



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**INSTITUTO DE BIOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ECOLOGIA APLICADA À GESTÃO AMBIENTAL**

**DANILO ANTONIO VIANA LIMA**

**PROTOCOLO PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA RESTINGA  
NÃO-FLORESTAL EM ÁREAS DE DESOVA DE TARTARUGAS  
MARINHAS, NA PRAIA DO FORTE, BAHIA, BRASIL**

Salvador

2017

**DANILO ANTONIO VIANA LIMA**

**PROTOCOLO PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA RESTINGA  
NÃO-FLORESTAL EM ÁREAS DE DESOVA DE TARTARUGAS  
MARINHAS, NA PRAIA DO FORTE, BAHIA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ecologia Aplicada à Gestão Ambiental, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia.

Orientador: Professor Dr. Francisco Kelmo

Salvador

2017

Lima, Danilo Antonio Viana  
Protocolo para restauração ecológica da restinga não-  
florestal em áreas de desova de tartarugas marinhas, na Praia  
do Forte, Bahia, Brasil / Danilo Antonio Viana Lima. --  
Salvador, 2017.  
143 f. : il

Orientador: Francisco Kelmo.  
Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ecologia)  
-- Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia, 2017.

1. Restauração ecológica. 2. Restinga. 3. Tartarugas  
marinhas. 4. Módulo-caiçara. 5. Áreas degradadas. I. Kelmo,  
Francisco. II. Título.

**DANILO ANTONIO VIANA LIMA**

**PROTOCOLO PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA RESTINGA  
NÃO-FLORESTAL EM ÁREAS DE DESOVA DE TARTARUGAS  
MARINHAS, NA PRAIA DO FORTE, BAHIA, BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia, Instituto de Biologia, da Universidade Federal da Bahia.

Aprovada em 30 de outubro de 2017.

Francisco Kelmo Oliveira dos Santos – Orientador \_\_\_\_\_  
Doutor em Zoologia e Ecologia Marinha pela University of Plymouth, Inglaterra.  
Universidade Federal da Bahia.

Rilza da Costa Tourinho Gomes \_\_\_\_\_  
Doutora em Geologia pela Universidade Federal da Bahia, Brasil.  
Fundação Visconde de Cairu, Brasil.

Maria Lenise Silva Guedes \_\_\_\_\_  
Mestre em Taxonomia Vegetal e Fitossociologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil.  
Universidade Federal da Bahia.

Ao meu pai, Antonio Pereira Lima (*in memoriam*), a quem devo quase tudo, e à minha pequena família, especialmente meus filhos, Mari e Deco.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Dr. Francisco Kelmo, pelo apoio fundamental e por ter acreditado na proposta e direcionado os meus esforços.

À Professora MSc. Maria Lenise da Silva Guedes pela valiosa contribuição em Sistemática Vegetal.

Aos colaboradores Antônio S. Rodrigues (Tonho) e Jacyel R. da Silva (Jajá), pela materialização dos meus projetos de restauração ecológica e resgate de flora.

Ao amigo Frederico Tognin, do Projeto TAMAR, pelo incentivo à realização do mestrado.

À FAPESB – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pelo apoio financeiro.

Àquela altura, estávamos ao largo dos denominados “Lençóis do Sono”. Alguns trechos do terreno de cor branca, situados em meio a um solo escuro, como se ali estivessem lençóis a secar, deram origem àquela denominação. No terceiro dia, ao romper da manhã, finalmente identificamos o cabo de Santo Antônio, que, na verdade, consiste de um pequeno morro, no qual situa-se um castelo provido de um farol.

Q. M. R. Ver Huell, 1807

## Texto de Divulgação Científica

Restauração ecológica é a prática de recuperação de um ecossistema natural degradado. O objetivo é resgatar a conservação da biodiversidade, a provisão de serviços ecossistêmicos e as necessidades socioculturais, incluindo o bem-estar humano.

A eliminação da vegetação costeira, denominada de restinga, causa inúmeros efeitos negativos para as tartarugas marinhas, que dependem da integridade do seu habitat terrestre para sobreviver. O litoral norte da Bahia é uma das mais importantes regiões do mundo para a conservação das tartarugas marinhas, onde desovam quatro das sete espécies existentes, todas ameaçadas de extinção.

Através do desmatamento, os empreendimentos imobiliários ao longo da costa nessa região, muitas vezes impactam de forma irreversível o frágil ecossistema de restinga. A recuperação de áreas degradadas litorâneas é uma exigência legal, mas fracassa com frequência, devido às difíceis condições locais, como os ventos constantes e a salinidade, além do modelo e técnicas inadequadas.

Este trabalho apresenta um modelo alternativo de restauração da vegetação, denominado ‘módulo-caiçara’, baseado em técnicas simples e baratas, com utilização de materiais locais e resultados comprovados. Os procedimentos são organizados em um protocolo de restauração ecológica da restinga, em três fases – planejamento, execução e manutenção. As instruções para a construção desses módulos replicáveis incluem uma lista de plantas nativas e um guia com fotos para a identificação das espécies recomendadas. Os procedimentos, destinados aos empreendedores, consultores ambientais, restauradores e órgãos licenciadores, fazem parte da dissertação de mestrado intitulada “Protocolo para restauração ecológica da restinga não-florestal em áreas de desova de tartarugas marinhas, na Praia do Forte, Bahia, Brasil” de Danilo Antonio Viana Lima ([danielolima@agripalm.com.br](mailto:danielolima@agripalm.com.br)), sob orientação do professor Dr. Francisco Kelmo, pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia da UFBA – Universidade Federal da Bahia, em outubro de 2017.

LIMA, Danilo Antonio Viana. Protocolo para restauração ecológica da restinga não-florestal em áreas de desova de tartarugas marinhas, na Praia do Forte, Bahia, Brasil. 137 f. il. 2017. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

## RESUMO

Os ecossistemas de restingas do litoral norte do estado da Bahia são enclaves de florestas tropicais úmidas ou estacionais (Mata Atlântica), com índices pluviométricos variando de 1.400 a 2.200 mm/ano. No entanto, devido às características específicas da zona costeira, sobretudo os solos arenosos e os ventos constantes, as restingas apresentam atributos de comunidades vegetais xerófilas. Dessa forma, sugere-se que os modelos de restauração ecológica (RE) para regiões áridas sejam os mais indicados para as restingas, em oposição aos métodos tradicionais indicados para florestas. Este trabalho compreende um estudo de caso, cujo produto é um protocolo com diretrizes para nortear a RE da restinga não-florestal no litoral norte do estado da Bahia. A partir da geomorfologia local e fitofisionomias de restinga, criou-se uma unidade de restauração replicável, denominada módulo-caiçara. A área de estudo é um sítio de máxima relevância para a conservação de tartarugas-marinhas, que dependem da presença da vegetação na paisagem costeira a fim de realizar a desova. O protocolo apresentado deverá ser uma ferramenta de apoio útil na elaboração e fiscalização de condicionantes pelos órgãos licenciadores que deverão ser atendidos integralmente pelos empreendedores. O modelo proposto se justifica pela rápida expansão urbana e suas consequências negativas na área estudada; a ocorrência de uma das mais importantes áreas de desova de tartarugas marinhas do mundo; a fragilidade e baixa resiliência do ambiente de restinga; a presença de espécies endêmicas, raras, vulneráveis e criticamente ameaçadas de extinção da flora e fauna locais; o fracasso frequente das iniciativas de restauração; a ausência de um pacote tecnológico e de uma legislação específica para a restauração ecológica da restinga na Bahia.

Palavras-Chave: Projeto Tamar/ICMBio. Litoral norte da Bahia. Dunas. Áreas degradadas. Empreendimentos imobiliários. Licenciamento ambiental. Módulo-caiçara.

LIMA, Danilo Antonio Viana. Ecological restoration protocol for non-forest restingas in sea turtle nesting sites, Praia do Forte, Bahia, Brazil. 137 pp. Ill. 2017. Master Dissertation - Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

## ABSTRACT

The restingas ecosystems of the northern coast of the state of Bahia are enclaves of moist or seasonal tropical broadleaf forests (Atlantic Forest), with rainfall ranging from 1400 to 2200 mm / year. However, due to specific characteristics of the coastal zone, especially sandy soils and constant winds, the restingas present attributes of xerophilic plant communities. Thus, it is suggested that the ecological restoration (ER) models for aridlands are the most suitable for restingas, as opposed to traditional methods indicated for forests. This work comprises a case study, whose product is a protocol with guidelines for ER of the non-forest restinga in the northern coast of the state of Bahia. Based on the local geomorphology and restinga phytophysionomies, a replicable restoration unit was created, denominated 'caçara-module'. The study area was chosen due to its maximum relevance for the conservation of sea turtles, which depend on coastal vegetation for proper nesting sites. This protocol should be a useful support tool for the elaboration and monitoring of permits by environmental authorities, and the fulfillment of these constraints by coastal real estate developers. The proposed model is justified by the rapid urban expansion and its negative consequences in the study area; the occurrence of one of the most important sea turtle nesting sites in the world; the fragility and low resilience of the restinga environment; the presence of endemic, rare, vulnerable and critically endangered species of the local flora and fauna; the frequent failure of restoration initiatives; the lack of a technological package and a specific legislation for the ecological restoration of the restinga in Bahia.

Key words: Tamar / ICMBio Project. Northern coast of Bahia. Dunes. Degraded areas. Real estate. Environmental permits. Caçara-module.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Impactos ambientais sobre a restinga no Litoral Norte da Bahia.....	18
Figura 2	Mapa de Relevância das Áreas de Nidificação das Tartarugas Marinhas no Litoral Norte da Bahia.....	20
Figura 3	Representação da interação entre a vegetação de praia e as tartarugas marinhas.....	21
Figura 4	Desova de tartarugas marinhas.....	21
Figura 5	Espécies vegetais endêmicas e ameaçadas de extinção da restinga do Litoral Norte da Bahia.....	23
Figura 6	Imagens aéreas e fotos da área de estudo em Praia do Forte – BA.....	28
Figura 7	Temperatura Média Mensal do Município de Mata de São João – BA.....	29
Figura 8	Distribuição dos totais pluviométricos mensais do Município de Mata de São João – BA.....	29
Figura 9	Geologia simplificada da zona costeira baiana, limites de seus principais compartimentos, e sentidos de dispersão de sedimentos ao longo da linha da costa.....	31
Figura 10	Curva de variações do nível eustático do mar nos últimos 450 000 anos.....	33
Figura 11	Geologia simplificada do compartimento Costa do Litoral Norte.....	34
Figura 12	Desenho esquemático da Zona Costeira e seus limites - Litoral Norte da Bahia.....	35
Figura 13	Mapa Geomorfológico, com destaque para a área de estudo.....	37
Figura 14	Perfis de solos da Zona Costeira do Litoral Norte da Bahia.....	38
Figura 15	Aspecto de solos no Litoral Norte da Bahia.....	39
Figura 16	Mapa de Solos, com destaque para a área de estudo.....	39
Figura 17	Fitofisionomias de restinga e ecossistemas associados.....	41
Figura 18	Exemplos de adaptações aos fatores ambientais estressantes em espécies das dunas frontais e cordão-duna no litoral norte da Bahia.....	48
Figura 19	O ambiente de restinga no litoral norte da Bahia: diagramas esquemáticos simplificados.....	50
Figura 20	Diagrama do Planejamento da Restauração Ecológica proposto para a área de estudo.....	54
Figura 21	Espécies indicadoras de áreas sob influência de estuários (ecossistemas associados à restinga) .....	58
Figura 22	Espécies indicadoras de áreas úmidas (perenes ou intermitentes) da restinga.....	59

Figura 23	Diagrama da Execução da Restauração Ecológica proposto para a área de estudo.....	65
Figura 24	Modelos de placas informativas.....	66
Figura 25	Controle de formigas cortadeiras.....	68
Figura 26	Espécies invasoras, exóticas à restinga do Litoral Norte da Bahia.....	69
Figura 27	Desenho esquemático da ilha de vegetação ‘módulo-caiçara’ .....	73
Figura 28	Modelo para referência dos formatos e distribuição de moitas.....	73
Figura 29	Passarelas de acesso à praia.....	76
Figura 30	Adubação verde.....	76
Figura 31	Sintomas causados por ventos e salinidade em zonas costeiras.....	77
Figura 32	Planta baixa esquemática do ‘nicho’ com as estruturas de proteção contra o vento.....	79
Figura 33	Corte esquemático das estruturas de proteção contra o vento. Intervenções morfológicas no terreno e barreiras físicas de proteção para as mudas.....	79
Figura 34	Desenho esquemático de ‘biombo-africano’, estrutura de proteção contra o vento, parte integrante do ‘módulo-caiçara’ .....	80
Figura 35	Uso de folhas de coqueiro nos sistemas de baixo custo para proteção contra o vento.....	80
Figura 36	Insumos agrícolas.....	82
Figura 37	Técnicas de nucleação.....	85
Figura 38	Cobertura morta.....	87
Figura 39	Diagrama da Manutenção da Área Restaurada proposto para a área de estudo.....	91
Figura 40	Espécies focais da restinga no litoral norte da Bahia.....	101
Figura 41	Paisagismo com plantas nativas da restinga.....	102
Figura 42	Estrutura de um viveiro de propagação para mudas da restinga.....	114
Figura 43	Propagação de palmeiras da restinga em viveiro.....	115
Figura 44	Transplante de moitas para recomposição de ilhas de vegetação na restinga.....	116
Figura 45	Resgate de flora em áreas destinadas a supressão vegetal.....	117
Figura 46	Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 1 – Passagem de adutora.....	118
Figura 47	Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 2 – Bota-Fora de obra 1.....	119
Figura 48	Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 3 – Bota-Fora de obra 2.....	120

Figura 49	Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 4 – Jazida de cascalho.....	121
Figura 50	Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 5 – APP de lago artificial.....	122

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Fatores ambientais estressantes e adaptações das plantas no Litoral Norte da Bahia.....	45
Tabela 2	Custo estimado para a implantação de 1 hectare de restauração ecológica da restinga não-florestal.....	62
Tabela 3	Cronograma de implantação.....	63
Tabela 4	Composição do módulo de plantio, especificações dos hábitos, quantitativos e espaçamentos entre plantas.....	72
Tabela 5	Espécies indicadas para a restauração ecológica no Litoral Norte da Bahia.....	74
Tabela 6	Recomendações para abertura e preparo dos berços.....	83
Tabela 7	Recomendações de plantio.....	88

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
1.1 A RESTINGA E A OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA.....	15
1.2 ESPÉCIES ENDÊMICAS E AMEAÇADAS.....	17
1.3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO LITORAL NORTE DA BAHIA.....	23
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>24</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	24
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1 REVISÃO DA LITERATURA.....	25
3.2 ÁREA DE ESTUDO.....	25
<b>3.2.1 Clima.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.2 Geologia e Geomorfologia.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.3 Solos.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4 Fitofisionomias da Restinga.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2.5 Legislação Incidente.....</b>	<b>40</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
4.1 RELAÇÃO ENTRE A GEOMORFOLOGIA E FITOFISIONOMIAS DA RESTINGA NO LITORAL NORTE.....	46
4.2 PROTOCOLO PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA RESTINGA NÃO-FLORESTAL.....	48
<b>4.2.1 Planejamento da Restauração Ecológica.....</b>	<b>49</b>
4.2.1.1 Identificação da Área de Restauração.....	49
4.2.1.2 Levantamentos, Vistoria e Elaboração de Croquis.....	49
4.2.1.3 Definição do Objetivo da Restauração.....	52
4.2.1.4 Identificação das Unidades Geomorfológicas.....	52
4.2.1.5 Identificação dos Solos.....	52
4.2.1.6 Identificação da Direção e Intensidade dos Ventos Dominantes.....	57
4.2.1.7 Identificação das Fitofisionomias e Espécies Vegetais.....	57
4.2.1.8 Localização dos Ecossistemas de Referência.....	58
4.2.1.9 Elaboração do Projeto Executivo.....	58

<b>4.2.2 Execução da Restauração Ecológica.....</b>	<b>59</b>
4.2.2.1 Isolamento da Área de Restauração e Retirada dos Fatores de Degradação .	61
4.2.2.2 Controle de Formigas Cortadeiras, Ervas-Daninhas e Exóticas Invasoras ...	62
4.2.2.3 Assistência aos Regenerantes.....	65
4.2.2.4 Balizamento das Ilhas de Vegetação – ‘Módulo-Caiçara’ .....	65
4.2.2.5 Construção de Quebra-Ventos e Microtopografia.....	72
4.2.2.6 Abertura e Preparo dos Berços.....	76
4.2.2.7 Aplicação de Técnicas de Nucleação.....	78
4.2.2.8 Plantio.....	80
4.2.2.9 Irrigação.....	83
<b>4.2.3 Manutenção da Área Restaurada.....</b>	<b>84</b>
4.2.3.1 Identificação e Manejo dos Filtros Biológicos.....	84
4.2.3.2 Controle Periódico de Formigas Cortadeiras e Outras Pragas e Doenças ....	84
4.2.3.3 Irrigação Periódica.....	87
4.2.3.4 Controle de Ervas-Daninhas e Espécies Exóticas Invasoras.....	87
4.2.3.5 Assistência aos Regenerantes.....	87
4.2.3.6 Replanteio de Falhas, Adensamento e Enriquecimento de Espécies.....	87
4.2.3.7 Adubação de Manutenção, Química e Orgânica.....	87
4.2.3.8 Manejo da Adubação Verde.....	88
4.2.3.9 Manutenção da Cobertura-Morta, Quebra-Ventos e Poleiros.....	88
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>98</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>99</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>107</b>
ANEXO A - Registros de Viveiro, Propagação e Áreas de Restauração.....	108
ANEXO B - Guia de Plantas da Restinga Não-Florestal.....	117

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 A RESTINGA E A OCUPAÇÃO DA ZONA COSTEIRA

O Ecossistema de restinga é um enclave em diversos biomas brasileiros. O termo designa a vegetação em toda a faixa da planície litorânea sobre solos arenosos. Essas comunidades vegetais, fisionomicamente distintas, e sob influência marinha e flúvio-marinha, estão distribuídas em mosaico (ARAUJO e LACERDA, 1987). Ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica, sendo consideradas comunidades edáficas, por dependerem mais da natureza do solo que do clima. Esses solos têm origem, em geral, recente (5 mil a 150 mil anos), são muito pobres em nutrientes e têm baixa capacidade de retenção de água. O vento vindo do mar dificulta a fixação das plantas nas praias e carrega muito sal, tornando-se nocivo à maioria das espécies vegetais. As particularidades desses sistemas conferem à restinga pouca resistência e baixa resiliência às interferências antrópicas (CONAMA, 1996; LABTROP, 2016).

A denominação e caracterização tradicionais do ecossistema de restinga é genérica e simplificada, não se prestando como referência para a prática da restauração ecológica (RE). O que se convencionou chamar de restinga, ou ‘formação pioneira com influência marinha’, na verdade, é um complexo conjunto de vegetações que ocorrem em forma de mosaico, em substratos e estruturas florísticas, fisionômicas e estruturais francamente distintas (ASSIS et al, 2004), como, por exemplo, formações herbáceas, arbustivas, arbóreas (florestais), matas paludosas, brejos, lagoas, dunas, apicuns e manguezais, comunidades aluviais, campos salinos, entre outros. A classificação de ‘pioneira’, usada para caracterizar áreas pedologicamente instáveis, também não parece ser a aceção mais apropriada do termo para descrever a vegetação de restinga em estágio avançado ou primário de desenvolvimento. A inadequação da classificação é decorrente da carência de estudos florísticos e fitossociológicos nessas áreas litorâneas (FERNANDES et al., 2015; ROCHA et al, 2005), apesar da sua ocupação histórica pelo homem (KNEIP, 1998; CALDERÓN, 1973; GONZÁLEZ, 2001; ETCHEVARNE, 2011). A maior parte dos estudos que tratam da vegetação de restinga está concentrado na região sul e sudeste do Brasil. O Estado da Bahia possui uma costa extensa, mas as pesquisas são escassas (FERNANDES et al., 2015), porém, concentradas no litoral norte, o que contribuiu para este estudo (e.g., QUEIROZ et al., 2012; MENEZES et al, 2009; QUEIROZ, 2007; BRITTO et al, 1993). Como fator agravante, no Brasil, a sua extensa ocorrência latitudinal, cerca de 5.000 km (ZAMITH et al., 2006), associada a uma faixa estreita dos depósitos quaternários ao longo da linha da costa (no litoral norte da Bahia essa faixa tem aproximadamente 5 km de largura), é

mal representada na maioria dos mapas de vegetação disponíveis. As escalas destes mapas não permitem uma distinção clara entre as variadas feições fitofisionômicas e geomorfológicas das planícies costeiras, essenciais para a identificação dos ecossistemas de referência para a restauração (e.g. Mapa de Vegetação, Folha SD.24 Salvador, PROJETO RADAMBRASIL 1981, Escala 1:1.000.000; Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 2004, Escala 1:5.000.000; Mapa de Vegetação do Estado da Bahia, SEI 2001, Escala 1:6.500.000; Mapa da Mata Atlântica, IBGE 2012, Escala 1:5.000.000; Mapa de Vegetação – Estado da Bahia, INEMA 2014, Escala 1:250.000). Em função da escala destes mapas, a restinga é segmentada e anexada ao bioma adjacente mais próximo, cujos limites tocam o Oceano Atlântico: mata atlântica (ao longo de todo o litoral), caatinga (na costa voltada para o norte), cerrado (no litoral do Piauí e Maranhão) e pampa (na metade meridional do Rio Grande do Sul). No entanto, o ideal seria criar uma nova classificação para esta vegetação, semelhante a um “refúgio ecológico”, por se tratar de uma formação diferente, em aspectos florístico e fisionômicos, e com transição edáfica normalmente clara, com condições ecológicas especiais e diferentes da vegetação regional dominante.



**Figura 1** – Impactos ambientais sobre a restinga no Litoral Norte da Bahia. **a.** Retirada de areia para construção civil. **b.** Supressão da vegetação nativa. **c.** Disposição irregular de resíduos sólidos de obras. **d.** Circulação de veículos fora de estrada sobre as dunas. (Fotos – Danilo Lima).

## 1.2 ESPÉCIES ENDÊMICAS E AMEAÇADAS

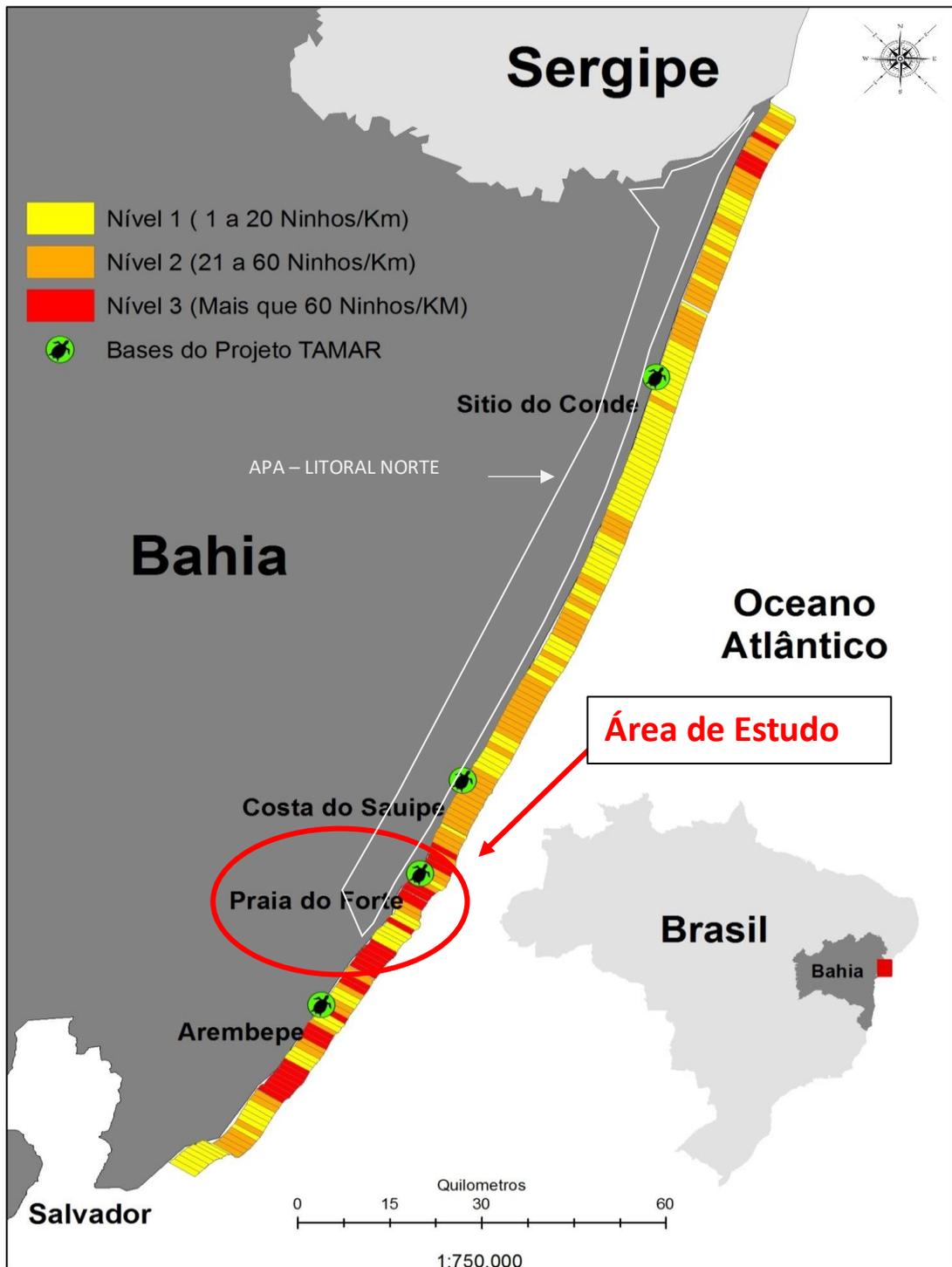
As pressões sobre as zonas costeiras (**Figuras 1a-d**) através do crescimento imobiliário, turismo, indústrias, aquicultura, marinas e construção de molhes tem aumentado significativamente nos últimos vinte anos (ZAMITH, 2006). Na ecorregião da costa atlântica, no norte do Estado da Bahia, a fragmentação de habitat da restinga é considerada de magnitude muito alta (HOEKSTRA et al., 2010) e, dessa forma, o processo de fragmentação ocorre rapidamente, à medida que estradas e áreas urbanas se espalham pelos remanescentes de vegetação nativa, que ainda abrigam uma diversidade de espécies animais e vegetais, incluindo a visitação pelas tartarugas marinhas.

Atualmente, existem 42 espécies de animais, reconhecidos internacionalmente, como ameaçados de extinção na restinga da ecorregião da costa atlântica brasileira, dentre elas,

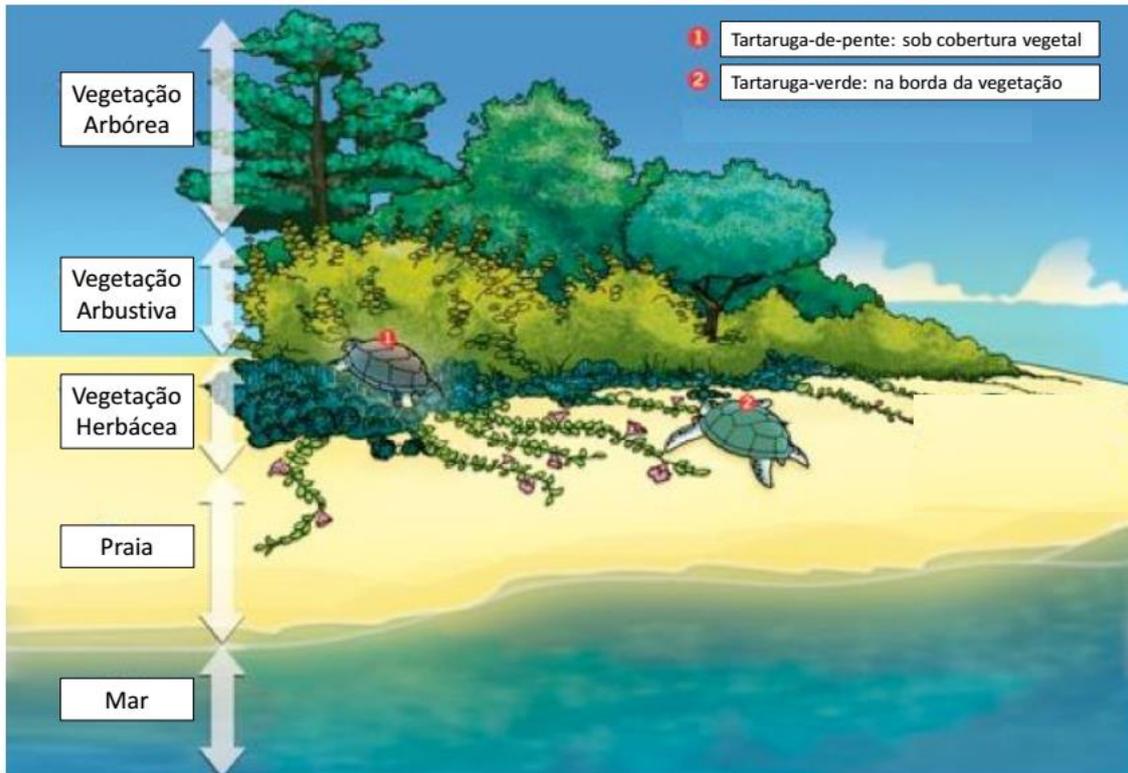
encontram-se as tartarugas marinhas *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) e os lagartos *Ameivula abaetensis* (Dias, Rocha & Vrcibradic, 2002) (Sin. *Cnemidophorus abaetensis* Uetz, 2013), *Tropidurus hygomi* (Reinhardt & Lütken, 1861) (HOEKSTRA et al., 2010; MMA, 2003).

A interferência humana em escala global é a causa do colapso de populações das sete espécies existentes de tartarugas marinhas - todas elas ameaçadas de extinção. O Litoral Norte do Estado da Bahia (**Figura 2**) é considerado como uma das mais importantes regiões do mundo para a conservação das tartarugas marinhas, com o registro de desovas de quatro das sete espécies existentes (MARBERÇOLDI et al., 2011). Trata-se da principal área de desova da América Latina para *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (tartaruga-cabeçuda), considerada internacionalmente “em perigo de extinção”, e a principal área para desova da América do Sul para a *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (tartaruga-de-pente), “criticamente em perigo de extinção” (IUCN, 2016; MMA, 2003). As tartarugas marinhas apresentam alta filopatria (SANTOS et al., 2011), e tal comportamento as torna especialmente vulneráveis caso os seus habitats terrestres sejam degradados.

Dos diversos impactos antropogênicos decorrentes do desenvolvimento costeiro, um dos mais significativos é o desmatamento. A eliminação da vegetação ao longo da costa altera a temperatura de incubação dos ninhos e, conseqüentemente, a determinação sexual dos filhotes. Aumenta, também, a foto poluição, alterando comportamentos noturnos críticos para essas espécies, como a seleção de sítios de desova pelas fêmeas e a orientação dos filhotes (MARBERÇOLDI et al., 2011). A vegetação funciona como zona de amortecimento (**Figura 3**), uma interface entre a praia e o ambiente externo, protegendo os sítios de desova de efeitos negativos e controlando a erosão. A eliminação desta cortina vegetal leva a um aumento na visibilidade do continente, tornando as praias menos atrativas para a desova das fêmeas (GORJUX et al., 2006). Dessa forma, a cobertura vegetal da praia é um fator importante na escolha de sítios de desova para *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (tartaruga-de-pente) (**Figuras 4a-b**), que pode desovar sob a vegetação, e *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (tartaruga-verde), que prefere desovar próximo à borda da faixa de vegetação, contribuindo para a preservação destas duas espécies (SERAFINI et al., 2009; GORJUX et al., 2006).



**Figura 2** – Mapa de Relevância das Áreas de Nidificação das Tartarugas Marinhas no Litoral Norte (Área de estudo, Praia do Forte). No detalhe, poligonal esquemática da APA – Litoral Norte do Estado da Bahia (modificado de Projeto Tamar / ICMBio, 2014 e INEMA, 2014).



**Figura 3** – Representação da interação entre a vegetação de praia e as tartarugas marinhas. Desova de *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (tartaruga-de-pente) sob a cobertura vegetal herbácea e arbustiva, e *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (tartaruga-verde) próxima à vegetação herbácea de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br. (salsa-da-praia). (modificado de RTMG, 2017).



**Figura 4** – Desova de tartarugas marinhas. **a.** *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (tartaruga-de-pente) desovando sob vegetação arbustiva (Foto - S. Stapleton) **b.** Biometria em *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (tartaruga-de-pente), próximo a zona urbanizada (Foto – Danilo Lima).

Com distribuição restrita às restingas e dunas do extremo norte do Estado da Bahia, *Ameivula abaetensis* (Dias, Rocha & Vrcibradic, 2002) (Sin. *Cnemidophorus abaetensis* Uetz, 2013) (lagartinho-de-abaeté) é uma espécie endêmica, com o status de conservação considerado vulnerável na lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2003). A sobrevivência dessa espécie depende da preservação e restauração da restinga ao longo da costa. Outro lagarto endêmico, com distribuição restrita a costa do Estado da Bahia, a partir de Salvador até Sergipe, é *Tropidurus hygomi* (Reinhardt & Lütken, 1861).

Diversas espécies de plantas endêmicas ocorrem na área de estudo (**Figuras 5a-f**), dentre elas destacamos: *Allagoptera brevicalyx* Moraes (palmeira-caxulé) (“VU - Vulnerável”); *Bactris soeiroana* Noblick ex A.J.Hend. (palmeira-tucum); *Blepharodon costae* Fontella & Morillo; *Byrsonima microphylla* A.Juss. (muricizinho); *Calycolpus legrandii* Mattos (araçari); *Chamaecrista salvatoris* (H.S.Irwin & Barneby) H.S.Irwin & Barneby; *Duguetia moricandiana* Mart.; *Eriope blanchetti* (Benth.) Harley; *Erythroxylum leal-costae* Plowman; *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm. (gravatá) (“EN - Em perigo de extinção”); *Melocactus violaceus* subsp. *margaritaceus* N.P. Taylor (coroa-de-frade); *Kielmeyera argentea* Choisy; *K. reticulata* Saddi; *Koellensteinia abaetana* L.P. Queiroz; *Mimosa carvalhoi* Barneby; *Moldenhawera nutans* L.P. Queiroz et al.; *Ouratea rotundifolia* (Gardner) Engl.; *Macrolobium latifolium* Vogel (óleo-comumbá); *Poecilanthe itapuana* G.P.Lewis (coração-de-negro); *Protium bahianum* Daly (amescla-açu). (BRITTO et al., 1993; CNCFlora, 2013; GOMES e GUEDES, 2014; LEWIS, 1987; TAYLOR et al., 2004). Na área de estudo e entorno, novas espécies vêm sendo coletadas, catalogadas e algumas descritas. Alguns exemplos incluem: *Bauhinia* sp, *Swartzia* sp, *Lecythis* sp, *Davilla sessilifolia* Fraga, *Mezilaurus revolutifolia* F.M. Alves & P.L.R. Moraes, e *Spigelia genuflexa* Popovkin & Struwe (ALVES et al., 2011; FRAGA, 2008; POPOVKIN et al., 2011; QUEIROZ et al., 2012).



**Figura 5** – Espécies vegetais endêmicas e ameaçadas de extinção da restinga não-florestal no Litoral Norte da Bahia. **a.** *Allagoptera brevicalyx* Moraes (palmeira-caxulé); **b.** *Bactris soeiroana* Noblick ex A.J.Hend. (palmeira-tucum); **c.** *Byrsonima microphylla* A.Juss. (muricizinho); **d.** *Calycolpus legrandii* Mattos (araçari); **e.** *Macrobium latifolium* Vogel (óleo-comumbá); **f.** *Poecilanthe itapuana* G.P.Lewis (coração-de-negro). (Fotos – Danilo Lima).

### 1.3 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO LITORAL NORTE DA BAHIA

O Litoral Norte da Bahia é o principal vetor de expansão urbana da região Metropolitana de Salvador, atualmente com mais de 3,5 milhões de habitantes (IBGE, 2010). A cidade, pela sua condição de península, já não oferece outras opções para a sua ocupação. Os empreendimentos imobiliários ao longo da costa nessa região muitas vezes impactam de forma irreversível o frágil ecossistema de restinga. As áreas degradadas da restinga são das mais difíceis de recuperar, atrás apenas das minerações a céu aberto. A restauração ecológica (RE) dessas áreas degradadas tem sido uma exigência dos órgãos públicos ligados ao meio ambiente, como condicionante para emissão de licenças ambientais. O procedimento usual exige que o empreendedor apresente um projeto ao órgão licenciador, o Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), e promova a recuperação da área impactada. Nem sempre esses projetos têm rigor científico, contemplando aspectos técnicos, biológicos, sociais e econômicos. Frequentemente, são utilizadas espécies inadequadas e práticas agronômicas ineficientes. É comum a inexistência de diagnósticos e planejamento. Após a implantação, a maioria das áreas é abandonada, sem a manutenção e o monitoramento necessários, tendo como consequência o não restabelecimento de processos e serviços ecológicos importantes. Como fator complicador, as zonas costeiras apresentam ambientes de difícil regeneração, natural ou assistida. O insucesso desses projetos pode, também, estar relacionado a falta de informações básicas sobre a recuperação adequada para os remanescentes de restinga da região, com diretrizes que contemplem aspectos como a correta identificação, seleção e diversidade das espécies; técnicas apropriadas de cultivo e manutenção; cronogramas de implantação; índices de rendimento de mão de obra e orçamentos. Segundo a SOBRADE – Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas (2017) a Restauração Ecológica (RE) demanda integração de conhecimento e prática, sendo as lições aprendidas na experiência prática essenciais para determinar as prioridades da ciência no campo. Este trabalho pretende, com base na literatura aliada à experiência do autor, preencher, em parte, essas lacunas através de informações e recursos de aplicação prática para empreendimentos imobiliários e órgãos ambientais.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um protocolo com técnicas agronômicas mais adequadas à restauração ecológica das comunidades edáficas das fitofisionomias de restinga não-florestal, em áreas de desova de tartarugas marinhas, na Praia do Forte, zona costeira do litoral norte, Estado da Bahia.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Descrever a origem e evolução geomorfológica da paisagem costeira do litoral norte no Estado da Bahia;
- b) Compreender os processos estruturadores do mosaico de fitofisionomias de restinga que possam auxiliar os projetos de restauração;
- c) Discutir a interação entre as fitofisionomias de restinga e as unidades geomorfológicas da Costa do Litoral Norte, com o objetivo de identificar e caracterizar os ecossistemas de referência para a restauração ecológica;
- d) Comparar os modelos disponíveis para a restauração ecológica de ambientes tropicais florestais, semiáridos e costeiros;
- e) Elaborar um guia de identificação de plantas da restinga não-florestal do litoral norte da Bahia, com espécies indicadas para a restauração ecológica.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 REVISÃO DA LITERATURA

As principais fontes de informação pesquisadas foram o Portal Capes, Web of Science e Google Acadêmico, além de publicações especializadas de instituições de referência nos assuntos de restauração (SER – *Society for Ecological Restoration*; SOBRADE – Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas; IBt / CERAD– Instituto de Botânica de São Paulo / Coordenação Especial de Áreas Degradadas; LERF / ESALQ /USP – Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal / Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo); para a identificação de espécies foram consultados, o Herbário Virtual da REFLORA / JBRJ, Lista das Espécies da Flora Brasileira (<<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>>. Acesso em 18 abril 2017), a página Tropicos.org do *Missouri Botanical Gardens* (<<http://www.tropicos.org>>. Acesso em 29 junho 2017), e as publicações do Instituto Plantarum de Estudos da Flora; principais mapas de vegetação do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; resultados de pesquisa e extensão em técnicas de plantio e outras práticas agronômicas para planícies arenosas litorâneas (Embrapa Tabuleiros Costeiros – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; USDA – *United States Department of Agriculture*); estudos florísticos de Britto et al., 1993; Gomes e Guedes, 2014; Queiroz *et al.*, 2012; Viana *et al.*, 2006, entre outros.

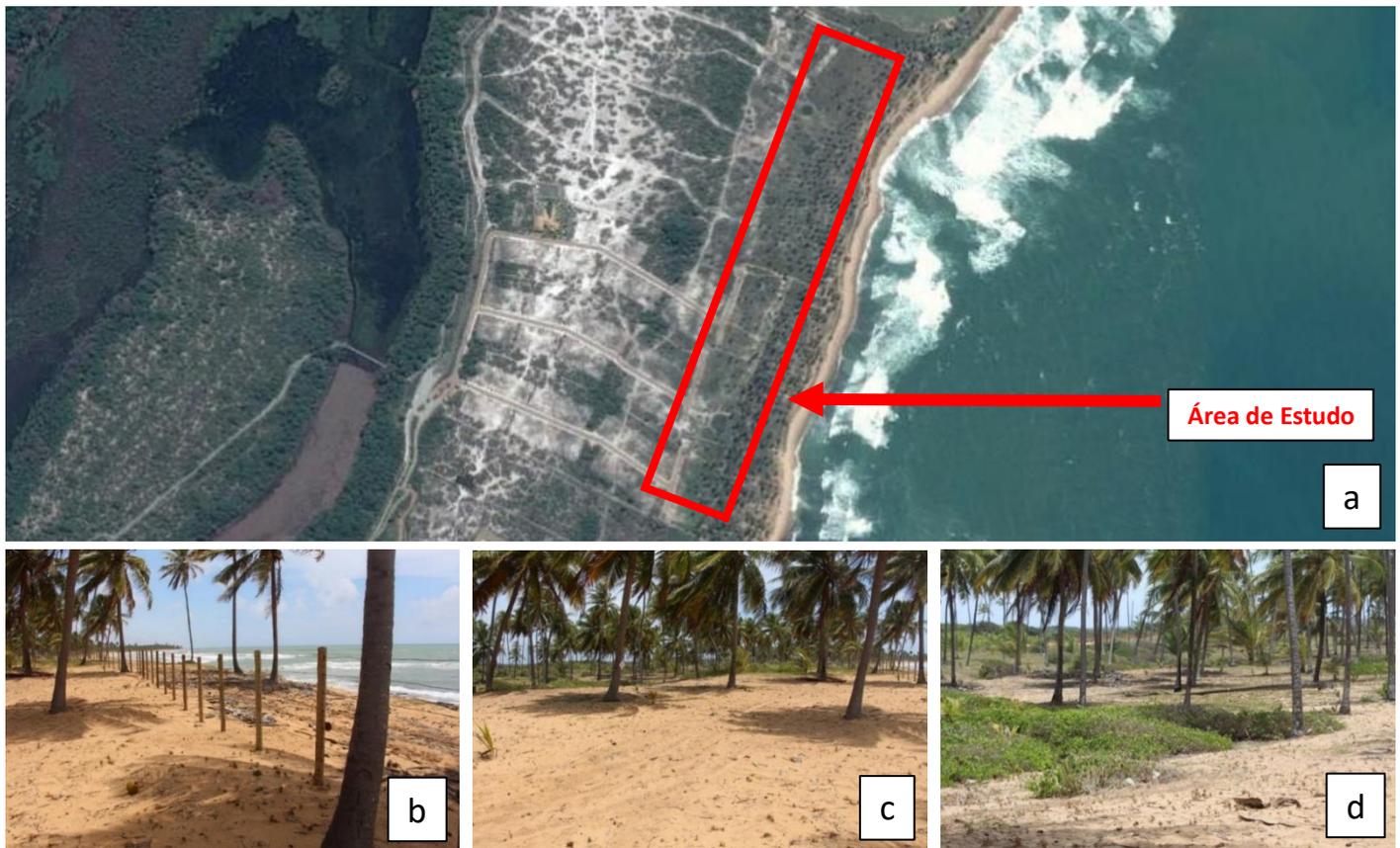
O protocolo proposto para restauração da restinga foi elaborado a partir do exame da literatura e com base na avaliação empírica e experiências práticas do autor. Trata-se de um estudo qualitativo. Todas as fotos foram tiradas pelo autor no litoral norte da Bahia, exceto onde indicado.

#### 3.2 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho foi escolhida por se tratar de: (i) trecho representativo do padrão de ocupação atual por empreendimentos de segunda residência e hoteleiros, sujeitos ao licenciamento ambiental; (ii) área relevante de desova de tartarugas marinhas ameaçadas de extinção; e (iii) área degradada próxima a ecossistemas de referência.

O Litoral Norte da Bahia abrange uma região litorânea de 215 km, que se estende do município de Salvador, rumo ao Norte, até a foz do Rio Real, divisa com o Estado de Sergipe. A área de

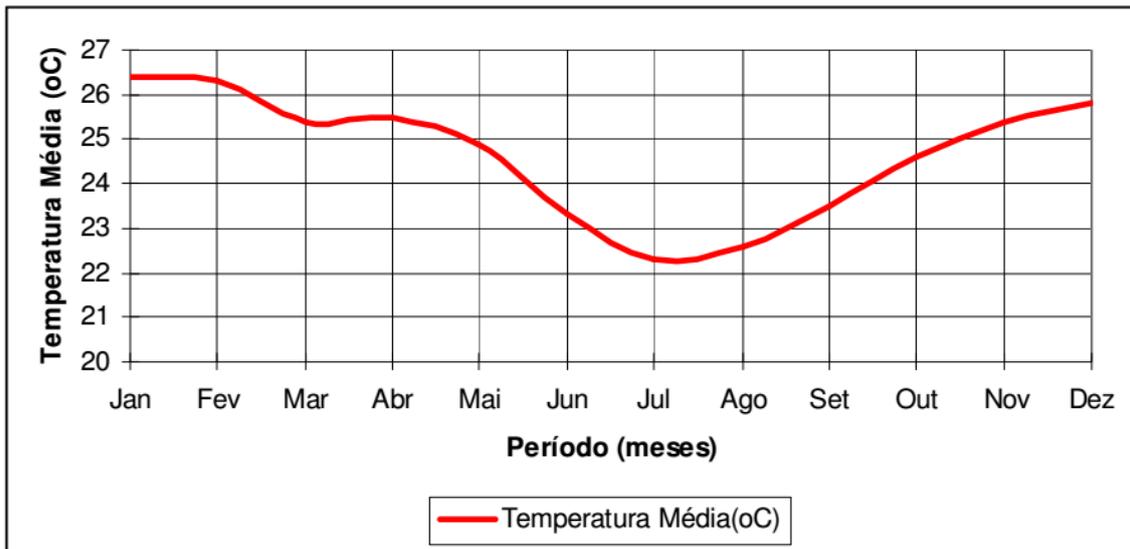
estudo está localizada na estreita faixa da planície quaternária, na zona costeira do município de Mata de São João, coordenada aproximada 12°33'40.00"S e 37°59'38.00"O, nos limites da Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte do Estado da Bahia - APA Litoral Norte (APA-LN), Unidade de Conservação da categoria de Uso Sustentável (SNUC, 2000), estando sujeita às restrições de ocupação determinadas pelo zoneamento ecológico-econômico do seu Plano de Manejo. O trecho específico utilizado como referência para o estudo é a localidade de Praia do Forte, em um fragmento de restinga antropizado, numa poligonal com medidas de 500m x 100m, sendo 500 metros ao longo da linha da praia, e 100 metros medidos a partir da linha de preamar, em direção ao continente, e área total de 50.000 m<sup>2</sup> (5 hectares). O recuo de 100m, corresponde à distância mínima para construção, a partir da preamar máxima, de acordo com o nível 3 de relevância das áreas de desova de tartarugas marinhas no litoral norte da Bahia, exigido para a obtenção da anuência do Projeto Tamar/ICMBio (**Figura 2**). As fitofisionomias de restinga, foco deste trabalho, são as formações herbáceas e arbustivo-arbóreas, em moitas ou adensadas, denominadas aqui de forma genérica como restinga não-florestal, presentes nos depósitos arenosos das Épocas do Holoceno e Pleistoceno (**Figura 6**).



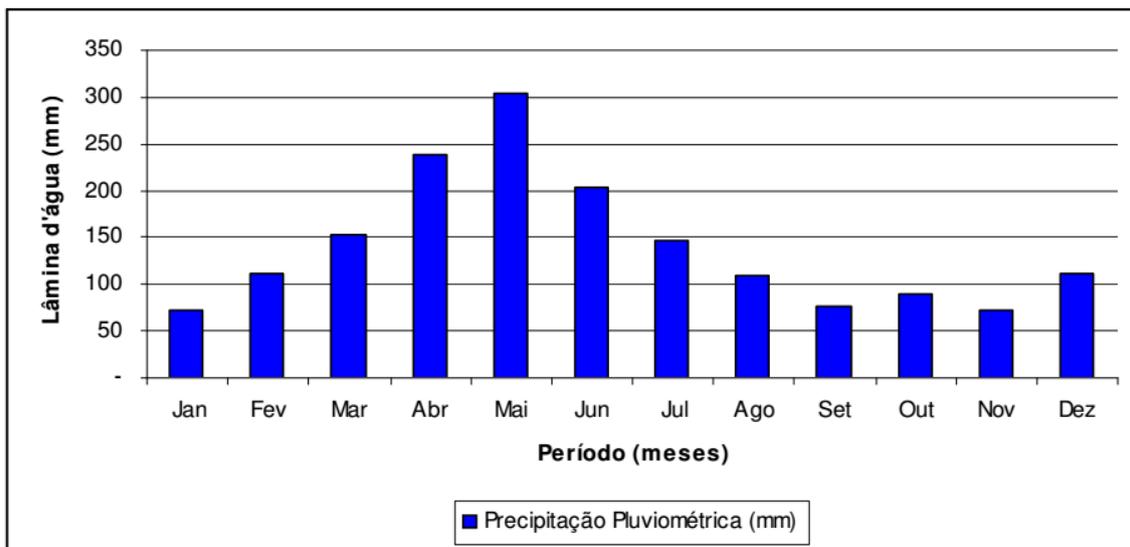
**Figura 6** – (a-d) Imagem aérea e registros fotográficos da área de estudo em Praia do Forte – BA. Em destaque a poligonal com 5 hectares. (modificado de Google Earth, 2014, Fotos: Danilo Lima).

### 3.2.1 Clima

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo As, tropical com estação seca de verão, de janeiro a março (ALVARES et al, 2013). As temperaturas médias variam de 19,4°C a 24,6°C (**Figura 7**). As chuvas estão concentradas no período do outono-inverno, de abril a agosto, e a precipitação anual média é de 1.400mm a 2.200mm (**Figura 8**), diminuindo para o norte, no sentido de Mangue Seco (1.400mm/ano) (SEI, 1998; DOMINGUEZ et al., 2012). A corrente marítima quente, na faixa litorânea oriental do Atlântico Sul, favorece a instabilidade atmosférica (ESQUIVEL, 2016). Os índices de umidade relativa do ar são em média de 80%, e os ventos predominantes são de Sudeste (SE) no inverno e Leste (E) no verão (INMET, 2017).



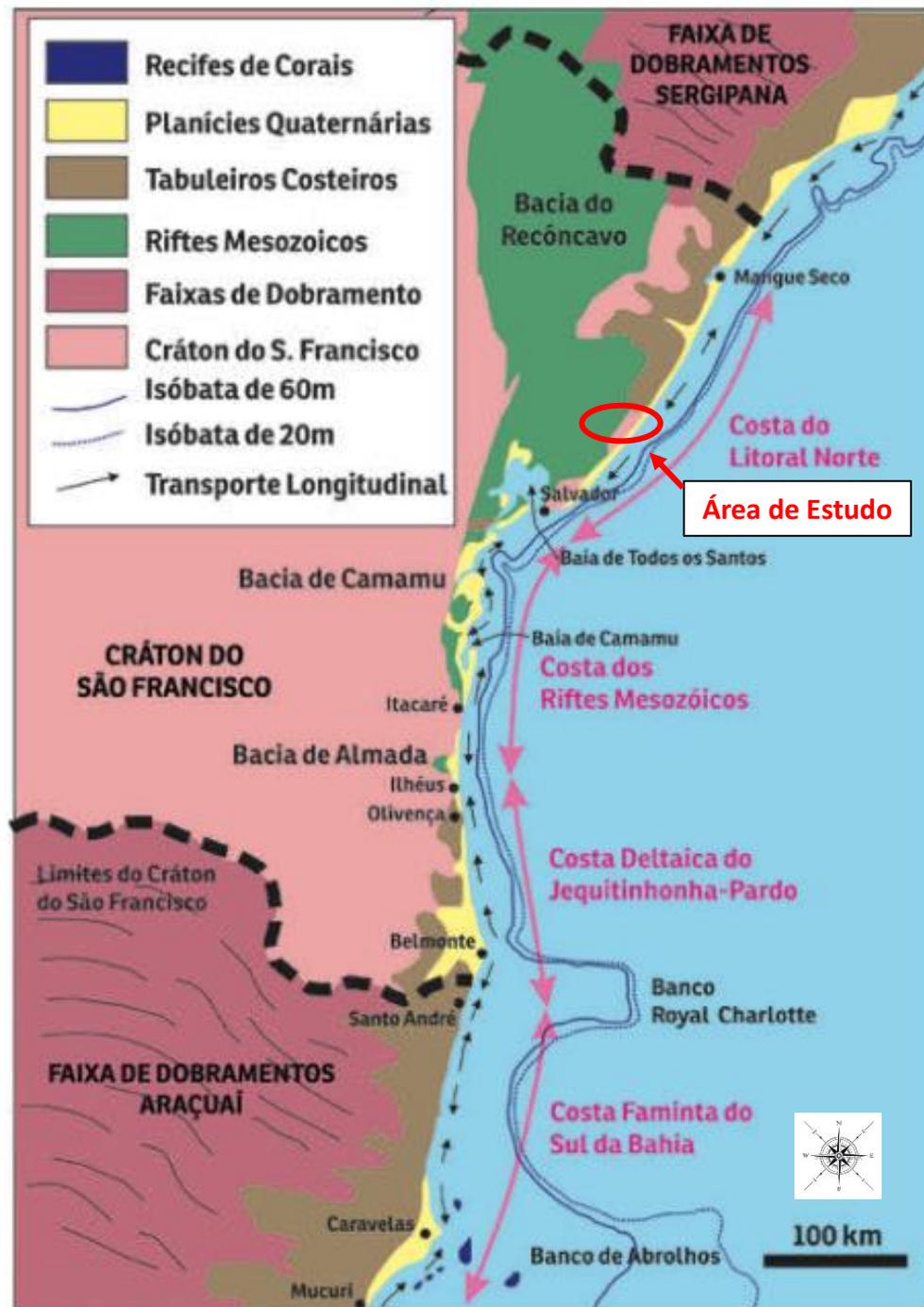
**Figura 7** – Temperatura média mensal do Município de Mata de São João – BA (1961 a 1990). Fonte: INMET, 1991; SEI, 1999; FLORAM, 2003.



**Figura 8** – Distribuição dos totais pluviométricos mensais do Município de Mata de São João – BA (1960 a 1990). Fonte: INMET, 1991; SEI, 1999; FLORAM, 2003.

### 3.2.2 Geologia e Geomorfologia

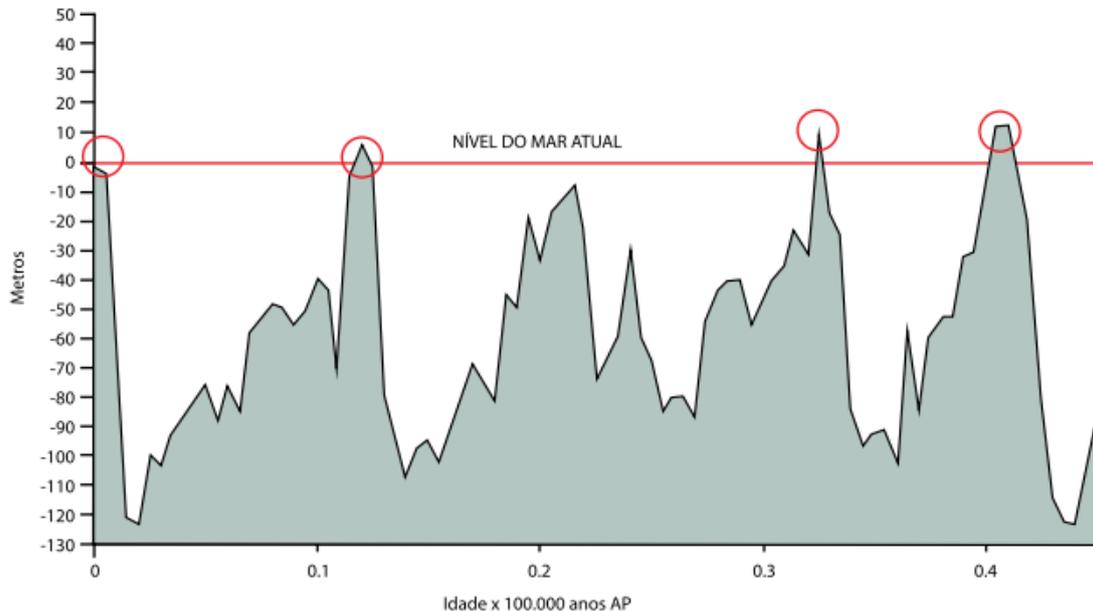
A vegetação de restinga encontra-se sobre sedimentos arenosos do Período Quaternário costeiro (FERNANDES e QUEIROZ, 2015), e é formada por comunidades vegetais consideradas edáficas, por dependerem mais da natureza do solo que do clima (CONAMA, 1996; LABTROP, 2017). Em função da sua grande extensão, de quase 1000 km, a zona costeira do Estado da Bahia é uma das mais diversificadas do Brasil, incluindo: planícies arenosas, dunas, falésias, manguezais, brejos, estuários, baías, recifes de corais e deltas. Estas paisagens são o resultado, principalmente, da atuação das variações eustáticas do nível do mar durante o Quaternário, atuando sobre diferentes tipos de substratos geológicos que incluem: o Embasamento Cristalino (Cráton do São Francisco), *Rift* Mesozoico (Bacias Sedimentares Mesozoicas), e os Tabuleiros Costeiros (Formação Barreiras, falésias) (DOMINGUEZ et al., 2012) (**Figura 9**).



**Figura 9** - Geologia simplificada da zona costeira baiana, limites de seus principais compartimentos, e sentidos de dispersão de sedimentos ao longo da linha da costa (modificado de Dominguez et al. 2012).

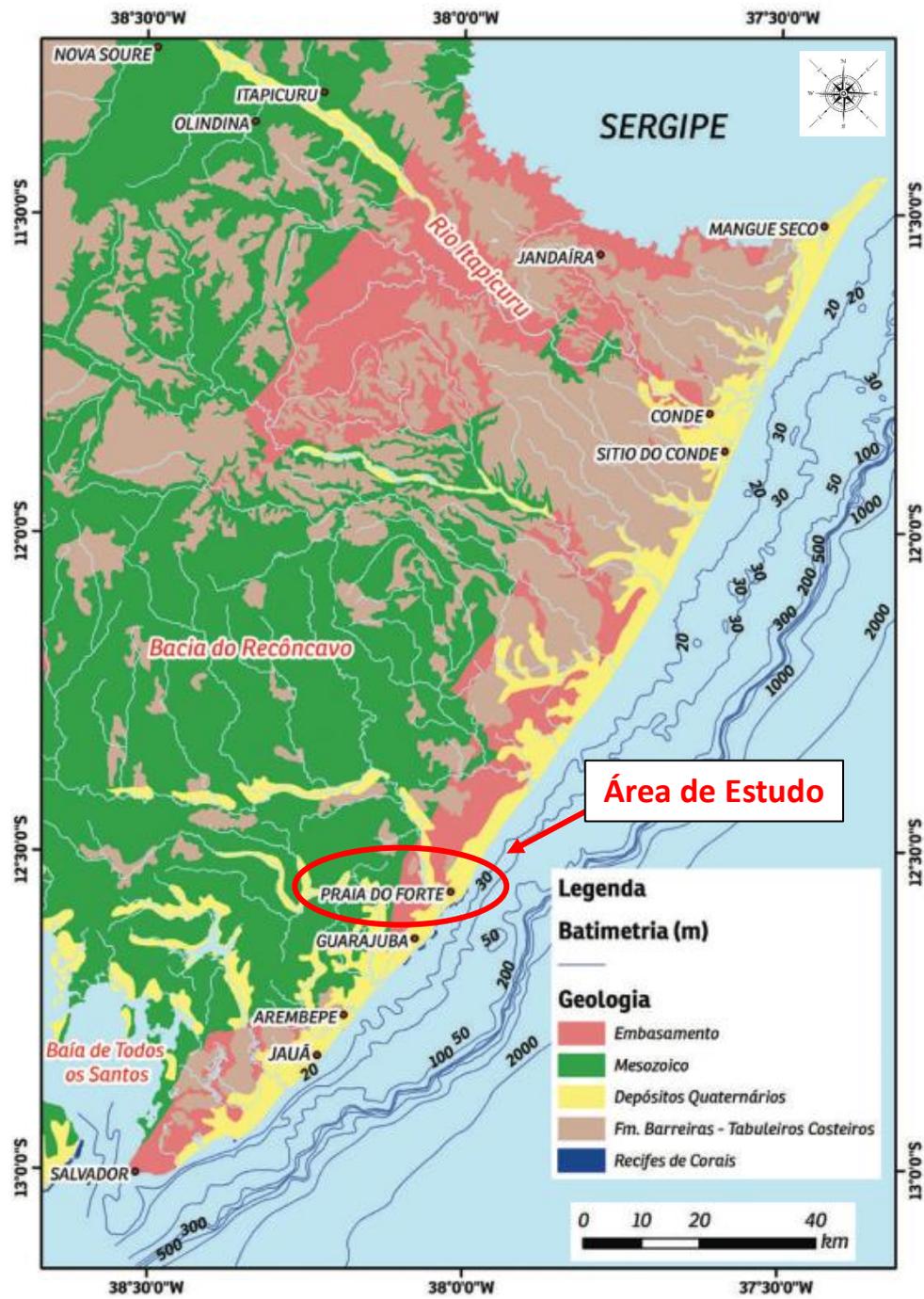
A principal fonte de sedimentos para a zona costeira é de origem fluvial, seguida da erosão de unidades mais antigas que afloram ao longo da linha da costa, e por sedimentos presentes na plataforma continental. Estes sedimentos foram mobilizados em direção à linha da costa pela ação das ondas, principalmente nos últimos 5.700 cal anos AP, em decorrência de um abaixamento do nível relativo do mar da ordem de 4 a 5 metros (DOMINGUEZ et al., 2012).

O Período Quaternário foi caracterizado por variações eustáticas do nível do mar de várias dezenas de metros, associadas ao avanço e recuo dos lençóis de gelo, sobretudo no Hemisfério Norte. Muitos dos dados referentes aos níveis do mar foram obtidos por dados isotópicos medidos em carapaças de organismos foraminíferos bentônicos. Nos últimos 500.000 anos AP, a partir do Pleistoceno Superior, em apenas quatro ocasiões o nível eustático do mar esteve acima do nível do mar atual, correspondendo aos estágios isotópicos marinhos MIS 1 (estágio atual); MIS 5e (123.000 anos AP); MIS 9 (330.000 anos AP); e MIS 11 (430.000 anos AP). Na zona costeira da Bahia, existem testemunhos geológicos dos níveis de mar altos de 123.000 anos (MIS 5e) e o atual (MIS 1). Testemunhos de um nível de mar alto mais antigo, ainda não datado, possivelmente associado ao MIS 9, ou mesmo MIS 11, estão presentes no Litoral Norte, sob a forma de uma linha de falésias fósseis esculpida na Formação Barreiras. Nos últimos 700 anos cal AP, o nível relativo do mar na costa da Bahia desceu cerca de 5 metros (DOMINGUEZ et al., 2012) (**Figura 10**).

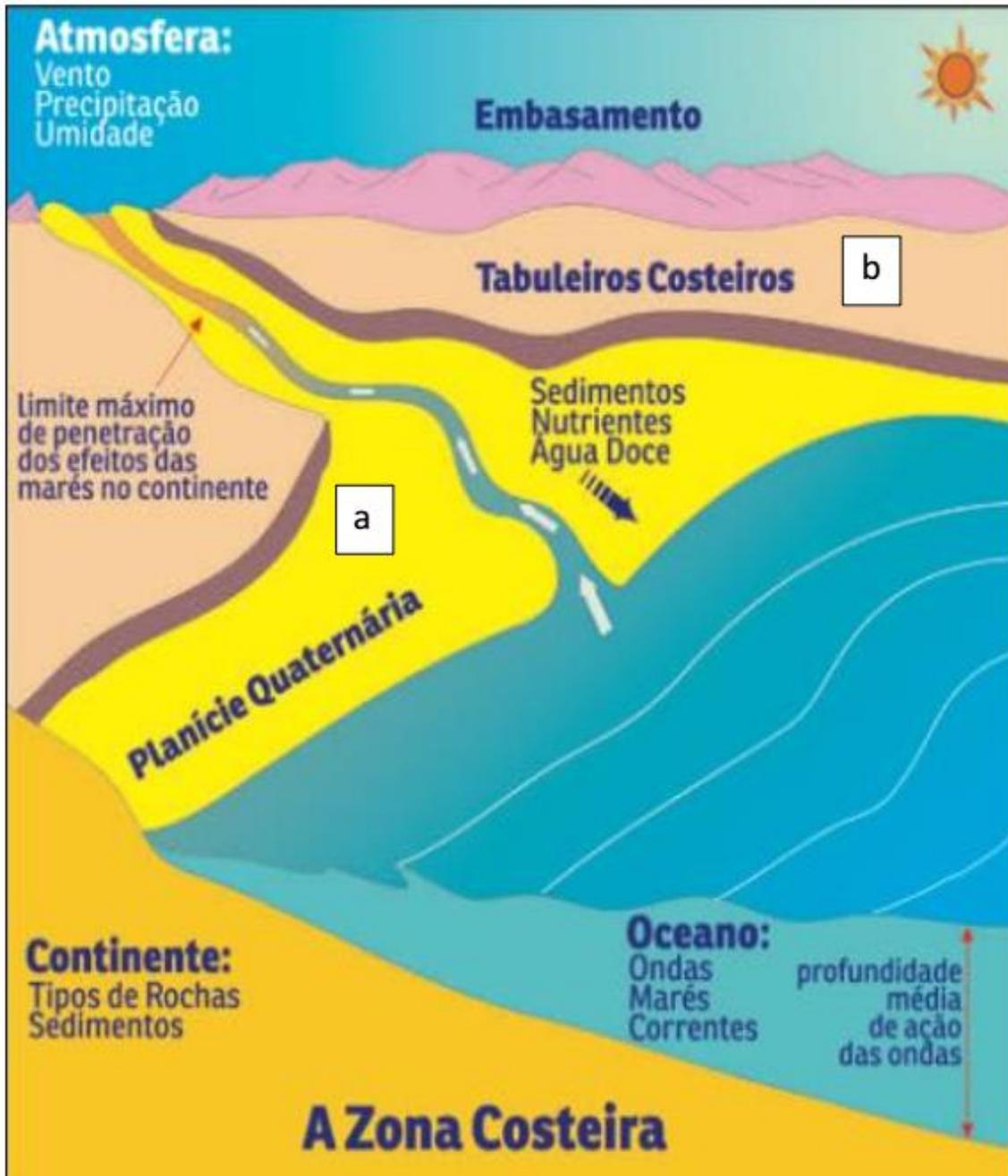


**Figura 10** – Curva de variações do nível eustático do mar nos últimos 450.000 anos (modificado de Miller *et al.*, 2005). Os círculos vermelhos indicam os episódios em que o nível do mar esteve acima ou próximo ao nível atual (HATJE e ANDRADE, 2009).

O compartimento Costa do Litoral Norte (**Figuras 11 e 12**) é o foco deste estudo. Esse trecho coincide, em parte, com a zona turística denominada Costa dos Coqueiros, e se estende de Salvador até Mangue Seco, com orientação da linha da costa quase retilínea no sentido Nordeste – Sudoeste. Esse trecho é caracterizado pela presença de rios de pequeno porte e com o embasamento cristalino (Cráton do São Francisco / Cinturão Itabuna-Salvador-Curaçá) sempre próximo a linha da costa. O aporte de sedimentos, embora pequeno, permitiu a acumulação de depósitos praias associados aos estágios isotópicos MIS 5e (123.000 anos AP / QPI – Areias Litorâneas Regressivas Pleistocênicas ou Terraços Marinhas Pleistocênicas) e MIS 1 (Atual / QHI – Areias Litorâneas Regressivas Holocênicas ou Terraços Marinhas Holocênicas). Ocorrem, também, terraços arenosos mais internos, com idade anterior a 123.000 anos AP, bordejando paleofalésias esculpidas nos tabuleiros costeiros. É possível que constituam testemunhos de estágios marinhos isotópicos MIS 9 (330.000 anos AP) ou MIS 11 (430.000 anos AP). O litoral norte é o único trecho da costa baiana onde ocorrem depósitos eólicos expressivos de idade quaternária (DOMINGUEZ *et al.*, 2012).



**Figura 11** – Geologia simplificada do compartimento Costa do Litoral Norte. (modificado de Dominguez et al. 2012).



**Figura 12** – Desenho esquemático da Zona Costeira e seus limites - Litoral Norte da Bahia. **a.** Representação da Planície Quaternária, onde a vegetação de restinga se desenvolve. Na área de estudo ocorrem nestas planícies os Terraços Marinheiros Holocênicos e Pleistocênicos, formando Neossolos Quartzarênicos. **b.** Representação dos Tabuleiros Costeiros da Formação Barreiras, área de ocorrência das florestas tropicais úmidas e estacionais (mata atlântica), em Argissolos. (modificado de Dominguez, et al. 2012).

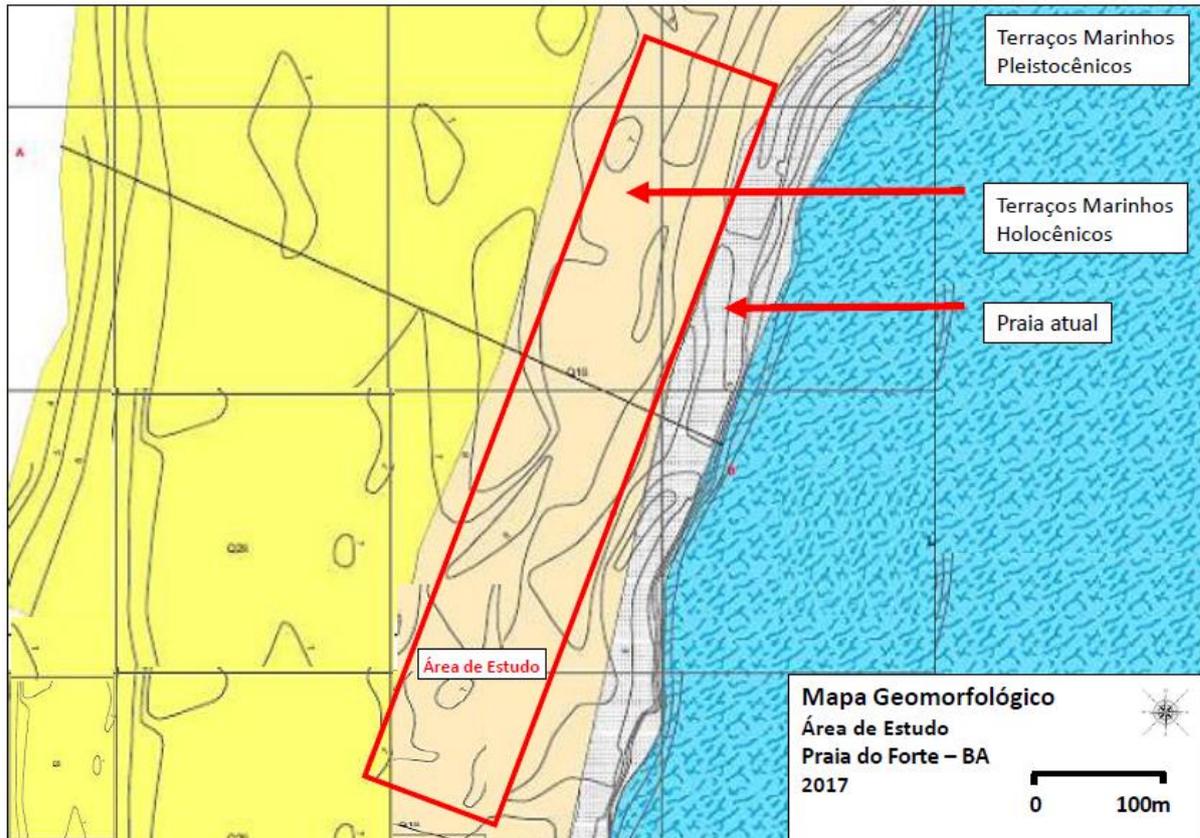
Ao longo da Costa do Litoral Norte ocorrem os Depósitos Quaternários, cada qual associado a diferentes comunidades fitofisionômicas do mosaico de restinga, ou aos ecossistemas a ela associados.

Na área de estudo ocorrem Terraços Marinheiros Pleistocênicos e Holocênicos e os Depósitos Eólicos Holocênicos (**Figura 13**):

Os Terraços Marinheiros Pleistocênicos exibem relevo plano a levemente ondulado e altitudes de 6 a 11 metros. Ocorrem na porção interna da planície costeira, via de regra, encostados a falésias inativas da Formação Barreiras ou aos depósitos do tipo Leques Aluviais Pleistocênicos. Na sua superfície, apresentam vestígios de antigas cristas de cordões litorâneos. Os cordões litorâneos pleistocênicos são largos, em média 40 metros, elevados, e são separados entre si por zonas baixas que podem ou não estar ocupadas por brejos. Estes terraços são constituídos por sedimentos arenosos, de granulometria média a grossa, de cores variando de branco a marrom, bem selecionados e com boa permeabilidade. É um material pouco coeso, exceto um nível cimentado por ácidos húmicos (Horizonte Espódico), situado a 3 a 4 metros abaixo da superfície. Sua idade provável é em torno de 123.000 anos AP (MIS 5e), conhecida como a penúltima transgressão marinha, e a descida do mar subsequente. No máximo da penúltima transgressão, o nível do mar atingiu cerca de 8 metros acima do nível atual.

Os Terraços Marinheiros Holocênicos variam de alguns decímetros a 6 metros. Estes terraços exibem uma topografia levemente ondulada devido à presença de cristas de cordões litorâneos. Nesses terraços, ao contrário dos terraços marinhos pleistocênicos, os cordões são bem delineados, estreitos, pouco elevados, na maioria das vezes paralelos entre si e com grande continuidade lateral. As cristas são separadas por zonas baixas, muitas vezes ocupadas por brejos. Os terraços marinhos holocênicos são constituídos por areias finas a médias, com boa permeabilidade, de cor amarelada, bem selecionadas. A estrutura sedimentar dominante na porção superior aflorante destes depósitos é a laminação paralela da face praial, que mergulha com baixo ângulo de inclinação no sentido do mar. Sua idade é sempre mais recente que 7.500 anos AP. (DOMINGUEZ et al., 2012).

Os Depósitos Eólicos Holocênicos correspondem às dunas frontais que chegam a alcançar até 6 m de altura (cordão-duna). Este tipo de duna é formado como resultado do trapeamento, pela vegetação pioneira do pós-praia, das areias sopradas da face da praia pelo vento.



**Figura 13** – Mapa Geomorfológico, com destaque para a área de estudo. Depósitos Quaternários: Terraços Marinhos Pleistocênicos, Terraços Marinhos Holocênicos e Praia atual, em Praia do Forte – BA (modificado de Siravol, 2013).

### 3.2.3 Solos

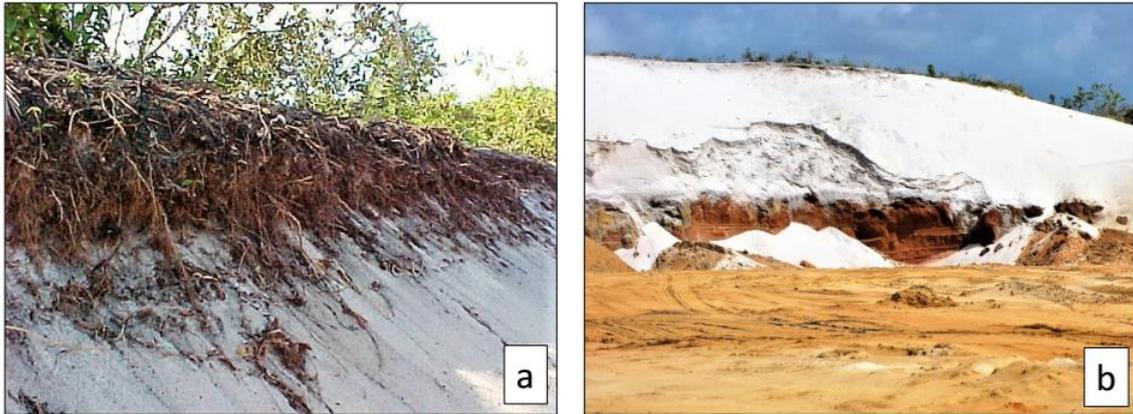
Na área de estudo e entorno ocorrem, basicamente, neossolos quartzarênicos órticos, neossolos quartzarênicos hidromórficos, e argissolos vermelho-amarelos (**Figuras 14a-b**). Os neossolos, presentes nos Terraços Marinhos e Leques Aluviais, são solos profundos, de textura arenosa e quartzosos. Nesta classe estão os solos pouco desenvolvidos, em via de formação, constituídos por material mineral, pouca matéria orgânica, reconhecidos anteriormente como solos aluviais e areias quartzosas (distróficas, marinhas e hidromórficas) e litossolos e regossolos. São solos excessivamente drenados, de elevada porosidade e permeabilidade. (EMBRAPA, 2006; AGEITEC, 2017). Os argissolos, presentes nos Tabuleiros Costeiros da Formação Barreiras, têm profundidade variável, são desde muito até pouco drenados, forte a moderadamente ácidos (pH 4,3 a 6,5), argilosos no horizonte B, com cores avermelhadas ou amareladas, reconhecidos anteriormente como podzólico vermelho-amarelo. Os solos areno-argilosos, como os

argissolos, permitem maior retenção de água e possuem maior fertilidade, em relação aos neossolos, (EMBRAPA, 2006).

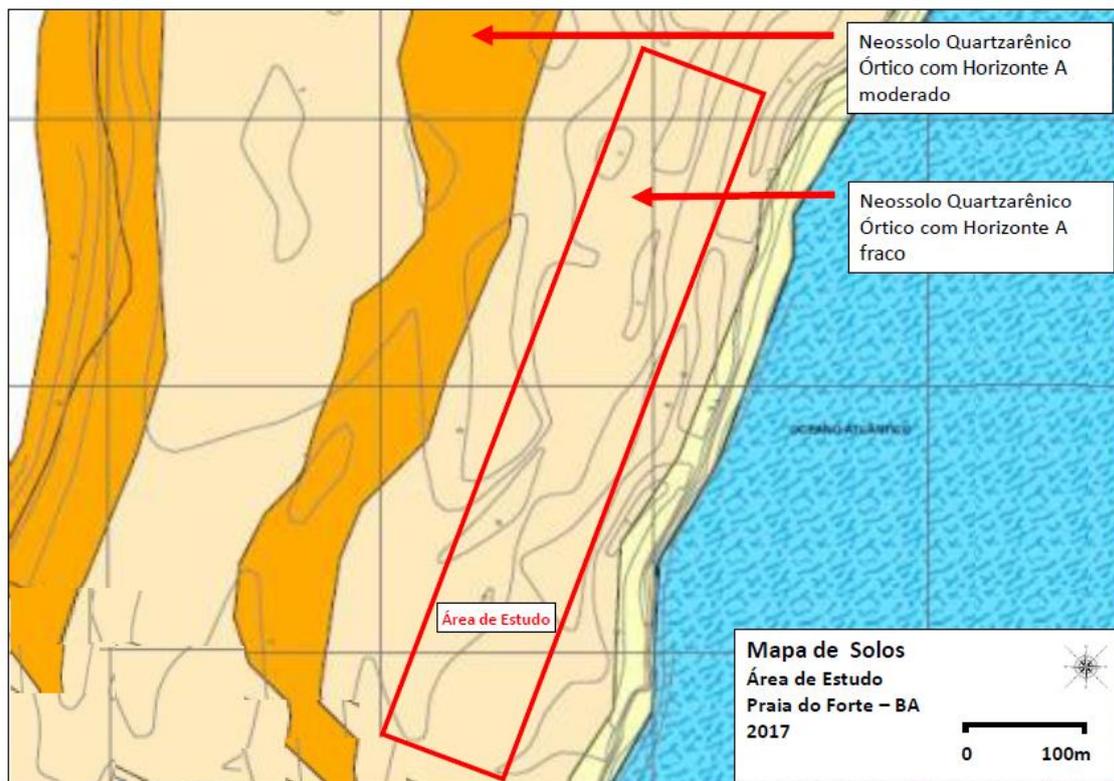


**Figura 14** – Perfis de solos da zona costeira do litoral norte da Bahia. **a.** Neossolo quartzarênico órtico. **b.** Argissolo vermelho-amarelo. (Fotos – EMBRAPA).

Os neossolos quartzarênicos órticos da área de estudo apresentam um horizonte A fraco, caracterizado por um horizonte mineral superficial, pouco espesso, com grau fraco de desenvolvimento e baixo teor de coloides orgânicos. A mancha de solo paralela e contigua a área de estudo possui a mesma classificação, diferindo desta apenas por apresentar um horizonte A moderado, com teor de coloides orgânicos um pouco mais alto (**Figuras 15a-b e 16**).



**Figura 15** – Aspecto de solos no litoral norte da Bahia. **a.** Neossolo quartzarênico órtico, apresentando Horizonte A com elevado conteúdo de matéria orgânica (raro na poligonal da área de estudo) resultante da acumulação superficial de resíduos vegetais, localizado em Depósitos de Areias Litorâneas Regressivas Pleistocênicas (Terraços Marinhos Pleistocênicos), Município de Mata de São João. **b.** Neossolo quartzarênico órtico sobre argissolo vermelho-amarelo (associado aos Tabuleiros Costeiros). Dunas formadas pelo vento, a partir de Leques Aluviais Pleistocênicos, cavalgaram a Formação Barreiras em vários locais do Litoral Norte – lavra no Município de Itanagra. (Fotos – Danilo Lima).



**Figura 16** - Mapa de Solos, com destaque para a área de estudo. Neossolos quartzarênicos órticos com horizonte A moderado e neossolos quartzarênicos órticos com horizonte A fraco, em Praia do Forte – BA (modificado de Siravol, 2013).

### 3.2.4 Fitofisionomias da Restinga

Na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte do Estado da Bahia (APA-LN), Gomes e Guedes (2014) dividiram as fisionomias em três categorias: pioneira psamófila, restinga arbustiva e restinga arbustivo-arbórea, que juntas correspondem à maior área de vegetação da área de estudo. As fisionomias arbustiva e arbustivo-arbórea assemelham-se entre si quanto à composição e às formas de vida. Nas áreas restantes, a vegetação de restinga é cortada pelos manguezais, nas margens dos rios, e limitada pela floresta ombrófila densa.

Nas restingas da APA-LN a família mais importante em número de espécies é Fabaceae, seguida de Rubiaceae e Myrtaceae. Outras famílias que se destacam, da mesma forma que em outras restingas do resto do Brasil, são Cyperaceae, Asteraceae, Poaceae, Euphorbiaceae, Malvaceae, Melastomataceae, Apocynaceae e Malpighiaceae. As exceções são Orchidaceae e Bromeliaceae, que, comparativamente, são pobres em espécies.

Outro estudo (MENEZES, 2007) realizado no município de Mata de São João, sugere uma classificação para a restinga local baseada em terminologias empregadas em outros trabalhos sobre a restinga no Brasil. A classificação considera a relação entre a geomorfologia e as diferentes fitofisionomias, sendo denominadas: (i) Mata Seca; (ii) Mata Periodicamente Alagável sobre o Leque Aluvial Pleistocênico; (iii) Mata Periodicamente Alagável sobre o Terraço Marinho Pleistocênico; (iv) Mata de Duna; (v) Restinga em Moitas Esparsas sobre o Terraço Marinho Pleistocênico; (vi) Restinga em Moitas Densas sobre o Leque Aluvial Pleistocênico; (vii) Vegetação Hidrófila em Zonas Úmidas; (viii) Formação Praial sobre Dunas Frontais.

No presente estudo, para efeito de restauração ecológica, considerou-se somente as fisionomias não florestais, estando, portanto, eliminadas as formações predominantemente arbóreas de Mata Seca (Mata de Restinga); as Matas Periodicamente Alagadas (Matas Paludosas); e a Mata de Duna, além da Vegetação Hidrófila (Brejo). Considerou-se aqui somente as Restingas em Moitas (Arbustivo-arbórea), formada por arbustos e árvores com hábito arbustivo, em função das severas condições das dunas próximas ao mar, e a Formação Praial (Herbácea reptante/Pioneira psamófila), formada por gramíneas e ervas (**Figura 17**).



**Figura 17** – Fitofisionomias de restinga e ecossistemas associados. Ecossistemas de referência para a restauração ecológica: **a.** Formação Praial (Herbácea reptante/Pioneira psamófila), Duna Frontal (DF), Cordão-Duna (CD). **b.** Restinga em Moitas (Arbustivo-arbórea). **c.** Vegetação Hidrófila (Brejo). **d.** Mata Seca (Mata de Restinga); **e.** Manguezal. **f.** Floresta Ombrófila Densa.

### 3.2.5 Legislação Incidente

Os principais marcos legais vigentes relacionados à proteção do meio ambiente no Litoral Norte da Bahia são:

Proteção à Restinga: Constituição do Estado da Bahia - Art. 215, IV. 05/10/1989; Código Florestal - Lei nº 4.771 de 15/09/1965 Art. 2º; Lei Estadual - nº 10.431/2006 Art. 89; Resolução CONAMA - 303/2002 Art. 2º, Art. 3º; Decreto Estadual - nº 11.235/2008 Art. 277.

Proteção à Tartaruga Marinha: Projeto Tamar - Criado em 1980; Declara as tartarugas marinhas ameaçadas de extinção - Portaria nº 1.522 de 19/12/89 (IBAMA); Regulamenta o Licenciamento Ambiental em praias onde ocorre a desova de tartarugas marinhas (estabelece que o licenciamento de empreendimentos em praias com ocorrência de tartarugas marinhas deverá contemplar a avaliação e recomendação do Centro TAMAR/IBAMA) – Resolução CONAMA nº 10 de 24/10/1996; Proíbe a captura, consumo e comércio de tartarugas marinhas - Decreto nº 3.179 de 21/09/1999; Obriga TED em pesca de arrasto - Instrução Normativa nº 31 de 13/12/2004 (MMA); Protege a Tartaruga Oliva - Instrução Normativa nº 21 de 30/03/2004 (IBAMA); Proíbe o uso de fonte de iluminação com intensidade superior a zero lux para proteger as tartarugas marinhas no litoral norte da Bahia - Portaria nº 11 de 31/01/1995 (D.O.U. de 31/01/95) e Lei nº 7034 de 13 de fevereiro de 1997 (D.O.E.de 13/02/97); Proíbe trânsito de veículos - Portaria nº 10 de 30/01/1995 (IBAMA); Convenção Interamericana para Conservação - Decreto Federal nº 3.842 de 13/06/2001.

Proteção aos Ecossistemas: Declara Zona Costeira Patrimônio Nacional, Constituição Federal / 1988 § 4º art. 225; Lei da Mata Atlântica - Lei nº 11.428 de 22/12/2006; Lei de Crimes Ambientais - Lei nº 9.605 de 12/02/1998; Convenção RAMSAR de Zonas Úmidas 1971; PDDM de Mata de São João - Lei nº 278/2006 de 11/08/2006; Nova Lei Ambiental de MSJ - Lei nº 368/2008 de 12/09/2008.

Unidades de Conservação: Área de Proteção Ambiental / APA do Litoral Norte - Decreto nº 1.046 de 17/03/1992; APA do Rio Capivara - Decreto nº 2.219 de 14/06/1993; APA da Plataforma Continental do Litoral Norte - Decreto nº 8.553 de 05/06/2003; Parque Natural Municipal da Restinga de Praia do Forte - Lei nº 367/2008, de 12/09/200; APA Joanes-Ipitanga - Decreto nº 7.596 de 05/06/1999; APA Lagoas de Guarajuba - Resolução nº 387 de 27/02/1991; APA Mangue Seco - Decreto nº 605 de 06/11/1991; RPPN Dunas de Santo Antonio - Portaria 65/2001-DOU 170-E 04/05/2001; RPPN Fazenda Lontra/Saudade - Portaria 95/996-N DOU 209 28/10/1996; RPPN das Dunas - Portaria 17 – DOU 44 05/03/2004.

#### 4. RESULTADOS

A vegetação natural de uma região é expressão do clima nela prevalente, e os tipos climáticos e a distribuição dos biomas apresentam correlação elevada (ALVARES et al., 2013). Entretanto, para efeito de restauração ecológica (RE), as fitofisionomias de restinga não-florestal que ocorrem nos depósitos arenosos costeiros do litoral norte do Estado da Bahia, devem ser consideradas como uma vegetação xerófila. Apesar de estar encravada no domínio da mata atlântica, e dos altos índices de pluviosidade, em torno de 1.400 a 2.200mm, os seus solos francamente permeáveis, de drenagem rápida e pobres em nutrientes, formados por areias quartzosas - associados aos rigores dos ventos constantes e temperaturas extremas, que chegam a 70°C na superfície (ZAMITH et al., 2006) - não têm capacidade de reter umidade. O resultado é uma variação fisionômica arbustal tropical seca (IUCN, 2016 ; IBGE, 2004), de plantas com características esclerófilas (possivelmente devido à escassez de nutrientes no solo) e adaptações típicas de climas semiáridos. Muitas espécies indicadoras de ambientes secos estão presentes nas restingas do litoral norte. As mais emblemáticas sendo as cactáceas não epifíticas, representadas pelas espécies *Cereus fernambucensis* Lem., *Melocactus violaceus* subsp. *margaritaceus* N.P. Taylor e *Pilosocereus catingicola* subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi (TAYLOR et al., 2004).

O registro do cactus *Pilosocereus pentaedrophorus* (Cels) Byles & Rowley na costa ao norte de Salvador pode representar um remanescente da expansão da Caatinga no final do Pleistoceno (TAYLOR et al., 2004). *Griffinia gardneriana* (Herb.) Ravenna é outra espécie típica da Caatinga (*strictu sensu*) e que também ocorre na restinga (REFLORA, 2017), no litoral do estado do Rio de Janeiro. As matas de tabuleiro, da Formação Barreiras, com vários estratos de vegetação, formadas por florestas densas, em áreas sem período seco sazonal definido, são típicas do litoral norte e fazem contato com as restingas ao longo de toda a costa, porém, não possuem cactáceas terrestres como a restinga. Algumas espécies disjuntas de leguminosas dos gêneros *Mimosa* e *Moldenhawera* ocorrem nos campos rupestres da Chapada Diamantina e na restinga do litoral norte, em condições similares de aridez e solos pobres, de rápida drenagem (BARNEBY, 1985; LEWIS, 1987; MORI et al., 1981).

As plantas que ocorrem na área de estudo apresentam adaptações aos fatores ambientais estressantes característicos dessa região (**Tabela 1 e Figura 18**), como o spray salino (salsugem), movimentação da areia (soterramento), seca (estresse hídrico), alta intensidade de radiação luminosa (UV) e altas temperaturas, exposição ao vento (danos mecânicos e abrasão

pela areia em suspensão), salinidade elevada do solo e deficiência de nutrientes (CORDAZZO *et al.*, 2006; SEOANE *et al.*, 2007).

**Tabela 1** – Fatores ambientais estressantes e adaptações das plantas no Litoral Norte da Bahia. Adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas, reprodutivas e de ciclo de vida das plantas pioneiras herbáceas e subarborescentes nas Dunas Frontais (DF) e Cordão-Duna (CD). (modificado de Seoane *et al.*, 2007; Cordazzo *et al.*, 1995; 2006). (Beentje, 2012; BPAQ, 1981; Menezes, 2012, Dias & Menezes, 2007, Gomes & Guedes, 2014; Queiroz *et al.*, 2012; REFLORA, 2017).

Fator Ambiental	Adaptação	Exemplos
<b>Spray salino (salsugem)</b>	Resistência / Tolerância / Preferência pelo sal.	Muitas espécies. <i>Alternanthera littoralis</i> var. <i>maritima</i> (Mart.) Pedersen (DF); <i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears (DF); <i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. (DF); <i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.; <i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br. (DF); <i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng. (DF); <i>Paspalum vaginatum</i> Sw. (DF); <i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl (DF); <i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. (DF); <i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby (CD); <i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb. (CD); <i>Polygala cyparissias</i> A.St.-Hil. & Moq. (CD); <i>Remirea maritima</i> Aubl. (CD); <i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth (CD); <i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze (CD).
<b>Movimentação da areia (soterramento/ instabilidade)</b>	Estimulação ao crescimento.	<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng.; <i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L..
	Propagação clonal ou sementes grandes (reservas).	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears (clonal); <i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl (clonal); <i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. (semente).
	Rizomas, bulbos e estolões.	<i>Alternanthera littoralis</i> var. <i>maritima</i> (Mart.) Pedersen (DF) (caules rizomatosos); <i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb. (estolões).
<b>Seca (estresse hídrico)</b>	Abscisão foliar.	Algumas espécies.
	Folhas pequenas para diminuir a transpiração.	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears; <i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth; <i>Polygala cyparissias</i> A.St.-Hil. & Moq..

	Enrolamento das folhas.	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br.; <i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth.
	Número limitado de estômatos / Maioria localizado na porção abaxial das folhas / Fechamento diurno (CAM).	<i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears (nº limitado, porção abaxial).
	Pubescência.	Algumas espécies; <i>Portulaca hirsutíssima</i> Cambess..
	Forte cutinização (cutícula espessa).	<i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears.
	Suculência.	<i>Alternanthera littoralis</i> var. <i>maritima</i> (Mart.) Pedersen; <i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears; <i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl; <i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L..
	Eficiência no uso da água.	Muitas espécies.
	Sistema radicular profundo.	<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng.; <i>B. portulacoides</i> (A.St.- Hil.) Mears.
	Rede radicular superficial (pequenas precipitações e orvalho).	<i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears (raízes fasciculadas).
	Sistema fotossintético C4 ou CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas).	<i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears (C4); <i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. (CAM).
<b>Alta intensidade de Luz e altas temperaturas</b>	Curvamento e orientação das folhas.	<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam. (alteração da orientação).
	Folhas brilhantes (reflexo da luz).	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl.
	Pubescência e cores claras.	Algumas espécies.
	Adaptações osmóticas.	Muitas espécies.
	Produção de antocianina (pigmento protetor de radiação UV).	<i>Alternanthera littoralis</i> var. <i>maritima</i> (Mart.) Pedersen; <i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears.
<b>Vento</b>	Resistência mecânica.	Muitas espécies.
	Hastes flexíveis, folhas laminares estreitas e finas.	Gramíneas; <i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng..

	Formas aerodinâmicas.	Muitas espécies.
<b>Salinidade do solo</b>	Resistência ao sal.	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. (CAM).
	Acumulação de sal.	Algumas espécies.
	Suculência.	Muitas espécies.
	Adaptações osmóticas (glândulas ou tricômas que eliminam cristais de sal).	Muitas espécies; <i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears. (glândulas).
	Abscisão foliar (acúmulo de sal).	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.; <i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears..
	Plasticidade fenotípica.	<i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears. (alterações anátomo-morfológicas).
	Compartimentação iônica.	Algumas espécies.
<b>Deficiência de nutrientes</b>	Fixação de nitrogênio atmosférico (bactérias).	<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby; <i>Canavalia rosea</i> (Sw.).
	Simbiose com micorrizas (fósforo).	Algumas espécies; <i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng. .
	Retranslocação (redistribuição) de nutrientes.	Algumas espécies anuais.
	Proliferação de raízes laterais.	Muitas espécies.
<b>Inundação pelo mar</b>	Resistência à inundação pela água do mar.	Algumas espécies.
<b>Erosão marinha</b>	Ciclo de vida anual.	Algumas espécies.
	Dispersão de sementes pela água e vento.	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br. (água); <i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. (água); <i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl (água); <i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears. (água e vento).
	Rizomas / Estolões / Bulbos.	<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng. (rizomas profundos); <i>Paspalum vaginatum</i> Sw. (rizomas e estolhos); <i>B. portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears. (estolhos).

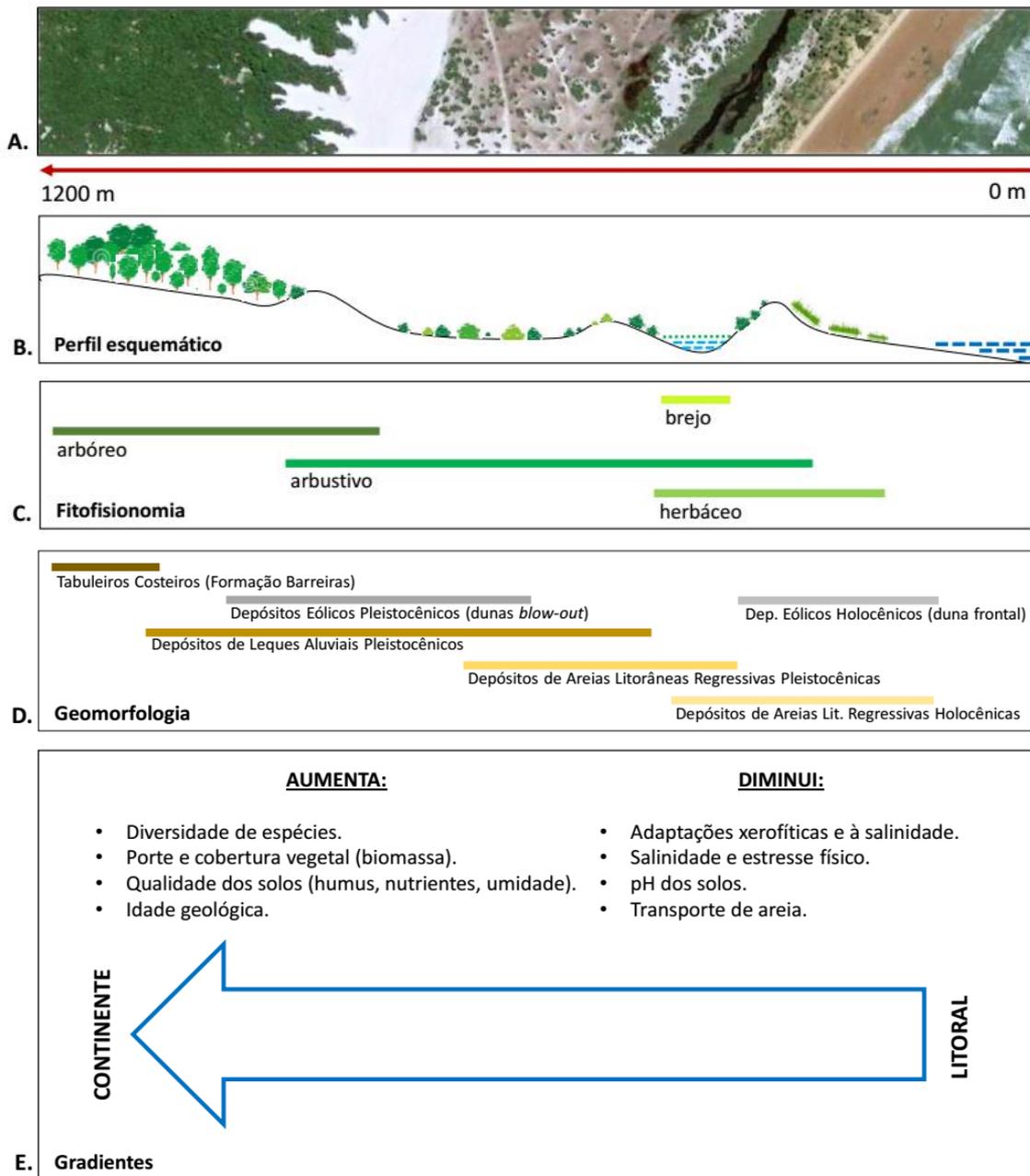


**Figura 18** - Exemplos de adaptações aos fatores ambientais estressantes em espécies das dunas frontais e cordão-duna no litoral norte da Bahia. **a.** *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears, a espécie mais bem adaptada às condições desfavoráveis das dunas frontais (salinidade, soterramento, estresse hídrico, vento e erosão marinha). **b.** *Alternanthera littoralis* var. *maritima* (Mart.) Pedersen, adaptação à alta intensidade de luz (produção do pigmento antocianina para proteção contra a radiação UV). **c.** *Chamaecrista ramosa* (Vogel) H.S.Irwin & Barneby, adaptação à deficiência de nutrientes (fixação de N atmosférico). **d.** *Paspalum vaginatum* Sw., adaptação à salinidade do solo (abscisão foliar para eliminação de sal acumulado). **e.** *Polygala cyparissias* A.St.-Hil. & Moq., adaptação ao estresse hídrico (suculência e folhas reduzidas para diminuir a transpiração). **f.** *Canavalia rosea* (Sw.) DC., soterramento na areia (sementes grandes, ~2cm, ricas em reservas, permitem às plântulas alcançar a superfície). (Fotos – Danilo Lima).

#### 4.1 RELAÇÃO ENTRE A GEOMORFOLOGIA E FITOFISIONOMIA DA RESTINGA NO LITORAL NORTE

As mudanças no clima, as variações do nível relativo do mar ao longo do Quaternário, e os ventos, ajudaram a formar a paisagem atual do litoral norte. Os depósitos arenosos que resultaram na formação das suas planícies costeiras tiveram origem nos sedimentos da Formação Barreiras ou do Embasamento Cristalino (DOMINGUEZ et al., 2012). O Quaternário, do ponto de vista da RE, é a escala de tempo geológico mais importante, já que foi neste período que se formou a paisagem atual e os solos do litoral. O sucesso do cultivo das espécies de restinga, em grande parte, vai depender do manejo adequado desta fina camada superficial de substrato. O entendimento de aspectos da pedologia da zona costeira do litoral norte da Bahia, tais como a origem, formação, desenvolvimento, características e distribuição dos solos e as formas de vegetação a eles associadas, é essencial para o desenvolvimento de modelos de recuperação de áreas degradadas, como o proposto neste trabalho.

A vegetação de restinga – formação herbácea, arbustiva e arbórea - aumenta o seu porte, densidade e diversidade (gradiente ambiental), no sentido da costa em direção ao continente (ARAÚJO, 2000), em função de fatores como o vento, salinidade, fertilidade do solo e profundidade do lençol freático (**Figura 19**). As diferentes comunidades vegetais de restinga se desenvolvem de acordo com as unidades geomorfológicas presentes na zona costeira (FERNANDES et al., 2015; MENEZES, 2007).



**Figura 19** – O ambiente de restinga no litoral norte da Bahia: diagramas esquemáticos simplificados. **A.** Imagem aérea e escala (m) (modificado de Google Earth, 2014); **B.** Perfil do terreno e vegetação (transecto do gradiente ambiental) (ícones Dreamtime.com, 2017); **C.** Fitofisionomias e distribuição da vegetação (herbáceo, brejo, arbustivo, arbóreo); **D.** Geomorfologia e posição aproximada das unidades físicas (Tabuleiros Costeiros, Depósitos Quaternários); **E.** Gradientes bióticos e abióticos – do litoral em direção ao continente. (modificado de Cordazzo *et al.* 1995; Seoane *et al.*, 2007).

## 4.2 PROTOCOLO PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DA RESTINGA NÃO-FLORESTAL

Os habitats de restinga são ambientes frágeis devido aos seus solos pobres e da alta salinidade (HAY et al, 1981), em consequência, a supressão vegetal total da restinga torna a recomposição do habitat muito difícil (ROCHA et al, 2005). O produto deste trabalho é um protocolo para a RE da restinga não-florestal, resultado de anos de experiência prática, que pretende oferecer soluções para a recomposição destes ambientes. As ações práticas no campo, permitiram subdividir o protocolo em três fases: I planejamento; II execução e III manutenção das áreas de restauração. Trata-se de um módulo de restauração padrão, replicável, com área de 65 m<sup>2</sup>, denominado ‘módulo-caiçara’. O modelo visa minimizar custos e aumentar a eficiência dos trabalhos, levando em consideração os contextos do sítio, localizado em uma área de desova de várias espécies de tartarugas marinhas, influenciada negativamente pela atividade turística e pela urbanização rápida e não planejada, com circulação de pedestres e variados interesses em questão. As recomendações para a composição das comunidades de espécies aqui indicadas, incluem levantamentos florísticos e os parâmetros fitossociológicos (e.g. número de indivíduos, cobertura, densidade, frequência, valor de importância, etc.) realizados por especialistas no litoral norte baiano, em combinação com observações do autor e de suas experiências práticas de propagação e restauração.

### 4.2.1 Planejamento da Restauração Ecológica

A restauração ecológica de uma área impactada exige um diagnóstico e planejamento detalhados (etapa pré-operacional) para aumentar as chances de sucesso do projeto, com os menores custos, garantindo a recuperação da resiliência, funções e processos ecológicos. É essencial identificar os fatores da degradação e as soluções para sua interrupção. O diagrama apresentado na **Figura 20** ilustra as fases do planejamento, desde a identificação e caracterização da área a ser recuperada, até a fase final de definição das estratégias e técnicas de restauração, necessárias para a elaboração do plano ou projeto executivo. Deve-se garantir os recursos financeiros para as ações plurianuais e o envolvimento e apoio dos atores locais.

#### 4.2.1.1 Identificação da Área de Restauração

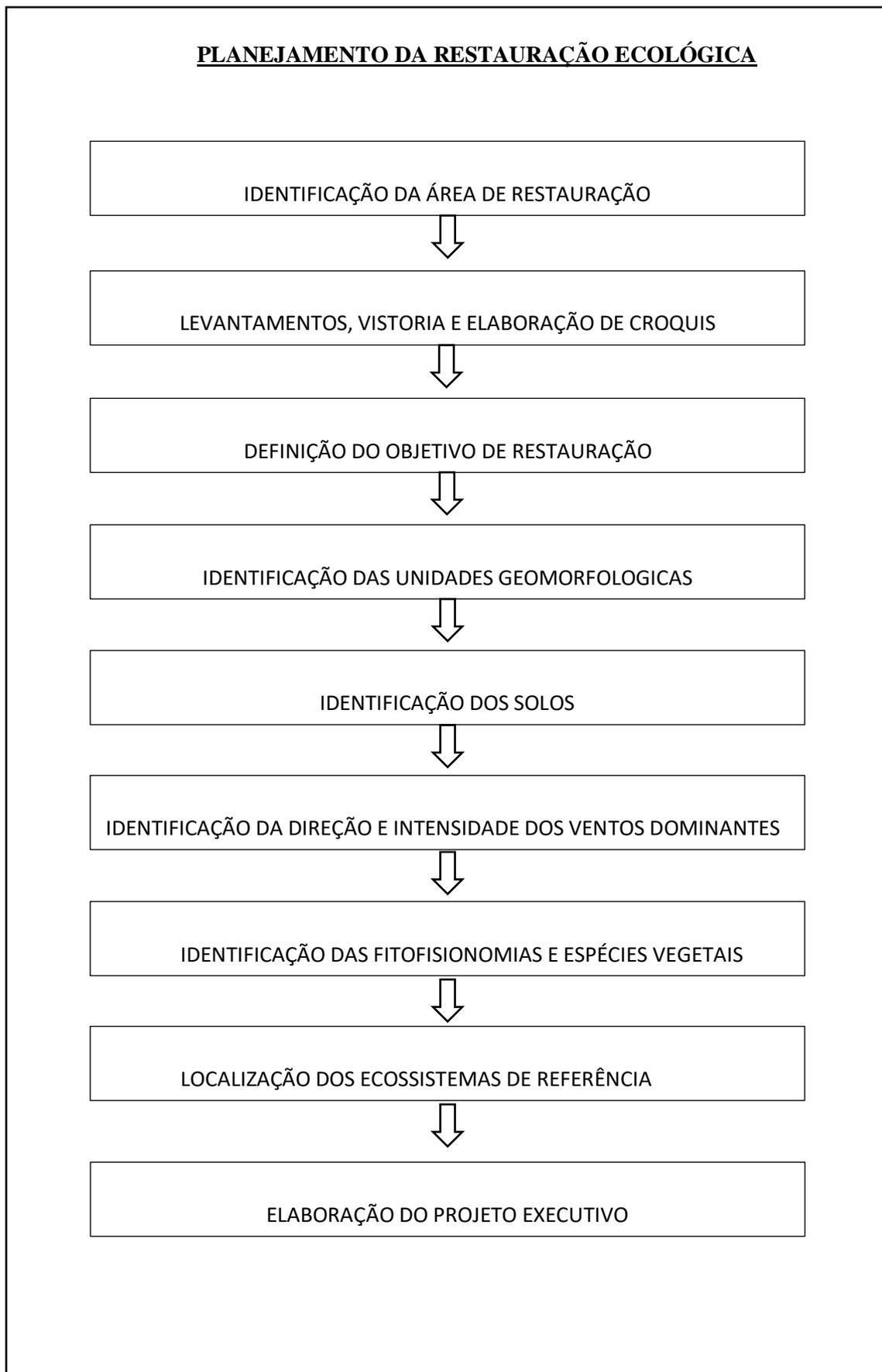
O sítio da restauração deve ser identificado de forma precisa através de uma poligonal com as coordenadas geográficas correspondentes. Recomenda-se, também, avaliar a área no contexto histórico e da paisagem.

#### 4.2.1.2 Levantamentos, Vistoria e Elaboração de Croquis

Todo o material de apoio disponível deve ser reunido para auxiliar na caracterização do sítio e da paisagem local, incluindo mapas (geológicos, topográficos, vegetação, solos), fotos e imagens aéreas, dados climáticos, agronômicos e ecológicos.

Através de um reconhecimento, em campo, da área de intervenção deve-se realizar um inventário e análise detalhados das condições locais. Um croquis à mão livre da poligonal e entorno, incluindo os pontos cardeais, deve ser elaborado, junto com as anotações pertinentes. Esta representação gráfica da área de restauração deve incluir as condições específicas da área, restrições e potenciais. A medida que se faz o caminhamento em todo o terreno, deve-se registrar informações sobre características físicas, a exemplo de construções e instalações externas (água, esgoto, comunicação, energia elétrica, gás - a área de estudo está localizada em zona urbanizada); vegetação (indivíduos adultos e fragmentos da vegetação, espécies exóticas invasoras); solos (tipos, e se ocorrem mudanças bruscas); relevo; drenagens e presença de erosão; áreas úmidas, rios e lagoas (perenes ou intermitentes); ventos predominantes; degradação e fatores de degradação aparentes; sinais de presença da fauna (a exemplo de ninhos de corujas-buraqueira, rastros de teiús e iguanas); sinais de acessos e circulação de veículos e

pedestres; e qualquer outra observação relevante. Deve-se realizar contato com os atores locais (moradores, pescadores, veranistas, tartarugueiros, integrantes do Projeto Tamar, veranistas, etc.) que podem fornecer informações adicionais sobre a área e alterações ligadas às suas sazonalidades, tais como, ventos, marés de sizígia, épocas e locais de desova das tartarugas-marinhas, colheita de coco, etc.



**Figura 20** –Diagrama do Planejamento da Restauração Ecológica proposto para a área de estudo.

#### 4.2.1.3 Definição do Objetivo da Restauração

Dependendo do estágio da degradação, se inicial ou avançado, é possível determinar um ou mais objetivos da restauração. Em geral, nas áreas pouco perturbadas, onde existem fragmentos próximos e os fatores de degradação foram controlados, uma regeneração natural assistida, ou o adensamento com indivíduos das espécies da comunidade vegetal nativa, são suficientes para promover a restauração. Esta é a forma mais econômica e a resiliência é recuperada rapidamente. Não é o caso da área de estudo e do entorno, onde a vegetação original foi, praticamente, suprimida para o plantio de coqueiros ao longo das dunas primárias. Ali, o processo de sucessão natural está estagnado, e deve-se adensar e enriquecer a área com diferentes espécies, a fim de formar uma nova comunidade vegetal. Além disso, as condições ambientais extremas da restinga demandam ações típicas de uma área em estágio muito avançado de degradação.

#### 4.2.1.4 Identificação das Unidades Geomorfológicas

Considerando que as comunidades ou fitofisionomias de restinga estão comumente associadas às unidades geomorfológicas e solos dos depósitos marinhos costeiros, deve-se identificar estas formações para definir as espécies e o tipo de manejo a ser empregado na área de restauração. Na área de estudo e entorno as principais unidades geomorfológicas são: Terraços Marinhos Holocênicos (incluindo dunas frontais e cordão-duna); Terraços Marinhos Pleistocênicos (incluindo dunas do tipo “*blow-out*”); Leques Aluviais Pleistocênicos e Tabuleiros Costeiros. Estas unidades ocorrem no sentido do litoral em direção ao continente. O gradiente do terreno (relevo plano, suave ondulado a ondulado); o porte, complexidade e diversidade das comunidades vegetais; e a fertilidade dos solos, via de regra, aumentam na direção do continente. A poligonal da área de estudo está restrita aos Terraços Marinhos. (**Figura 19**).

#### 4.2.1.5 Identificação dos Solos

Na área de estudo e seu entorno encontram-se os neossolos quartzarênicos órticos, associados aos Terraços Marinhos e Leques Aluviais; os neossolos quartzarênicos hidromórficos, presentes nos locais de afloramento do lençol freático, com forte restrição à drenagem; e os argissolos vermelho-amarelos, associados aos Tabuleiros Costeiros da Formação Barreiras. Especificamente na poligonal objeto deste protocolo, ocorrem neossolos quartzarênicos órticos,

com textura arenosa ao longo do perfil e cor amarela uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro. São solos profundos, com teores de matéria orgânica, fósforo e micronutrientes muito baixos, baixa capacidade de retenção de água e de troca de cátions. A água é removida do solo muito rapidamente, o que os torna mais suscetíveis aos efeitos prejudiciais das secas prolongadas. Apesar do relevo plano ou suave ondulado do terreno, deve-se tomar medidas de controle da erosão devido à sua textura arenosa.

Nas vistorias de campo, para reconhecimento das áreas passíveis de restauração ou ecossistemas de referência, algumas feições ambientais e particularidades do terreno podem auxiliar na identificação rápida de solos, estabelecimento de limites e elaboração de croquis simplificados. Pode-se caracterizar e mapear os solos com a ajuda de “plantas indicadoras”. As espécies vegetais geralmente ocorrem, preferencialmente, em determinados tipos de solos, de acordo com características ligadas, principalmente, à umidade e condições químicas.

Na região de Tabuleiros Costeiros, pode ocorrer uma vegetação de pequeno e médio porte, geralmente com caules de diâmetro fino, denominada “mussurunga”. Essa vegetação quase sempre está associada à presença de solos mais fracos que os solos circunvizinhos, sendo comuns os espodosolos, neossolos quartzarênicos e plintossolos de textura arenosa/média. *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, é uma planta aquática nativa que ocorre em áreas úmidas costeiras do Nordeste (REFLORA, 2017), e está associada a solos hidromórficos, ricos em matéria orgânica, como organossolos, com preponderância de constituintes orgânicos em relação aos minerais, e saturação por água, permanente ou periódica; e gleissolos, que ocorrem onde existe flutuação do nível do lençol freático (IBGE, 2015).

Na área de estudo, diversas outras espécies podem auxiliar na caracterização dos ambientes úmidos, tais como: no manguezal e áreas de influência dos estuários com água salobra ocorrem: *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho); *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão); *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (mangue-branco); *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm. ex Moldenke (mangue-preto); *Dalbergia ecastophyllum* (L.) Taub. (bugi); *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch. (samambaia-do-mangue); *Annona glabra* L. (araticum-do-brejo) (**Figura 21**). Nas lagoas intermitentes e brejos ocorrem: *Bonnetia stricta* (Nees) Nees & Mart. (mangue-sereno); *Telmatoblechnum serrulatum* (Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey (feto-do-brejo); *Ludwigia* sp (cruz-de-malta); *Pleroma urceolaris* (Schrank et Mart. Ex DC.) Triana (quaresmeira); *Echinodorus* sp (chapéu-de-couro); *Lagenocarpus rigidus* Nees (tiririca); *Eleocharis interstincta* (Vahl) Roem. & Schult. (junco); *Typha angustifolia* L. (taboa). Nos terraços marinhos com flutuação do lençol freático ocorrem:

*Comolia ovalifolia* (DC.) Triana (alecrim-da-restinga); *Drosera intermedia* Hayne (drosera); *Lagenocarpus* sp (tiririca-azul). E nas matas paludosas de restinga: *Pouteria* sp (apraiu); *Symphonia globulifera* L.f. (landirana); *Aechmea multiflora* L.B. Sm. (chupa-chupa) (**Figura 22**).

Os apicuns são vinculados aos manguezais e são desenvolvidos em áreas planas de elevada salinidade, sem vegetação (IBGE, 2015). Para efeito de restauração, não devem ser confundidos com áreas desnudas, degradadas, de tipologias diversas de restinga. Os solos que ocorrem nestes ambientes frequentemente são denominados simplesmente de “solos indiscriminados de mangue”, representados, principalmente, por gleissolos tiomórficos. O odor característico de enxofre, proveniente do gás sulfídrico liberado, é indicativo de presença de solos com tiomorfismo, sugerindo a abundância daquele elemento.

Rios e córregos escuros são comuns em áreas litorâneas, em solos arenosos, e são indicativos de ocorrência de espodossolos (IBGE, 2015).

No litoral norte, sob influência da ação eólica, ocorrem dunas formadas por grãos de areia, com predomínio de quartzo. Dunas sem cobertura vegetal estão sujeitas a movimentação pela ação do vento. Nesse caso não ocorre a formação de um solo. Quando as dunas são estabilizadas, depois de instaladas algumas espécies vegetais, ocorre um processo pedogenético incipiente, normalmente expresso pela presença de um horizonte A, caracterizando a classe neossolo quartzarênico órtico.



**Figura 21** – Espécies indicadoras de áreas sob influência de estuários (ecossistemas associados à restinga). **a.** *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch. (samambaia-do-mangue). **b.** *Annona glabra* L. (araticum-do-brejo). **c.** *Conocarpus erectus* L. (mangue-de-botão). **d.** *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn. (mangue-branco). **e.** *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (aninga), (Organossolos). **f.** *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho). (Fotos – Danilo Lima).



**Figura 22** – Espécies indicadoras de áreas úmidas (perenes ou intermitentes) da restinga. Mata paludosa de restinga: **a.** *Aechmea multiflora* L.B. Sm. (chupa-chupa); **b.** *Pouteria* sp (apraiú). Brejos e lagoas intermitentes: **c.** *Bonnetia stricta* (Nees) Nees & Mart. (mangue-sereno); **d.** *Pleroma urceolaris* (Schrank et Mart. Ex DC.) Triana (quaresmeira-do-litoral). Terraços marinhos com flutuação do lençol freático: **e.** *Comolia ovalifolia* (DC.) Triana (alecrim-da-restinga); **f.** *Telmatoblechnum serrulatum* (Rich.) Perrie, D.J. Ohlsen & Brownsey (feto-do-brejo). (Fotos – Danilo Lima).

#### *4.2.1.6 Identificação da Direção e Intensidade dos Ventos Dominantes*

Na área de estudo os ventos predominantes sopram de leste (E) no verão e (SE) no inverno, assim, as barreiras de proteção, como bermas e quebra-ventos, devem ser construídas em posições que protejam as mudas de danos mecânicos e da dessecação causada pelos ventos constantes.

#### *4.2.1.7 Identificação das Fitofisionomias e Espécies Vegetais*

A seleção e composição das espécies deve adotar como referência básica os ecossistemas originais da restinga, com as unidades geomorfológicas e solos associados às fisionomias e suas comunidades no sítio a ser restaurado. Por se tratar de um novo ecossistema, numa nova escala (física e temporal), inserido numa paisagem modificada em fase de urbanização, deve-se considerar, também: espécies focais, facilitadoras e funcionais, que contribuam para a rápida colonização da área, fomentem o estabelecimento de outras espécies menos generalistas, atraiam polinizadores e dispersores da fauna local, através de abrigo, alimentação e proteção, garantindo a interação entre a flora e a fauna; espécies endêmicas, raras e ameaçadas de extinção; leguminosas herbáceas para adubação verde; espécies para o controle de erosão e estabilização das dunas primárias, frontais; “cortinas vegetais” para proteção contra a fotopoluição das áreas prioritárias de desova das tartarugas marinhas; conjuntos de espécies formando barreiras físicas para disciplinar e direcionar a circulação de pedestres, animais (passeios equestres, animais de carga) e veículos (jipes, tratores agrícolas, quadriciclos). A orientação destes fluxos deve ser feita com critério, pois, as trilhas podem se transformar em fator de degradação, desestabilizando o solo, prejudicando a vegetação e criando canais e ravinas de erosão.

A construção do viveiro de mudas, coleta e germinação de sementes, precisa começar, no mínimo 18 meses antes do início do plantio. **(Figura 43).**

#### *4.2.1.8 Localização dos Ecossistemas de Referência*

A RE demanda uma área modelo, identificado como ecossistema de referência, que servirá como exemplo de fisionomia a ser seguido. Nas proximidades da área a ser restaurada, de preferência na mesma bacia hidrográfica, deve-se buscar o ecossistema semelhante ao que ocorria ali originalmente. Nem sempre isso é possível. No caso do litoral norte e da área de estudo, existem Unidades de Conservação próximas (RPPN Santo Antonio, Parque Municipal Klaus Peters, Parque das Dunas e APA Áreas de Proteção Ambiental) bem preservadas que servem de referência para nortear a restauração da área desejada. Dentre características a serem observadas inclui-se, as espécies e estrutura do ecossistema, fitofisionomias, geomorfologia, solos, face do terreno, relevo, distância do mar, integração com outras unidades da paisagem (fluxos e trocas), etc.

#### *4.2.1.9 Elaboração do Projeto Executivo*

Com base nas informações levantadas na fase de planejamento, deve-se elaborar o projeto executivo, contendo um cronograma físico-financeiro, para a restauração da área impactada. Este documento servirá para orientar as intervenções necessárias de forma sistemática. A partir de índices de rendimento de mão de obra, medidos pelo autor na área de estudo, e valores de mercado, foi consolidada a **Tabela 2**, que discrimina os custos estimados para a implantação de 1 hectare (10.000 m<sup>2</sup>) de restauração e a **Tabela 3**, que organiza as práticas no cronograma, de acordo com o protocolo de implantação. Com base nesses dados, é possível estimar o prazo de implantação de 1 hectare em quatro meses, com um efetivo de 6 colaboradores.

A ida ao campo, para a vistoria da área a ser restaurada e seu entorno, é indispensável e deve ser realizada quantas vezes forem necessárias. Desta forma, diminui-se o risco de que o planejado (operações e quantidades de insumos orçadas) não coincida com a realidade no campo, por falta de informações relevantes. Muitas dificuldades e imprevistos podem surgir na implantação da restauração, os exemplos mais comuns são: resistência dos proprietários e da comunidade; dificuldades para a implantação do modelo proposto (não tradicional); falta de oferta de sementes e mudas na diversidade e quantidades das espécies indicadas; falta de recursos financeiros para o longo prazo de duração do projeto de restauração e/ou descontrole do fluxo de caixa; e profissionais restauradores habilitados, com experiência prática.

**Tabela 2** - Custo estimado para a implantação de 1 hectare de restauração ecológica da restinga não-florestal, de acordo com o protocolo do módulo-caiçara, em Praia do Forte – BA / 2017. (Composição não inclui administração, ferramentas, impostos e gastos eventuais).

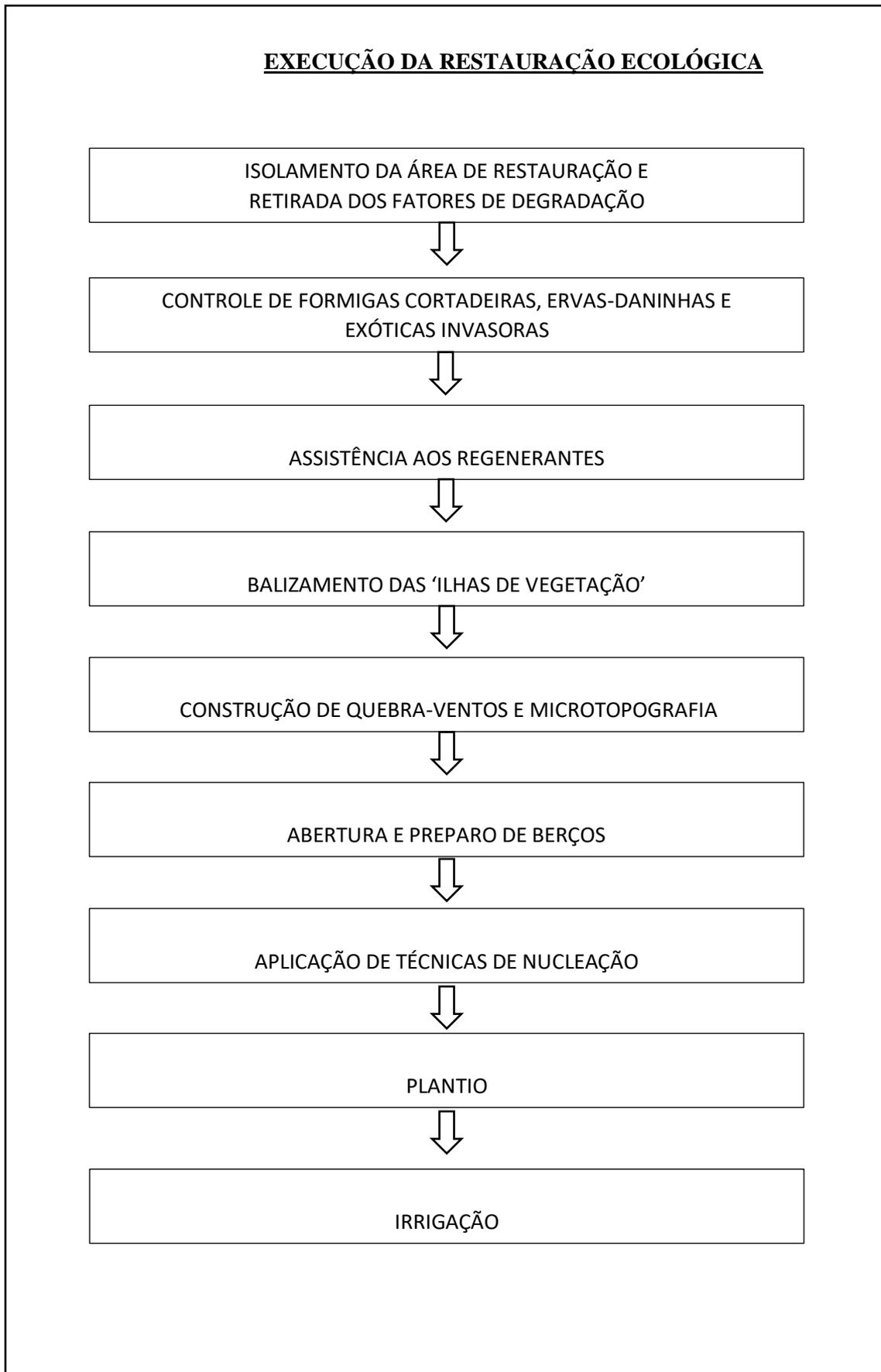
ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	VALOR R\$ / UNID.	VALOR R\$ TOTAL
<b>1.0 INSUMOS E MATERIAIS:</b>				<b>R\$ 39.646,50</b>
Calcário Dolomítico (sc 50kg)	saco	10	R\$ 20,00	R\$ 200,00
Fertilizante NPK (10:10:10) (sc 50kg)	saco	10	R\$ 75,00	R\$ 750,00
Composto Orgânico	m <sup>3</sup>	20	R\$ 110,00	R\$ 2.200,00
Cobertura-Morta (fibra de coco)	m <sup>3</sup>	36	R\$ 100,00	R\$ 3.600,00
Hidrogel	kg	18	R\$ 25,00	R\$ 450,00
Formicida	kg	5	R\$ 14,00	R\$ 70,00
Sementes Leguminosa ( <i>C. juncea</i> )	kg	1	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Mudas	unid.	3520	R\$ 4,00	R\$ 14.080,00
Estacas Herbáceas (reptantes)	unid.	10000	R\$ 0,08	R\$ 800,00
Piquetes de Bambu	unid.	4000	R\$ 0,25	R\$ 1.000,00
Mourão de Cerca	unid.	615	R\$ 12,00	R\$ 7.380,00
Arame Farpado (rolo 500m)	unid.	15	R\$ 250,00	R\$ 3.750,00
Balancins	unid.	615	R\$ 1,50	R\$ 922,50
Grampos de Cerca	kg	13	R\$ 13,00	R\$ 169,00
Placas	unid.	5	R\$ 60,00	R\$ 300,00
Materiais Biombo-Africano	vb	120	R\$ 30,00	R\$ 3.600,00
Materiais Estação de Fauna	vb	10	R\$ 35,00	R\$ 350,00
<b>2.0 MÃO DE OBRA:</b>				<b>R\$ 24.667,50</b>
Instalação de Cerca	HH/ha	550	R\$ 7,50	R\$ 4.125,00
Controle de Formigas	HH/ha	30	R\$ 7,50	R\$ 225,00
Roçadeira Lateral	HH/ha	50	R\$ 7,50	R\$ 375,00
Capina / Coroamento	HH/ha	80	R\$ 7,50	R\$ 600,00
Assistência a Regenerantes	HH/ha	100	R\$ 7,50	R\$ 750,00
Construção de Quebra-Ventos	HH/ha	1450	R\$ 7,50	R\$ 10.875,00
Balizamento de Ilhas	HH/ha	200	R\$ 7,50	R\$ 1.500,00
Abertura de covas	HH/ha	165	R\$ 7,50	R\$ 1.237,50
Calagem / Adubação Química	HH/ha	100	R\$ 7,50	R\$ 750,00
Adubação Orgânica / Hidrogel	HH/ha	180	R\$ 7,50	R\$ 1.350,00
Plantio de Mudas	HH/ha	120	R\$ 7,50	R\$ 900,00
Tutoramento	HH/ha	60	R\$ 7,50	R\$ 450,00
Nucleação (transposição de topsoil)	HH/ha	40	R\$ 7,50	R\$ 300,00
Cobertura-morta	HH/ha	60	R\$ 7,50	R\$ 450,00
Nucleação (estação de fauna)	HH/ha	16	R\$ 7,50	R\$ 120,00
Plantio de Leguminosa (matraca)	HH/ha	8	R\$ 7,50	R\$ 60,00
Plantio Direto de Reptantes	HH/ha	80	R\$ 7,50	R\$ 600,00
Irrigação	HH/ha	30	R\$ 7,50	R\$ 225,00
Trator (carreta/tanque)	HM/ha	35	R\$ 120,00	R\$ 4.200,00
<b>TOTAL GERAL / HECTARE (SUB-TOTAL 1.0 + 2.0)</b>				<b>R\$ 64.314,00</b>
<b>VALOR POR UNIDADE DE MÓDULO-CAIÇARA</b>				<b>R\$ 1.607,85</b>

Obs.: HH - Hora Homem / HM - Hora Máquina.



#### **4.2.2 Execução da Restauração Ecológica**

Baseando-se nas informações levantadas na fase de planejamento, e do projeto executivo delas resultante, é possível prosseguir com a implantação corretamente. Ao longo dos trabalhos de execução alguns ajustes poderão ocorrer, problemas e situações novas, não contempladas no projeto, podem surgir, devido às condições climáticas inesperadas e outros imprevistos, obrigando à revisão e atualização dos planos e cronogramas. O diagrama apresentado na **Figura 23** ilustra as fases e procedimentos de execução da restauração, desde o isolamento da área, até a conclusão do plantio.



**Figura 23** – Diagrama da Execução da Restauração Ecológica proposto para a área de estudo.

#### 4.2.2.1 Isolamento da Área de Restauração e Retirada dos Fatores de Degradação

A área de restauração precisa ser sinalizada e isolada com uma barreira física, de preferência uma cerca de arame farpado ou tela, que resista à entrada de pessoas e animais de criação. Os materiais recomendados são: postes de eucalipto autoclavado ou madeira plástica (2,50m x 0,10m ø), enterra-se 1,0m ficando 1,5m na vertical acima da superfície. O arame farpado ou uma tela verde de arame galvanizado e plastificada, de 1,5m de altura é, então, fixada nos mourões. Em seguida, os fatores de degradação precisam ser controlados. Na área de estudo e seu entorno, os principais fatores de degradação da restinga são: a cultura do coqueiro, através do controle da vegetação nativa como competidora, e a circulação e pisoteio de tratores agrícolas e animais de carga sobre a vegetação; a circulação de veículos fora-de-estrada e quadriciclos; o pisoteio de cavalos de passeio e pedestres (turistas, veranistas e moradores); a disposição de lixo e entulhos de obra; e o corte da vegetação nativa para permitir a vista do mar, desde as casas de veraneios e hotéis. O ideal é que as placas de sinalização sejam instaladas logo no início dos trabalhos para informar à comunidade local sobre os objetivos e detalhes da restauração (**Figura 24**).



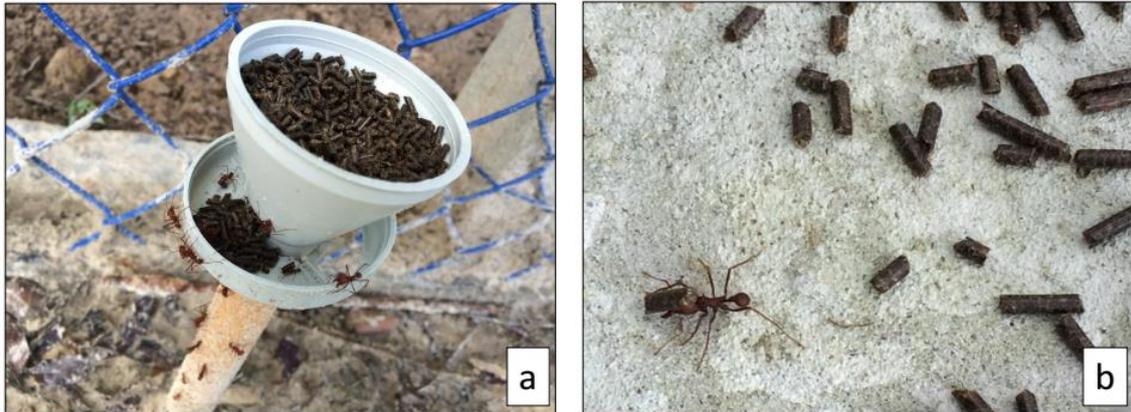
**Figura 24** – Modelos de placas informativas. **a.** Reabilitação da vegetação costeira em sítios de nidificação de pinguins (África do Sul). **b.** Áreas de desova de tartarugas marinhas (Litoral Norte, Bahia). (Fotos – Danilo Lima).

#### 4.2.2.2 Controle de Formigas Cortadeiras, Ervas-Daninhas e Exóticas Invasoras

As formigas cortadeiras são um grande desafio para o estabelecimento de mudas no campo e podem inviabilizar todo o esforço de plantio. As formigas do gênero *Atta* spp (saúva) e *Acromyrmex* spp (quenquém) cortam as folhas das plantas recém transplantadas para o campo, causando severos danos às mudas. Em plantas adultas, geralmente não há danos significativos. O controle é feito com formicida em pó ou, preferencialmente, com iscas granuladas a base de sulfluramida, inseticida de uso doméstico de baixa concentração, ou similar, de acordo com as dosagens e indicações de uso dos fabricantes, sempre com armadilhas plásticas para proteção no período das chuvas. Duas semanas antes do início do plantio, e ao longo de todo o período de estabelecimento das áreas de restauração, é preciso fazer o controle diário, verificando a existência de formigas e carreiros, que devem ser seguidos, mesmo fora da área de restauração, até que os olhos dos formigueiros sejam encontrados, e aplicando o produto quando necessário. As iscas não devem ser colocadas dentro dos formigueiros, pois as formigas retiram o material para a superfície do terreno (**Figura 25**).

Após os tratamentos iniciais diários e, cinco dias antes do transporte e plantio definitivo das mudas no campo, 50 plantas indicadoras, por hectare, com espaçamento em torno de 10 metros, devem ser distribuídas pelo terreno. As mudas podem ser de diversas espécies da restinga e escolhidas ao acaso no viveiro de produção. Esta ação tem como objetivo monitorar e avaliar a intensidade do ataque de formigas antes da chegada do lote principal de mudas. A ausência de danos às plantas indicadoras é um atestado razoável de segurança para o andamento do plantio.

Normalmente, em função da alta diversidade dos plantios de restauração, e adaptação das plantas nativas às condições locais, não são registrados ataques de pragas e doenças na área de estudo, com exceção das formigas cortadeiras. Lagartas podem ser controladas através de catação manual; e insetos sugadores combatidos com óleo de nim, inseticida de baixa toxicidade, extraído das sementes de *Azadirachta indica* A. Juss..



**Figura 25** – Controle de formigas cortadeiras. **a.** Protetor de chuva para iscas formicidas (sem a tampa). **b.** Formigas cortadeiras transportando iscas para dentro do formigueiro. (Fotos – Danilo Lima).

As ervas-daninhas são mais agressivas do que as mudas nativas recém-plantadas e competem com elas por água, luz e nutrientes. Podem, ainda, ser inibidas quimicamente; por alelopatia. Por isso, deve-se manter as mudas livres de competição através do coroamento constante ao redor das plantas, que pode ser por meio de capina manual ou roçagem, até o estabelecimento dos plantios. As gramíneas exóticas são especialmente preocupantes (e.g. *Urochloa* spp), contudo a infestação destas espécies raramente ocorre em dunas primárias ou áreas muito próximas à linha da praia. O controle de plantas daninhas deve começar um mês antes do plantio.

As espécies exóticas invasoras devem ser controladas junto com as ervas-daninhas, e pelos mesmos motivos, com o agravante de que são uma ameaça à biodiversidade. Podem levar à extinção espécies locais, causando danos econômicos e ambientais, e precisam ser eliminadas através de um esforço coletivo regional. As principais espécies exóticas invasoras introduzidas na restinga do litoral norte são: *Acacia mangium* Willd., *A. auriculiformis* A. Cunn. Ex Benth. (acácias-australianas); *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton (flor-de-seda); *Casuarina equisetifolia* L. (casuarina); *Cynodon* spp (grama-bermuda); *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard (sombreiro); *Elaeis guineenses* Jacq. (dendê) (nas baixadas úmidas); *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena); *Azadirachta indica* A. Juss. (nim); *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (sabiá / sansão-do-campo); *Syzygium cumini* (L.) Skeels (jamelão); *Terminalia catappa* L. (amendoeira). (**Figura 26**)



**Figura 26** – Espécies invasoras, exóticas à restinga no Litoral Norte da Bahia. **a.** *Azadirachta indica* A. Juss. (nim); **b.** *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton (flor-de-seda); **c.** *Casuarina equisetifolia* L. (casuarina); **d.** *Cynodon* sp (grama-bermuda); **e.** *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (leucena); **f.** *Syzygium cumini* (L.) Skeels (jamelão). (Fotos a,b,d-f – Danilo Lima; c - Australian Seed).

#### 4.2.2.3 Assistência aos Regenerantes

A assistência aos regenerantes inclui todas as práticas utilizadas para proteger e acelerar o desenvolvimento das plantas nativas previamente existentes na área de restauração. Estas espécies, na forma de plântulas, rebrotas de tocos cortados, indivíduos isolados, moitas e fragmentos, são muito valiosas no processo de reestabelecimento das comunidades vegetais almejadas. Um mês antes do início do plantio das mudas, as plantas preexistentes devem ser identificadas e marcadas com piquetes visíveis (de 1,20m) em seguida deve-se realizar o coroamento, adubação química e orgânica, aplicação de cobertura-morta, e irrigação (quando necessário).

#### 4.2.2.4 Balizamento das Ilhas de Vegetação – ‘Módulo-Caiçara’

A partir de uma correlação entre os tipos de cobertura vegetal e as unidades de paisagem é possível propor um modelo de restauração. Os critérios para a criação das ilhas de vegetação são flexíveis em relação aos formatos, dimensões, arranjo físico da distribuição no terreno, composição de espécies e espaçamento entre elas. O ‘módulo-caiçara’, denominação da ilha de vegetação (unidade replicável), aqui indicado (**Figura 27**), é uma representação das plantas adultas, e pode ser alterado e ajustado para atender às particularidades de outros sítios. Porém, determinadas premissas essenciais devem ser atendidas, a saber: módulos de alta diversidade de espécies, definidos de acordo com os estudos florísticos, incluindo as famílias vegetais mais representativas e indivíduos de diferentes hábitos de crescimento (árvores, arvoretas, palmeiras, arbustos, subarbustos, lianas e herbáceas), além de espécies endêmicas, e outras que ofereçam alimento, abrigo e proteção para a fauna local; simulação do aspecto natural da restinga arbustiva/arbórea, no arranjo e distribuição de moitas “matriz/fragmentos” (entre moitas/moitas) (**Figuras 28**); inclusão de espécies focais da restinga de moita, com o objetivo de criar um microclima que facilite o recrutamento de outras espécies mais sensíveis. As espécies focais agem como “guarda-chuvas” (*nurse-plants*), melhorando as condições para a germinação de sementes e estabelecimento de plântulas; formação dos alicerces que desencadeiem os processos ecológicos básicos para a estruturação do novo ecossistema; fixação e estabilização de dunas primárias; e criação de uma cortina vegetal de proteção para barrar a foto poluição das habitações, em direção à praia, protegendo as tartarugas-marinhas.

O modelo proposto tem como base 1 hectare (ha) (10.000m<sup>2</sup>), onde serão implantados 40 ‘módulos-caiçara’, com área de 65m<sup>2</sup>/módulo, e espaçamento de 8,00m x 8,00m entre módulos,

resultando numa cobertura vegetal de ~25% da área total. Cada módulo será composto por: 3 árvores (espaçamento de 3,00m x 3,00m), 3 arvoretas (espaçamento 2,00m x 2,00m), 6 palmeiras (espaçamento 1,00m x 1,00m), 6 lianas (espaçamento 1,00m x 1,00m), 10 arbustos (espaçamento 0,50m x 0,50m), 60 subarbustos/herbáceas (espaçamento 0,30m x 0,30m), e 250 herbáceas reptantes (10m<sup>2</sup>) (espaçamento 0,20m x 0,20m) (**Tabela 4**). De acordo com o porte das mudas, o plantio pode ser mais ou menos adensado, com o propósito de alcançar a densidade (N/m<sup>2</sup>) proposta após três a cinco anos. Os ‘módulos-caiçara’ podem ter formatos ameboides variados. As espécies indicadas na composição dos módulos estão listadas na **Tabela 5**. As premissas para escolha são: (i) espécies nativas do litoral norte da Bahia; (ii) elevada adaptação ao ambiente costeiro; (iii) disponibilidade de matrizes e propágulos na área de estudo e entorno; (iv) viabilidade de cultivo no campo comprovada pelo autor; e (v) técnicas simples de propagação.

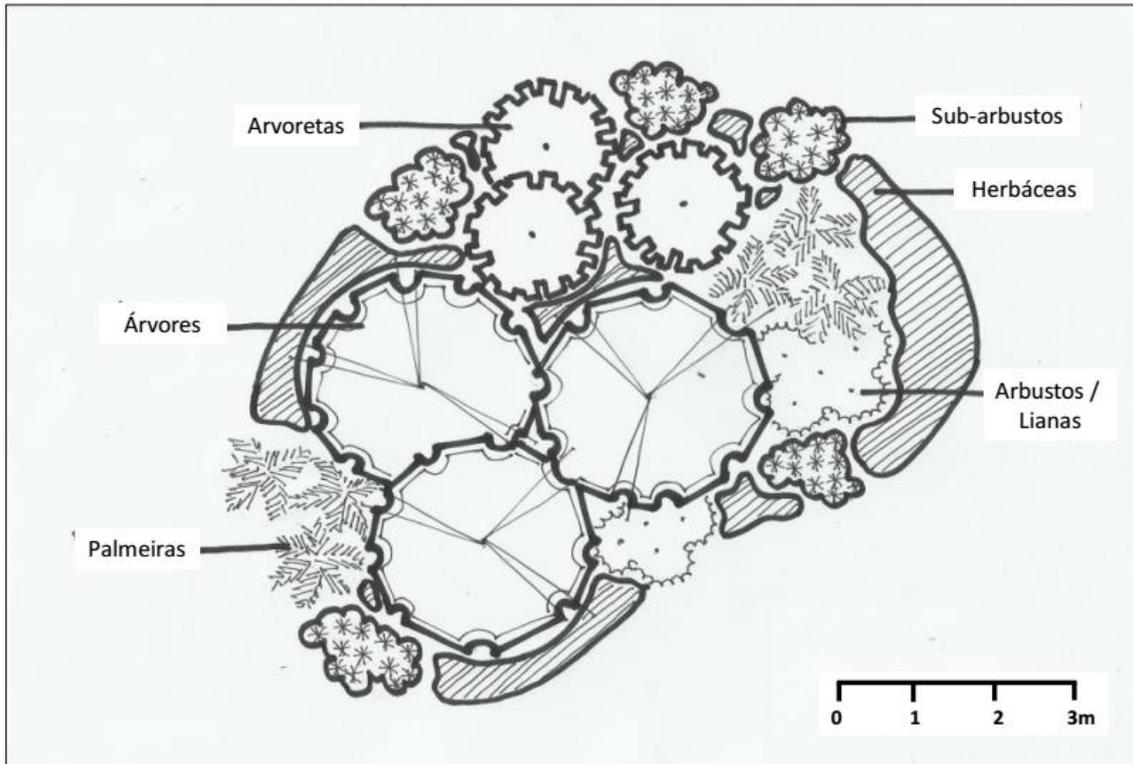
Na ocasião do balizamento de módulos e berços (covas de plantio) será definida a necessidade e o traçado das passarelas e escadarias de acesso à praia. De acordo com o trânsito, as passarelas podem ter de 1,5 a 2,5m de largura e podem ser construídas de madeira natural ou madeira plástica, com um mínimo de impacto visual (**Figura 29**).

As estacas herbáceas, das espécies reptantes, com três nós e no mínimo de 25cm de comprimento, podem ser plantadas direto no campo, enterrando-se um ou dois nós, dentro dos módulos e, também, de forma opcional, nos espaços vazios entre as ilhas (e.g. *Ipomoea pescaprae* (L.) R.Br., *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski).

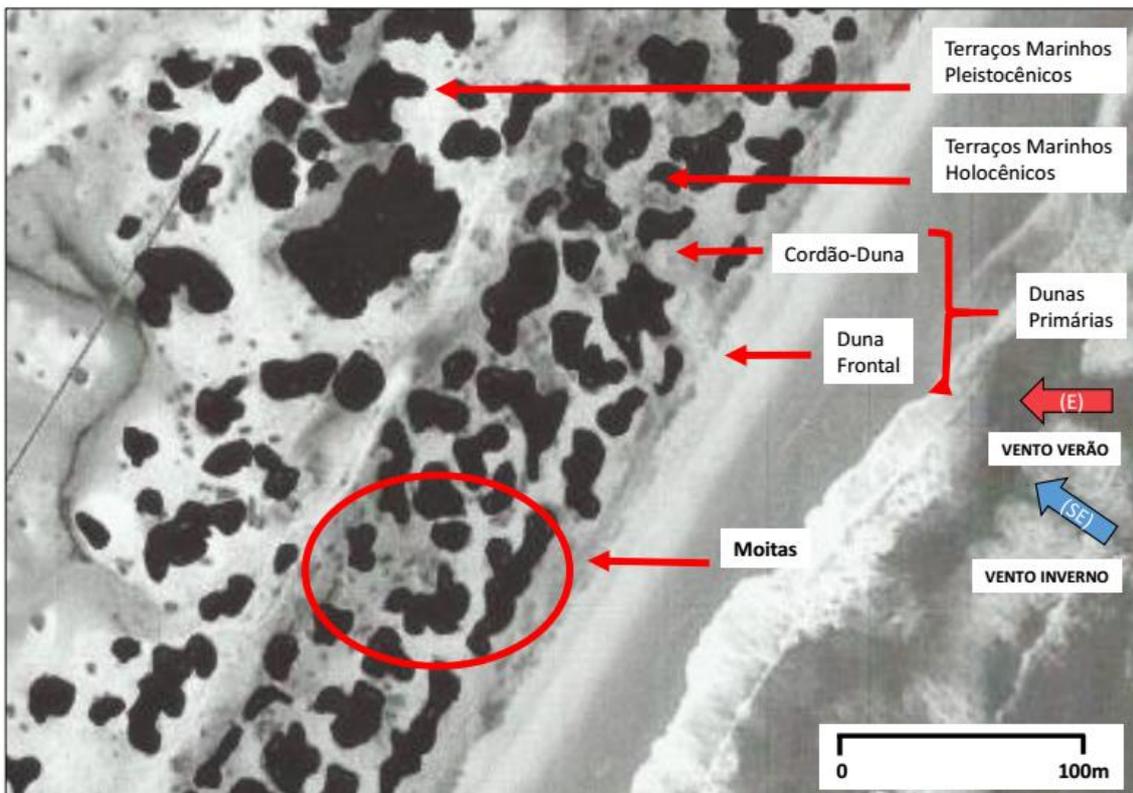
A adubação verde é uma prática agrícola consagrada. Na restinga, é possível empregar esta técnica, temporariamente, em consórcio, como apoio ao desenvolvimento das espécies definitivas. A semeadura de leguminosas anuais herbáceas nativas, (e.g. *Crotalaria stipularia* Desv.) preferencialmente, ou espécies comerciais de leguminosas diversas (e.g. *Crotalaria juncea* L.), de ciclo curto, trazem inúmeros benefícios ao estabelecimento das mudas, através da fixação de nitrogênio atmosférico e disponibilização no solo por bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradrhizobium*; controle de ervas daninhas (evitando o uso de herbicidas); proteção da superfície do solo contra a erosão; e incrementos na estrutura, drenagem, aeração, ciclagem e disponibilidade de nutrientes e recuperação da macro e micro fauna do solo. *Crotalaria juncea* L. pode ser semeada diretamente nos ‘módulos-caiçara’ e entorno, no espaçamento de 50cm. Quando as leguminosas atingirem o porte adulto, devem ser cortadas e a palhada deixada em decomposição na superfície do solo. (**Figura 30**).

**Tabela 4** – Composição do módulo de plantio, especificações dos hábitos, quantitativos e espaçamentos entre plantas.

Hábito	Unidades / Módulo	Espaçamento (metros)
Árvore	3	3,00 x 3,00
Arvoreta	3	2,00 x 2,00
Palmeira	6	1,00 x 1,00
Trepadeira / Liana	6	1,00 x 1,00
Arbusto	10	0,50 x 0,50
Subarbusto / Herbácea	60	0,30 x 0,30
Herbácea reptante	250 (10m <sup>2</sup> )	0,20 x 0,20



**Figura 27** – Desenho esquemático da ilha de vegetação do ‘módulo-caiçara’. Diagrama com o aspecto do desenvolvimento esperado em três a cinco anos após o plantio. (Desenho – Danilo Lima).

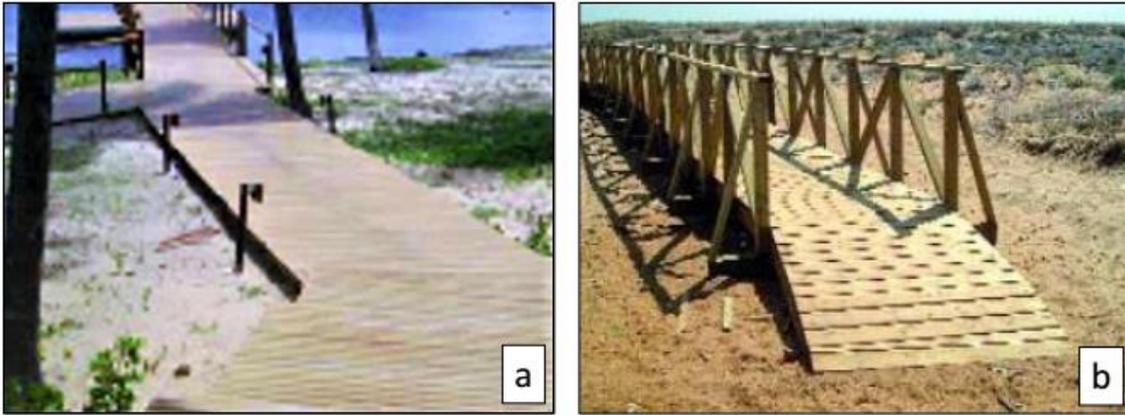


**Figura 28** - Modelo para referência dos formatos e distribuição de moitas. Imagem manipulada e convertida em preto e branco para realçar as moitas. (modificado do Google Earth).

**Tabela 5** – Espécies indicadas para a restauração ecológica no Litoral Norte da Bahia.

HÁBITO	ESPÉCIE	NOME COMUM
<b>Árvores</b>	<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajueiro
	<i>Andira nitida</i> Mart. Ex Benth.	angelim
	<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey.	clúsia
	<i>Clusia</i> sp	clúsia
	<i>Manilkara salzmanii</i> (A.DC.) H.J.Lam	massaranduba-da-praia
	<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	aroeira-da-praia
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	pau-pombo
<b>Arvoretas</b>	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	murici
	<i>Emmotum affine</i> Miers	aderno-da-praia
	<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc.	quifofó
	<i>Poecilanthe itapuana</i> G.P.Lewis	coração-de-negro
	<i>Protium bahianum</i> Daly	amescla-da-praia
	<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandwith	ipê-branco
	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	tarumeira
<b>Palmeiras</b>	<i>Allagoptera brevicalyx</i> Moraes	caxulé
	<i>Bactris soeiroana</i> Noblick ex A.J.Hend.	mané-velho
	<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc.	licuri
	<i>Syagrus schizophylla</i> (Mart.) Glassman	licurioba
<b>Trepadeiras / Lianas</b>	<i>Abrus precatorius</i> L.	olho-de-pombo
	<i>Davilla flexuosa</i> A.St.-Hil.	cipó-de-fogo
	<i>Mandevilla scabra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.Schum.	alamanda
	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i> (Lam.) A. Juss.	cipó-amarelo
	<i>Smilax rufescens</i> Griseb.	uva-da-praia
	<i>Vanilla palmarum</i> (Salzm. ex Lindl.) Lindl.	baunilha
	<b>Arbustos</b>	<i>Calycolpus legrandii</i> Mattos
<i>Cereus fernambucensis</i> Lem.		mandacaru
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.		guajiru
<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.		bugí
<i>Coccoloba laevis</i> Casar.		cocó
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl		feijão-de-boi
<i>Diospyros duartei</i> Cavalcante		cabeleira
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart.		mucambo
<i>Eugenia</i> sp		murta-redonda
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell		guapira
<i>Guettarda platypoda</i> DC.		angélica
<i>Humiria balsamifera</i> var. <i>parvifolia</i> (Juss.) Cuatr.		umirí-de-cheiro
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.		ingá-da-restinga
<i>Lantana camara</i> L.		camará
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg		cambui
<i>Psidium guineense</i> Sw.		araçá-da-praia
<i>Psidium oligospermum</i> Mart. ex DC.		araçá-de-ovelha

	<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl	scaevola
	<i>Senna phlebadenia</i> H.S.Irwin & Barneby	flor-de-são-jão
	<i>Simaba floribunda</i> A.St.-Hil.	cabotã-de-leite
	<i>Sophora tomentosa</i> L.	comandaiba
	<i>Suriana maritima</i> L.	suriana
	<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski	margarida
	<i>Tocoyena bullata</i> (Vell.) Mart.	genipapinho
	<i>Waltheria cinerescens</i> A.St.-Hil.	carrapicho
<b>Subarbustos / Herbáceas</b>	<i>Aechmea blanchetiana</i> (Baker) L.B.Sm.	gravatá
	<i>Anthurium affine</i> Schott	antúrio-da-restinga
	<i>Hohenbergia littoralis</i> L.B.Sm.	gravatá
	<i>Pilosocereus catincola subsp. salvadorensis</i> (Werderm.) Zappi	xique-xique
<b>Herbáceas reptantes</b>	<i>Alternanthera littoralis</i> var. <i>maritima</i> (Mart.) Pedersen	alternântera
	<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears	portulaca
	<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC.	feijão-da-praia
	<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	camecrista
	<i>Commelina benghalensis</i> L.	comelina
	<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L.	burra-leiteira
	<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb.	jitirana
	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br.	salsa-da-praia
	<i>Mitracarpus eichleri</i> K.Schum.	carqueja-miuda
	<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng.	capim-das-dunas
	<i>Paspalum vaginatum</i> Sw.	grama-da-praia
	<i>Passiflora foetida</i> L.	poca-poca
	<i>Polygala cyparissias</i> A.St.-Hil. & Moq.	timutu
	<i>Remirea maritima</i> Aubl.	pinheirinho-da-praia
	<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	lavanda-da-praia
	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	beldroega-da-praia
	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	vedélia
	<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze	grama-santo-agostinho



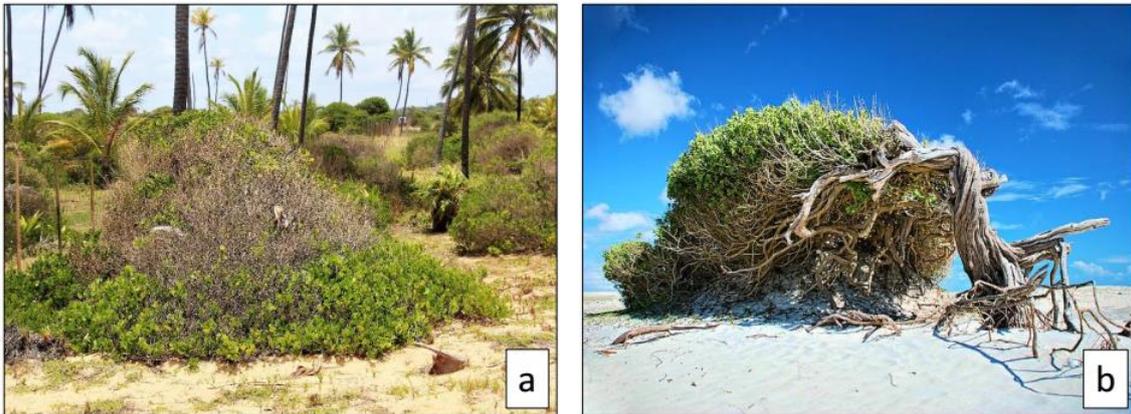
**Figura 29** – Passarelas de acesso à praia. (Fotos – a. Danilo Lima / Agripalm. b. Carlos Seoane / Ecologia Litoral).



**Figura 30** – Adubação verde. **a.** Vagens e sementes de *Crotalaria* sp (guizo) nativo da restinga, prontas para o plantio nas áreas de restauração. **b.** Canteiros para produção de sementes de *Crotalaria* sp (guizo) nativo **c.** Germinação no campo de *Crotalaria juncea* L., leguminosa comercial utilizada na agricultura como adubo verde. **d.** Aspecto do desenvolvimento de *Crotalaria juncea* L. em PRAD no Litoral Norte da Bahia. (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).

#### 4.2.2.5 Construção de Quebra-Ventos e Microtopografia

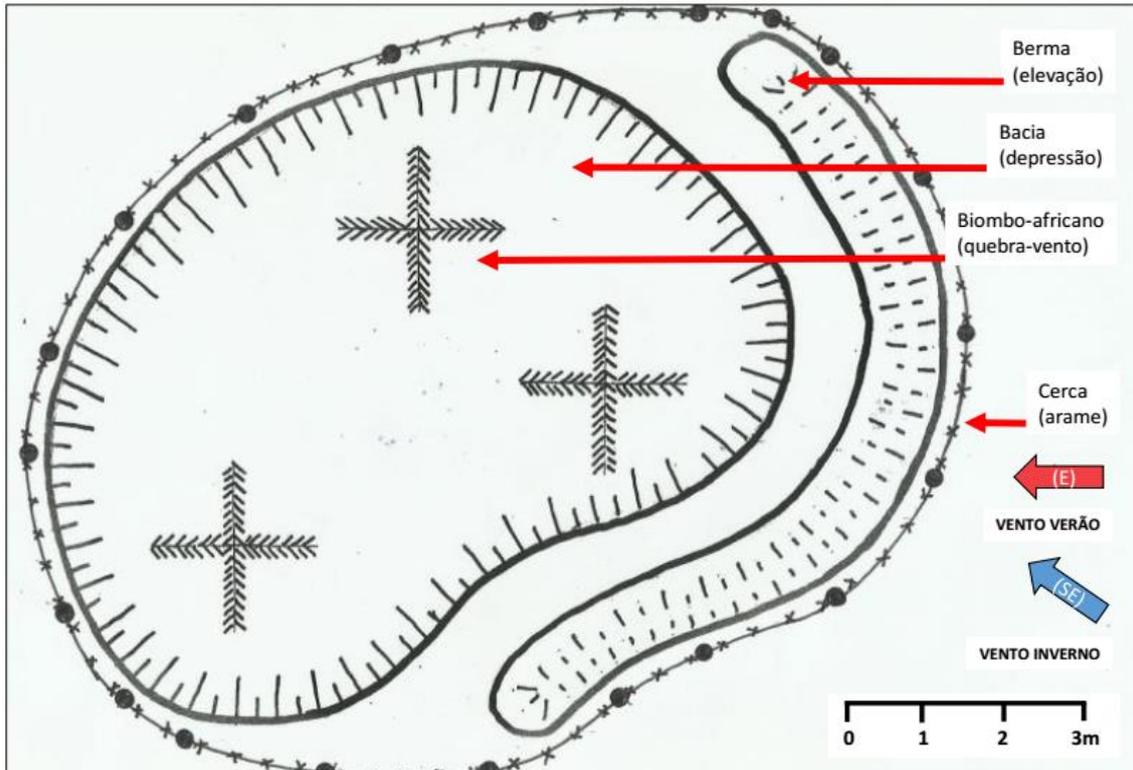
Considerando-se os efeitos nocivos do vento e do *spray* salino no processo de RE, a construção de quebra-ventos é necessária de forma a evitar que as mudas recém-plantadas sofram estresse e danos mecânicos causados pelos ventos (**Figura 31**). A construção dos anteparos de proteção minimiza a ação dos ventos predominantes, a dessecação, e a erosão eólica. As proteções físicas mais indicadas para as mudas são os quebra-ventos de palha de coqueiro (‘biombo-africano’) e as intervenções na microtopografia do terreno (ex. depressões, bermas), alterando a sua morfologia. As dunas frontais podem ser estabilizadas com folhas de coqueiros deitadas ou biomantas, que ajudam no trapeamento da areia, enquanto a vegetação rasteira plantada se desenvolve.



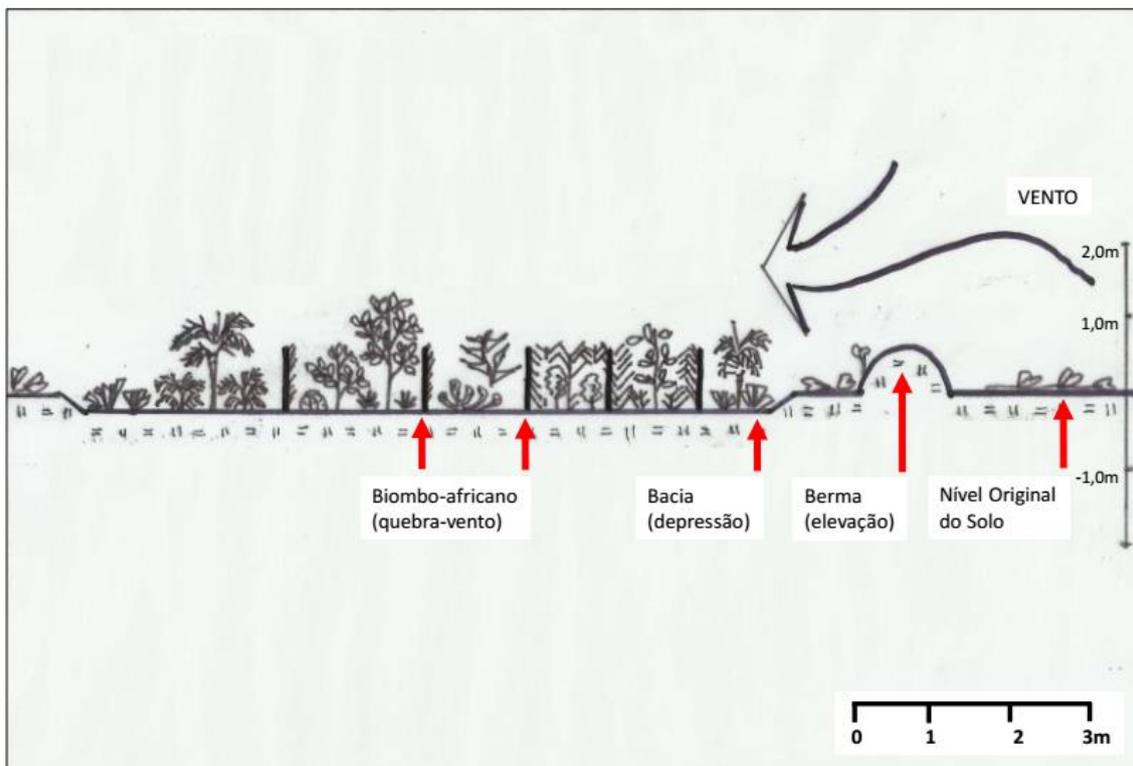
**Figura 31** - Sintomas causados por ventos e salinidade em zonas costeiras. **a.** Danos à parte aérea em *Eugenia* sp na área de estudo. **b.** Formato característico (anemomorfismo) causado pelo vento em *Conocarpus erectus* L. (CE). (Fotos a. Danilo Lima, b. Renata Gauí).

O modelo do ‘*nicho*’ com estruturas de proteção contra o vento foi concebido para se ajustar e complementar o ‘módulo-caiçara’, e proteger as mudas em desenvolvimento das severas condições microclimáticas próximas à praia. Deve-se escavar na superfície do ‘módulo-caiçara’ uma depressão em formato de bacia, com 20 cm de profundidade. Este será o novo nível do solo, um pouco rebaixado em relação ao nível original do terreno, ajudando a abrigar as plantas da incidência dos ventos. Com a areia retirada da escavação da bacia constrói-se uma berma, em formato de arco, na face Leste (E) e Sudeste (SE), abrigando e protegendo as plantas dos

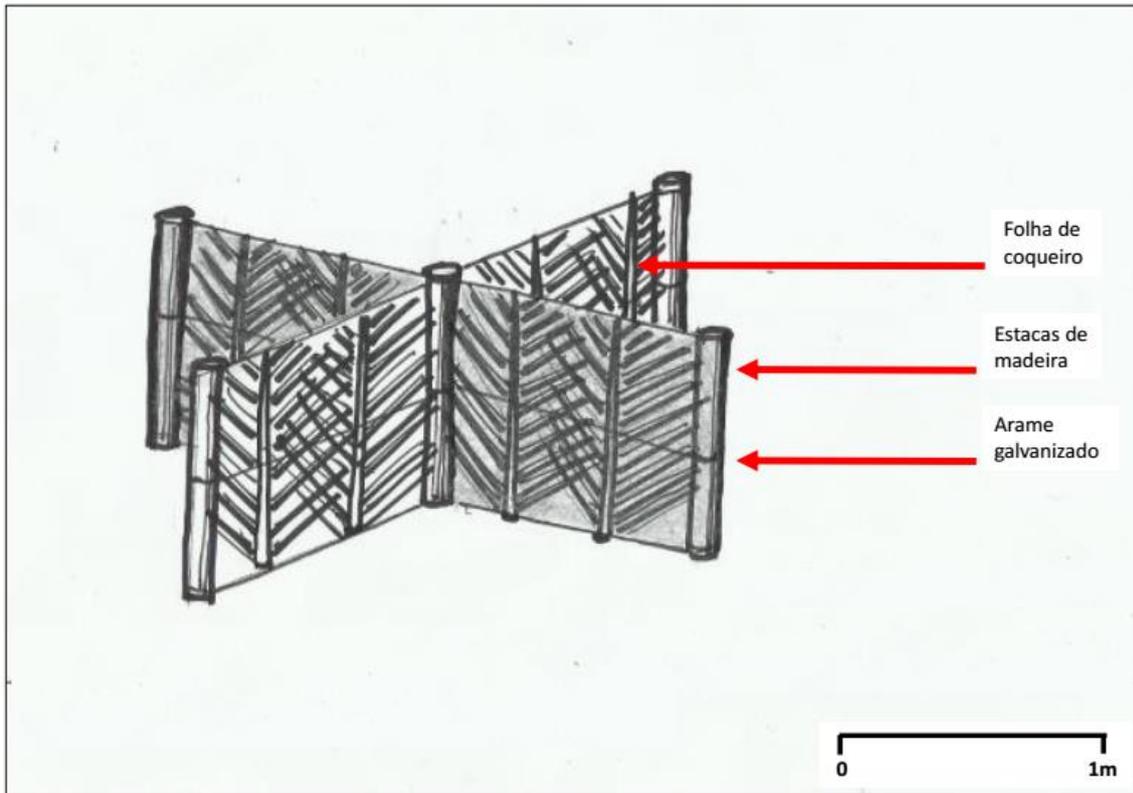
ventos predominantes. As dimensões da berma são: 15m de comprimento x 1m de largura x 0,60m de altura. A berma deve ficar a uma distância de 1m da bacia. Dentro de cada módulo serão construídos 3 quebra-ventos ('biombo-africano') com os seguintes materiais: folhas de coqueiro, estacas de madeira e arame galvanizado. Cada quebra-vento, em forma de "X", será composto por duas paredes cruzadas, com 2m de comprimento por 0,80m de altura. As mudas podem ser distribuídas ao acaso dentro do "X" formado pelas proteções de folhas de coqueiro. O formato da estrutura permite a proteção dos ventos vindos de qualquer direção (**Figuras 32 a 35**). Além dos 'biombos-africanos', cada módulo deve ser cercado, individualmente, com proteções de folhas de coqueiros.



**Figura 32** – Planta baixa esquemática do ‘nicho’ com as estruturas de proteção contra o vento. O diagrama representa as barreiras físicas e microtopografia do terreno que integram o ‘módulo-caiçara’. (Desenho – Danilo Lima).



**Figura 33** – Corte esquemático das estruturas de proteção contra o vento. Intervenções morfológicas no terreno e barreiras físicas de proteção para as mudas, parte integrante do ‘módulo-caiçara’. (Desenho – Danilo Lima).



**Figura 34** – Desenho esquemático de ‘biombo-africano’, estrutura de proteção contra o vento, parte integrante do ‘módulo-caiçara’. (Desenho – Danilo Lima).



**Figura 35** – Uso de folhas de coqueiro nos sistemas de baixo custo para proteção contra o vento. **a.** Detalhe da parede do ‘biombo-africano’. **b.** Folhas de coqueiros deitadas para o trapeamento da areia e plantio de vegetação rasteira (Fotos - a Danilo Lima; b Projardim).

#### 4.2.2.6 Abertura e Preparo dos Berços

Deve-se abrir e preparar os berços com, no mínimo, uma semana de antecedência do plantio para permitir a estabilização da mistura dos ingredientes no substrato (solo, composto orgânico, adubo químico, calcário dolomítico e hidrogel).

O composto orgânico é uma fonte de matéria orgânica que exerce importante contribuição sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Amplia a capacidade de troca catiônica, aeração, drenagem, retenção de água, fornecimento de macro e micronutrientes e o desenvolvimento de microrganismos, favorecendo o crescimento das plantas. Trata-se de um componente indispensável para o substrato nas areias quartzosas distróficas da restinga. O esterco-de-curral curtido deve ser evitado, ou utilizado com cautela, como fonte de matéria orgânica. Em mangabeiras (*Hancornia speciosa* Gomes), planta típica da restinga local, o esterco causa o fraco desenvolvimento e morte das mudas.

Os fertilizantes químicos recomendados (NPK de liberação lenta) são fonte dos macronutrientes Nitrogênio, Fósforo e Potássio, essenciais às plantas. Sempre que possível, estes fertilizantes devem vir enriquecidos com micronutrientes. Em áreas com alta pluviosidade e solos arenosos como a restinga, evitam a lixiviação dos nutrientes, em especial Nitrogênio e Potássio. Na falta do fertilizante de liberação gradual, os adubos solúveis convencionais podem, também, ser utilizados, mas as perdas por lixiviação são maiores.

A calagem com calcário dolomítico ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$ ) deve ser utilizada para corrigir a acidez do solo e suprir as plantas com o cálcio e o magnésio, indispensáveis ao seu desenvolvimento.

O hidrogel é um polímero absorvente, biodegradável, utilizado contra o estresse hídrico das mudas. Nos substratos de fácil drenagem e muito permeáveis da restinga, este condicionador de solos ajuda a diminuir a frequência de irrigação e aumenta as chances de sobrevivência das mudas (**Figura 36**).



**Figura 36** – Insumos agrícolas. **a.** Preparo do hidrogel (Adilson de J. Oliveira). **b.** Composto orgânico. **c.** Dosagem de fertilizante solúvel de liberação rápida (NPK), 100g. **d.** Dosagem de calcário dolomítico, 100g. (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).

As dosagens ideais da adubação e calagem, dependem das espécies e condições locais, e são definidas de acordo com o resultado da análise de solo. O objetivo é melhorar o fornecimento e disponibilidade de nutrientes para as plantas, e corrigir a acidez do solo. Na ausência da análise de solo, recomendam-se as dosagens listadas na **Tabela 6**.

As dimensões dos berços dependem do tipo de solo; espécie; hábito (e.g. arbóreo, arbustivo, herbáceo); porte, embalagem e tipo da muda ou propágulo (e.g. sacola, torrão, raiz nua, estaca, rizoma); etc. Considerando-se que a área de estudo é de alta diversidade, com diferentes características e formas de propagação, e mudas variadas, recomenda-se adoção do padrão genérico de berço e substrato, que atende a maioria das exigências (**Tabela 6**). Os adubos, corretivos e condicionadores de solos devem ser misturados e incorporados ao substrato, levemente umedecido, para reenchimento dos berços e posterior plantio das mudas. Para as reptantes os insumos são aplicados a lança na superfície do solo.

**Tabela 6** - Recomendações para abertura e preparo dos berços (covas de plantio) para mudas e adubação a lanço, para estacas herbáceas de reptantes.

Item	Descrição	Obs.
Dimensões do Berço	30 x 30 x 30 cm	
Composto Orgânico	6 litros / berço	
Composto Orgânico	6 litros / m <sup>2</sup>	Reptantes
Calcário Dolomítico	100 gramas / berço	
Calcário Dolomítico	100 gramas / m <sup>2</sup>	Reptantes
Hidrogel	1 litro / berço	(5 gramas de pó / litro)
Fertilizante Químico (N.P.K.) de liberação lenta – (Osmocote)	50 gramas / berço	(14:14:14)
Fertilizante Químico (N.P.K.) solúvel tradicional*	100 gramas / berço	(10:10:10)
Fertilizante Químico (N.P.K.) solúvel tradicional	100 gramas / m <sup>2</sup>	Reptantes (10:10:10)

\*Utilizar fertilizante de liberação lenta OU solúvel tradicional.

#### 4.2.2.7 Aplicação de Técnicas de Nucleação

As técnicas de nucleação têm por objetivo atrair e irradiar na área de restauração diferentes formas de vida que acelerem os processos ecológicos, através da criação de microhabitats ou núcleos de diversidade. As soluções mais indicadas para a zona costeira estão descritas abaixo.

Poleiros artificiais são recursos eficientes na atração da avifauna dispersora de sementes. As aves se alimentam de frutos nos fragmentos do entorno e defecam e regurgitam as sementes nos poleiros. As estruturas podem ser de vários modelos e materiais (e.g. madeira, bambu, cabos, cipó). Uma sugestão simples é o poste de madeira com 2 a 3 m de altura, com pequenas barras em cruz, pregadas em diversas direções. As torres de bambu, com três hastes, em formato de pirâmide, sem altura predefinida, constituem outra opção.

Pilhas de galharias e troncos, montadas sobre o solo, são um excelente abrigo e proteção para répteis, roedores, insetos e outros animais, que acabam atraídos para as áreas de restauração, ativando as teias alimentares.

Troncos mortos, de árvores ou coqueiros, na posição vertical (“*snags*”), atraem inúmeras espécies que criam ocos, muito disputados para nidificação e abrigo. Diversas espécies como psitacídeos, corujas, pica-paus e abelhas nativas utilizam estas cavidades.

Poleiros artificiais, pilhas de galharia e troncos mortos, podem ser montados como uma “estação-de-fauna”. A galharia embaixo do poleiro, e o tronco, ao seu lado, formando um conjunto. Na área de estudo, recomenda-se um número aproximado de 10 estações-de-fauna por hectare, com espaçamento de 30 m entre elas.

A transposição de solo orgânico (“*topsoil*”), da própria restinga, com o objetivo de inocular micorrizas, bactérias nitrificantes e outros organismos benéficos, além do banco de sementes, pode ser realizada de áreas naturais próximas, para as áreas de plantio. As porções superficiais do solo devem ser raspadas em “placas”/camadas com área de 1m<sup>2</sup> por 10 cm de profundidade, junto com a serapilheira, e transportadas para a aplicação em cobertura nas mudas plantadas. Recomenda-se não retirar todas as “placas” do mesmo local para não exaurir o horizonte orgânico das áreas naturais. O solo orgânico deve ser mantido na sombra e umedecido para assegurar a sobrevivência dos microrganismos até a aplicação na área de restauração.

A transposição de chuvas de sementes é uma técnica que consiste em estender uma tela horizontalmente, acima do nível do solo, amarrada aos troncos, e abaixo da copa das árvores e arbustos, com o objetivo de capturar os frutos maduros e sementes deiscentes que caem das matrizes. É, também, uma boa alternativa para as espécies de difícil coleta. As redes são inspecionadas mensalmente e os propágulos levados ao viveiro para a produção de mudas.

O resgate (transplante) de plântulas que germinam no sub-bosque de áreas naturais, na projeção da copa das plantas matrizes, é uma boa fonte de mudas. Pode-se utilizar esse procedimento para as espécies de difícil coleta de sementes, aumentando a diversidade dos plantios. A retirada controlada não prejudica os fragmentos de origem, pois, dificilmente as plântulas sobrevivem nas condições de competição sob a copa das matrizes. As mudas jovens são retiradas com cuidado, nos horários mais frescos da manhã, com raiz nua, e imediatamente acondicionadas em rolos de jornal umedecido, ou em baldes com água e transportadas imediatamente para o viveiro onde serão plantadas em sacolas com substrato e encanteiradas, até a recuperação e porte adequados para o plantio definitivo (**Figura 37**).



**Figura 37** – Técnicas de nucleação. **a.** Poleiro artificial, parte integrante de uma “estação-de-fauna” (poleiro+ocos+galharia). **b.** Pilhas de galharia. **c.** Troncos mortos (ocos/“snags”). **d.** Transposição de solo orgânico (“topsoil”). **e.** Transposição de chuvas de sementes. **f.** Transplante de plântulas. (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).

#### 4.2.2.8 *Plantio*

Na restinga do litoral norte da Bahia, existe uma única janela de oportunidade para o plantio das áreas de restauração, que ocorre no início do período chuvoso, nos meses de abril e maio. Em seguida, as plantas terão um curto espaço de tempo, aproximadamente de cinco meses, para o desenvolvimento do sistema radicular, que irá garantir a sua sobrevivência durante o período seco no verão. Mesmo a irrigação suplementar não garante com segurança a sobrevivência das mudas quando o plantio é feito em outras estações, devido às condições de déficit hídrico, altas temperaturas, ventos constantes e a porosidade dos solos arenosos.

Nos berços, previamente preparados, faz-se o plantio das mudas provenientes do viveiro de propagação, sempre em dias nublados, ou nos horários mais frescos do dia. As mudas devem ter o porte mínimo de 30cm. Nessa etapa, são inoculadas as micorrizas e outros microorganismos benéficos. Essa prática é determinante para o desenvolvimento das mudas (algumas espécies são simbioses obrigatórias) O solo, que abriga os microorganismos que irão infectar as plantas, deve ser colocado na superfície dos berços, após o plantio das mudas, com uma camada de 30 cm de diâmetro por 5 cm de espessura. A cobertura morta é espalhada imediatamente sobre a camada do solo orgânico, para evitar o seu ressecamento, e uma irrigação copiosa é realizada em seguida.

A cobertura-morta (*mulching*) é uma prática utilizada para evitar a incidência direta dos raios solares no solo; baixar a temperatura; diminuir a erosão eólica; retardar o desenvolvimento das ervas daninhas; facilitar a multiplicação da macro e micro-fauna do solo (micorrizas, bactérias nitrificantes, decompositores, minhocas, insetos, etc.); e conservar a umidade, facilitando a infiltração da água, e evitando a erosão hídrica. Além disso, como resultado da decomposição, a incorporação da matéria orgânica ajuda a disponibilizar alguns nutrientes já existentes no solo (e.g. fósforo, devido à umidade), e acrescenta outros, oriundos da própria matéria orgânica (e.g. potássio). O material orgânico, que se degrada entre 3-6 meses, deve ser repostado. As dimensões recomendadas para distribuição da cobertura-morta no solo são de uma coroa com 50 cm de diâmetro, medidos do caule da planta, e uma camada de 3 cm de espessura, para as mudas de árvores, arvoretas, palmeiras e lianas. Para as mudas de arbustos e subarbustos, as dimensões são de 30cm de diâmetro e 3cm de espessura. No caso dos regenerantes, pode-se usar como referência a projeção da copa no solo, aplicando-se a cobertura-morta nessa área. Em qualquer situação, não se deve encostar o material orgânico no caule da planta, para evitar doenças fúngicas. Diversos materiais vegetais secos, abundantes localmente, podem ser usados para este fim (e.g. fibra ou casca de coco, palhas, capins secos sem sementes, aparas de grama e, até

mesmo, discos/tapetes recortados de papelão ondulado) (**Figura 38**). As recomendações de plantio estão resumidas na **Tabela 7**.

Os outros propágulos (e.g. sementes, estacas herbáceas, bulbos, rizomas), em geral, não precisam de cobertura-morta, ou pelo motivo de já terem sido indicados no projeto para o plantio protegido dentro do ‘módulo-caiçara’, ou porque na prática o volume de material para cobertura torna-se inviável devido à grande extensão da área a ser plantada. Poucas espécies da restinga tem capacidade para se estabelecer através de sementes, na areia pura, a pleno sol, com temperaturas extremas e fora do abrigo das espécies focais nas moitas em formação. Salvo a espécie *Canavalia rosea* (Sw.) DC., cuja propagação nas áreas de restauração é feita exclusivamente por sementes diretamente em campo.



**Figura 38** – Cobertura-morta. **a.** Discos de papelão ondulado. **b.** Cascas de coco. **d.** Aspecto da fibra de coco triturada. **e.** Aplicação da fibra de coco. (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).

**Tabela 7** - Recomendações de plantio.

- 
- a.** Remover a embalagem com um estilete, mantendo a integridade do torrão;
  - b.** Nivelar a muda no berço usando como referência o colo da planta (o nível da superfície do torrão da muda deve coincidir com o nível da superfície do solo no local definitivo de plantio);
  - c.** Se as raízes estiverem enoveladas, cortes verticais ajudam a promover a brotação e um melhor enraizamento;
  - d.** Formar uma pequena berma com 10cm de altura em volta do torrão, na superfície do solo, simulando uma bacia, para reter a água da chuva e de irrigação;
  - e.** Enterrar estacas de 1,20m para tutorar as plantas e prevenir danos causados pelo vento. As estacas devem ser enterradas na metade do seu comprimento e não podem penetrar no torrão;
  - f.** Amarrar as plantas às estacas, a 2/3 da altura do solo, com cordões de fibra macia e biodegradável, para evitar danos ao tronco. Deixe as amarras frouxas para estimular o enrijecimento natural do tronco. Remover após um ano;
  - g.** Fazer a transposição do solo orgânico, rico em micro-organismos, espalhando uma camada de 30cm de diâmetro, por 5cm de espessura, sobre o berço plantado;
  - h.** Aplicar a cobertura-morta, com 30 a 50cm de diâmetro, e 3cm de espessura, sobre a camada de solo orgânico.
- 

#### 4.2.2.9 Irrigação

Imediatamente após o plantio, e diariamente durante as primeiras semanas, as mudas devem ser irrigadas copiosamente, com 2 a 3 litros de água por planta, para garantir o máximo de sobrevivência. A irrigação suplementar, de acompanhamento, precisa ser mantida, no mesmo volume, a cada 3 dias, durante os próximos 30 dias, no mínimo, ou sempre que necessário.

### 4.2.3 Manutenção da Área Restaurada

Componentes de paisagens recém implantadas requerem cuidados extras durante a fase de estabelecimento. A irrigação precisa ser mais frequente, até que as raízes se tornem mais profundas, assim como o controle de ervas daninhas e a reposição da cobertura-morta, controle de formigas-cortadeiras, e outras pragas e doenças, até que ocorra um maior adensamento das mudas. Nessa fase, será necessário replantar mudas mortas e substituir plantas problemáticas, ou mal adaptadas ao local de plantio, e realizar as adubações periódicas. O negligenciamento da manutenção, principalmente nos estágios iniciais, permitirá a colonização da área por ervas daninhas e plantas invasoras agressivas. As necessidades de manutenção são dinâmicas, contudo, estima-se um período mínimo médio de 3 a 5 anos após o plantio. O monitoramento das áreas restauradas depende da identificação de indicadores biológicos de sucesso e estudos da dinâmica das populações implantadas e não foi incluído neste protocolo. O diagrama apresentado na **Figura 39** ilustra as fases e procedimentos da manutenção das áreas restauradas.

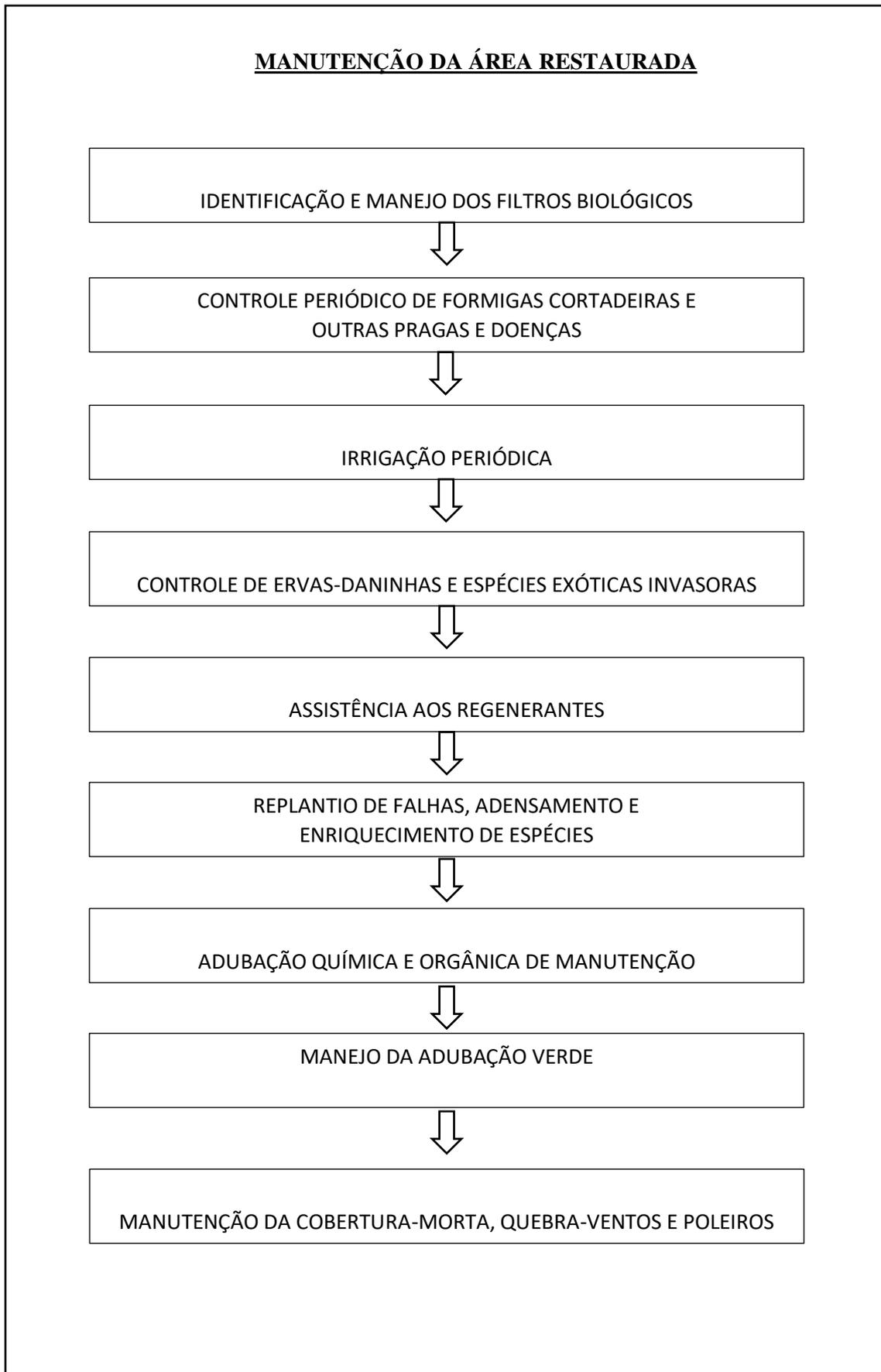
#### 4.2.3.1 Identificação e Manejo dos Filtros Biológicos

Para garantir a resiliência de um ecossistema degradado é necessário identificar e manejar os filtros biológicos (ecológicos) da área a ser restaurada. Pode-se definir esses filtros como os obstáculos à chegada, estabelecimento e persistência das espécies na comunidade vegetal que se quer estabelecer. Para tanto é preciso garantir a recuperação e/ou preservação do solo e estabelecer práticas contínuas de facilitação dos processos naturais: (i) introduzindo mudas e sementes; (ii) transposição de solo orgânico; (iii) irrigação; (iv) controle de pragas; (v) doenças e espécies invasoras; (vi) cobertura-morta; (vii) desbastes; (viii) controle da movimentação de areia; (ix) proteção contra o vento e quaisquer outras interferências para acelerar a restauração.

#### 4.2.3.2 Controle Periódico de Formigas Cortadeiras e Outras Pragas e Doenças

Nos primeiros dois meses, após o plantio, deve-se fazer vistorias semanais e efetuar a reposição da isca formicida nos protetores plásticos de chuva. Caso sejam constatados novos ataques de formigas cortadeiras, aplica-se, em dias secos, iscas na terra solta do formigueiro e ao longo dos carreiros. Sempre que houver replantios, é preciso fazer o controle diário nas áreas de restauração.

Se ocorrer algum ataque de outras pragas ou doenças, pode-se recorrer a outros pesticidas biológicos comerciais: (i) fungos entomopatogênicos: *Beauveria bassiana*, para o controle de lagartas, besouros, ácaros e cochonilhas ou *Metarhizium anisopliae* para besouros, cigarrinhas e gafanhotos; (ii) bactérias: *Bacillus thuringiensis* para lagartas; e (iii) vírus: *Baculovirus anticarsia* para lagartas. Os fungos fitopatogênicos podem ser controlados por um outro fungo *Trichoderma* sp. Insetos, em geral, são controlados com extratos naturais de rotenona, piretro ou óleo de nim. As receitas caseiras incluem calda bordalesa, para o combate de doenças fúngicas, e calda de fumo (nicotina), pimenta e sabão para o controle de insetos sugadores (ABREU JUNIOR, 1998).



**Figura 39** – Diagrama da Manutenção da Área Restaurada proposto para a área de estudo.

#### *4.2.3.3 Irrigação Periódica*

As espécies nativas recomendadas neste protocolo estão adaptadas às condições locais e, em situações normais, depois de estabelecidas e com os sistemas radiculares bem desenvolvidos, não demandam irrigações suplementares. Isso deve ocorrer entre seis meses e um ano após a implantação, variando de acordo com a espécie e condições climáticas no período. Contudo, os replantios, adensamentos e enriquecimentos, demandam irrigações diárias.

#### *4.2.3.4 Controle de Ervas Daninhas e Espécies Exóticas Invasoras*

As ervas-daninhas e espécies invasoras, exóticas à restinga do LN da Bahia, devem ser controladas a cada três meses, durante os três primeiros anos da restauração, ou sempre que ocorra uma infestação anormal. O controle pode ser uma combinação da capina manual e o uso de enxadas e roçadeiras laterais, em função do local, espécies e distâncias entre as mudas.

#### *4.2.3.5 Assistência aos Regenerantes*

As espécies regenerantes, preexistentes ou recrutadas, devem receber os mesmos tratamentos periódicos que as mudas plantadas: piquetes, coroamento, adubação química e orgânica, cobertura-morta e irrigação.

#### *4.2.3.6 Replântio de Falhas, Adensamento e Enriquecimento de Espécies*

Anualmente, nos primeiros três a cinco anos, durante os períodos chuvosos, devem ser realizados os replantios das plantas mortas e fragilizadas, adensamentos e enriquecimento da diversidade com espécies mais exigentes. Com o início da formação de uma comunidade vegetal, em condições mais favoráveis de porte das plantas, fertilidade e estrutura de solos, microrganismos e proteção dos ventos, é possível introduzir lianas e outras espécies mais sensíveis.

#### *4.2.3.7 Adubação de Manutenção, Química e Orgânica*

As adubações suplementares podem ser interrompidas a partir do terceiro ano. Até lá, recomenda-se a adubação química com fertilizante de liberação lenta NPK (14:14:14) na

dosagem de 50 gramas / planta, em cobertura, a cada 6 meses ou fertilizante granulado tradicional solúvel NPK (10:10:10) na dosagem de 100 gramas / planta, em cobertura, a cada 4 meses, espalhando-se o adubo na superfície do solo, na forma de um anel em volta da muda, a uma distância de 10 a 20 cm do caule. Para a adubação orgânica, recomenda-se a dosagem de 10 litros por planta, por aplicação, em cobertura, a cada 6 meses.

#### 4.2.3.8 Manejo da Adubação Verde

Dois a três ciclos por ano podem ser plantados com leguminosas para adubação verde, durante os dois primeiros anos. Após o corte, quantidades expressivas de nitrogênio ficam disponíveis para absorção pelas mudas nativas vizinhas. Logo no início do florescimento, as leguminosas podem ser roçadas no nível do solo, ou podadas num nível mais alto da planta, permitindo uma rebrota (e.g. *Crotalaria juncea* L.).

#### 4.2.3.9 Manutenção da Cobertura-Morta, Quebra-Ventos e Poleiros

A cada seis meses, durante os três primeiros anos, deverão ser realizados os reparos e a manutenção nas diversas estruturas dos módulos-caiçara, como cercas, quebra-ventos, poleiros-artificiais e sinalização. A reposição da cobertura-morta é feita após cada adubação orgânica. A reparação de passarelas e escadarias é permanente.

Após os primeiros seis meses, deve-se identificar a necessidade da construção de captadores de areia, e o seu posicionamento mais indicado, caso esteja ocorrendo o enterramento de mudas pelos sedimentos trazidos pelo vento. Os captadores de areia são estruturas provisórias, semelhantes aos “biombos-africanos”, construídos com os mesmos materiais e altura, formando uma barreira continua na face de onde os sedimentos estão sendo deslocados, enquanto as herbáceas rasteiras se desenvolvem e estabilizam a superfície do terreno.

## 5. DISCUSSÃO

Embora a floresta tropical (úmida/estacional) seja um ecossistema claramente distinto da restinga não-florestal, o modelo de restauração ecológica comumente aplicado no litoral norte da Bahia tem sido o mesmo para os dois tipos de vegetação, indistintamente. Os dois ecossistemas diferem em relação ao porte, estratos, densidade, diversidade, déficit hídrico e, sobretudo, solos e exposição ao estresse causado pela salinidade e pelos danos mecânicos dos ventos constantes do litoral. Faltam estudos específicos para a restinga, resultando em lacunas de informação para a sua restauração. O método hodierno utilizado na restinga, sem aparente sucesso, foi desenvolvido para florestas e está baseado na simulação e aceleração da linha do tempo da sucessão ecológica natural. Neste caso, uma área impactada, ou uma clareira formada pela queda de um indivíduo arbóreo de grande porte, dispara os processos biológicos, não lineares, de colonização. Aquele espaço, então, será ocupado por espécies pioneiras, típicas de capoeiras, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, que serão sucedidas por espécies de estágios sucessionais secundários e, finalmente, por espécies tardias, mais exigentes, que formarão áreas consolidadas de floresta madura (NAVE et al, 2015). A partir dessa dinâmica natural, foram desenvolvidas as metodologias tradicionais de RE – cujas técnicas estão sempre em evolução - que, de forma genérica e resumida, consistem em, Ano 1-2: Isolar a área degradada e avaliar a sua capacidade de regeneração natural (resiliência); Ano 3-4: Introduzir ‘espécies de recobrimento’ e/ou manejar regenerantes, visando a formação de uma estrutura florestal com ambiente propício (sombra, temperatura e umidade) para a introdução do ‘grupo de diversidade’; Ano 5-6: Enriquecer a área com espécies do ‘grupo de diversidade’, característico das fases finais da sucessão ecológica. Nesta fase espera-se o recrutamento de outras formas de vida não arbóreas. A partir do sétimo ano, passa-se ao monitoramento continuado, com intervenções, pelos próximos 10 a 20 anos, de acordo com a evolução da restauração. O monitoramento consiste na avaliação dos sinais de perturbação, porcentagem de cobertura de copa, número de espécies, presença de exóticas invasoras, etc. Os plantios, em todas as fases, são feitos, geralmente, com espécies arbóreas como única forma de vida, em faixas simétricas e com espaçamentos regulares. (NAVE et al, 2015; RODRIGUES, 2007).

Em contraste, este trabalho sugere que a implantação da RE da restinga seja feita em ilhas (módulo-caiçara), utilizando premissas, tais como: (i) tratar-se de uma comunidade com características xerófilas; (ii) os plantios dispostos em ilhas de alta diversidade e várias formas de vida (árvores, arvoretas, arbustos, sub-arbustos, palmeiras, lianas, herbáceas, reptantes); (iii)

introdução obrigatória de espécies focais e elementos físicos facilitadores, para formar o alicerce e a estrutura do ecossistema, desencadeando processos ecológicos, respeitando-se, assim, as características das comunidades da restinga não-florestal.

Apesar dos objetivos dos diferentes métodos de RE serem sempre auxiliar a recuperação de um ecossistema que tenha sido degradado, danificado ou destruído (SER, 2004), não existe um protocolo generalizado para todas as situações ambientais (NAVE et al, 2015). Como resultado, busca-se sempre manejar os filtros biológicos, abióticos e bióticos, que selecionam as espécies na área a ser restaurada - clima, solos, isolamento, distúrbios diversos (e.g. fogo), competição, predação, herbivoria, mutualismo e facilitação/inibição - até que o ecossistema tenha recuperado a sua resiliência (SERI, 2002; WALKER et al., 2002)

A legislação que estabelece procedimentos para a elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada – PRAD (IBAMA, Instrução Normativa nº 4/2011), abre brechas para o não cumprimento de procedimentos adequados (Art.1º, § 4º), no ambiente de restinga, quando estabelece que “poderá ser conduzida...a regeneração natural da vegetação nativa...” deixando a interpretação a cargo do empreendedor/consultor. Após vários anos de observação no litoral norte, concluiu-se que, nas condições da restinga não-florestal, em geral, após três a quatro anos de isolamento de uma área degradada e, controlados os fatores de degradação, não existe potencial de resiliência. Ou seja, não ocorre a regeneração natural da vegetação nativa. Mesmo em situações onde os remanescentes de vegetação estão próximos, tornando possível o fluxo de propágulos entre estes fragmentos e a área a ser restaurada, e não exista degradação do solo, a regeneração natural não é uma opção viável. Portanto, o restaurador fica obrigado a recorrer às técnicas de RE extremas e mais adequadas, que acelerem os processos de recuperação, desde o início das intervenções, (e.g. plantio de mudas, transposição de *topsoil*, semeadura de leguminosas (adubação verde), nucleação, poleiros, quebra-ventos, entre outras). Estas práticas são bem mais dispendiosas do que as técnicas tradicionais de restauração e, nas áreas de florestas, só são utilizadas em situações extremas (e.g. áreas degradadas por mineração).

Apesar das críticas acerca da utilização de técnicas de adubação química nos processos de RE, recomenda-se a aplicação dos adubos de liberação lenta nos berços. Estes fertilizantes são essenciais devido à natureza das areias quartzosas litorâneas, cuja fertilidade natural é extremamente baixa e onde os fertilizantes tradicionais, prontamente solúveis, são lixiviados e perdidos rapidamente, beneficiando pouco as plantas e poluindo o meio ambiente. A experiência prática demonstra que o uso de fertilizantes químicos nas fases iniciais da restauração da restinga é indispensável para garantir o sucesso dos plantios. As pequenas

dosagens utilizadas, com nutrientes liberados gradualmente, e o curto período de aplicação, diminuem a poluição causada por estes insumos. Estes fertilizantes devem ser utilizados com critério para evitar desequilíbrios e impactos ambientais como a acidificação dos solos e eutrofização dos corpos d'água, especialmente por nitratos e fosfatos presentes nas suas fórmulas. Os formicidas aplicados para controle de formigas-cortadeiras são, também, um recurso indesejável, porém, necessário para viabilizar a restauração desses ambientes em situação crítica de desequilíbrio e que demandam ações temporárias, poluentes, até a recuperação da resiliência desejada.

O estresse abiótico, ao longo do gradiente ambiental da restinga, leva à facilitação na assembleia das comunidades vegetais. Nos ambientes florestais, onde as condições são menos severas, predomina a competição (BERTNESS e CALLAWAY, 1994; SANTORO *et al.*, 2011). Quando são comparadas as forças estruturadoras das comunidades, observa-se que as condições das interações ecológicas positivas (facilitação), na restinga de moita, e as interações negativas (competição), na floresta, são opostas, sugerindo que o método empregado para a restauração dos dois ecossistemas não deva ser o mesmo.

As plantas facilitadoras (espécies-focais) são importantes ferramentas para a restauração ecológica da vegetação nativa de áreas degradadas (FILAZZOLA e LORTIE, 2014). Estas plantas fazem parte do grupo de espécies que formam o alicerce e a estrutura do ecossistema e/ou desencadeiam processos ecológicos importantes (DURIGAN, 2010). Na RE, essas espécies podem melhorar as condições locais criando, mais rapidamente, condições benéficas para a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas de espécies mais sensíveis. O desenvolvimento da copa e a formação da serapilheira criam um microclima, com ambiente mais úmido, sombreado e fresco, acima e abaixo da superfície do solo. Nestes locais ocorrerá o acúmulo de húmus e nutrientes para as novas plantas colonizadoras (ELLIOT, 2013). Em ambientes inóspitos, as espécies focais fornecem benefícios e as condições apropriadas para a germinação e desenvolvimento de outras plantas através de vários mecanismos, tais como a melhoria do estresse abiótico, a modificação do substrato, a captura de sementes, a retenção de umidade no solo e a modificação dos nutrientes do solo (FILAZZOLA e LORTIE, 2014).

Estudos sobre colonização de plantas e sucessão em áreas de restinga, têm sugerido que este é um habitat frágil, onde a germinação e estabelecimento das plantas dependem de espécies focais específicas como bromélias e *Clusia* spp (SCARANO, 2002). A forma de facilitação e interação positiva, chamada de *nurse plant syndrome* (síndrome da planta-berçário) ocorre em ambientes xerofíticos, onde a vegetação é organizada em moitas. Na zona costeira, onde a dessecação e

pobreza de nutrientes são as principais causas limitantes do estabelecimento das plantas, as condições são similares. Ao contrário dos modelos tradicionais de RE em florestas tropicais, onde o uso de plantas facilitadoras é uma opção, como recurso adicional para áreas com elevado grau de degradação, na restinga, o uso de espécies focais é sempre indispensável.

Algumas características das espécies focais lenhosas na restinga incluem, alto recrutamento sobre o solo desnudo, dominância do dossel, posição central nas moitas e associação espacial positiva com plântulas de outras espécies, disponibilização de água e nutrientes no solo, e diminuição da luminosidade e temperatura ao nível do solo (ZALUAR e SCARANO, 2000). Nesse ecossistema, a organização, diversidade, estrutura e funcionalidade das comunidades de plantas dependem de um pequeno número de espécies focais (SCARANO, 2002; CALLAWAY *et al.*, 2002). A formação das ilhas de vegetação e a sucessão são iniciadas pela colonização de plantas herbáceas pioneiras e/ou lenhosas, que favorecem a entrada de outras espécies para essa comunidade. Pequenos grupos de palmeiras, cactos, e bromélias favorecem a entrada de espécies lenhosas. As plantas do gênero *Clusia* spp, junto com as bromélias-tanque, parecem ser as principais espécies focais sob cuja proteção outras plantas vão se estabelecer (ZALUAR e SCARANO, 2000), o metabolismo CAM (*crassulacean acid metabolism*) dessas espécies, também presente nas cactáceas da restinga, é um mecanismo que permite grande resistência ao estresse e à seca (SCARANO, 2002).

As bromeliáceas terrestres possuem características de plantas pioneiras, colonizadoras, capazes de criar condições para o estabelecimento de outras espécies mais exigentes (LEME, 1993). Isso ocorre em função da sua capacidade de sobrevivência em habitats extremamente áridos e solos pobres em nutrientes (HEYWOOD *et al.*, 2007). As bromélias possuem adaptações fisiológicas e morfológicas diferenciadas, como a arquitetura em forma de cone invertido, que permite a interceptação e acumulação de água e matéria orgânica em decomposição, e tricomas, capazes de absorver água e nutrientes pelas folhas (COGLIATTI-CARVALHO *et al.*, 2010; LEME, 1993).

Rocha *et al.* (2004) e Cogliatti-Carvalho *et al.* (2008), em estudos realizados nos habitats de restinga nas localidades de Arembepé e Baixios, adjacentes à área estudada, demonstraram a capacidade das bromélias-tanque em armazenar, e disponibilizar para outros organismos, grandes quantidades de água livre e nutrientes. Esta característica torna as bromélias importantes espécies-chave no ecossistema de restinga, sujeito a constante estresse hídrico, já que os tanques permanecem com água mesmo nos períodos de seca. Na área de estudo e entorno ocorrem, entre outras, *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm. e *Aechmea blanchetiana* (Baker)

L.B.Sm., com capacidade para armazenar em torno de 1 litro de água em cada roseta, contribuindo com a manutenção no sistema de pelo menos 1.300 litros de água livre por hectare (COGLIATTI-CARVALHO *et al*, 2010). As bromélias-tanque atuam no recrutamento e estabelecimento de espécies vegetais, facilitando a germinação de sementes, sugerindo que este pode ser um dos processos estruturadores do mosaico de restinga. As plântulas encontram condições favoráveis para germinação e desenvolvimento no microhabitat formado no interior da bromélia (FIALHO e FURTADO, 1993), principalmente onde os solos são pobres e ressecados, a exemplo das áreas de entre-moitas, onde a temperatura pode chegar a 60°C (FIALHO, 1990). Neste processo, as sementes germinam e as plântulas se desenvolvem e enraízam no solo abaixo da bromélia, que é significativamente mais rico em matéria orgânica e nutrientes, como cálcio e magnésio, do que as áreas desnudas ao redor (HAY *et al*, 1981). Zalar (1997) identificou *Clusia hilariana* Schtdl., uma importante espécie focal, germinando no interior do tanque de bromélias na restinga, o que caracteriza a complexidade estrutural deste ambiente. Rizzini (1979), sugere que grupos de bromélias que surgem nas áreas abertas seriam responsáveis pela formação de novas moitas. Além de berçário de mudas, as bromélias da restinga são utilizadas por microrganismos; invertebrados (insetos e aracnídeos); e vertebrados (anuros, lagartos, serpentes, aves, roedores e marsupiais), como fonte de recursos, abrigo, refúgio e nidificação (Rocha *et al*, 2004). Muitos destes organismos são polinizadores e dispersores, tornando estas plantas espécies-chave, particularmente relevantes para a manutenção e enriquecimento da diversidade biológica na RE da restinga não-florestal.

No litoral norte da Bahia, além de *Clusia hilariana* Schtdl. e das bromélias *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm. e *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B.Sm. , e da cactácea *Pilosocereus catingicola subsp. salvadorensis* (Werderm.) Zappi, ocorrem as espécies focais lenhosas: *Clusia nemorosa* G.Mey., *Tabebuia elliptica* (DC.) Sandwith, *Emmotum affine* Miers e *Coccoloba alnifolia* Casar. (MENEZES, 2007). *Allagoptera brevicalyx* Moraes parece ser uma espécie facilitadora importante, mas não possui o mesmo protagonismo como a espécie focal pioneira *Allagoptera arenaria* (Gomes) Kuntze, constatado por Zular & Scarano (2000) e Menezes & Araujo (2000) nas restingas do Rio de Janeiro. Naquele estado, o grupo de espécies das bromélias-tanque, cactáceas e clúsias, são facilitadoras com metabolismo CAM. Ainda que as espécies protagonistas sejam outras em outras restingas do Brasil, parece provável que os papéis se repitam (ZULAR e SCARANO, 2000).

*Manilkara salzmanii* (A.DC.) H.J.Lam, *Poecilanthe itapuana* G.P.Lewis, *Anacardium occidentale* L. e *Protium bahianum* Daly são outras espécies lenhosas observadas no litoral

norte da Bahia, que com frequência atendem aos padrões associados com as espécies focais [moitas hemisféricas, com uma espécie ocupando posição central e dominância de dossel, (HENRIQUES *et al.*, 1986)]. *Chamaecrista flexuosa* (L.) Greene e *C. ramosa* (Vogel) H.S.Irwin & Barneby, ocorrem nas entre moitas e assemelham-se na forma às plantas-almofadas (*cushion plants*), importantes facilitadoras dos ambientes áridos alpinos, sendo possível que tenham o mesmo papel relevante na restinga. **(Figura 40)**.

O protocolo aqui proposto baseia-se na utilização das plantas facilitadoras, através das unidades de nucleação denominadas “módulo-caiçara”. Nesta unidade replicável, desenvolvida para a RE da restinga no litoral norte da Bahia, além das plantas facilitadoras (espécies focais), utilizou-se também as estruturas facilitadoras e barreiras protetoras (quebra-ventos, ‘biombos-africanos’, bermas e depressões), com funções similares e complementares aos das espécies focais, com os objetivos de reduzir a velocidade do vento, a radiação UV, a temperatura, e as perdas de umidade do ar e do solo.

A identificação da unidade de restauração como módulo-caiçara é uma referência à etimologia do termo de origem Tupi, utilizado na Amazônia para designar os cercados onde se criavam as tartarugas no lodo (TIBIRIÇÁ, 1984; CUNHA, 1978). Neste estudo, utilizou-se o cercado para proteger as plantas e, indiretamente, beneficiar as tartarugas marinhas. Já o ‘biombo-africano’ é uma referência às fogueiras construídas por algumas etnias no sul da África, que protegem o fogo do vento que sopra de diferentes direções.

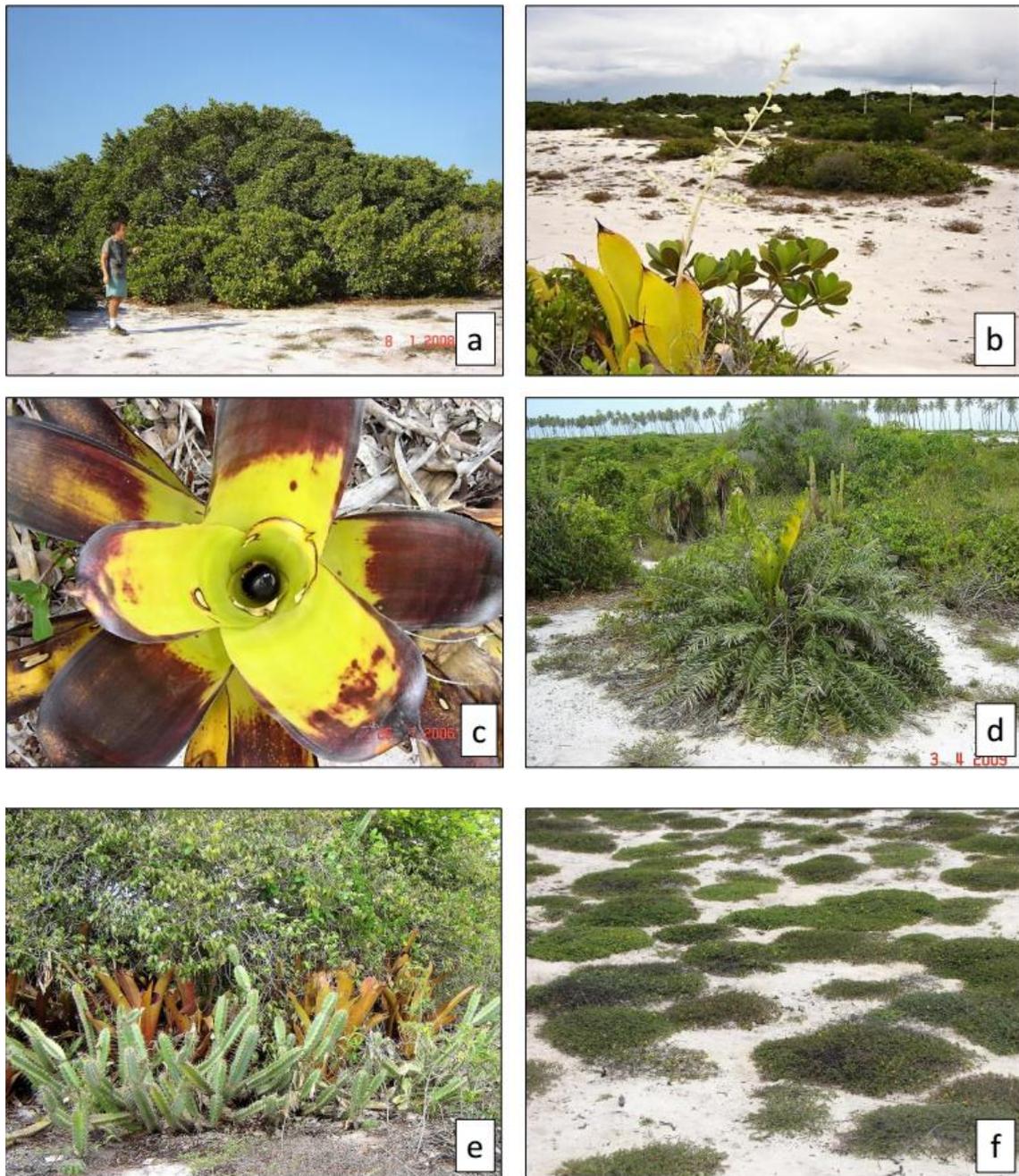
Considerando o paisagismo com espécies nativas como um importante recurso para o reestabelecimento dos serviços ecossistêmicos, habitat e biodiversidade, este protocolo torna-se útil para os jardins litorâneos. A maior parte das grandes cidades brasileiras está localizada na costa, e vem sofrendo com a destruição e fragmentação de habitat da restinga. Este processo ocorre rapidamente, à medida que as cidades se espalham e o desenvolvimento urbano altera o ambiente natural, através da infraestrutura de edificações, vias, calçadas, guias, instalações aéreas e subterrâneas, causando enorme estresse nas plantas. A conversão de ecossistemas naturais – e consequente destruição de habitat – costuma ser apontada como o principal desencadeador da extinção de espécies (BAILLIE *et al.*, 2004). O paisagismo com plantas nativas nas áreas urbanas pode contribuir para a conservação da flora e fauna da restinga. Para tanto, é preciso que os empreendimentos imobiliários o incorporem aos seus projetos, desde as fases iniciais de concepção. Além do projeto paisagístico, é necessária a identificação e proteção dos indivíduos arbóreos e dos fragmentos de vegetação relevantes, preexistentes, nos terrenos das futuras obras. Por estarem adaptadas ao ambiente inóspito do litoral, inúmeros são

os benefícios da utilização destas espécies nos jardins, entre eles a baixa demanda por manutenção, irrigação, fertilização e aplicação de agrotóxicos, devido a uma menor incidência de pragas e doenças. **(Figura 41).**

Em relação à manutenção do paisagismo em casas de veraneio, hotéis e resorts próximos à praia, deve-se tomar alguns cuidados para não prejudicar a vegetação nativa. Entre eles, recomenda-se não rastelar o solo com a intenção de manter a areia “limpa”. Esta prática retira a fonte de matéria orgânica em decomposição (folhas, galhos, madeira morta, etc.) essencial para a regeneração natural da vegetação, além de danificar as plântulas, tornando o solo mais suscetível à erosão (GORJUX *et al.*, 2006).

Densos gramados ornamentais podem impedir a desova de tartarugas marinhas, portanto, não devem se estender até a beira da praia. Além disso, as gramas exóticas são muito exigentes em adubação e irrigação. O plantio de arbustos nativos na linha da praia pode ajudar a demarcar os limites da propriedade e reduzir a poluição luminosa para as tartarugas marinhas, inclusive criando habitat para a desova de *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (tartaruga-de-pente) (CHOI *et al.*, 2009).

O litoral norte da Bahia é uma das mais importantes regiões do mundo para a conservação das tartarugas marinhas, onde desovam quatro das sete espécies existentes (MARBERGOLDI *et al.*, 2011). A eliminação da vegetação costeira causa inúmeros efeitos negativos para estas espécies que dependem da integridade do seu habitat terrestre para sobreviver. Dentre os mais significativos estão: (i) aumento da foto poluição que altera o comportamento noturno de fêmeas e filhotes; (ii) alteração da temperatura de incubação dos ninhos, comprometendo a determinação sexual dos filhotes; (iii) diminuição da zona de amortecimento que protege os sítios de desova dos ambientes externos e controla a erosão; (iv) eliminação da cortina vegetal que funciona como referência para a desova das fêmeas; (v) comprometimento da preservação das espécies *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) e *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) que preferem desovar sob ou próximo à borda da vegetação. (GORJUX *et al.*, 2006; MARBERGOLDI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011; SERAFIM *et al.*, 2009; KANEL e MROSOVSKY, 2006). As técnicas de restauração ecológica da vegetação costeira aqui propostas podem garantir a conservação dos habitats terrestres das tartarugas marinhas. O protocolo de RE em três fases – planejamento, execução e manutenção – baseado no módulo-caiçara, centrado em espécies focais (facilitadoras), permite recuperar as áreas degradadas costeiras com materiais locais, soluções simples e baratas. As instruções para a construção das unidades replicáveis incluem uma lista e um guia de identificação das espécies recomendadas.



**Figura 40** – Espécies focais da restinga no litoral norte da Bahia. **a.** *Clusia nemorosa* G.Mey. ocupando posição central e apresentando dominância do dossel em grande moita hemisférica. **b.** Em primeiro plano, ilha de vegetação em formação com bromélia-tanque e clúsia, duas espécies focais com metabolismo CAM. **c.** *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm., importante planta facilitadora, aspecto do tanque com água livre. **d.** *Anthurium affine* Schott crescendo sob a proteção da palmeira pioneira *Allagoptera brevicalyx* Moraes. **e.** Grupos de cactos e bromélias favorecem a entrada de espécies lenhosas. **f.** Aspecto de *Chamaecrista* spp leguminosas com forma de ‘planta-almofada’, provável espécie focal na restinga. (Fotos – Danilo Lima).



**Figura 41** – Paisagismo com plantas nativas da restinga. **a.** Condomínio Casas de Sauipe, no município de Mata de São João - BA. Vegetação nativa preservada e paisagismo com espécies locais. **b.** Forração *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br. (salsa-de-praia), em primeiro plano e palmeira *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (licuri), ao fundo. **c.** Trepadeira *Lundia corymbifera* (Vahl) Sandwith (cipó-de-vaqueiro). **d.** Arbusto *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart. (genipapinho). **e.** Arbusto *Chrysobalanus icaco* L. (guajirú), em primeiro plano. **f.** Cerca-viva *Schinus terebinthifolia* Raddi (aroeira-da-praia). (Fotos – a Newton Souza; b-f Danilo Lima) (**a** Projeto Escritório Burle Marx & Cia., adequação e execução Danilo Lima. **b - f** Projeto e execução Danilo Lima).

## 6. CONCLUSÕES

O módulo de restauração da restinga não-florestal desenvolvido neste estudo, apesar de ter sido concebido para ser aplicado nas áreas de desova de tartarugas-marinhas do litoral norte da Bahia, pode ser adaptado para qualquer planície arenosa do litoral brasileiro. Similarmente, recomenda-se a sua utilização, com os devidos ajustes, para projetos de paisagismo em áreas urbanas. Nestas situações, onde praticamente já não existem áreas litorâneas a serem restauradas, o último recurso para a reintrodução de espécies nativas, e a recuperação de alguns serviços ecossistêmicos, é o paisagismo. Pode-se implantar novos projetos com o uso exclusivo de espécies nativas e/ou converter/enriquecer os já existentes de plantas exóticas.

Faltam informações e pesquisas sobre a restauração da restinga, sobretudo experimentos de longo prazo no campo. É preciso desenvolver modelos de restauração para as diferentes fisionomias e ecossistemas associados, além de treinar profissionais restauradores. Outra importante lacuna é a falta de protocolos de monitoramento de áreas restauradas, com indicadores de sucesso seguros. Os atuais projetos e os resultados correspondentes no campo não atendem às necessidades de restauração, sinalizando a demanda de acreditação/certificação que dê segurança aos empreendedores na contratação de consultorias e execução de projetos.

Os elevados níveis de endemismo na área de estudo, quando comparados a outras restingas no Brasil, sustentam a urgência na mitigação dos impactos, manutenção da integridade e restauração desses ecossistemas costeiros. O caráter exclusivo da paisagem de dunas do tipo *blow-out* no Litoral Norte da Bahia sugere a criação de Unidades de Conservação de proteção integral, que devem servir como importantes ecossistemas de referência no futuro.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU JUNIOR, H. de. (Coord.), 1998. Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura: coletânea de receitas. EMOPI, Campinas, SP. 115p.
- AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Neossolos Quartzarênicos. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em 29 junho 2017.
- ALMEIDA, A.B.; ARAUJO, F.M.; RIBEIRO, S.H.S.; SANTOS PEREIRA, A.M. & SAMPAIO, F.J., 2003. Geomorfologia da Região de Siribinha, Município do Conde – Litoral Norte do Estado da Bahia. II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa; IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário; II Congresso do Quaternário dos Países de Línguas Ibéricas, Recife. ABEQUA, 2003.
- ALVES, F.M.; SOUZA, V.C. & MORAES, P.L.R. de. 2011. *Mezilaurus revolutifolia* (Lauraceae), a new species from Brazilian Atlantic Forest. *Kew Bulletin* 66(4): 505–509.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* (em inglês). 22 (6): 711-728.
- ARAUJO, D.S.D. 2000. Análise florística e fitogeográfica das restingas do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Instituto de Biologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 176p.
- ARAUJO, D.S.D.; LACERDA, L.D. 1987. A natureza da restinga. *Ciência Hoje* 6(33): 42-48.
- ASSIS, A.M.; THOMAZ, L.D. & PEREIRA, O.J. 2004. Florística de um trecho de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 18: 191-201.
- BAILLIE, J.E.M., BENNUN, L.A., BROOKS, T.M., BUTCHART, S.H.M., CHANSON, J.S., COKELISS, Z., HILTON-TAYLOR, C., HOFFMANN, M., MACE, G., MAINKA, S.A., POLLOCK, C.M., RODRIGUES, A.S.L., STATTERSFIELD, A.J. & STUART, S.N. 2004. 2004 IUCN Red List of Threatened Species - a global species assessment. The IUCN Species Survival Commission, Cambridge, UK.
- BARNEBY, R.C. 1985. The genus *Mimosa* (Mimosaceae) in Bahia, Brazil: New taxa and nomenclatural adjustments. *Brittonia* 37(2), 1985 pp. 125-153.
- BARNETT, M. R., CREWZ, D. W. 1997. Common Coastal Plants in Florida: a guide to planting and maintenance. Gainesville, FL: University Press of Florida.
- BERTNESS, M.D.; CALLAWAY, R. 1994. Positive interactions in communities. *Tree* vol 9. No. 5 May 1994.
- BPAQ - Beach Protection Authority of Queensland, 1981. Coastal Sand Dunes – Their Vegetation and Management. Management Guidelines for Dune Usage (leaflets).
- BEENTJE, H.; WILLIAMSON, J. 2012. The Kew Plant Glossary: an illustrated dictionary of plant terms. Kew Publishing, Royal Botanic Garden Kew. Richmond, Surrey, UK.

- BLACK, R. J., GILMAN, E. F. 2004. Landscape plants for the Gulf and South Atlantic Coasts: selection, establishment, and maintenance. Gainesville, FL: University Press of Florida.
- BRANCALION, P.H.S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. 2015. Restauração Florestal. Oficina de Textos, São Paulo. 431p.
- BRITTO, I. G., et al., 1993. Flora Fanerogâmica das dunas e lagoas do Abaeté, Salvador, Bahia. *Sitientibus*, 11: 31-46.
- BROSCHAT, T. K., VERKADE, S. D. 1997. Landscaping to Attract Birds in South Florida. ENH-78 Department of Environmental Horticulture, F.C.E.S., IFAS University of Florida, Gainesville, FL
- CALDERÓN, V. 1973. A Pesquisa Arqueológica no Estados da Bahia e Rio Grande do Norte. *Revista Dédalo*, São Paulo, n. 17/18, 1973.
- CALLAWAY, R.M.; BROOKER, R.W.; CHOLER, P.; KIKVIDZE, Z.; LORTIE, C.J.; MICHALET, R.; PAOLINI, L.; PUGNAIRE, F.I.; NEWINGHAM, B.; ASCHEHOUG, E.T; ARMAS, C.; KIKODZE, D.; Cook, B.J. 2002. Positive interactions among alpine plants increase with stress. *Nature*, vol 417. 2002.
- CHACEL, F., 2001. Paisagismo e Ecogênese. Editora Fraiha, Rio de Janeiro. 143p.
- CHOI, G.; ECKERT, K.L. 2009. Manual of Best Practices for Safeguarding Sea Turtle Nesting Beaches. Wider Caribbean Sea Turtle Conservation Network (WIDECASST) Technical Report No. 9. Ballwin, Missouri. 86pp.
- CNCFLORA – Centro Nacional de Conservação da Flora, 2013. Martinelli, G.; Moraes, M.A. (orgs.). Livro Vermelho da Flora do Brasil. 1.ed. – Rio de Janeiro, 2013. 1100p.
- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente 1996. Resolução CONAMA nº7 de 1996. Aprova os parâmetros básicos para análise da vegetação de restinga no Estado de São Paulo. Publicada no DOU nº 165, de 26 de agosto de 1996, Seção 1, páginas 16386-16390.
- COGLIATTI-CARVALHO, L., ROCHA-PÊSSOA, T.C., NUNES-FREITAS, A.F., ROCHA, C.F.D. 2010, Volume de água armazenado no tanque de bromélias, em restingas da costa brasileira. *Acta Bot. Bras.* 24(1): 84-95. 2010.
- CORDAZZO, C.V., PAIVA, J.B., SEELINGER, U. 2006. Guia Ilustrado – Plantas das Dunas da Costa Sudoeste Atlântica. Pelotas: USEB, 2006. 107p.il. (Coleção Manuais de Campo USEB, 8).
- CORDAZZO, C.V., SEELINGER, U. 1995. Guia ilustrado da vegetação costeira do extremo sul do Brasil. Editora da Fundação Universidade do Rio Grande – FURG, Rio Grande - RS.
- CUNHA, A.G. 1998. Dicionário Histórico das Palavras de Portuguesas de Origem Tupi. Universidade de Brasília, 357 pp.
- DAVIS, J.H.J. 1975. Stabilization of beaches and dunes by vegetation in Florida. Report number 7. State University System of Florida. Sea Grant Program.
- DIAS, A.T.C.; SCARANO, F.B. 2007. *Clusia* as Nurse Plant. pp 55-71, In: Lüttge, U. (Ed.) *Clusia: A Woody Neotropical Genus of Remarkable Plasticity and Diversity. Ecological Studies*, Vol. 194.

- DIAS, F.J.K.; MENEZES, C.M. 2007. Fitossociologia da vegetação sobre um cordão-duna no litoral norte da Bahia, Mata de São João, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*. 2007;5(2):1171-3.
- DOMINGUEZ, J.M.L. & BITTENCOURT, A.C.S.P. 2012. Zona Costeira. In: Barbosa, J.S.F. (coord) Geologia da Bahia: Pesquisa e Atualização. Salvador: CBPM 2012 v. 2, Capítulo XVII p. 395-425.
- DURIGAN, G. 2010. Fundamentos da Ecologia da Restauração. Treinamento sobre Recuperação de Áreas Degradadas. FATEC, Jaú, março de 2010. Secretaria do Meio Ambiente, Governo do Estado de São Paulo.
- ELLIOTT, S.D.; BLAKESLEY, D.; HARDWICK, K. 2013. Restoring Tropical Forests: a practical guide. Royal Botanic Gardens, Kew; 344 pp.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 2ª ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
- ESQUIVEL, M.S. 2016. A zona costeira dos municípios do Litoral Norte e entorno da Baía de Todos os Santos – Estado da Bahia: implicações para a gestão ambiental. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, 2016. 141p.
- ETCHEVARNE, C.; PIMENTEL, R. (organizadores) 2011. Patrimônio Arqueológico da Bahia. – Salvador: SEI, 2011. 132p. il. (Série Estudos e Pesquisas, 88).
- FERNANDES, M.F. & QUEIROZ, E.P. 2015. Floristic surveys of Restinga Forests in Southern Bahia, Brazil, reveal the effects of geography on community composition. *Rodriguesia* 66(1): 051-073. 2015.
- FIALHO, R.F., FURTADO, L.S. 1993. Germination of *Erythroxylum ovalifolium* (Erythroxylaceae) seeds within the terrestrial bromeliad *Neoregelia cruenta*. *Biotropica* 25(3): 359-362.
- FIALHO, R.F. 1990. Seed dispersal by a lizard and a tree frog – effect of dispersal site on seed survivorship. *Biotropica* 22(4): 423-424.
- FILAZZOLA, A., LORTIE, C. 2014. A systematic review and conceptual framework for the mechanistic pathways of nurse plants. *Global Ecology and Biogeography* (2014) 23, 1335-1345.
- FLORAM, 2003. Programa de Limpeza, CNO-Sauípe Condo Residence, Bacia Hidráulica Laguna. Floram – Consultoria e Prestação de Serviços Ltda. Mata de São João – Bahia (relatório).
- FRAGA, C.N. 2008. Three new species of *Davilla* (Dilleniaceae) from Bahia, Brazil. *Brittonia* 60(4) 355–361
- GOMES, F.H.; VIDAL-TORRADO, P.; MACÍAS, F.; GHERARDI, B. & PEREZ, X.L.O. 2007. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* (31)6, 1563-1580.
- GOMES, F.S.; GUEDES, M.L.S. 2014. Flora vascular e formas de vida das formações de restinga do litoral norte da Bahia, Brasil. *Acta Biologica Catarinense*. 2014 Jan-Jun;1(1):22-43.

GONZÁLEZ, E.M.R.; ZANETTINI, P. 2001. Programa Arqueológico do Resgate: Relatório Final. Complexo Ecoturístico, Etapa 1. São Paulo: Zanettini Arquitetura Planejamento e Consultoria.

GOOGLE EARTH (16 de setembro de 2017). Praia do Forte – BA. 12°33'28.73"S 37°59'36.36"O. Altitude do ponto de visão 1,71 km. Image 2017 CNES/Airbus. Disponível em <<https://www.google.com.br/intl/pt-PT/earth/>> Acesso em: 20 de outubro de 2017.

GORJUX, E., MAILLOUX, J., DELCROIX, E. 2006. The terrestrial habitat of turtles: Study of its relation to coastal development and ecological recovery in the French West Indies. Technical guide. ONF Guadalupe (National Forestry Commission), Guadeloupe Sea Turtle Network.

HATJE, V., ANDRADE, J.B. (org.) 2009. Baía de Todos os Santos: aspectos oceanográficos. Salvador: EDUFBA, 2009. 306 p.: il.

HAY, J.D., LACERDA, L.D. & TAN, A.L. 1981. Soil cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. *Ecology* 62(5): 1392-1395.

HENTSCHEL R.L. 2008. Gradiente vegetacional, variáveis ambientais e restauração na Restinga da praia do Ouvidor, Garopaba, Santa Catarina. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

HEYWOOD, V.H., BRUMMITT, R.K., CULHAM, A., SEBERG, O. 2007. Flowering Plant Families of the World. Royal Botanic Garden, Kew.

HOEKSTRA, J.M., MOLNAR, J.L., JENNINGS, M., REVENGA, C., SPALDING, M.D., BOUCHER, T.M., ROBERTSON, J.C., HEIBEL, T.J. & ELLISON, K. 2010. The Atlas of Global Conservation: Changes, Challenges, and Opportunities to Make a Difference. Ed. J.L. Molnar. Berkeley: University of California Press.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2010. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em 24 fevereiro 2017.

IBGE, 2004. Flora das Restingas do Litoral Norte da Bahia, Costa dos Coqueiros e Salvador. IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeto Flora/Fauna – EU/BA. Herbário Radambrasil. Salvador, BA.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2015. Manual Técnico de Pedologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 430p.-:il.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ed. – Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p.-:il.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2004. Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2004. Mapa de Vegetação do Brasil. 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE.

INEMA – Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos 2014. Vegetação – Estado da Bahia. Escala 1:1.250.000. Governo do Estado da Bahia – Secretaria de Meio Ambiente.

- INEMA – Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos 2014. RPGA e Unidades de Conservação. Estado da Bahia. Escala 1:1.350.000. Governo do Estado da Bahia – Secretaria de Meio Ambiente.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia 2017. Normais climatológicas do Brasil 1961-1990. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em 19 junho 2017.
- ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná 2017. MINEROPAR Glossário. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/>>. Acesso em 24 fevereiro 2017.
- INSTITUTO HÓRUS, 2017. Base de dados nacional de espécies exóticas invasoras I3N Brasil, Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Florianópolis – SC. <http://i3n.institutohorus.org.br/www> Acesso em (07/06/2017).
- IUCN 2016. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3. <<http://www.iucnredlist.org>> Acesso em 10 maio 2017.
- KANEL, S.J. & MROSOVSKY, N. 2006. Deforestation: Risk of Sex Ratio Distortion in Hawsbill Sea Turtles. *Ecological Applications*, Vol 16(3):923-931. June 2006.
- KIEHL, J.E. 1985. Fertilizantes Orgânicos. Piracicaba – SP. Editora Agronômica Ceres.
- KNEIP, L.M. 1998. Os pescadores, coletores e caçadores pré-históricos da área arqueológica de Saquarema, RJ. *Revista de Arqueologia Americana* No. 15, Los Modos de Vida Marítimos em Centro e Sur America (julio-diciembre 1998), pp. 57-73.
- LABTROP – Laboratório de Ecologia de Floresta Tropical 2017. Projeto Conserva Restinga. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.labtrop.ib.usp.br>>. Acesso em 18 abril 2017.
- LEME, E.M.C., MARIGO, L.C. 1993. Bromeliads in the Brazilian wilderness. Rio de Janeiro. Marigo Comunicação Visual.
- LEWIS, G. P., 1987. Legumes of Bahia. Royal Botanic Gardens Kew, UK, 368pp.
- LIMA, D.A.V., 2008. Conceitos e técnicas para o paisagismo ecológico em áreas de restinga no litoral norte da Bahia. Monografia do Curso de Especialização em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo, Ênfase em Produção Limpa. UFBA – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Salvador - BA, 2008.
- LIMA, D.A.V., 2016. Relatório documental fotográfico das atividades de plantio de cerca-viva na BSC – Bahia Specialty Celulose. FH Engenharia Ambiental. Salvador – BA, 2016.
- LORENZI, H., 2000. Plantas Daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, Nova Odessa, SP.
- MARBERÇOLDI, M.A.; SANTOS, A.S. (organizadores) 2011. Plano de Ação Nacional para a Conservação da Tartarugas Marinhas. – Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, 2011. 120p.: il. (Série Espécies Ameaçadas, 25).
- MELO, E. 1996. Levantamento das espécies de *Coccoloba* (Polygonaceae) da restinga do Estado da Bahia. *Sitientibus*, Feira de Santana, n. 15, p.49-59, 1996.
- MENEZES, C.M. 2007. A vegetação de restinga no Litoral Norte da Bahia, influência da Evolução Quaternária da Zona Costeira: estudo de caso Fazenda Riacho das Flores, Mata de

- São João, Bahia. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 96p.
- MENEZES, C.M.; AGUIAR, L.G.P.A.; Espinheira, M.J.C.L.; Silva, V.I.S. 2009. Florística e Fitossociologia do componente arbóreo do município de Conde, Bahia, Brasil. *Revista Biociências*. 2009;15(1):44-55.
- MENEZES, C.M.; SANTANA, F.D.; SILVA, V.S.A.; SILVA, V.I.S.; ARAUJO, G.S.D. 2012. Florística e fitossociologia em um trecho de restinga no Litoral Norte do Estado da Bahia. *Biotemas*. 25(1):31-38.
- MENEZES, L.F.T.; ARAUJO, D.S.D. de 2000. Variação da biomassa aérea de *Allagoptera arenaria* (Gomes). O. Kuntze (Arecaceae) em uma comunidade arbustiva de Palmae na restinga de Marambaia, RJ. *Revista Brasileira de Biologia*, 60(1): 147-157.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE 2003. Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Instrução Normativa Nº 003, de 26 de maio de 2003.
- Mori S.A.; Boom, B.M. & Prance, G.T. 1981. Distribution patterns and conservation of the Eastern Brazilian coastal forest tree species. *Brittonia* 33(2): 233–245.
- MOURA-FÉ, M.M. de 2014. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Vol 07, nº06. p 1055-1061. 2014.
- NEAD – Universidade da Amazônia 2017. A Carta de Pero Vaz de Caminha. Disponível em: <<http://www.nead.unama.br/>>. Acesso em 22 março 2017.
- NELLIS, D.W. 1994. Seashore Plants of South Florida and the Carribean: A Guide to Knowing and Growing Drought- and Salt-Tolerant Plants. Pineapple Press Inc. Sarasota, FL.
- NOBLICK, L.R. 2017. A revision of the genus *Syagrus* (Arecaceae). *Phytotaxa* 294(1):001-262. Magnolia Press, Auckland, New Zealand.
- NORDSTROM, K.F. 2010. Recuperação de praias e dunas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- PARK, C. 2008. A Dictionary of Environment and Conservation. New York: Oxford University Press Inc.
- PIVETTA, M. 2013. A última grande alta do Atlântico. *Revista Pesquisa FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*. Outubro 2013. Ed.212 p.62-65.
- POPOVKIN, A.V., MATHEWS, K.G., SANTOS, C.M., MOLINA, C., STRUWE, L. 2011. *Spigelia genuflexa* (Loganiaceae), a new geocarpic species from the Atlantic forest of northeastern Bahia, Brazil. *PhytoKeys*. 2011; (6): 47–56.
- PRIMAVESI, A., 1984. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais. Nobel, São Paulo, SP.
- PRIMAVESI, A., 1988. Manejo ecológico de pragas e doenças: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente. Nobel, São Paulo, SP.
- QUEIROZ, E. P., 2007. Levantamento florístico e georreferenciado das espécies com potencial econômico e ecológico em restinga de Mata de São João, Bahia, Brasil. *Biotemas*, 20(4): 41-47.

- QUEIROZ, E.P.; CARDOSO, D.B.O.S. & SANTOS, M.H. 2012. Composição florística da vegetação de restinga da APA Rio Capivara, Litoral Norte da Bahia, Brasil. *Sitientibus* 12: 119-141.
- RADAMBRASIL, 1981. Projeto Radambrasil, Volume 24, Levantamento de Recursos Naturais. Ministério das Minas e Energia. Folha SD24 Salvador; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, 1981, 624p. il.
- REFLORA. Lista de Espécies da Flora do Brasil 2017. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/>>. Acesso em 18 abril 2017.
- RIZZINI, C.T. 1979. Tratado de Fitogeografia do Brasil, aspectos sociológicos e florísticos. V. 1-2 HUCITEC, Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1979.
- ROCHA, C.F.D.; COGLIATTI-CARVALHO, L., ROCHA-PESSÔA, T.C., NUNES-FREITAS, A.F., DIAS, A.S., ARIANE, C.V., MORGADO, L.N. 2004. Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. *Vidalia* 2(1): 52-72
- ROCHA, C.F.D.; VAN SLUYS, M.; BERGALLO, H.G.; & ALVES, M.A.S. 2005. Endemic and threatened tetrapods in the restingas of the biodiversity corridors of Serra do Mar and of the central mata atlântica in eastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 65:159-168.
- RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN, I. 2009. Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. 256p : il.
- ROSSETTI, D.F.; BEZERRA, F.H.R.; DOMINGUEZ, J.M.L. 2013. Late Oligocene-Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil. *Earth-Science Reviews*. 123 (2013) 87-112.
- RTMG – Réseau Tortues Marines de Guadeloupe (Guadeloupe Sea Turtle Network), 2017. Habitat des Tortues Marines. <<http://www.tortuesmarinesguadeloupe.org/>>. Acesso em 29 julho 2017.
- SAMPAIO, D. et al., 2005. Árvores da Restinga: guia ilustrado para identificação das espécies da Ilha do Cardoso. Editora Neotrópica, São Paulo, SP.
- SANTORO, R.; JUCKER, T.; CARBONI, M.; ACOSTA, A.T.R. 2011. Patterns of plant community assembly in invaded and non-invaded communities along a natural environmental gradient. *Journal of Vegetation Science* 23(2012) 483-494.
- SANTOS, A.S.; SOARES, L.S.; MARBERÇOLDI, M.A.; MONTEIRO, D.S.; GIFFONI, B.; ALMEIDA, A.P. 2011. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 no Brasil. *Biodiversidade Brasileira* (2011) Ano I, Nº1, 3-11.
- SCARANO, F.R. 2002. Structure, Function and Floristic Relationships of Plant Communities in Stressful Habitats Marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. *Annals of Botany* 90: 517-524, 2002.
- SCHAEFER, J., 2007. Helping Cavity-nesters in Florida. Document SSWIS901, Wildlife Ecology and Conservation Department, Florida Cooperative Extension Service, IFAS, University of Florida. Gainesville, FL.
- SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia 1998. Análise dos atributos climáticos do Estado da Bahia. Salvador: Série Estudos e Pesquisas 38, 1998.

- SEI. Superintendência de Secretaria e Informação. Balanço hídrico do Estado da Bahia 1999. (Série Estudos e Pesquisas, 45). Salvador, 1999.
- SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia 2007. Cobertura Vegetal – Estado da Bahia. 1:6.500.000. Governo do Estado da Bahia, Secretaria do Planejamento.
- SEOANE, C.L.V.; FERNÁNDEZ, J.B.G.; PASCUAL, C.V. 2007. Manual de Restauración de Dunas Costeras. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. 2007, España.
- SER – Society for Ecological Restoration International 2004. Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. Princípios da SER International sobre a restauração ecológica.
- SERAFINI, T.Z., LOPEZ, G.G., ROCHA, P.L.B. 2009. Nest site selection and hatching success of hawksbill and loggerhead sea turtles (Testudines, Cheloniidae) at Arembepe Beach, northeastern Brazil. *Phyllomedusa* 8(1):3-17, 2009.
- SILVA, S.M. 1999. Diagnósticos das Restingas do Brasil. In: Workshop de Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha. 1999, Porto Seguro.
- SIRAVOL 2013. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD. Piscinas Naturais 2 AN-07. Siravol Incorporadora. Plama – Planejamento e Meio Ambiente Ltda. Praia do Forte, Mata de São João, outubro 2013. (relatório).
- SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, 2000. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Publicado no D.O. Diário Oficial de 19.07.2000.
- SOBRADE - Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas 2017. <<http://www.sobrade.com.br/>>. Acesso em 20 abril 2017.
- SOUZA, V C.; LORENZI, H. 2012. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 3ª ed. Nova Odessa, SP.
- TAYLOR, N.P. & ZAPPI, D.C. 2004. Cacti of Eastern Brazil. Royal Botanic Gardens, Kew 2004.
- TIBIRIÇÁ, L.C. 1984. Dicionário Tupi Português, com esboço de gramática de Tupi Antigo. Traço Editora, 200 pp.
- TOLEDO, M.C.M.de 2017. A Terra: um planeta heterogêneo e dinâmico. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.igc.usp.br/>>. Acesso em 20 abril 2017.
- TROPICOS.ORG. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em 29 junho 2017.
- USGS – United States Geological Survey 2017. Geologic Glossary. Disponível em: <<https://www.geomaps.wr.usgs.gov/>>. Acesso em 20 abril 2017.
- VER HUELL, Q.M.R. 2009. Minha primeira viagem marítima: 1807 – 1810. Tradução de Jan Maurício Van Holthe. 2. ed. – Salvador : EDUFBA, 2009. 346p.:il.
- VIANA, B.F., Silva, F.O., KLEINERT, A.M.P. 2006. A flora apícola de uma área restrita de dunas litorâneas, Abaeté, Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Botânica*. 2006; 29(1):13-25.

VIEIRA, D.L.M.; FONSECA, T.A. & GOMES, J.B.V. 2009. Árvores isoladas promovem a regeneração da restinga em Sergipe: comparação entre espécies. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 42, 18p. Aracaju, 2009.

ZALUAR, H.L.T. 1997. Espécies focais e a formação de moitas na restinga aberta de Clusia, Carapebus, RJ. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

ZALUAR, H.L.T. & SCARANO, F.R. 2000. Facilitação em Restingas de Moitas: Um Século de Buscas por Espécies Focais. pp 03-23 In: Esteves, F.A. & Lacerda, L.D. (eds) Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras NUPEM/UFRJ, Macaé, Rio de Janeiro, Brasil.

ZAMITH, L.R. & SCARANO, F.R. 2006. Restoration of a Restinga Sandy Coastal Plain in Brazil: Survival and Growth of Planted Woody Species. Society for Ecological Restoration International. *Restoration Ecology*. Vol 14, No.1. pp 87-94. March, 2006.

## 8. ANEXOS

## ANEXO A



**Figura 42** – Estrutura de um viveiro de propagação para mudas da restinga. **a.** Telado (30% de sombra). **b.** Bancadas para produção em tubetes (Colaborador Jacyel R. da Silva). **c.** Canteiros de multiplicação de bromélias. **d.** Canteiros para matrizes de herbáceas. **e.** Viveiro para resgate de plântulas (sombreamento natural). **f.** Área de produção para palmeiras a pleno sol. (Fotos, projeto, execução e operação – Danilo Lima, viveiro OR Sauipe).



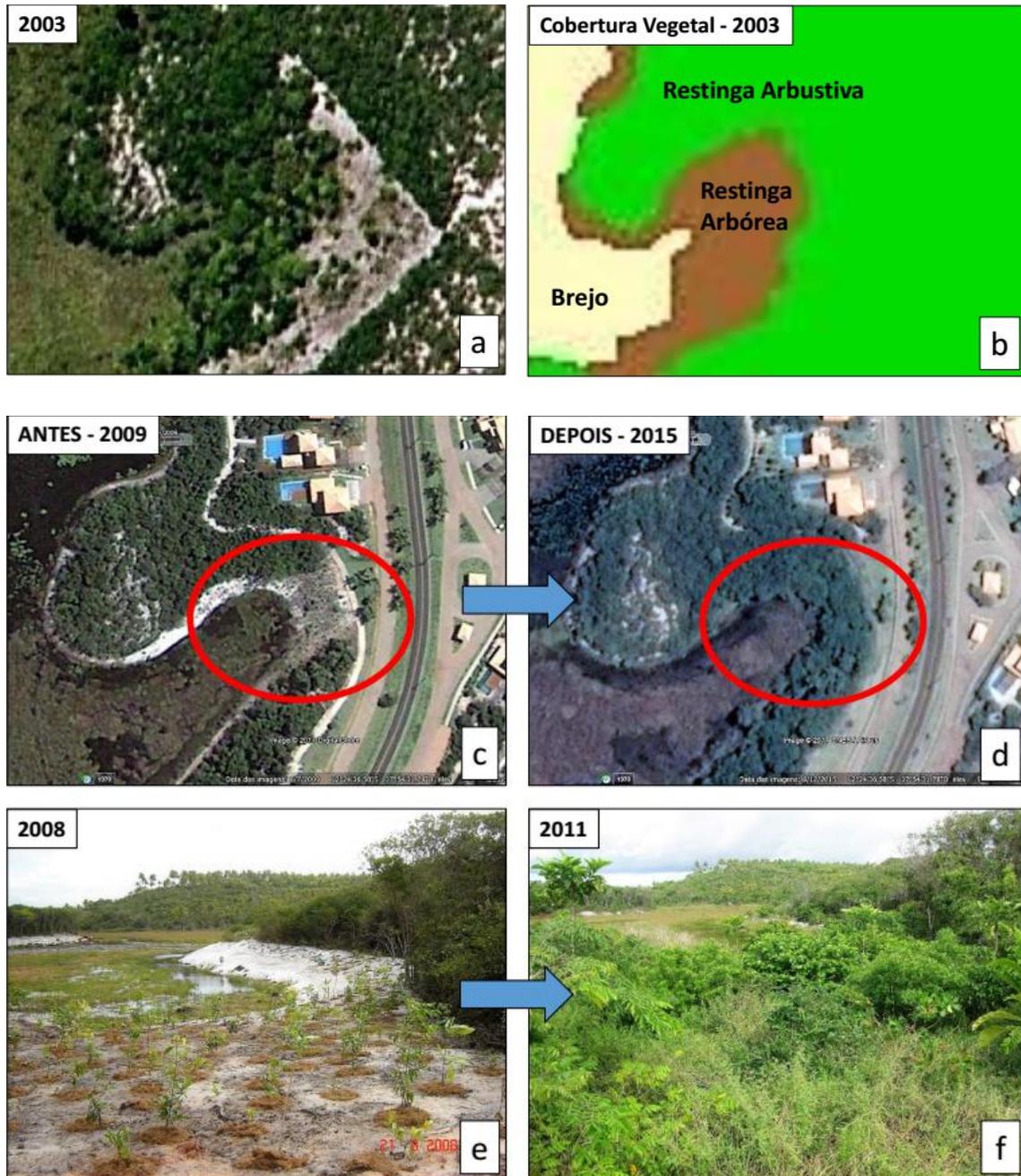
**Figura 43** – Propagação de palmeiras da restinga em viveiro. **a.** Frutos colhidos. **b.** Frutos despolidos. **c.** Germinador. **d.** Plântulas. **e.** Transplante. **f.** Mudanças. (a.: *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., *S. schizophylla* (Mart.) Glassman; b.-f.: *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.). (Fotos, projeto, execução e operação – Danilo Lima, viveiro OR Sauipe).



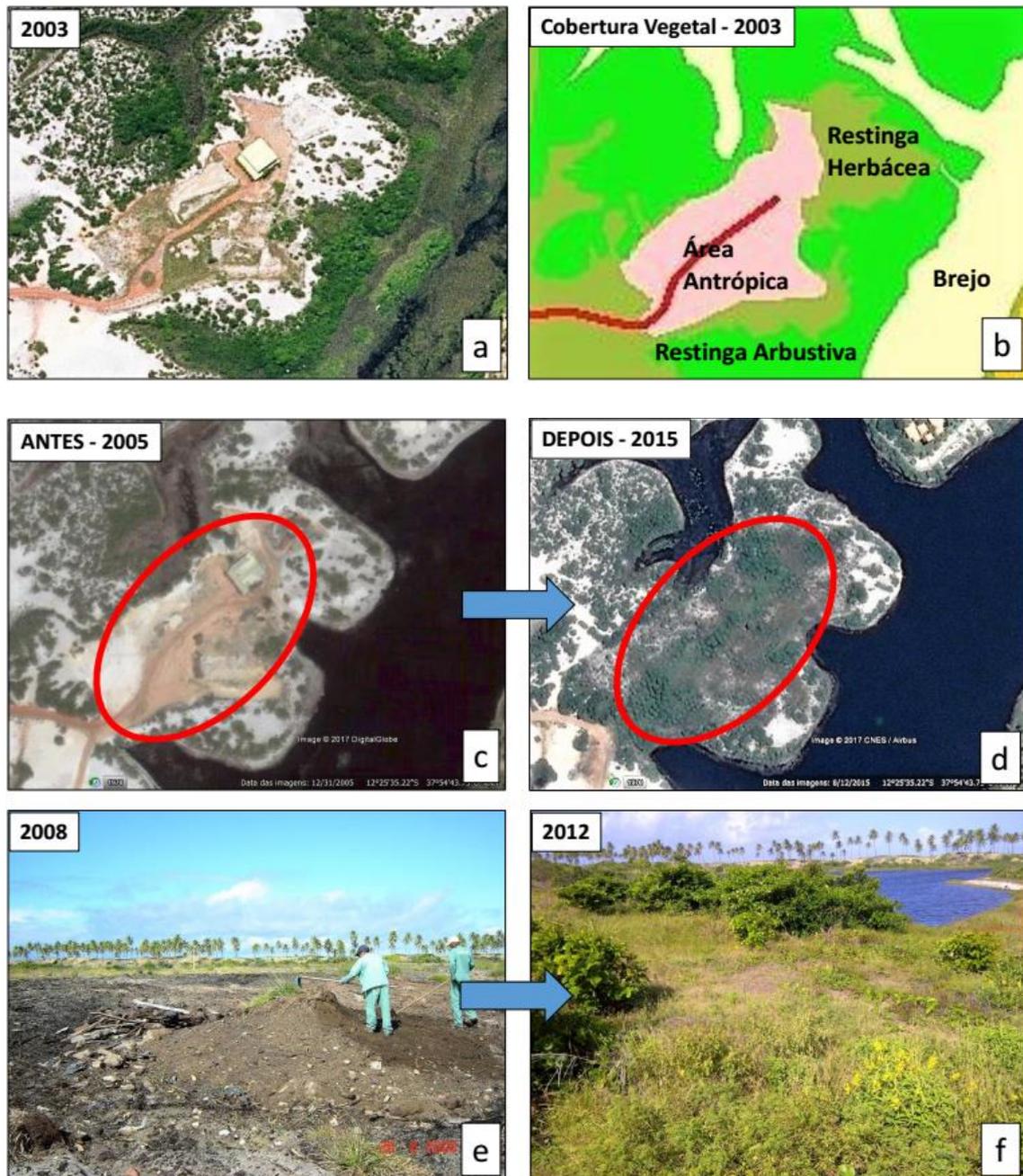
**Figura 44** – Transplante de moitas para recomposição de ilhas de vegetação na restinga. Espécies focais arbóreas, palmeiras, arbustos, lianas, bromélias, orquídeas, cactos e herbáceas diversas. **a.** Referência de uma Ilha de vegetação na natureza. **b.** Desmame de moitas para o transplante. **c.** Resgate de bromélias em área de supressão. **d.** Transplante mecânico de moitas. **e.** Replântio de moitas transplantadas. **f.** Aspecto final do replântio e recomposição da restinga. (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).



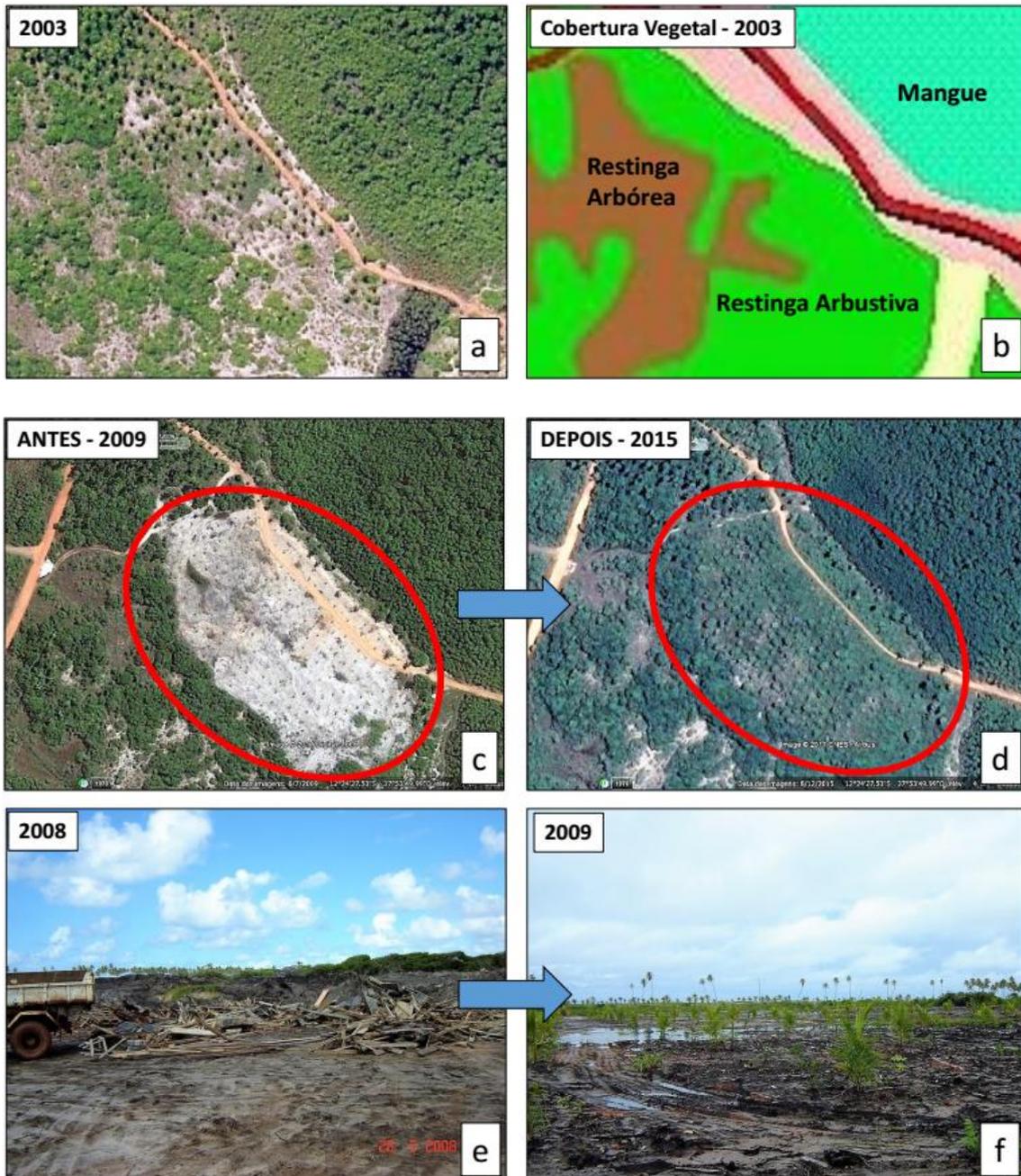
**Figura 45** – Resgate de flora em áreas destinadas a supressão vegetal. **a.** Transplante mecânico de indivíduo arbóreo (*Clusia nemorosa* G.Mey.). **b.** Resgate de palmeiras com torrão (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.). **c.** Canteiros de multiplicação de cactos e bromélias (*Pilosocereus catingicola* subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi e *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm.). **d.** Canteiros de recuperação de cactos ‘cabeça-de-frade’ (*Melocactus violaceus* subsp. *margaritaceus* N.P. Taylor). **e.** Orquídeas em telado de recuperação (*Cyrtopodium flavum* Link & Otto ex Rchb.f.). **f.** Aspecto do telado de plantas resgatadas. (Fotos, projeto, execução e operação – Danilo Lima, viveiro OR Sauipe).



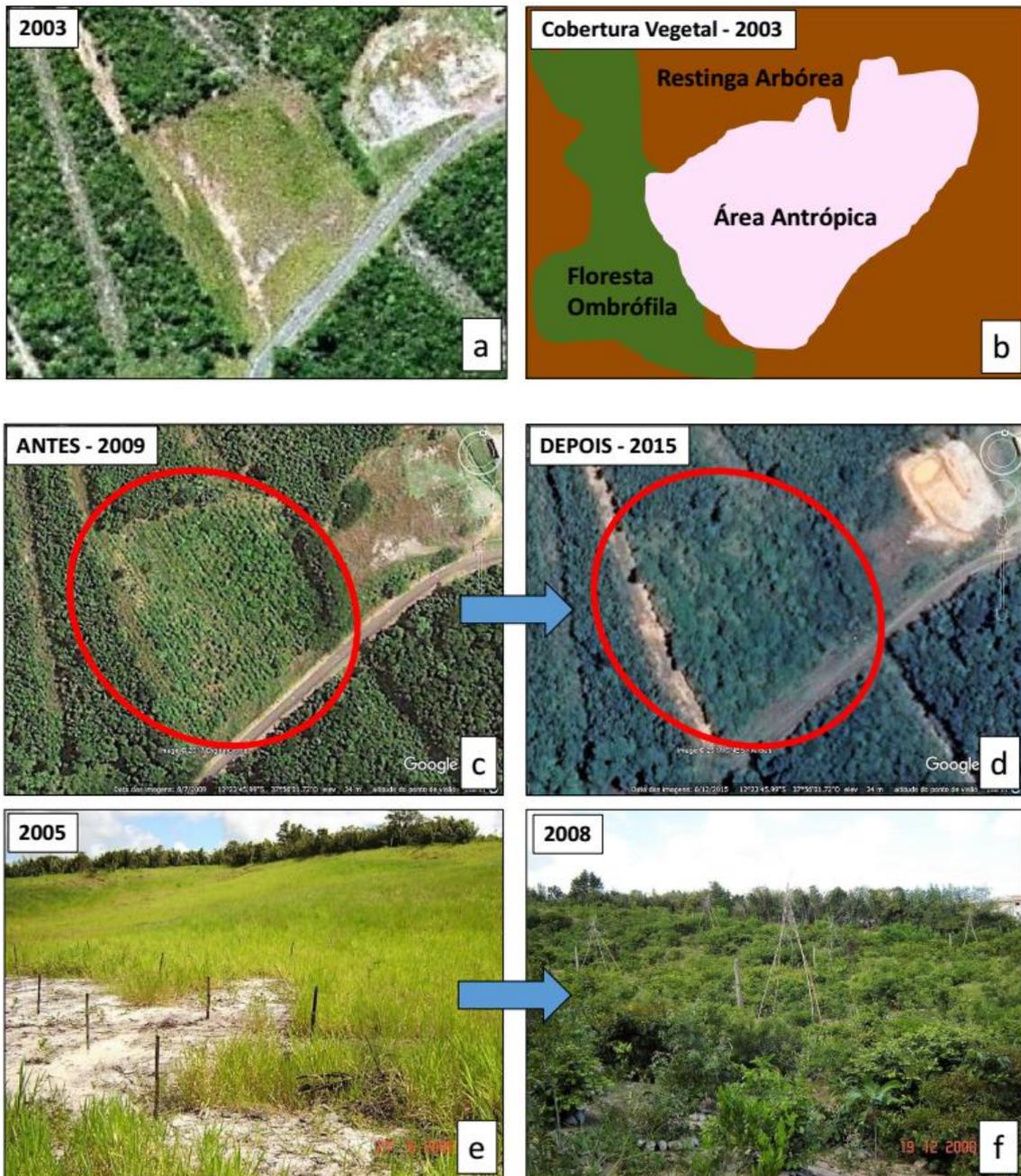
**Figura 46** – Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 1 – Passagem de adutora. Ano do plantio: 2008; Área: 1.000m<sup>2</sup>; Fitofisionomia: Restinga Arbustiva e Arbustiva; Geomorfologia: Leques aluviais coalescentes Pleistocênicos; Solos: Neossolos Quartzarênicos. Município de Mata de São João – BA. **a.** Área antes do empreendimento imobiliário. **b.** Mapa de Vegetação. **c.** Área impactada pela supressão vegetal. **d.** Área em recuperação. **e.** Aspecto do plantio. **f.** Aspecto do desenvolvimento das espécies. (Imagens, Google Earth; Mapa de Vegetação, Floram). (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).



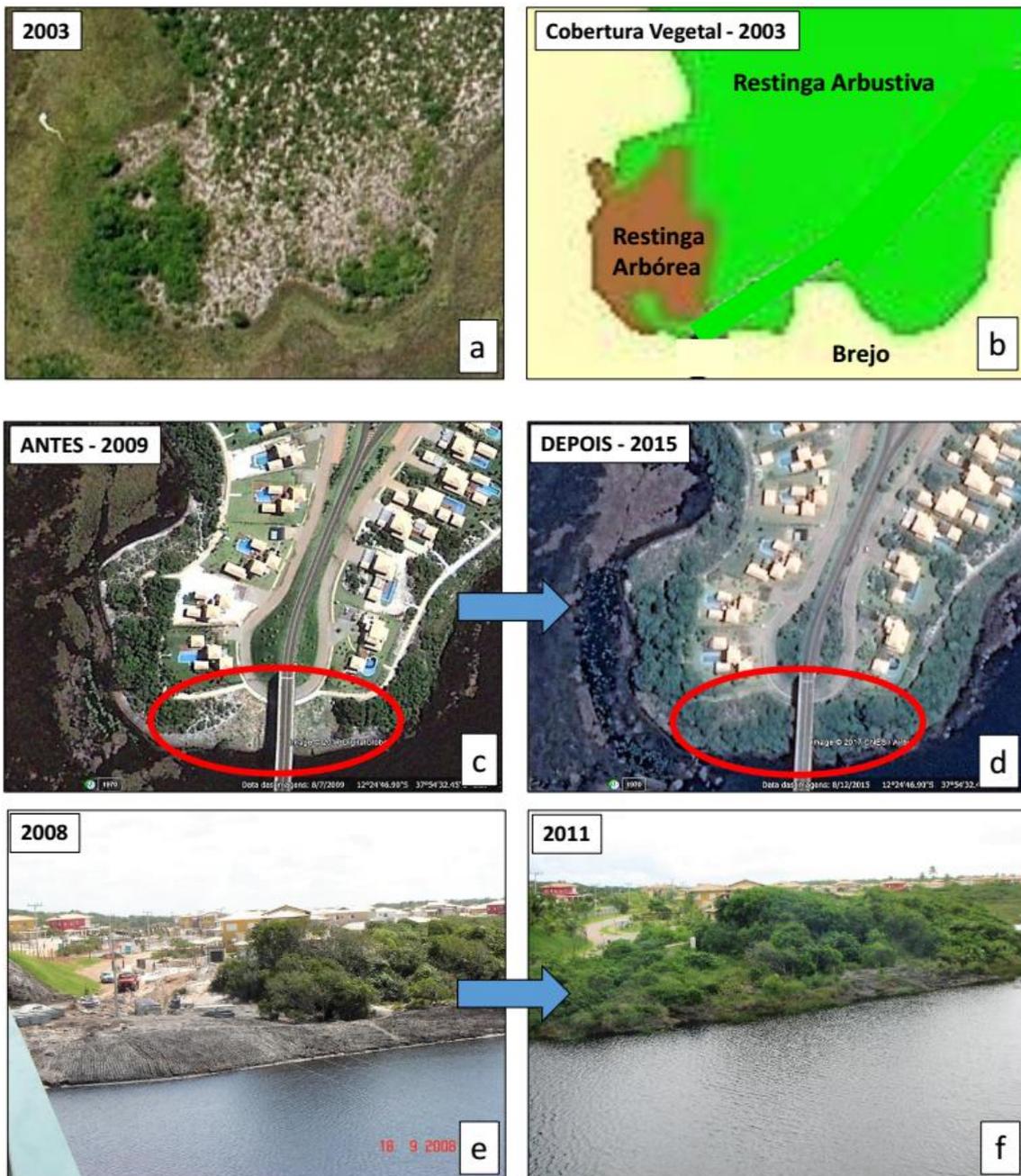
**Figura 47** – Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 2 – Bota-Fora de obra 1. Ano do plantio: 2008; Área: 30.000m<sup>2</sup>; Fitofisionomia: Restinga Arbustiva e Herbácea; Geomorfologia: Terraço marinho Pleistocênico; Solos: Neossolos Quartzarênicos. Município de Mata de São João – BA. **a.** Área da intervenção. **b.** Mapa de Vegetação. **c.** Área impactada. **d.** Área em recuperação. **e.** Aspecto dos trabalhos de limpeza. **f.** Aspecto do desenvolvimento das espécies (plantio em “ilhas de vegetação”). (Imagens, Google Earth; Mapa de Vegetação, Floram). (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).



**Figura 48** – Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 3 – Bota-Fora de obra 2. Ano do plantio: 2009; Área: 20.000m<sup>2</sup>; Fitofisionomia: Restinga Arbórea e Arbustiva; Geomorfologia: Terraço marinho Pleistocênico dissecado; Solos: Neossolos Quartzarênicos. Município de Mata de São João – BA. **a.** Área da intervenção. **b.** Mapa de Vegetação. **c.** Área impactada. **d.** Área em recuperação. **e.** Aspecto do Bota-Fora. **f.** Aspecto do plantio em “ilhas de vegetação” e recuperação do coqueiral existente. (Imagens, Google Earth; Mapa de Vegetação, Floram). (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).



**Figura 49** – Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 4 – Jazida de cascalho. Ano do plantio: 2005; Área: 17.000m<sup>2</sup>; Fitofisionomia: Restinga Arbórea, transição para Floresta Ombrófila; Geomorfologia: Tabuleiro Costeiro (Grupo Barreiras); Solo: Argissolo Vermelho - Amarelo. Município de Mata de São João – BA. **a.** Área da intervenção. **b.** Mapa de Vegetação. **c.** Área plantada. **d.** Área em recuperação. **e.** Aspecto da jazida desativada, infestada por ‘braquiária’ (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster). **f.** Aspecto do plantio em linhas, consorciado com “ilhas de vegetação”, e poleiros artificiais. (Imagens, Google Earth; Mapa de Vegetação, Floram). (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).



**Figura 50** – Registro do acompanhamento de áreas de restauração ecológica 5 – APP de lago artificial. Ano do plantio: 2008; Área: 3.000m<sup>2</sup>; Fitofisionomia: Restinga Arbórea e Arbustiva; Geomorfologia: Terraço marinho Pleistocênico; Solos: Neossolos Quartzarênicos. Município de Mata de São João – BA. **a.** Área antes da construção da ponte. **b.** Mapa de Vegetação. **c.** Área impactada pela supressão vegetal, aterro e construção. **d.** Área em recuperação. **e.** Aspecto da área pronta para o plantio. **f.** Aspecto do desenvolvimento das espécies. (Imagens, Google Earth; Mapa de Vegetação, Floram). (Fotos, projeto e execução – Danilo Lima).

**ANEXO B**

**GUIA DE IDENTIFICAÇÃO DA RESTINGA NÃO-FLORESTAL**  
**Espécies indicadas para a restauração ecológica em áreas de desova de**  
**tartarugas marinhas no Litoral Norte - Bahia**

## Apresentação

Este guia apresenta 68 espécies da restinga não-florestal (herbácea e arbustiva/arbórea), nativas do litoral norte da Bahia, essenciais para a restauração ecológica nas áreas de desova de tartarugas marinhas. As plantas são relacionadas em ordem alfabética por famílias, espécies, nomes comuns, hábitos de crescimento, distribuição geográfica (endemismo) e formas de propagação (indicadas pelo autor), de acordo com o sistema APG III – Angiosperm Phylogeny Group (2009) (Souza e Lorenzi, 2012) e a Lista de Espécies da Flora do Brasil (Projeto Reflora, Jardim Botânico do Rio de Janeiro). As espécies facilitadoras (focais) são indicadas com um asterisco\*. Todas as fotos foram tiradas pelo autor na área de estudo.

## Índice de Nomes Científicos

<i>Abrus precatorius</i> L. ....	11
<i>Allagoptera brevicalyx</i> Moraes .....	6
<i>Alternanthera littoralis</i> var. <i>maritima</i> (Mart.) Pedersen .....	4
<i>Anacardium occidentale</i> L. ....	4
<i>Andira nitida</i> Mart. Ex Benth. ....	12
<i>Anthurium affine</i> Schott .....	5
<i>Bactris soeiroana</i> Noblick ex A.J.Hend. ....	6
<i>Blutaparon portulacoides</i> (A.St.-Hil.) Mears .....	4
<i>Byrsonima sericea</i> DC. ....	15
<i>Calycolpus legrandii</i> Mattos .....	15
<i>Canavalia rosea</i> (Sw.) DC. ....	12
<i>Cereus fernambucensis</i> Lem. ....	8
<i>Chamaecrista ramosa</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby.....	12
<i>Chrysobalanus icaco</i> L. ....	8
<i>Clusia</i> sp .....	9
<i>Clusia nemorosa</i> G.Mey. ....	9
<i>Coccoloba alnifolia</i> Casar. ....	18
<i>Commelina benghalensis</i> L. ....	10
<i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl .....	9
<i>Davilla flexuosa</i> A.St.-Hil. ....	11
<i>Diospyros duartei</i> Cavalcante .....	11
<i>Emmotum affine</i> Miers .....	14
<i>Esenbeckia grandiflora</i> Mart. ....	19
<i>Eugenia</i> sp.....	16
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> L. ....	11
<i>Guapira pernambucensis</i> (Casar.) Lundell.....	17
<i>Guettarda platypoda</i> DC. ....	19
<i>Hirtella ciliata</i> Mart. & Zucc. ....	9
<i>Hohenbergia littoralis</i> L.B.Sm. ....	7
<i>Humiria balsamifera</i> var. <i>parvifolia</i> (Juss.) Cuatr. ....	14
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. ....	12
<i>Ipomoea imperati</i> (Vahl) Griseb. ....	10
<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.) R.Br. ....	10
<i>Mandevilla scabra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.Schum. ....	5
<i>Manilkara salzmanii</i> (A.DC.) H.J.Lam. ....	20
<i>Mitracarpus eichleri</i> K.Schum.....	19
<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg .....	16
<i>Panicum racemosum</i> (P. Beauv.) Spreng. ....	17
<i>Paspalum vaginatum</i> Sw. ....	18
<i>Passiflora foetida</i> L. ....	17
<i>Pilosocereus catingicola</i> subsp. <i>salvadorensis</i> (Werderm.) Zappi .....	8
<i>Poecilanthe itapuana</i> G.P.Lewis .....	13
<i>Polygala cyparissias</i> A.St.-Hil. & Moq. ....	18
<i>Protium bahianum</i> Daly .....	8
<i>Psidium guineense</i> Sw. ....	16
<i>Psidium oligospermum</i> Mart. ex DC. ....	16
<i>Remirea maritima</i> Aubl. ....	10
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer.....	14

<i>Scaevola plumieri</i> (L.) Vahl .....	13
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi .....	5
<i>Senna phlebadenia</i> H.S.Irwin & Barneby .....	13
<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L. ....	4
<i>Simaba floribunda</i> A.St.-Hil. ....	20
<i>Smilax rufescens</i> Griseb. ....	20
<i>Sophora tomentosa</i> L. ....	13
<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski .....	7
<i>Stenotaphrum secundatum</i> (Walter) Kuntze .....	18
<i>Stigmaphyllon ciliatum</i> (Lam.) A. Juss. ....	15
<i>Suriana maritima</i> L. ....	20
<i>Syagrus coronata</i> (Mart.) Becc. ....	6
<i>Syagrus schizophylla</i> (Mart.) Glassman .....	6
<i>Tabebuia elliptica</i> (DC.) Sandwith .....	7
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl. ....	5
<i>Tilesia baccata</i> (L.f.) Pruski .....	7
<i>Tocoyena bullata</i> (Vell.) Mart. ....	19
<i>Vanilla palmarum</i> (Salzm. ex Lindl.) Lindl.....	17
<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng .....	14
<i>Waltheria cinerescens</i> A.St.-Hil. ....	15



Família: Aizoaceae  
 Espécie: *Sesuvium portulacastrum* (L.) L.  
 Nome Comum: beldroega-da-praia  
 Hábito: Herbácea reptante  
 Distribuição: Cosmopolita  
 Propagação: Estacas



Família: Amaranthaceae  
 Espécie: *Alternanthera littoralis* var. *maritima* (Mart.) Pedersen  
 Nome Comum: alternantera-da-praia  
 Hábito: Herbácea reptante  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Divisão da planta com ramos enraizados



Família: Amaranthaceae  
 Espécie: *Blutaparon portulacoides* (A.St.-Hil.) Mears  
 Nome Comum: portulaca  
 Hábito: Herbácea reptante  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Estacas



Família: Anacardiaceae  
 Espécie: *Anacardium occidentale* L.\*  
 Nome Comum: cajueiro  
 Hábito: Árvore  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Anacardiaceae  
 Espécie: *Schinus terebinthifolia* Raddi  
 Nome Comum: aroeira-da-praia  
 Hábito: Árvore  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Anacardiaceae  
 Espécie: *Tapirira guianensis* Aubl.  
 Nome Comum: pau-pombo  
 Hábito: Árvore  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Apocynaceae  
 Espécie: *Mandevilla scabra* (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.Schum.  
 Nome Comum: alamanda  
 Hábito: Trepadeira / Liana  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Estacas



Família: Araceae  
 Espécie: *Anthurium affine* Schott  
 Nome Comum: antúrio-da-restinga  
 Hábito: Herbácea  
 Distribuição: Endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



**Família:** Arecaceae  
**Espécie:** *Allagoptera brevicalyx* Moraes\*  
**Nome Comum:** caxulé  
**Hábito:** Palmeira  
**Distribuição:** Endêmica do BR (litoral norte – BA, SE)  
**Propagação:** Sementes



**Família:** Arecaceae  
**Espécie:** *Bactris soeiroana* Noblick ex A.J.Hend.  
**Nome Comum:** mané-velho  
**Hábito:** Palmeira  
**Distribuição:** Endêmica do BR (litoral norte - BA)  
**Propagação:** Sementes



**Família:** Arecaceae  
**Espécie:** *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.  
**Nome Comum:** licuri  
**Hábito:** Palmeira  
**Distribuição:** Endêmica do BR (MG, BA, SE, AL, PE)  
**Propagação:** Sementes



**Família:** Arecaceae  
**Espécie:** *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glassman  
**Nome Comum:** licurioba  
**Hábito:** Palmeira  
**Distribuição:** Endêmica do BR (BA, SE, AL, PE)  
**Propagação:** Sementes



Família: Asteraceae

Espécie: *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski

Nome Comum: vedélia

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Estacas



Família: Asteraceae

Espécie: *Tilesia baccata* (L.f.) Pruski

Nome Comum: margarida

Hábito: Arbusto

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Bignoniaceae

Espécie: *Tabebuia elliptica* (DC.) Sandwith\*

Nome Comum: ipê-branco

Hábito: Arvoreta

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Bromeliaceae

Espécie: *Hohenbergia littoralis* L.B.Sm.\*

Nome Comum: gravatá

Hábito: Herbácea

Distribuição: Endêmica do BR (BA)

Propagação: Sementes e brotações laterais



Família: Burseraceae

Espécie: *Protium bahianum* Daly\*

Nome Comum: amescla-da-praia

Hábito: Arvoreta

Distribuição: Endêmica do BR (BA, SE)

Propagação: Sementes



Família: Cactaceae

Espécie: *Cereus fernambucensis* Lem.

Nome Comum: mandacaru

Hábito: Arbusto

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Estacas



Família: Cactaceae

Espécie: *Pilosocereus cattingicola* subsp. *salvadorensis* (Werderm.) Zappi\*

Nome Comum: xique-xique

Hábito: Subarbusto

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Estacas



Família: Chrysobalanaceae

Espécie: *Chrysobalanus icaco* L.

Nome Comum: guajirú

Hábito: Arbusto

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes, estacas, alporquia



Família: Chrysobalanaceae  
 Espécie: *Hirtella ciliata* Mart. & Zucc.  
 Nome Comum: quifofó  
 Hábito: Arvoreta  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Capparaceae  
 Espécie: *Cynophalla flexuosa* (L.) J. Presl  
 Nome Comum: feijão-de-boi  
 Hábito: Arbusto  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Clusiaceae  
 Espécie: *Clusia nemorosa* G. Mey. \*  
 Nome Comum: clúsia  
 Hábito: Árvore  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Clusiaceae  
 Espécie: *Clusia* sp.\*  
 Nome Comum: clúsia  
 Hábito: Árvore  
 Distribuição:  
 Propagação: Sementes



Família: Commelinaceae  
 Espécie: *Commelina benghalensis* L.  
 Nome Comum: comelina  
 Hábito: Herbácea reptante  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes e estacas



Família: Convolvulaceae  
 Espécie: *Ipomoea imperati* (Vahl) Griseb.  
 Nome Comum: jitirana  
 Hábito: Herbácea reptante  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Estacas



Família: Convolvulaceae  
 Espécie: *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.  
 Nome Comum: salsa-da-praia  
 Hábito: Herbácea reptante  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Estacas



Família: Cyperaceae  
 Espécie: *Remirea maritima* Aubl.  
 Nome Comum: pinheirinho-da-praia  
 Hábito: Herbácea reptante  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Estolões enraizados



Família: Dilleniaceae

Espécie: *Davilla flexuosa* A.St.-Hil.

Nome Comum: cipó-de-fogo

Hábito: Trepadeira / Liana

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Ebenaceae

Espécie: *Diospyros duartei* Cavalcante

Nome Comum: cabeleira

Hábito: Arbusto

Distribuição: Endêmica do BR (ES, BA, SE, AL)

Propagação: Sementes



Família: Euphorbiaceae

Espécie: *Euphorbia hyssopifolia* L.

Nome Comum: burra-leiteira

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Abrus precatorius* L.

Nome Comum: olho-de-pombo

Hábito: Trepadeira / Liana

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Andira nitida* Mart. Ex Benth.

Nome Comum: angelim

Hábito: Árvore

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Canavalia rosea* (Sw.) DC.

Nome Comum: feijão-da-praia

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Chamaecrista ramosa* (Vogel) H.S.Irwin & Barneby\*

Nome Comum: camecrista

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Inga laurina* (Sw.) Willd.

Nome Comum: ingá-da-restinga

Hábito: Arbusto

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Poecilanthe itapuana* G.P.Lewis\*

Nome Comum: coração-de-negro

Hábito: Arvoreta

Distribuição: Endêmica do BR (litoral norte - BA)

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Senna phlebadenia* H.S.Irwin & Barneby

Nome Comum: flor-de-são-joão

Hábito: Arbusto

Distribuição: Endêmica do BR (BA, SE, AL, PE, RN)

Propagação: Sementes



Família: Fabaceae

Espécie: *Sophora tomentosa* L.

Nome Comum: comandaiba

Hábito: Arbusto

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Goodeniaceae

Espécie: *Scaevola plumieri* (L.) Vahl

Nome Comum: scaevola

Hábito: Arbusto

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes, ramos enraizados



**Família:** Humiriaceae

**Espécie:** *Humiria balsamifera* var. *parvifolia* (Juss.) Cuatr.

**Nome Comum:** umiri-de-cheiro

**Hábito:** Arbusto

**Distribuição:** Não é endêmica do BR

**Propagação:** Sementes



**Família:** Icacinaceae

**Espécie:** *Emmotum affine* Miers\*

**Nome Comum:** aderno-da-praia

**Hábito:** Arvoreta

**Distribuição:** Endêmica do BR (ES, BA, SE, AL, PE, PB)

**Propagação:** Sementes



**Família:** Lamiaceae

**Espécie:** *Rhaphiodon echinus* Schauer

**Nome Comum:** lavanda-da-praia

**Hábito:** Herbácea reptante

**Distribuição:** Endêmica do BR

**Propagação:** Estacas



**Família:** Lamiaceae

**Espécie:** *Vitex cymosa* Bertero ex Spreng.

**Nome Comum:** tarumeira

**Hábito:** Arvoreta

**Distribuição:** Não é endêmica do BR

**Propagação:** Sementes



Família: Malpighiaceae  
 Espécie: *Byrsonima sericea* DC.  
 Nome Comum: muricí  
 Hábito: Árvore  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Malpighiaceae  
 Espécie: *Stigmaphyllon ciliatum* (Lam.) A. Juss.  
 Nome Comum: cipó-amarelo  
 Hábito: Trepadeira / Liana  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Malvaceae  
 Espécie: *Waltheria cinerescens* A.St.-Hil.  
 Nome Comum: carrapicho  
 Hábito: Arbusto  
 Distribuição: Endêmica do BR (MG, BA)  
 Propagação: Sementes



Família: Myrtaceae  
 Espécie: *Calycolpus legrandii* Mattos  
 Nome Comum: araçari  
 Hábito: Arbusto  
 Distribuição: Endêmica do BR (BA, SE, AL)  
 Propagação: Sementes



Família: Myrtaceae  
 Espécie: *Eugenia* sp  
 Nome Comum: murta-redonda  
 Hábito: Arbusto  
 Distribuição:  
 Propagação: Sementes



Família: Myrtaceae  
 Espécie: *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg  
 Nome Comum: cambuí  
 Hábito: Arbusto  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Myrtaceae  
 Espécie: *Psidium guineense* Sw.  
 Nome Comum: araçá-da-praia  
 Hábito: Arbusto  
 Distribuição: Não é endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Myrtaceae  
 Espécie: *Psidium oligospermum* Mart. ex DC.  
 Nome Comum: araçá-de-ovelha  
 Hábito: Arbusto  
 Distribuição: Endêmica do BR  
 Propagação: Sementes



Família: Nyctaginaceae

Espécie: *Guapira pernambucensis* (Casar.) Lundell

Nome Comum: guapira

Hábito: Arbusto

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Orchidaceae

Espécie: *Vanilla palmarum* (Salzm. ex Lindl.) Lindl.

Nome Comum: baunilha

Hábito: Trepadeira / Liana

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Estacas



Família: Passifloraceae

Espécie: *Passiflora foetida* L.

Nome Comum: poca-poca

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Poaceae

Espécie: *Panicum racemosum* (P. Beauv.) Spreng.

Nome Comum: capim-das-dunas

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Divisão de touceira



Família: Poaceae

Espécie: *Paspalum vaginatum* Sw.

Nome Comum: grama-da-praia

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Divisão de touceira



Família: Poaceae

Espécie: *Stenotaphrum secundatum* (Walter) Kuntze

Nome Comum: grama-santo-agostinho

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Estolões enraizados



Família: Polygalaceae

Espécie: *Polygala cyparissias* A.St.-Hil. & Moq.

Nome Comum: timutu

Hábito: Herbácea reptante

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Polygonaceae

Espécie: *Coccoloba alnifolia* Casar. \*

Nome Comum: bugí

Hábito: Arbusto

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



**Família:** Rubiaceae

**Espécie:** *Guettarda platypoda* DC.

**Nome Comum:** angélica

**Hábito:** Arbusto

**Distribuição:** Endêmica do BR

**Propagação:** Sementes



**Família:** Rubiaceae

**Espécie:** *Mitracarpus eichleri* K.Schum.

**Nome Comum:** carqueja-miúda

**Hábito:** Herbácea reptante

**Distribuição:** Endêmica do BR (RJ, ES, BA, RN)

**Propagação:** Sementes



**Família:** Rubiaceae

**Espécie:** *Tocoyena bullata* (Vell.) Mart.

**Nome Comum:** genipapinho

**Hábito:** Arbusto

**Distribuição:** Endêmica do BR

**Propagação:** Sementes



**Família:** Rutaceae

**Espécie:** *Esenbeckia grandiflora* Mart.

**Nome Comum:** mucambo

**Hábito:** Arbusto

**Distribuição:** Não é endêmica do BR

**Propagação:** Sementes



Família: Sapotaceae

Espécie: *Manilkara salzmanii* (A.DC.) H.J.Lam.\*

Nome Comum: maçaranduba-da-praia

Hábito: Árvore

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Simaroubaceae

Espécie: *Simaba floribunda* A.St.-Hil.

Nome Comum: caboatã-de-leite

Hábito: Arbusto

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Smilacaceae

Espécie: *Smilax rufescens* Griseb.

Nome Comum: uva-da-praia

Hábito: Trepadeira / Liana

Distribuição: Endêmica do BR

Propagação: Sementes



Família: Surianaceae

Espécie: *Suriana maritima* L.

Nome Comum: suriana

Hábito: Arbusto

Distribuição: Não é endêmica do BR

Propagação: Sementes