável) em concordância com as características do geossistema, do território e da paisagem.

Assim sendo, elencou-se uma proposição de um Plano de Manejo e Conservação Ambiental (PMCA) que subdivide-se em três microplanos (figura 50) com vistas a atender as especificidades de cada meio (ambiente) categorizado. Ressalta-se que neste trabalho apenas se faz a sugestão, e na sequência (futura) da pesquisa é que se elaborará e disponibilizará cada microplano em forma de produto final:

Figura 50: Macro e microplanos para o geossistema paleodunar



Fonte: Dados da Pesquisa (2021)

O Plano de Manejo Ambiental (PMA), é direcionado para as áreas que ainda se apresentam como estáveis, para que estas não venham a ser futuramente, totalmente danificadas por se tratar de um ambiente frágil e vulnerável pelas condições climatobotânicas e socioeconômicas. Um plano de manejo e conservação ambiental é indispensável para a área paleodunar visto que poderá executar o zoneamento ambiental e a melhor uso e ocupação dos solos paleodunares.

O Plano de Contenção Ambiental (PCA) é indicado para ser aplicado em áreas que se encontram em transição do aspecto estável para o meio *intergrades*. Será indispensável a criação de estratégias de contenção do processo de degradação nas áreas e, estratégias para conservar o que ainda resta de alguns trechos. Para contenção dos impactos já existentes é necessário um mapeamento da situação com vistas a estagnar os danos ambientais e ao mesmo tempo, contê-los, com vistas a não ser necessário atingir uma situação crítica, como é o caso das instabilidades.

O Plano de Reflorestamento Ambiental (PRA) é recomendado para ser aplicado em áreas instáveis por meio de aplicação de estratégias de reflorestamento das áreas e, a partir dos resultados se traçaria uma análise da capacidade de resiliência dos respectivos ambientes. Para execução do plano de reflorestamento sugere-se que a vegetação utilizada seja do próprio

ambiente, visto que foram identificadas várias espécies nativas e/ou endêmicas existentes no paleoambiente e que são apropriadas para serem utilizadas no processo de recuperação de áreas degradadas. Tais espécies foram identificadas durante o levantamento da fitofisionomia da paisagem, sendo elas: o araçá-de-boi, o jatobá, o mororó, o pereiro, a barriguda, o pau-ferro, a quixabeira, além de espécies de *Malvaceae*, como, a malva-de-juta, a malva-de-lavar-prato, a malva-branca, a vassourinha e, o muçambê, entre outras.

A proposta sugerida deverá ser apresentada aos órgãos ambientais (municipais e estaduais), aos gestores da APA e às comunidades do entorno da área pesquisada (pois são estes sujeitos que estão convivendo nesse contexto, podendo contribuir de maneira positiva nessa tomada de consciência), com vistas a promover a sensibilização da necessidade de implementação dos referidos planos, objetivando minimizar a problemática socioambiental existente na área estudada.

De acordo com a Resolução do CONAMA, n. 10 de 14 de dezembro de 1988, em seu Art. 10º, a vigilância da APA poderá ser efetuada mediante termos de acordo entre a entidade administradora do Poder Público e organizações aptas a colaborar. Sendo assim, é indispensável à aplicabilidade dessa resolução, na prática, visando maior equilíbrio desse sistema aberto, que está vulnerável aos inputs e outputs, naturais e antropogênicos (CONAMA, 2012).

Assim sendo, qualquer atividade potencial capaz de provocar impactos negativos nesse geossistema, deverá vir acompanhada, de um Estudo de Impacto Ambiental e, seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental, visando dirimir todo e qualquer impacto irreversível que venha a provocar mais desequilíbrio neste território. Nesse aspecto, observa-se que a dinâmica desse geossistema depende da combinação de diversos fatores físicos e socioambientais.

Na concepção de Bertrand (1971, p. 14), o geossistema corresponde a:

Dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes...), climáticos (precipitações, temperatura...) e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, pH das águas, tempos de ressecamento do solo...). É o 'potencial ecológico' do geossistema. Ele é estudado por si mesmo e não sob o aspecto limitado de um simples 'lugar'.

Portanto, embora o geossistema seja um conjunto natural, todos os fatores econômicos e sociais influenciam na sua estrutura e são ao mesmo tempo, influenciados. Sendo assim, além dos fatores naturais, os fatores inerentes à ação antrópica também são levados em consideração durante o seu estudo e análise.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisar a origem, a evolução, as condições atuais, os impactos naturais e antropogênicos existentes nas paleodunas do médio rio São Francisco, no município de Sento Sé, e elaborar uma proposta de manejo e conservação para o ambiente, requereu uma imersão em teorias e referências científicas já validadas sobre tal temática. Os referidos campos paleodunares têm sua origem nas variações paleoclimáticas e paleoambientais ocorridas no período quaternário, da Era Cenozoica, sendo suas areias oriundas do processo deposicional elaborado pelo rio São Francisco e transportados por ventos de sudeste e leste.

Á área resguarda um patrimônio natural com rica biodiversidade, contendo um potencial ambiental, geológico, geomorfológico, turístico e socioeconômico inigualável. O ecossistema situa-se próximo do Parque Nacional Boqueirão da Onça, rodeado por relevos representativos de intensas movimentações endogenéticas e exogenéticas. No seu entorno não é incomum encontrar nascentes, cachoeiras, grutas, registros hieróglifos, uma rica biodiversidade faunística e florística, além de vários campos paleodunares que acompanham o curso do rio São Francisco.

Contudo, as incursões *in loco* possibilitaram conhecer a situação atual dos ambientes, que tem sofridos inúmeros impactos ambientais, não apenas naturais, mas majoritariamente antrópicos, visto que, é uma área sujeita a visitação do público para recreação, contudo, não há nenhum planejamento no âmbito da educação ambiental, com vistas a orientação dos visitantes, a gestão dos resíduos sólidos e efluentes, a contaminação das areias e do próprio rio São Francisco.

Outrossim, do início da pesquisa até o final houveram modificações no sentido da privatização da área, até então, pública e aberta a qualquer visitando ou pesquisador. Assim, atualmente, para ser ter acesso aos campos paleodunares situados nas proximidades da Comunidade de Andorinhas, será necessário solicitar permissão e pagar pedágio ao proprietário das terras, que inseriu o cercamento com portões no cadeado, e que faz aos feriados e finais de semana, plantão para barrar pessoas que não estejam autorizadas e/ou que não paguem sua entrada.

Cabe ressaltar que os recursos naturais devem ser utilizados para a promoção de desenvolvimento sustentável e para a manutenção do equilíbrio ambiental, portanto, deve-se avaliar as atividades potencialmente degradadoras ou utilizadoras de recursos ambientais. Deste modo, todas as alterações ocorridas no meio ambiente devido às ações antrópicas, e por vezes, por causas naturais são consideradas também como impacto ambiental, sendo que ocorrem

sempre por causa de uma ação, direta ou indireta, modificando o meio, ou seja, impacto ambiental é qualquer alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade, que necessitam de quantificação, pois apresentam variações relativas, podendo ser positivas ou negativas, grandes ou pequenas.

Portanto, este estudo não apenas observou, levantou dados, mas também elaborou uma proposta de implementação de um Plano de Manejo e Conservação Ambiental, com vistas a promoção da sustentabilidade socioambiental e, para promoção da preservação e da conservação deste paleoambientes, que são registros construídos em outros períodos da história geológica, e que se não foram devidamente conservados, entrarão em processo de extinção, visto que atualmente já estão bastante agredidos e descaracterizados.

## REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno. Efeitos paleoclimáticos do período Würm-Wisconsin no Brasil. São José do Rio Preto: **Inter Facies**, 1979, n. 4, p. 1-19.

AB'SABER, A.N. O paleodeserto de Xique-Xique. **Estudos Avançados**. vol.20 no.56 São Paulo Jan./Abr. 2006. [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142006000100020](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142006000100020). Acesso em: 1º, maio, 2021.

ALEKSANDROVA, T. M.; PREOBRAZHENSKIY, V. S. (Eds.) **Fundamentos geocológicos da projeção e planificação territorial**. Moscou. Editorial da Academia de Ciências de URSS, 1988. (em russo).

ALMEIDA, N. V. 2012. Ordenamento territorial geoambiental da bacia hidrográfica do rio Taperoá, semiárido paraibano. **Tese de doutorado em Geografia**. Universidade Federal Fluminense. Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. 238p.

ANSELMO, M. da G. V.; FERREIRA, E.da C.; CARVALHO, T.K.N.; NUNES, M. M.; FONSECA, A. M. F. de A.; LUCENA, C. M. de; SOUTO, J. da S.; LUCENA, R. F. P. de. Ocorrência de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (angico) no semiárido da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** (2020): 7(17). Disponível em: <http://revista.ecogestaobrasil.net/v7n17/v07n17a13.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

APG IV (ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP). *An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV*, **Botanical Journal of the Linnean Society**, 181 (1): 1–20, 2016.

ARAÚJO, A. C. M. de; GOUVEIA, L. B. Uma revisão sobre os princípios da teoria geral dos sistemas. **Estação Científica - Juiz de Fora**, nº 16, julho – dezembro/2016.

ARAÚJO, I.P.R.; SANTOS, R.P.; PACHECO, C.S.G.R.; MOREIRA; M.B. *Environmental Conservation Proposal (PCA) for the Casa Nova/BA paleodunar complex: a study with fishermen and riverine people from the São Francisco River*. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**. Vol-7, Issue-2, February 2020. Disponível em: <https://ijaers.com/detail/environmental-conservation-proposal-pca-for-the-casa-nova-ba-paleodunar-complex-a-study-with-fishermen-and-riverine-people-from-the-s-o-francisco-river/>. Acesso em: 02 maio, 2021.

BARDIN, L.. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, Brasil, 2016.

BARRETO, A. M. F.. Estudo morfológico e sedimentológico da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco, Bahia. **Inst. de Geociências**, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 1993, 98p. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-15072015-160307/publico/Barreto\\_Mestrado.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-15072015-160307/publico/Barreto_Mestrado.pdf). Acesso em: 1º, maio, 2021.

BARRETO, A. M. F.. Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia. **Inst. de Geociências**, Universidade de São Paulo, São Paulo,

Tese de Doutorado, 1996, 174p. Disponível em:  
[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-24092015-160224/publico/Barreto\\_Doutorado.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-24092015-160224/publico/Barreto_Doutorado.pdf). Acesso em: 1º, maio, 2021.

BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K.; DE OLIVEIRA, P.E.; TATUMI, S.H. 2002. Campo de Dunas Inativas do Médio Rio São Francisco, BA: marcante registro de ambiente desértico do Quaternário brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Edits.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 01: 223-231. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/sitio056/sitio056.htm>. Acesso em: 1º, maio, 2021.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2. ed. Brasília: Editora Petrópolis/Vozes, 1975.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis/RJ: Vozes, 1977, 351 p.

BERTALANFFY, L. V. **Teoría General de los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones**. 1989. Disponível em:  
<http://cienciasyparadigmas.files.wordpress.com/2012/06/teoria-general-de-lossistemas--fundamentos-desarrollo-aplicacionesludwig-von-bertalanffy.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global: esboço metodológico**. Caderno de Ciências da Terra. N. 13. Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. São Paulo: 1971.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, v. 13, IG-USP. 1972. p.1-27.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007. 332p.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. 1968. In: BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007.

BERTRAND, G. A natureza em geografia: um paradigma de interface. 1991. In: BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2007.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das Paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007. (Volume 1).

BIRAL, L.; LOMBARDI, J.A. 2020. *Celastraceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em:  
<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB604679>>. Acesso em: 29 dez. 2021.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 313 p. 2.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Fortaleza: coleção mossoroense – volume XLII, 1996. P. 247-248. Disponível em: <http://www.cnip.org/bdnpn/ficha.php?cookieBD=cnip7&taxon=7707>. Acesso em: 11 nov. 2021.

BRASIL. **Resolução nº 001/1986**. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de Agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e de outras providencias. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil/L6938.htm)>. Acesso em: 25 out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o Art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm). Acessos em: 23 dez. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518 de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 26 mar. 2004. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria\\_518\\_2004.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf). Acesso em: 07 FEV. 2022.

CABRAL, C. J. Caracterização paleoclimática e paleoambiental no campo de dunas de Petrolina em Pernambuco: um subsídio para reconstituição do submédio São Francisco. (**Dissertação de Mestrado**). Recife: PE, 2014, 152. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10996>. Acesso em: 12 jul. 2021.

CABRAL, C. J.; SANTOS, L. S.; SANTOS, L. D. J.; SILVA, O. G.; CORRÊA, A. C. B. Classificação Ecodinâmica no campo de dunas de Petrolina – PE. **REGNE**, Vol. 2, Nº 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10644>. Acesso em: 12 jul. 2021.

CARVALHO, P. E. R. **Jatobá-do-Cerrado *Hymenaea stigonocarpa***. Circular Técnica nº 133. Embrapa: Colombo, PR, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/313871/1/Circular133.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

CARVALHO, P. E. R. **Juazeiro *Ziziphus joazeiro***. Circular Técnica nº 139. Embrapa: Colombo, PR, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPF-2009-09/42434/1/Circular139.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Coleção espécies Arbóreas, vol. 4. Brasília, DF: Embrapa informações Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2010. 644p.

CASTELLO, A.C.D.; PEREIRA, A.S.S.; SIMÕES, A.O.; KOCH, I. Aspidosperma in Flora do Brasil 2020 em construção. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15551>>. Acesso em 14 dez. 2020.

CAVALCANTE, A. **Flores da Caatinga: ler e copiar**. Campina Grande: INSA, 2015.

CAVALCANTI, L. C. S. Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas. Pernambuco. **Tese (Doutorado em Geografia)** – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013, 218p..

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resoluções do Conama: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2012. 1126 p.

CUADRADO, A. G. Notas sobre la teoria general de sistemas. **Revista General de Información y Documentación**, Vol. 5, nº 1, Servicios Publicaciones, UCM, Madrid, 1995.

DE OLIVEIRA, P. E.; BARRETO, A.M.F.; SUGUIO, K. Paleovegetação e paleoclima do Quaternário tardio da caatinga brasileira: o campo de dunas do médio rio São Francisco, Bahia. In: **Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, VI e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul**. Curitiba/PR. 1997. Resumos Expandidos. 171- 175.

ETCHEVARNE, C.A.. Sítios dunares do sub-médio São Francisco, Bahia, Brasil. **Journal dela Societé des Américanistes**. 78(1):57-71, 1992. Disponível em: [https://www.persee.fr/doc/AsPDF/jsa\\_0037-9174\\_1992\\_num\\_78\\_1\\_1411.pdf](https://www.persee.fr/doc/AsPDF/jsa_0037-9174_1992_num_78_1_1411.pdf). Acesso em: 08, jul. 2021.

FERNANDEZ, L. L. et al. Ferro e neurodegeneração. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v.17, n. 4, p. 218-224, out./dez. 2007. Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/scientiamedica/article/viewFile/2112/2632>. Acesso em: 07 fev. 2022.

FERREIRA, B.; CORREA, A. C. B.; BARRETO, A. M. F. Depósitos Eólicos Inativos do Sub-Médio São Francisco, evidências de atividade eólica durante o Pleistoceno, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 25 (2): 363-378, mai/ago/2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/KKcqvN4f9jQgGXj39mv8X4y/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 jun., 2021.

FILGUEIRAS, T.S.; BROCHADO, A.L.; NOGUEIRA, P. E.; GUALAI, G.F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v.2, n.4, p.39–43, 1994.

FOGLIATTI, M. C. *et al.* **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FONSECA FILHO, I. C. da; BOMFIM, B. L. S.; FARIAS, J. C.; VIEIRA, F. J.; BARROS, R. F. M. Pau-d’arco-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos): conhecimento e uso madeireiro em comunidades rurais do nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 11, n. 2, 2017. DOI: 10.22478/ufpb.1981-1268.2017v11n2.34878. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/34878>. Acesso em: 28 dez. 2021.

FORZZA, R. C. *et al.* **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. 2020. Disponível em: <http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br> . Acesso em: out/2021.

FRANZON, R. C.; CAMPOS, L. Z. de O.; PROENÇAC. E. B.; SOUSA-SILVA, J. C. **Araças do Gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos**. Documento 266, Embrapa Cerrado, Planaltina/DF, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/31584/1/doc-266.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

GALVÃO, M.C.B.; RICARTE, I.L.M. Revisão Sistemática da Literatura: conceituação, produção e publicação. **LOGEION: Filosofia da Informação**. Rio de Janeiro, v. 6 n. 1, p.57-73, set.2019/fev. 2020.

GIANNINI, P.C.E.; ASSINE, M.L.; BARBOSA, L.M.; BARRETO, A.M.F.; CARVALHO, A.M.; SALES, V.C.; MAIA, L.P.; MARTINHO, C.T.; PEULVAST, J.P.; SAWABUCHI, A.Q.; TOMAZELLI, L.J. Dunas e Paleodunas Eólicas. In: **Quaternário do Brasil**. Cap.11. Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. Holos Editora. Ribeirão Preto/SP: 2005.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2019. 207p.

GRUPO AGROFLORESTAL (GRAF). **Angelim**. Disponível em: <https://grafufs.com/angelim/>. Acesso em: 28 dez. 2021.

GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S.. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2005, p. 225-256.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M.C.O. (Orgs.). **Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

IMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE ALAGOAS. **Mandacaru se destaca na caatinga por esbanjar resistência e beleza**. 2021. Disponível em: <https://www.ima.al.gov.br/mandacaru-se-destaca-na-caatinga-por-esbanjar-resistencia-e-beleza/>. Acesso em: 28 dez. 2021.

IMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE ALAGOAS. **Barriguda faz parte das espécies nativas plantadas pelo Projeto Alagoas Mais Verde**. 2021. Disponível em: <https://www.ima.al.gov.br/barriguda-faz-parte-das-especies-nativas-plantadas-pelo-projeto-alagoas-mais-verde/>. Acesso em: 28 dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. Dados do Município de Sento Sé. 2010.

KUCHENBECKER, M.; BABINSKI, M.; PEDROSA-SOARES A.C.; LOPES-SILVA, L., PIMENTA, F.. Chemostratigraphy of the lower Bambuí Group, southwestern São Francisco Craton, Brazil: insights on Gondwana paleoenvironments. *Brazilian Journal of Geology*, 46(Suppl. 1): 145-162, June 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjgeo/a/9Cn6rpfD6bxtpLZmnMfynCG/?lang=en>. Acesso em: 14 jul., 2021.

LYRA, L. H. de B.. **Dinâmica geomorfológica das ilhas do Massangano e Rodeadouro no alto submédio São Francisco**. (Tese de Doutorado). São Cristóvão/SE, 2017.

LIMA, H.C.; MARTINS, M.V. *Erythrina* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/FichaPublicaTaxonUC/FichaPublicaTaxonUC.do?id=FB29679>. Acesso em: 06 dez. 2021.

LOWE, J. J.; WALKER, M. J. C.. **Reconstructing Quaternary Environments**. London, Longman Group Ltd. Londres, 1997, 446p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1. 3. Ed. Nova Odessa, SP; Instituto Plantarum, 2000. 352 p.

LORENZI, H.; SOUZA, V.C.. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira**, baseado em APG II. São Paulo: Plantarum, 2005.

LORENZI, Harri. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 7. ed. São Paulo: Plantarum, 2016. v. 1.

MAIA-SILVA, C.; SILVA, C.I. da; HRNCIR, M.; QUEIROZ, R.T. de; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **Guia de plantas visitadas por abelhas na caatinga**. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012. 27 p.

MATIAS, JR; SILVA, FF D da; DANTAS, BF. **Catingueira-verdadeira *Poincianella pyramidalis* [Tul.] LP Queiroz**. Nota Técnica nº 06, Embrapa, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173974/1/Nota-Tecnica-06.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

MEDEIROS, J. A.; CHIANCA, I. R. Produção de mudas de craibeira (*Tabebuia aurea*) para plantio nas áreas em processo de desertificação: experiência vivenciada. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v. 10, n. 1, p. 226-237, 2016. Disponível em: Acesso em: 28 dez. 2021.

MEDEIROS, J.A.; DE OLIVEIRA, V.P.V. A importância da faveleira na conservação da caatinga: uma análise após o ciclo de secas 2012-2018 em área em processo de desertificação. **Revista Geotemas**, 10(2), pp.06-24, 2020.

MONTEIRO, C. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2001.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de Impacto Ambiental AIA**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1985.

NASCIMENTO, J.P.B; DANTAS, B.F. **Angico-de-bezerro *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & RW Jobson**. Nota Técnica nº 08. EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223023/1/Angico-de-bezerro-2018.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

NEVES, C. E. A geografia desconhecida de Georges Bertrand: contribuições à discussão e aplicação do “geossistema complexo” no Brasil. **Anais XIII Seminário da Pós-Graduação em Geografia “40 anos de contribuição à Geografia Brasileira”**. Universidade Estadual

Paulista – UNESP – Rio Claro-SP, 28 a 31 de março de 2017.

NEVES, C. E. das; MACHADO, G.; HIRATA, C. A.; STIPP, N. A. F. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, 26 (2): 271-285, mai/ago/2014.

NUNES, Y. R. F.; FAGUNDES, M.; ALMEIDA, H. de S.; VELOSO, M. das D. M. Aspectos ecológicos da aroeira (*myracrodruon urundeuva* Allemão - *Anacardiaceae*): fenologia e germinação de sementes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.233-243, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/MjRjchmz4NDtSfhGZJwJkhp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2021.

OLIVEIRA, C.S., MARQUEZ NETO, R. Gênese da teoria dos geossistemas: uma discussão comparativa das escolas russo-soviética e francesa. **RAEGA**. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, v.47, n.1. p. 6 -20, Jul/2020.

PACHECO, C. S. G. R. Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA: em defesa das fronteiras agredidas. **Dissertação de Mestrado**. Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP). Recife/PE, 2014, 153p.

PACHECO, C. S. G. R.; OLIVEIRA, N. M. G. A. As vulnerabilidades do geossistema paleodunar do médio Rio São Francisco (BA) uma proposta de conservação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.7, n.2, p.45-60, 2016. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.002.0004>. Disponível em:

<https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2016.002.0004>. Acesso em: 29 abr. 2021.

PACHECO, C. S. G. R.; OLIVEIRA, N. M. G. A. Caracterização histórico-ambiental da APA dunas e veredas do baixo-médio São Francisco (BA). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.7, n.2, p.29-44, 2016. DOI: <http://doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2016.002.0003>. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2016.002.0003/729>. Acesso em: 1º, maio, 2021.

PACHECO, C.S.G.R.; TORRES, I.L.; SANTOS, R.P. Gestão e conservação de paisagens protegidas no Brasil: análise de campos dunares no curso do rio São Francisco. In: SEABRA, G. (Org.). **Terra - paisagens, solos, biodiversidade e os desafios para um bom viver**. Ituiutaba: Barlavento, 2016. 1568p.

PACHECO, C. S. G. R.; OLIVEIRA, N. M. G. A. **Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA**. Campinas/SP: Novas Edições Acadêmicas, 2017.

PACHECO, C.S.G.R.; SANTOS, R.P.; COSTA, I.M.G.S.; SILVA, K. J. S.; *La degradación ambiental en paleoambientes de Brasil: análisis ecodinámico de la Ecorregión Dunas de São Francisco*. **La Técnica: Revista de las Agrociencias**. Nº. 20 (2018): Julio-Diciembre. Disponível em: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/1306>. Acesso em: 1º, maio, 2021.

PACHECO, C.S.G.R. Feições Arenosas da Bahia. In: SUERTEGARAY, D.M.A.; SILVA, I.A.S. (Orgs.). **Brasil: feições arenosas**. Porto Alegre/RS: Compasso Lugar-Cultura, 2020.

PACHECO, C.S.G.R. **Paleoecossistemas no curso do rio São Francisco/BA e a ecodinâmica das paisagens**. Curitiba/PR. Editora CRV, 2020. DOI:10.24824/978854443919.7.

PACHECO, C.S.G.R.; MOREIRA, M.B.; ARAÚJO, J.F.; ARAÚJO, I.P.R.; SANTOS, R.P.; COSTA, I.M.G.S.. Geosistêmica Paleodunar No Curso Do Rio São Francisco. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*. Vol. 9, Nº 2, p. 226-49, 2020. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/3471>. Acesso em: 1º, maio, 2021.

PACHECO, C.S.G.R.; MOREIRA, M.B.; ARAÚJO, J.F.; ARAÚJO, I.P.R.; SANTOS, R.P. Plano de Conservação Ambiental: paleodunas de Casa Nova/BA. **Produto Técnico**. Juazeiro/BA, 2021. ISBN: 978-65-88648-89-6.

PAREYN, F.G.C ; ARAÚJO, E. de L .; DRUMOND, M.A. ; MIRANDA, J. de A.C. ; SOUZA, C.A. ; SILVA, A.P. de S.; BRAZOLIN, S. ; MARQUES, K.K.M. *Amburana cearensis: Amburana-de-cheiro*. Cap. 5 - Madeireiras. Embrapa, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189885/1/Livro-Nordeste-732-739-2018.pdf>.. Acesso em: 28 dez. 2021.

PAREYN, F. G. C.; ARAÚJO, E. de L.; DRUMOND, M. A. *Commiphora leptophloeos*: Umburana-de-cambão. In: 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. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1103454>. Acesso em: 28 dez. 2021.

PAREYN, F.G.C.; ARAÚJO, E. de L .; DRUMOND, M.A.; MIRANDA, J. de A.C.; SOUZA, C.A.; SILVA, A.P. de S. ; BRAZOLIN, S. ; MARQUES, K.K.M. *Amburana cearensis: Amburana-de-cheiro*. Embrapa Semiárido, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/semiarido/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103192/amburana-cearensis-amburana-de-cheiro>. Acesso em: 10 dez. 2021.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem**. Presidente Prudente: UNESP, 2003.

PEDONE-BONFIM, M. V. L.; NASCIMENTO, D. A. do; PASSOS, A. M.; SILVA, D. K. A. da; YANO-MELO, A. M.; MAIA, L. C. Crescimento de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) associada a fungos micorrízicos arbusculares em diferentes doses de P. **XXXV Congresso Brasileiro de Ciências Solo**. Natal/RN, 2016. Disponível em: <https://www.eventossilos.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/923.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

PEREIRA, F. C.; PEREIRA, D. D.; SANTOS, G. M.; LIMA, V. L. A.; FERREIRA, R. R. S.. Implantação de uma Lavoura de Xique-Xique em Picuí - PB: Plantando Latas D'água no Semiárido Brasileiro (SAB). **IX Congresso Brasileiro de Agroecologia**. Belém/PA, 2015. Disponível em: <file:///C:/Users/Clecia/Downloads/moajose,+Editor+da+revista,+17156-77265-1-CE.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

PISSINATI, M. C.; ARCHELA, R. S. **Geossistema, Território e Paisagem – Método de Estudo da Paisagem Rural sob a Ótica Bertrandiana**. Geografia. Londrina, V.18, n. 1,

jan./jun. 2009, p. 5-31. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/>>. Acesso em set. 2021.

PRODANOV, C. C., & FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RANGEL, A.; DOMINGUEZ, J.M.L.; CUNHA, P.P.; GOMES, A.. Desacoplamento entre os setores Alto-Médio e Baixo do rio São Francisco (Brasil) e as implicações dos controles climáticos, tectônicos e eustáticos para a sedimentação fluvial e deltaica. **Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos**, Vol. XI, 2019, 103-106. Disponível em: <https://docplayer.com.br/203527521-Publicacoes-da-associacao-portuguesa-de-geomorfologos-vol-xi-2019.html>. Acesso em: 14 jun. 2021.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F.; DIAS, T.A.B.; SILVA, M.R.. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, 5: 5-43, 2000.

RATTER, J.A.; BRIDGEWATER, S.; RIBEIRO, J.F. Espécies lenhosas da fitofisionomia cerrado sentido amplo em 170 localidades do bioma Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, 7: 5-112, 2001.

RATTER, J. A.; B.S.; RIBEIRO, J. F. Analysis of floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. **Edinburgh Journal of Botany**, 60(1): 57-109. 2003.

REVISTA ALDEIA. **Brinco de Índio**. 2019. Disponível em: [https://revistaaldeia.com.br/coluna\\_post/vamosplantar/1081/brinco-de-indio-](https://revistaaldeia.com.br/coluna_post/vamosplantar/1081/brinco-de-indio-). Acesso em: 28 dez. 2021.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, ano 01, número 01, 2002.

ROSS, J. S.. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Laboratório de Geomorfologia. Departamento de Geografia. Universidade de São Paulo (USP), 1993.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP**, n.º 8, p. 63-73, 1994.

RUFINO, M. U. de L.; COSTA, J. T. de M.; SILVA, V. A. da; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Bot. Bras.** 22(4): 1141-1149. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/FM8f4RN6V9kBmbjNXdmzRqh/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2021.

SANTOS, V.L.; SOUZA, M.F.V.; BATISTA, L.M.; SILVA, B.A.; LIMA, M.S.; SOUZA, A.M.F.; BARBOSA, F.C.; CATÃO, R.M.R. Avaliação da atividade antimicrobiana de *Maytenus rigida* Mart. (Celastraceae). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.13, n.1, p.68-72, 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbpm/a/CMgZ87JmrFp7MjGTLFktDmw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 29 de. 2021.

SANTOS, F. de A. dos; AQUINO, C. M. S. de. Abordagem geossistêmica: base teórico-metodológica para o estudo da dinâmica ambiental. **Revista Geonordeste**, São Cristóvão, Ano XXV, n. 3, p. 40-56, ago./dez. 2014.

SANTOS, W. C. dos; SILVA, J. A. da; MEDEIROS, E. C. de; REGO, T. R.; AGUIAR, E. M. de. Maniçoba como alternativa forrageira na região do Semiárido brasileiro: uma revisão da literatura. **III Congresso Internacional das Ciências Agrárias – COINTER**. 2018.

Disponível em: <https://cointer-pdvagro.com.br/wp-content/uploads/2019/01/PERCEP%C3%87%C3%83O-DOS-ENVOLVIDOS-NO-MONITORAMENTO-DA-CA%C3%87A-DE-SUBSIST%C3%8ANCIA-NA-RESERVA-EXTRATIVISTA-TAPAJ%C3%93S-ARAPIUNS-1.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

SENA, F. H. de; ALMEIDA, J. S. de. Avaliação da germinação de sementes de *Spondias tuberosa* Arr. dispersas por caprinos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, V. 05, N. 02, 2020, p.186-193. Disponível em: <http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/2814/482483412>. Acesso em: 28 dez. 2021.

SOTCHAVA, V. B. Definition de Quelques Notions et Termes de Géographie Physique. **Institute de Geographie de la Sibirie et Extrem Orient**. n. 3, p. 94-177, 1962.

SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. **Soviet Geography: review and translation**. New York, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. São Paulo: Instituto de Geografia USP: 1977, 51 p. (Métodos em Questão, 16).

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre**. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1978.

SILVA, E. Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil. **Tese (Doutorado em Ciência Florestal)** – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

SILVA, F. F. S. da; DANTAS, B. F.. *Sideroxylon obtusifolium* (Humb. ex Roem. & Schult.) T.D. Penn. QUIXABEIRA. Nota Técnica, nº 02, 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1074013/1/Barbara2017.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2021.

SILVA, G. G. da; SOUZA, P. A. de; MORAIS, P. L. D.; SANTOS, E. C. dos; MOURA, R. D.; MENEZES, J. B. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 311-314, Junho 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/N3Jp9jxyjXNTqXQ9Zd9w64Q/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 dez. 2021.

SILVA, A. I.; SÁ-FILHO, G.; OLIVEIRA, L.; GUZEN, F.; CAVALCANTI, J.; CAVALCANTE, J.. Perfil fitoquímico de extratos etanólicos e metanólicos do *Croton blanchetianus*. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, 24(1), 134-142, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i1.1057>. Acesso em: 28 dez. 2021.

SILVA, J.J.S.. **O paleoambiente na região Nordeste do Brasil: estudo cronológico e bibliográfico dos dados arqueológicos**. (TCC de Graduação). Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE, 2017. Disponível em: [https://www.academia.edu/36947808/universidade\\_federal\\_de\\_pernambuco\\_centro\\_de\\_filosofia\\_e\\_ci%C3%80ncias\\_humanas\\_departamento\\_de\\_arqueologia\\_gradua%C3%87%C3%83o\\_em\\_arqueologia\\_o\\_paleoambiente\\_na\\_regi%C3%83o\\_nordeste\\_do\\_brasil\\_estudo\\_cronol%C3%93gico\\_e\\_bibliogr%C3%81fico\\_dos\\_dados\\_arqueol%C3%93gicos\\_recife\\_2017](https://www.academia.edu/36947808/universidade_federal_de_pernambuco_centro_de_filosofia_e_ci%C3%80ncias_humanas_departamento_de_arqueologia_gradua%C3%87%C3%83o_em_arqueologia_o_paleoambiente_na_regi%C3%83o_nordeste_do_brasil_estudo_cronol%C3%93gico_e_bibliogr%C3%81fico_dos_dados_arqueol%C3%93gicos_recife_2017). Acesso em: 02 jul. 2021.

SILVA, V. A. Diversidade de uso das cactáceas no Nordeste do Brasil: uma revisão. **Gaia Scientia**, vol. 9, n° 2, p. 137-154, 2015. Edição Especial Cactaceae.

SLOW FOOD BRASIL. **Maracujá da Caatinga**. 2016. Disponível em: <http://www.slowfoodbrasil.com/arca-do-gosto/produtos-do-brasil/440-maracuja-da-caatinga>. Acesso em 20 de dez. 2021.

SOUZA, A. V. V. de; CARVALHO, J. R. de Sá; COSTA, E. S. S.; OLIVEIRA, F.J. V. de; ALMEIDA, J. R. G. S. Composição química do óleo essencial de quebra-faca, uma espécie endêmica da Caatinga. **10º Simpósio Brasileiro de Óleo Essenciais**. Brasília/DF, 2019. Disponível em: [http://www.infobibos.com/anais/sboe/10/Resumos/Resumo10SBOE\\_0031.pdf](http://www.infobibos.com/anais/sboe/10/Resumos/Resumo10SBOE_0031.pdf). Acesso em: 28 dez. 2021.

THOMAS, D.S.G.; SHAW, P.A.. “Relict” desert systems: interpretations and problems. **Journal of Arid Environments**, 20:1-14, 1991.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN, 1977.

UFERSA. UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO. **Projeto Caatinga**. Disponível em: <https://projetoCaatinga.ufersa.edu.br/informacoes-gerais-mororo/>. Acesso em: 28 dez. 2021.

