PLANO DE MANEJO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS DUNAS DE PARACURU

Projeto de Contenção do Avanço Dunar – Versão Final

Governador do Estado do Ceará
Camilo Sobreira de Santana

Secretário do Turismo
Arialdo de Mello Pinho

Secretário do Meio Ambiente
Artur José Vieira Bruno

Secretário Executivo
Fernando Bezerra

Secretária de Planejamento e Gestão Interna
Maria Dias Cavalcante

Coordenadora da Coordenadoria de Biodiversidade
Dóris Day Santos da Silva

Instituição Contratante:
Secretaria do Turismo do Estado do Ceará
Unidade de Gerenciamento de Projeto (UGP/PROINFTUR): Luiz Mauro Aragão Rosa

Instituição Executora:
Greentec Consultoria e Planejamento Ltda

Responsáveis Técnicos:
Eng. Florestal Eduardo Riberio Felizola – CREA/DF: 8.763/D
Eng. Florestal Rogério Henrique Vereza de Azevedo – CREA/DF: 10.570/D
Geógrafo Mailton Nogueira da Rocha

Comissão de Acompanhamento (SEMA):
Matheus Fernandes Martins (Gestor da UC e Coordenador da Comissão)
Leonardo Almeida Borralho
Tatianna Karinne Angelo Ferreira
Pedro Victor Moreira Cunha

Apoio (SEMA):
Roberta da Rocha Miranda
Rafaela Antunes de Queiroz
Kelven Pinheiro de Sousa

LISTA DE FIGURAS

Figura 1**:** Carta imagem de localização da APA das Dunas de Paracuru e limites municipais. 5
Figura 2**:** Avanço sedimentar sobre áreas urbanas. A) Localidade da Boca do Poço. B) Comunidade do Mocó..... 6
Figura 3**:** Soterramento da Rua Gabriel Ferreira Neri (estrada da Petrobrás).... 6
Figura 4**:** Assoreamento do reservatório hídrico Lagoa Grande e da estação de tratamento da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE). 7
Figura 5**:** Risco iminente de avanço sobre a granja na localidade de Campo Semente..... 7
Figura 6**:** Áreas prioritárias para contenção do avanço sedimentar eólico na APA das Dunas de Paracuru..... 9
Figura 7**:** "Quebra-ventos" gerados a partir do corte da folha de coqueiro..... 11
Figura 8**:** Disposição das palhas de coqueiro ("quebra-ventos"). Espaçamentos de referência para 1 hectare de superfície dunar..... 11
Figura 9**:** Plantio das espécies herbáceas (propágulos) e arbustivas (mudas) na duna. Espaçamentos de referência para 1 hectare de superfície. 15
Figura 10**:** Distribuição mensal das chuvas no Ceará entre os anos de 2010 a 2020. 16
Figura 11: Ilustração do trator com reboque agrícola para transporte das palhas, propágulos e mudas..... 17
Figura 12**:** Volume anual precipitado no município de Paracuru entre os anos de 2010 e 2020. 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1**:** Lista dos materiais, equipamentos e insumos necessários à execução do projeto de contenção..... 19
Tabela 2**:** O orçamento previsto para execução das ações do projeto de contenção..... 21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1**:** Lista das espécies vegetais de ocorrência local selecionadas para o plantio na superfície dunar. 13
Quadro 2**:** Cronograma de planejamento e execução do projeto de contenção. 22

SUMÁRIO

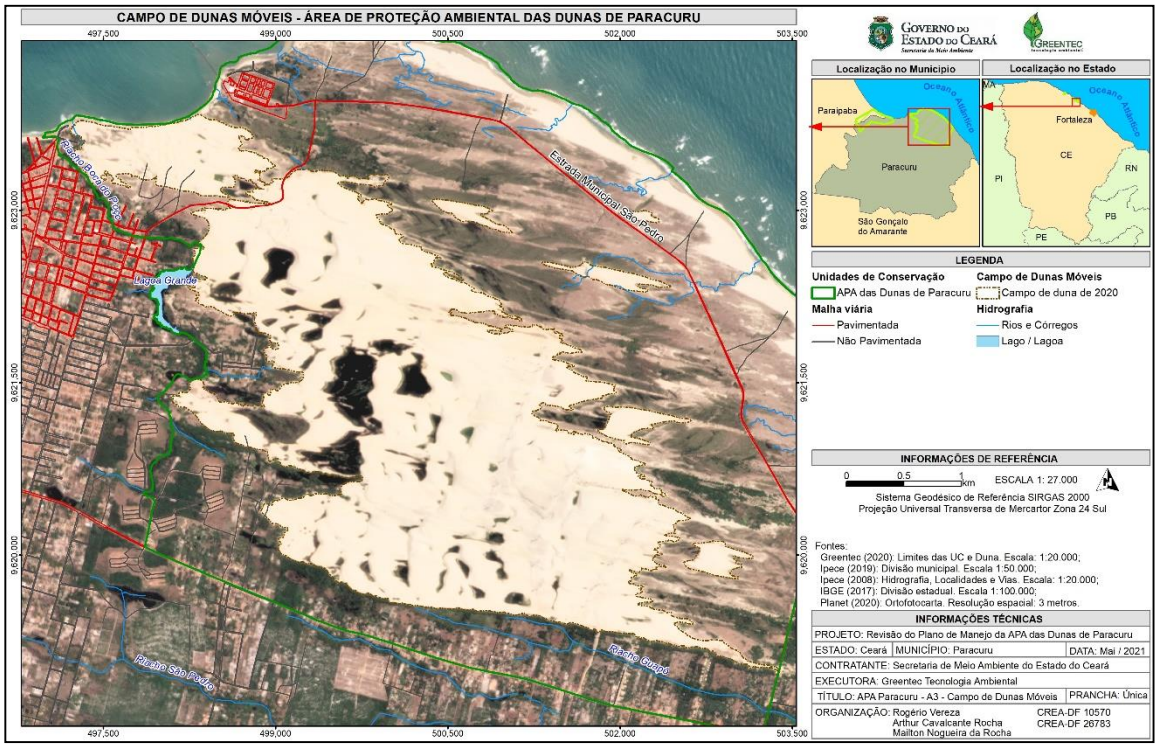
1. APRESENTAÇÃO 5
2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E EXECUTIVAS 8
2.1 Delimitação das áreas de interesse 8
2.2 Controle do avanço das dunas 10
2.3 Disposição de palhas de coqueiro (“quebra-ventos”) 10
2.4 Espécies vegetais selecionadas para o plantio 12
2.5 Plantio dos propágulos e mudas 14
2.6 Etapas do plantio 16
3. MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E INSUMOS 19
4. ORÇAMENTO PREVISTO 20
4.1 Cronograma de execução do projeto 21
4.1.1Etapa de Planejamento (pré-campo) 22
4.1.2 Etapa de Campo 22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 24

1. APRESENTAÇÃO

Esta etapa consiste na elaboração do Projeto Executivo de Contenção de trechos prioritários dos campos de dunas móveis na APA das Dunas de Paracuru. Para tanto, as estratégias de intervenção aqui apresentadas tomaram como base os estudos sobre a dinâmica dunar (diagnóstico e prognóstico do avanço) bem como o mapeamento das áreas de interesse.

A planície costeira do município de Paracuru é preenchida por extensos campos de dunas móveis cuja maior parte se insere dentro dos limites que compreendem a APA das Dunas de Paracuru, criada pelo Decreto nº 25.418, de 29 de março de 1999 (Figura 1).

Figura 1**:** Carta imagem de localização da APA das Dunas de Paracuru e limites municipais.



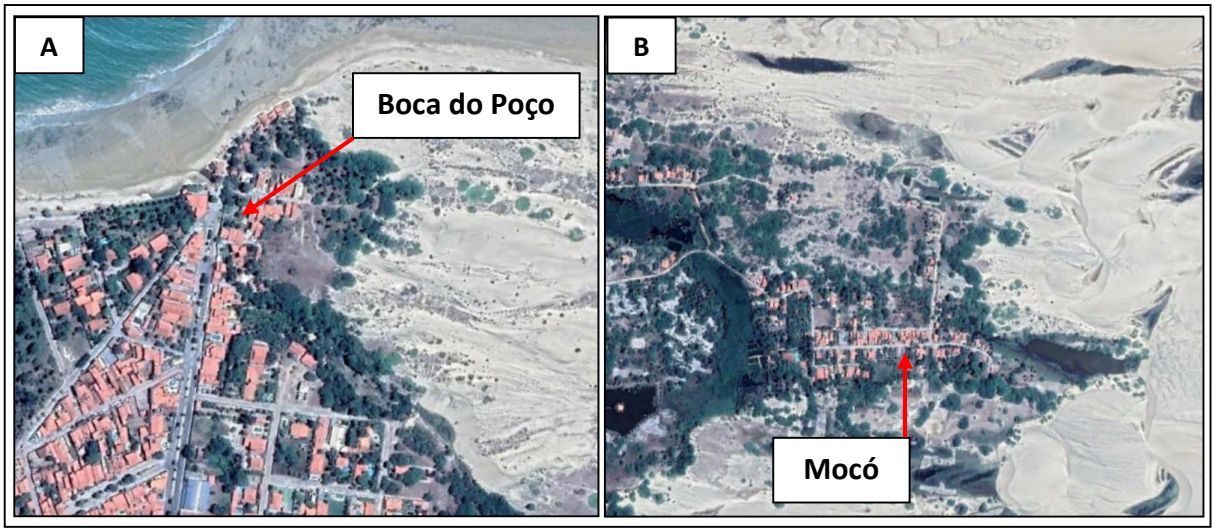
Fonte: Greentec (2021).

O grande volume de areia associado à forte dinâmica eólica confere elevado grau de transporte sedimentar a essas dunas. Tal fato vem tornando alvo de preocupação por parte dos moradores do município e da gestão pública local, em virtude do avanço e soterramento de recursos naturais e equipamentos urbanos, sendo os pontos mais críticos:

- Soterramento de residências na comunidade Boca do Poço e Mocó (Figura 2);
- Avanço sobre a via de acesso que liga à sede da cidade ao píer de atracação da PETROBRAS e às praias a leste do pontal de Paracuru (Figura 3);

- Assoreamento da Lagoa Grande e soterramento da estação de captação hídrica da CAGECE (Figura 4);
- Risco de avanço sobre áreas de produção de granja na localidade de Campo Semente (Figura 5);

Figura 2**:** Avanço sedimentar sobre áreas urbanas. A) Localidade da Boca do Poço. B) Comunidade do Mocó.

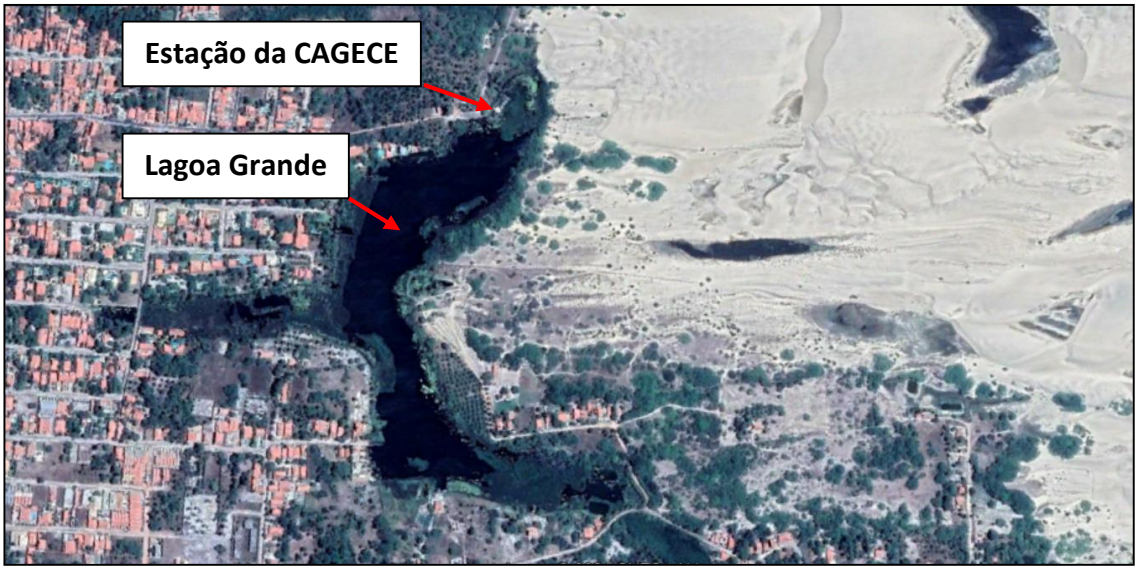


Fonte: Google Earth (2019).

Figura 3**:** Soterramento da Rua Gabriel Ferreira Neri (estrada da Petrobrás).

Fonte: Google Earth (2019).

Figura 4**:** Assoreamento do reservatório hídrico Lagoa Grande e da estação de tratamento da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE).



Fonte: Google Earth (2019).

Figura 5**:** Risco iminente de avanço sobre a granja na localidade de Campo Semente

Fonte: Google Earth (2019).

O objetivo do presente projeto é estabelecer métodos de **contenção** das dunas por meio do plantio de mudas nativas nos trechos prioritários, que compreendem uma área aproximada de 102 hectares. Nas demais áreas, devem ser adotadas medidas de conservação e manejo das dunas, tendo em vista sua importância na manutenção da dinâmica sedimentar costeira.

Para tanto, o projeto de contenção deve contar com uma equipe técnica multidisciplinar que inclua pesquisadores acadêmicos e representantes de órgãos gestores estaduais e municipais, bem como inclua a participação de representantes populares e demais segmentos da sociedade civil.

Apesar do novo código florestal não classificar as dunas móveis como área de preservação permanente (APP), e sim a vegetação de restinga fixadora de

dunas, o trabalho de fixação de trechos do campo de dunas móveis de Paracuru deverá obter a concessão da licença ambiental específica para este fim, encaminhando-se todos os estudos necessários para avaliação dos órgãos ambientais competentes.

Desta forma, o presente projeto descreve as etapas técnico-operacionais para o plantio nas dunas e indica quais as espécies vegetais a serem introduzidas por hectare; qual o espaçamento entre as mudas e qual período do ano deve ser realizado o plantio. Em seguida, são apresentados o cronograma com planejamento das ações em cada etapa do projeto de contenção, a planilha de materiais e equipamentos e a planilha orçamentária[1] dos custos.

2. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E EXECUTIVAS

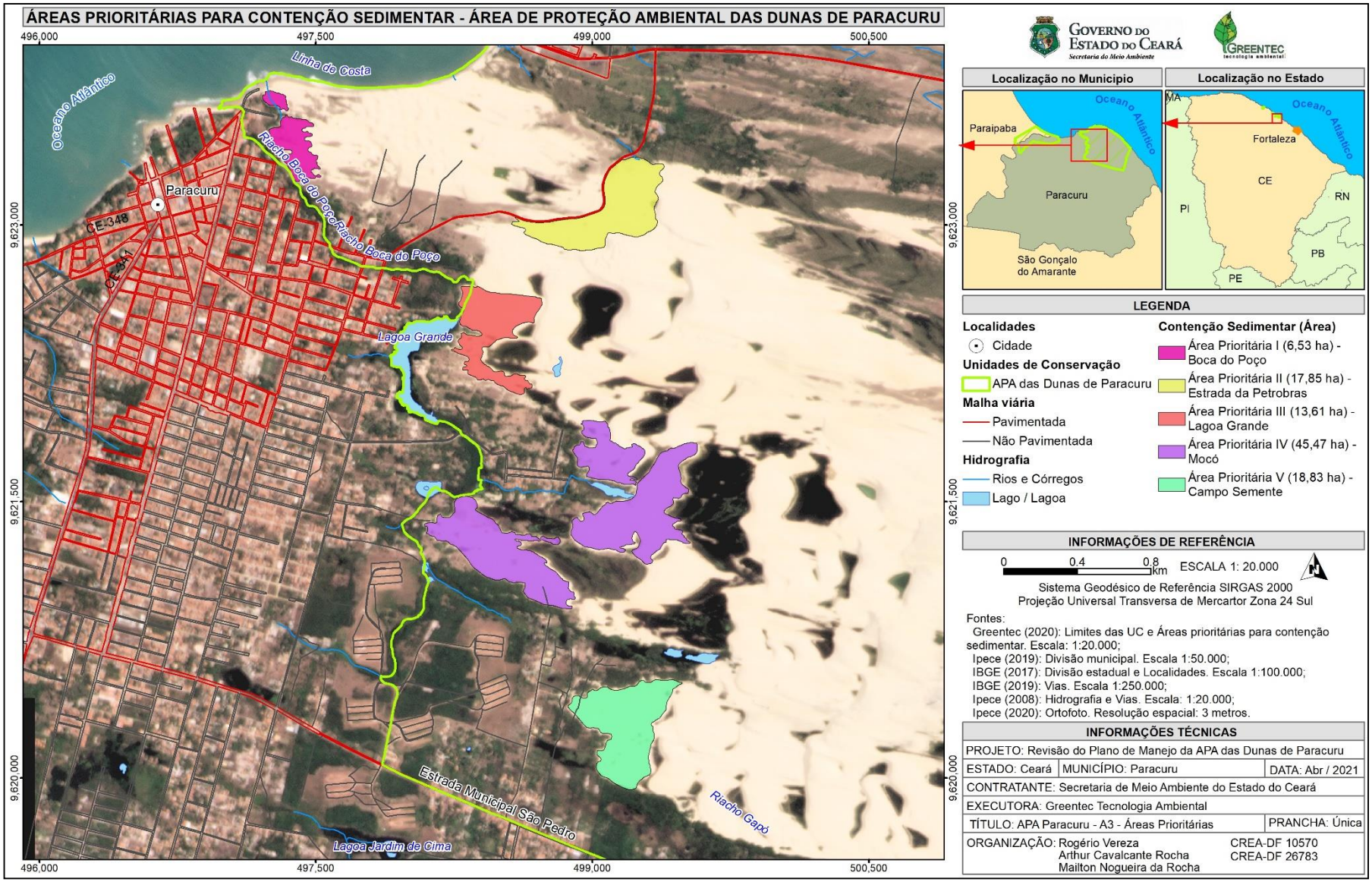
2.1 Delimitação das áreas de interesse

A delimitação das áreas de interesse tomou como referência principalmente os setores urbanizados com certo grau de ocupação e o entorno da Lagoa Grande, pela relevância estratégica desse recurso natural no abastecimento hídrico da cidade. A figura 6 mostra a delimitação das áreas prioritárias para contenção do avanço sedimentar eólico na APA das Dunas de Paracuru.

Do ponto de vista espacial e para fins metodológicos, a determinação dos limites das áreas prioritárias para contenção na APA das Dunas de Paracuru foi estabelecida a partir do imageamento orbital (satélite) e aéreo (drone), além de mapeamentos em campo por GPS (Sistema de Posicionamento Global). Para tanto, levou-se em consideração a morfologia local dos campos dunares, a partir da organização das cristas e das superfícies de sopro (flanco dorsal).

[1] O orçamento deste projeto de contenção tomou como base o cálculo dos custos para o plantio em 1 hectare. Além disso, o desembolso aqui apresentado é apenas uma estimativa, tendo em vista que os valores apresentados na planilha podem sofrer variações com o tempo.

Figura 6**:** Áreas prioritárias para contenção do avanço sedimentar eólico na APA das Dunas de Paracuru.



Fonte: Greentec (2021).

2.2 Controle do avanço das dunas

O controle do avanço das dunas em Paracuru deverá ser feito através do plantio de mudas numa área aproximada de **102 hectares**[2] compreendendo trechos cujo deslocamento sedimentar vem oferecendo riscos às comunidades costeiras e aos equipamentos urbanos do município. O fundamento básico do plantio nas dunas é fixar as areias através do desenvolvimento das espécies nativas, minimizando deste modo, o deslocamento dos sedimentos pelo vento. Outras pesquisas, por exemplo, avaliam a utilização de telas para a fixação de dunas e proteção do solo, conforme destaca Lima (2018).

A literatura reúne trabalhos sobre a recuperação e reflorestamento de dunas frontais, cabendo destacar os trabalhos de Tabajara e Martins (2000); Emerim (2003); Damaso (2009); Tabajara e Weschebfelder (2011) e Bessette *et al.* (2018). Entretanto, estudos que abordam metodologias para contenção do avanço das dunas através do plantio de vegetação ainda são pouco difundidos.

Analisando a eficácia de plantas herbáceas na fixação de dunas, Silva *et al.* (2006) identificaram que as espécies nativas do litoral se mostram uma boa alternativa tendo em vista a fácil adaptação às condições de temperatura, precipitação e salinidade.

2.3 Disposição de palhas de coqueiro (“quebra-ventos”)

Para que as mudas se desenvolvam sobre as dunas, é necessário que haja a proteção da superfície contra a ação eólica. Alguns atores locais em Paracuru têm utilizado restos de podas de árvores como barreira mecânica, entretanto a disposição das palhas de coqueiro se mostra mais eficaz tendo em vista sua maior resistência ao sol.

A instalação de palhas de coqueiros (*Cocos nucifera)* funciona como barreiras mecânicas que diminuem a velocidade dos ventos e dificultam o transporte sedimentar. Assim, as mudas não correm o risco de soterramento durante seu desenvolvimento.

Os “quebra-ventos” aqui considerados são cortes da folha do coqueiro que deverão ser dispostos lado a lado na superfície da duna e em sentido único, distante 20 cm um dos outros. Cada “quebra-vento”[3] deve medir 1 metro de tamanho, dos quais 30 cm serão fincados na duna (ver Figura 7). Seu arranjo deve ser disposto no dorso da duna (superfície de sopro) para que a contenção se torne mais eficaz.

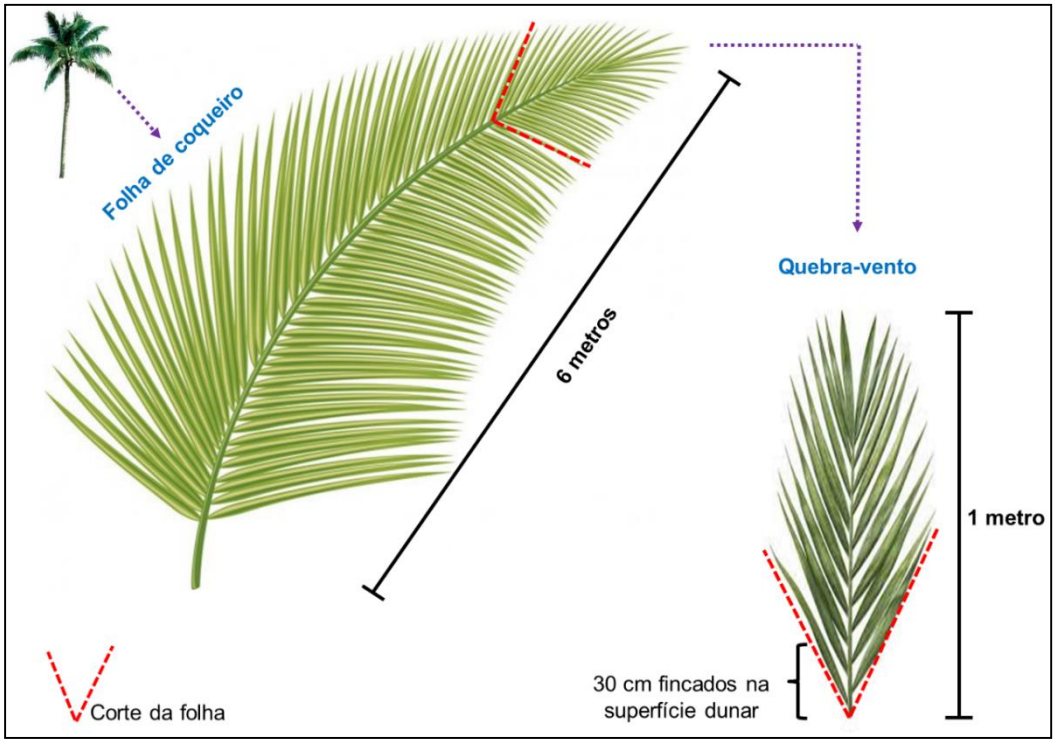
Cada hectare deve possuir aproximadamente 4.167 (quatro mil cento e sessenta e sete) palhas, segmentadas em 50 fileiras, com 100 metros de comprimento cada, e organizados linearmente de forma paralela com espaçamento de 2

[2] **Área prioritária I**: 6,53 ha (Boca do Poço). **Área prioritária II**: 17,85 ha (estrada da Petrobrás). **Área prioritária III:** 13,61 ha (Lagoa Grande). **Área prioritária IV:** 45,47 ha (Mocó). **Área prioritária V:** 18,83 ha (Campo Semente).

[3] Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC), uma folha madura de um coqueiro possui aproximadamente 6 metros de comprimento (PASSOS, 2010). Portanto, cada folha pode ser seccionada em seis “quebra-ventos”.

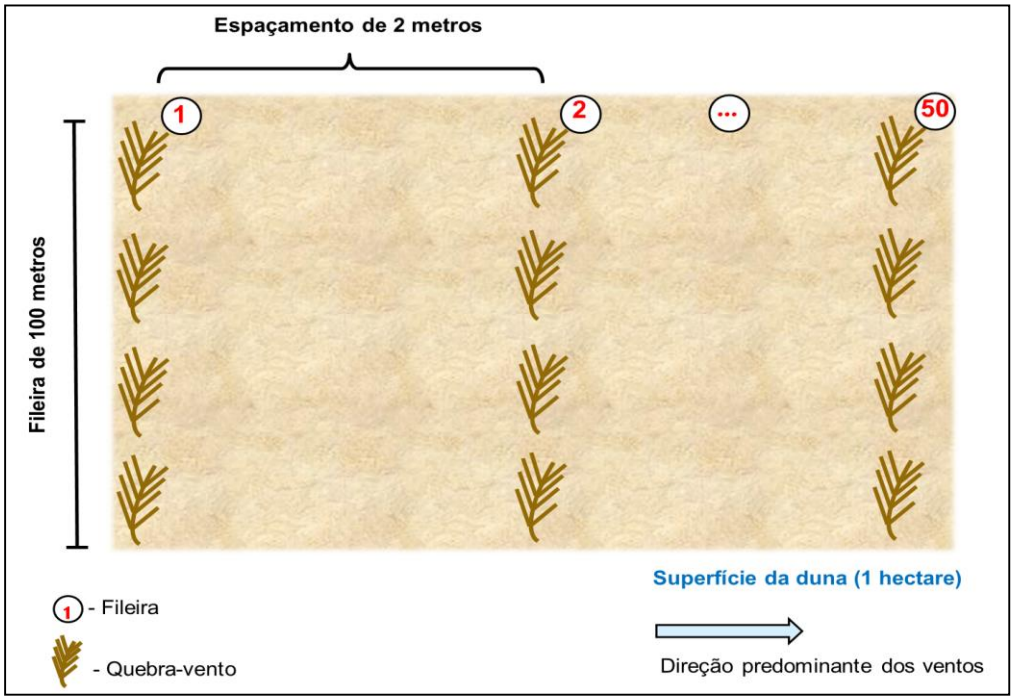
metros entre as filas, conforme mostra a figura 8. Cada fileira de “quebra-ventos” deve ser disposta de forma perpendicular em relação à direção predominante de incidência dos ventos.

Figura 7**:** “Quebra-ventos” gerados a partir do corte da folha de coqueiro.



Fonte: Greentec (2021).

Figura 8**:** Disposição das palhas de coqueiro (“quebra-ventos”). Espaçamentos de referência para 1 hectare de superfície dunar.



Fonte: Greentec (2021).

2.4 Espécies vegetais selecionadas para o plantio

A fixação natural de duna móveis constitui-se, do ponto de vista ecológico, em um processo de sucessão primária. Nesse processo, a deposição de sedimentos pelo vento estabelece um substrato praticamente desprovido de formas de vida que se constitui em um ambiente inóspito. Isso se deve a condições estressantes (ex: temperatura, vento intenso) e escassez de recursos (ex: falta de nutrientes minerais e baixa retenção de água).

No processo de sucessão primária, algumas espécies vegetais adaptadas a essas características restritivas são capazes de se estabelecer nesses ambientes, a partir do momento em que algum agente biótico ou abiótico transporte suas sementes para os sedimentos recém depositados. Essas espécies, denominadas pioneiras, promovem a fixação inicial dos sedimentos e algum enriquecimento de nutrientes nos sedimentos, facilitando o estabelecimento de outras espécies, ditas secundárias, que levam adiante o processo de fixação dos sedimentos e facilitação do estabelecimento de outras espécies. Essa dinâmica de chegada de espécies, facilitação e estabelecimento de outras espécies culmina na fixação de dunas pela vegetação, destacam Doing (1985), Olff (1993) e Miller *et al.* (2009).

Seguindo a lógica desse processo, selecionamos espécies elegíveis para o plantio e fixação de dunas com base na ocorrência em unidades geoambientais observadas na APA da Dunas de Paracuru, que representam as fases iniciais do processo de fixação dos sedimentos transportados pelo vento. Além disso, classificamos, com base nas avaliações de campo, fase de sucessão primária a qual as espécies estariam associadas:

- Espécies consideradas pioneiras observadas estabelecidas em sedimentos de maior mobilidade;
- Espécies consideradas secundárias iniciais observadas em sedimentos com algum nível de estabilização por espécies pioneiras. Essa classificação pode auxiliar na escolha das estratégias para fixação de dunas, tanto em termos de seleção de locais, quanto do momento de plantio.

O plantio deve ocorrer envolvendo vegetações herbáceas, arbustivas/arbóreas. A escolha das espécies constitui a etapa inicial do processo e deve ser realizada antes do início dos trabalhos de campo. A tabela 1 mostra a relação das espécies, de ocorrência local, aptas para o plantio na superfície dunar.

Quadro 1**:** Lista das espécies vegetais de ocorrência local selecionadas para o plantio na superfície dunar.

Hábito	Família	Espécie	Nome Popular
Herbácea	Boraginaceae	*Euploca polyphylla*	-
Herbácea	Convolvulaceae	*Ipomoea asarifolia*	Salsa
Herbácea	Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Salsa-da-praia
Herbácea	Convolvulaceae	*Cyperus crassipes*	-
Herbácea	Convolvulaceae	*Fimbristylis cymosa*	-
Herbácea	Fabaceae-Caesalpinioidae	*Chamaecrista hispidula*	Melosa-da-praia
Herbácea	Fabaceae-Caesalpinioidae	*Crotalaria retusa*	Chocalho-de-cobra
Herbácea	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	Carrapicho
Herbácea	Poaceae	*Paspalum maritimum*	Capim-gengibre
Herbácea	Poaceae	*Sporobolus virginicus*	-
Herbácea	Rubiaceae	*Richardia grandiflora*	-
Herbácea	Violaceae	*Pombalia calceolaria*	Pepaconha
Herbácea	Cyperaceae	*Cyperus pedunculatus*	Pinheirinho-da-praia/ Remirea maritma/Barba-de-bode
Arbustiva	Rubiaceae	*Borreria verticillata*	Vassourinha-de-botão
Arbustiva	Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco*	Guajiru
Arbustiva	Convolvulaceae	*Jatropha mollissima*	Pinhão-bravo
Arbustiva	Fabaceae-Caesalpinioidae	*Indigofera microcarpa*	-
Arbórea	Anacardiaceae	*Anacardium occidentale*	Cajueiro
Arbórea	Boraginaceae	*Pilosocereus catingicola*	Cardeiro/Facheiro
Arbórea	Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Murici

Fonte: Greentec (2021).

As espécies herbáceas *Euploca polyphylla, Ipomoea asarifolia, Ipomoea pes-caprae, Cyperus crassipes, Fimbristylis cymosa, Chamaecrista hispidula, Crotalaria retusa, Cenchrus echinatus, Paspalum maritimum, Sporobolus virginicus, Richardia grandiflora, Pombalia calceolaria e Cyperus pedunculatus* são espécies que ocorrem naturalmente em região de dunas, conforme levantamentos florísticos realizados nesse tipo de ecossistema, o que ajuda no processo de contenção.

Quanto as espécies arbóreas, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), o murici (*Byrsonima crassifolia*), o guajirú (*Chrysobalanus icaco*) e a palma forrageira (*Opuntia cochenillifera*) apresentam-se como excelentes fixadoras de dunas, sendo utilizadas, por exemplo, na contenção do avanço sedimentar no município de Ilha Grande, no litoral do Piauí[4].

2.5 Plantio dos propágulos e mudas

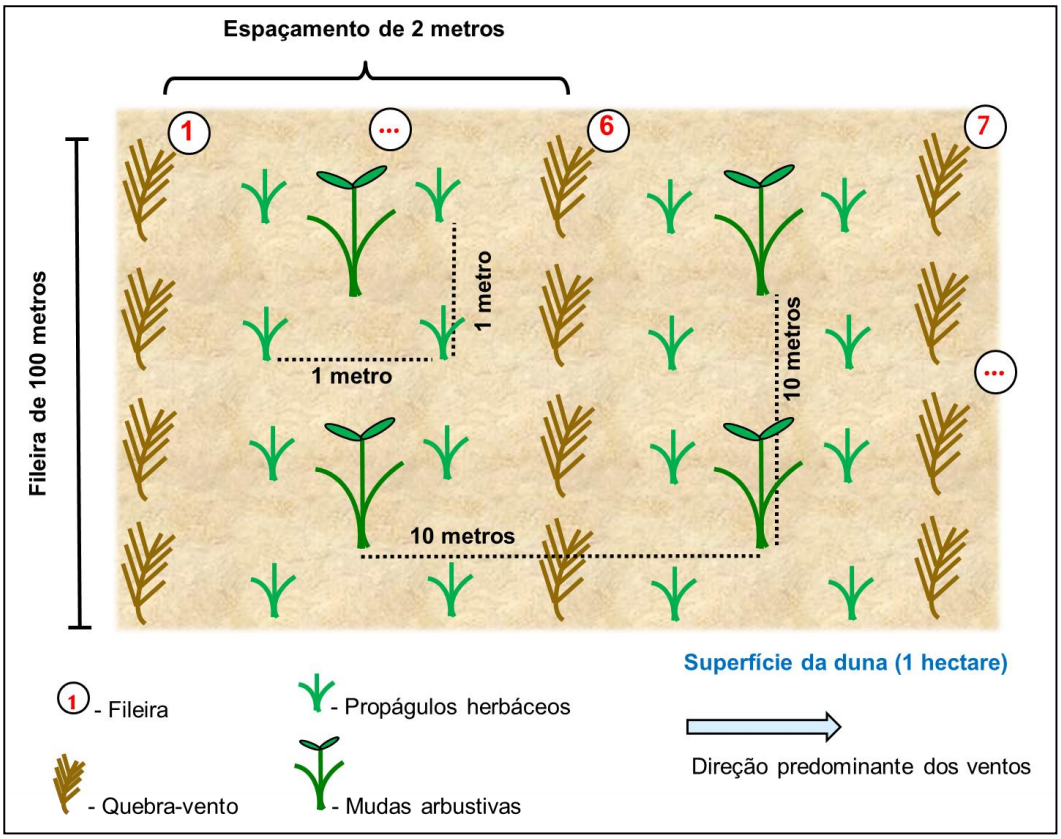
O plantio tem início com a coleta de material reprodutivo do tipo propágulos (estalão, estaca, brotação ou rebento) e mudas em quantidade necessária para promover a fixação dos trechos de dunas mapeados como prioritários. As espécies devem ser dispostas entre as fileiras dos “quebra-ventos”, de tal forma que possuam espaço suficiente para seu desenvolvimento.

Das espécies herbáceas serão necessários aproximadamente 10.000 (dez mil) propágulos por hectare, considerando o plantio com espaçamento de 1m x 1m. Quanto às espécies arbustivas, serão necessários 500 (quinhentas) mudas por hectare, que deverão ser plantadas com distância de 10 metros entre si (conforme elucida a Figura 9).

Os espaçamentos considerados no plantio foram adaptados do Manual Técnico de Produção de Mudas da Caatinga, elaborado pela Associação Caatinga (PEREIRA, 2011).

[4] Macambira *et al.* (2020).

Figura 9**:** Plantio das espécies herbáceas (propágulos) e arbustivas (mudas) na duna. Espaçamentos de referência para 1 hectare de superfície.



Fonte: Greentec (2021).

Pensando na geração de renda para as famílias locais, orienta-se que as espécies vegetais utilizadas no plantio sejam adquiridas de pequenos produtores agrícolas ou instituições parceiras localizadas na região, sobretudo dos que moram nos limites da APA das Dunas de Paracuru. A participação dos agricultores locais agrega valor socioeconômico ao projeto, pois incentiva a participação direta da comunidade e fomenta a responsabilidade ecológica e o cuidado com o meio ambiente.

Os Agricultores Parceiros serão os fornecedores dos propágulos e das mudas necessários ao plantio. Cada produtor deve dispor de um espaço amplo, arejado e com sistema de irrigação para que possam cultivar as espécies vegetais. O projeto prevê no seu desembolso a compra[5] das mudas e propágulos diretamente do agricultor parceiro.

Para tanto, a parceria deverá ser firmada (através de contrato) entre o produtor e a equipe técnica responsável pela execução do projeto, que por sua vez, deverá também realizar o acompanhamento e monitoramento das atividades.

Uma alternativa complementar para aquisição das espécies vegetais pode ser através de parcerias firmadas com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, por

[5] Os valores individuais estimados para a compra dos propágulos e das mudas estão expressos na planilha orçamentária.

meio da implantação de um viveiro de mudas no município de Paracuru (como parte da política ambiental do Ceará Sustentável).

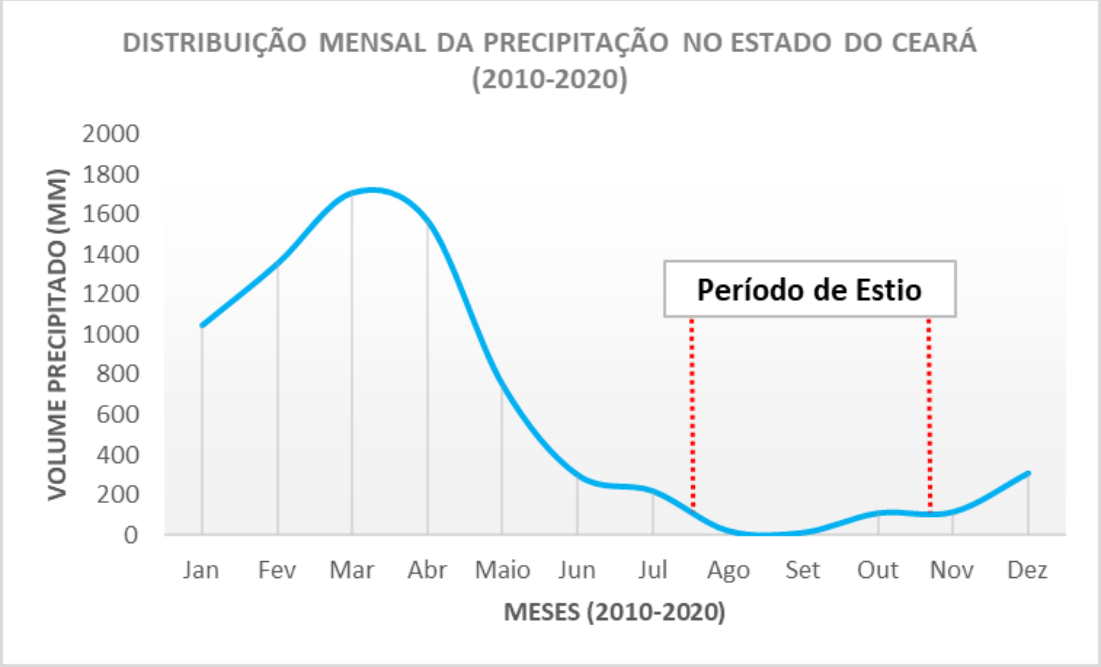
Além disso, o projeto também fornecerá substrato de fibra de coco para cada agricultor parceiro. A utilização da casca do coco como substrato agrícola tem se mostrado muito efetivo no plantio, conforme apontam Carrijo *et al.* (2002) e Rosa *et al.* (2002). No caso da superfície dunar, a fibra de coco compensará a textura arenosa e a baixa agregação de partículas do solo.

2.6 Etapas do plantio

As ações de contenção envolvem primeiramente a fase de preparo do terreno através da disposição dos “quebra-ventos” e, num segundo momento, a fase de plantio das espécies herbáceas e arbustivas.

As etapas de cada ação devem ocorrer mediante às características hidroclimáticas do local. Assim como o Estado do Ceará, o município de Paracuru possui uma sazonalidade climática caracterizada por dois períodos distintos: o chuvoso (concentrado no primeiro semestre do ano, sobretudo entre fevereiro e maio) e o quente-seco (estio), atuante no segundo semestre do ano, até meados de novembro (CEARÁ, 2021). O gráfico da Figura 10 mostra a distribuição mensal da precipitação no Ceará entre 2010 e 2020.

Figura 10**:** Distribuição mensal das chuvas no Ceará entre os anos de 2010 a 2020.

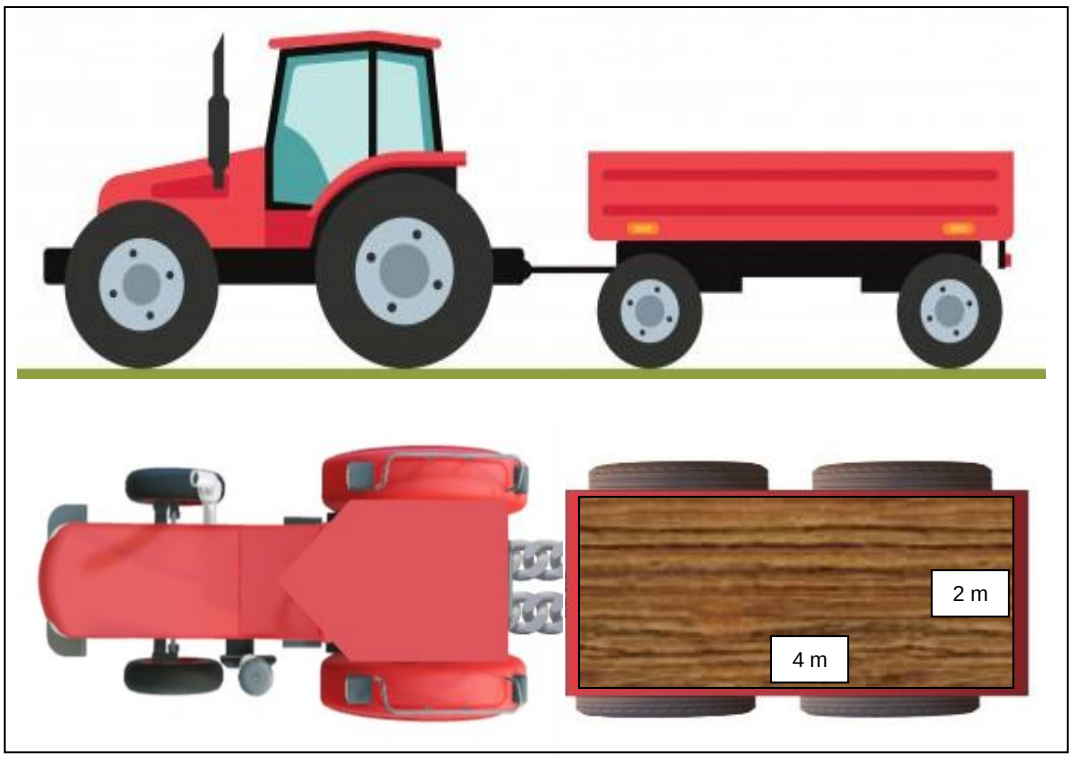


Fonte: Ceará (2021).

Desta forma, a implantação das barreiras artificiais (“quebra-ventos”) deve ocorrer no mês de dezembro (durante a pré-estação chuvosa), pois a superfície mais úmida facilitará a penetração das palhas no terreno. O tempo estimado para esta ação nos 102 hectares de contenção é de 20 dias, considerando que 100 trabalhadores finalizam 5 hectares por dial, ou seja, 20 pessoas por hectare.

Para o transporte das palhas e das plantas sugere-se o uso de um trator de pequeno porte com reboque[6] agrícola (Figura 11), pois sua tração permite melhor deslocamento na superfície arenosa da duna.

Figura 11: Ilustração do trator com reboque agrícola para transporte das palhas, propágulos e mudas.



Fonte: Greentec (2021)

Em campo, os trabalhadores serão organizados em 3 grupos por cada hectare. O primeiro fará o descarregamento das folhas de coqueiro do veículo transportador, enquanto o segundo se responsabilizará pelo corte dos “quebra-ventos”, que serão fincados na superfície dunar pelo terceiro grupo.

O plantio efetivo da vegetação (propágulos e mudas fertilizados com a fibra do coco) deve acontecer no mês de janeiro do ano consecutivo ao início do projeto, de modo que as plantas já estejam fixadas nas dunas em fevereiro (mês que marca o início das chuvas no município). Estima-se que o plantio total nas áreas prioritárias também deva ser findado em aproximadamente 20 dias, (considerando o mesmo efetivo de 20 trabalhadores/hectares/dia).

Pensando na logística operacional durante a fase do plantio, os trabalhadores de campo, também organizados em grupos, deverão dividir suas tarefas. A

[6] É possível transportar 1.042 palhas de coqueiro por trecho. Serão 20 translados por dia para contemplar 5 hectares, ou seja, 4 viagens/hectare.

primeira equipe (com 5 pessoas) será responsável por descarregar as caixas agrícolas[7] (com as plantas) da transportadora.

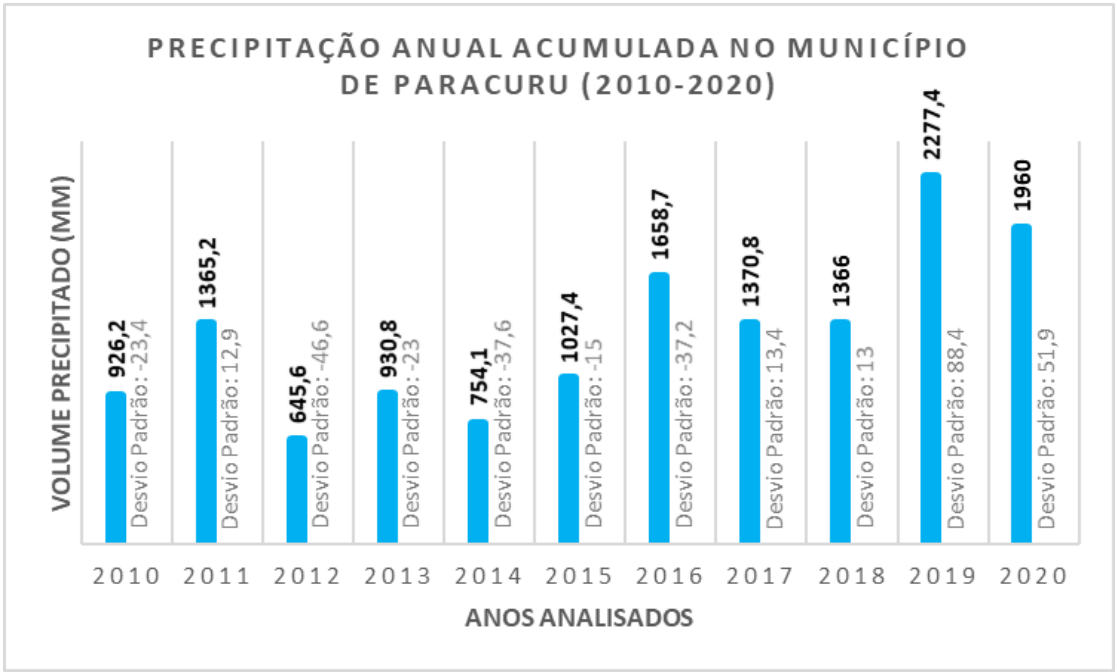
Um outro grupo com 5 trabalhadores ficará responsável por retirar as plantas das caixas, cortar os sacos plásticos e descartá-los de forma adequada nos tambores de lixo. As caixas retornarão com a transportadora para uma nova remessa de plantas.

Concomitante a essas tarefas, um terceiro grupo com 6 contratados deverá cavar as covas para o plantio, obedecendo os espaçamentos estabelecidos. Por fim, um quarto grupo (com 4 pessoas) deverá iniciar o plantio.

As equipes deverão progredir à medida que suas tarefas são finalizadas, diminuindo, assim, as demandas dos outros companheiros. O progresso deve seguir a ordem de prioridade: 1) Descarregamento das plantas; 2) Retirada e descarte dos sacos plásticos; 3) Medição e abertura de covas; 4) Plantio.

Portanto, toda essa logística de execução do cronograma de plantio está organizada de modo que as precipitações, habituais entre os meses de fevereiro e maio, possam condicionar o desenvolvimento da vegetação (já em solo). O gráfico da Figura 12 evidencia o volume anual precipitado em Paracuru entre 2010 e 2020.

Figura 12**:** Volume anual precipitado no município de Paracuru entre os anos de 2010 e 2020.



Fonte: Ceará (2021).

[7] Em cada translado, serão levadas 2.625 plantas distribuídas em 105 caixas (empilhadas em 3 degrais e fixadas com a cinta de amarração). Cada caixa comporta 25 plantas, portanto serão necessárias 20 viagens para plantio de 5 hectares/dia (4 viagens/hectare). Os materiais e utensílios utilizados no campo serão transportados no micro-ônibus junto com os trabalhadores.

De acordo com os dados pluviais da última década, foi possível observar que as chuvas no município ficaram acima da média[8], com exceção dos anos com seca prolongada (de 2012 a 2015)[9]. Isto indica há boa possibilidade de o plantio lograr sucesso, tendo em vista o cenário favorável das chuvas anuais.

3. MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E INSUMOS

Os materiais de consumo e utensílios necessários para execução do projeto estão apresentados na tabela 2. A quantidade de insumos e de equipamentos tomaram como referência a área total de contenção (102 hectares) e o total de trabalhadores envolvidos nas etapas do plantio (50 pessoas). Vale salientar que os valores cotados podem sofrer reajustes monetários com o tempo.

Tabela 1**:** Lista dos materiais, equipamentos e insumos necessários à execução do projeto de contenção.

MATERIAIS DE CONSUMO E UTENSÍLIOS DE CAMPO	Quantidade
Folhas de coqueiros	425.034
Propágulos herbáceos	1.020.000
Mudas arbustivas	51.000
Sacos plásticos para mudas 8cmx15cm (1.000 unidades)	1.122
Substrato de fibra de Coco (20kg)	16.014
Bloqueador solar FPS 50 (200 ml)	20
Bloqueador solar labial Fps30 (4,8 g)	100
Caixa agrícola 31x34x55cm (transporte de mudas)	105
Caixa térmica (75 litros)	30
Cantil térmico (1litro)	100
Cavador de terra (articulado)	15
Cintas para fixacao de carga (4m/Kit com 4)	1
EPI - Blusão comprido	100
EPI- Botina elástica (par)	100
EPI- Calça comprida	100
EPI- Chapéu UV com proteção na nuca	100
EPI- Luvas de malha tricotada 3 fios (par)	100
EPI- Óculos de Proteção UV (lentes em policarbonato)	100
Garrafa Térmica capacidade 12 litros	100

[8] Segundo Ceará (2021), a precipitação média (Normal Climática) no município de Paracuru é de 1.290 mm por ano.

[9] Sobre a seca prolongada atuante no semiárido nordestino entre os anos de 2012 e 2015 ver os trabalhos de Martins e Magalhães (2015) e Marengo *et al.* (2016).

MATERIAIS DE CONSUMO E UTENSÍLIOS DE CAMPO	Quantidade
Lixeira de polipropileno (50 litros)	20
Tenda de camping dobrável/articulada (3mx3m)	10
Tesoura de poda (jardinagem)	15
Trena longa aberta 50 metros	15

Fonte: Greentec (2021).

4. ORÇAMENTO PREVISTO

O orçamento previsto para execução das ações do projeto de contenção é de R$ 5.471.573,70 (cinco milhões quatrocentos e setenta e um mil quinhentos e setenta e três reais e setenta centavos), conforme composição de custos apresentada na Tabela 2.

As pesquisas de custo dos materiais e equipamentos foram realizadas em lojas de compra10 online. A cotação dos insumos relacionados diretamente ao plantio (preço das palhas de coqueiro, dos propágulos, das mudas e do substrato da fibra de coco) foi obtido com o apoio da Prefeitura Municipal de Paracuru, a partir de consulta com fornecedores locais e da região, em especial a ONG Força Flor que possui expertise na produção de mudas e plantas ornamentais.

Vale ressaltar que as ações de contenção podem ocorrer de forma total (nos 102 hectares) ou parcial nos trechos prioritários. Portanto, podem ser estabelecidos trechos emergenciais dentro de cada área prioritária, ou seja, a preferência da prioridade.

Para tanto, é necessário que haja uma consulta pública para delimitação dessas áreas de preferência. Orienta-se que sejam as áreas mais sensíveis quanto ao risco do soterramento, por exemplo, nas proximidades da Lagoa Grande, que serve de manancial de abastecimento de água para a cidade de Paracuru.

Do ponto de vista financeiro, isso não implicará no recálculo orçamentário, tendo em vista que os custos operacionais com plantio foram cotados com base em 1 hectare de contenção. Entretanto, independentemente do tamanho da área selecionada, todas as ações de contenção devem seguir a metodologia e o cronograma de execução do projeto, sobretudo no que se refere aos meses selecionados para disposição das palhas e para o plantio.

[10] Preços estabelecidos com base na cotação levantada entre os dias 7 e 9 de junho de 2021. As cotações não incluíram frete e podem sofrer correções com o tempo.

Tabela 2**:** O orçamento previsto para execução das ações do projeto de contenção.

ORÇAMENTO PREVISTO PARA AS AÇÕES DE PLANTIO				
Aquisições	**Quantidade/ hectare**	**Total (102 ha.)**	**Valor/unidade (R$)**	**Desembolso**
Folhas de coqueiros;	4.167	425.034	R$ 1,50	R$ 637.551,00
Propágulos herbáceos;	10.000	1.020.000	R$ 3,00	R$ 3.060.000,00
Mudas arbustivas;	500	51.000	R$ 5,00	R$ 255.000,00
Sacos plásticos para mudas 8cmx15cm (1.000 uni.);	11	1.122	R$ 39,90	R$44.767,80
Substrato de fibra de coco (20kg);	157	16.014	R$ 60,00	R$ 960.840,00
Transporte das palhas (nº de traslados/hectare)	4	408	R$ 180	R$ 73.440,00,00
Transporte de mudas e propágulos (nº de traslados/hectare)	4	408	R$ 180	R$ 73.440,00,00
Transporte dos trabalhadores (micro-ônibus)	1	102	R$ 180	R$ 18.360,00
SUBTOTAL 1: R$ 5.123.398,80				
CONTRATAÇÃO DA MÃO DE OBRA DE CAMPO*				
Quantidade de trabalhadores		**Ganho mensal**	**Tempo de contrato**	**Desembolso**
100 pessoas		R$ 1.254	2 meses	R$ 250.800,00
SUBTOTAL 2: R$ 250.800,00				
**Para contratação na modalidade autônomo, o ganho mensal foi calculado com base no salário mínimo (R$ 1.100) mais o valor de INSS em 11%, do plano simplificado de contribuição individual, e a alíquota de 3% do ISS para o município de Paracuru.*				
ORÇAMENTO PREVISTO PARA AQUISIÇÃO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS**				
Aquisições		**Quantidade**	**Valor/unidade (R$)**	**Desembolso**
Bloqueador solar FPS 50 (200 ml)		20	R$230,19	R$4.603,80
Bloqueador solar labial Fps30 (4,8 g)		100	R$349,00	R$34.900,00
Caixa agrícola 31x34x55cm (transporte de mudas)		105	R$125,80	R$13.209,00
Caixa térmica (75 litros)		30	R$33,60	R$1.008,00
Cantil térmico (1litro)		100	R$34,91	R$3.491,00
Cavador de terra (articulado)		15	R$35,94	R$539,10
Cintas para fixacao de carga (4m/Kit com 4)		1	R$29,85	R$29,85
EPI - Blusão comprido		100	R$48,49	R$4.849,00
EPI- Botina elástica (par)		100	R$42,69	R$4.269,00
EPI- Calça comprida		100	R$69,90	R$6.990,00
EPI- Chapéu UV com proteção na nuca		100	R$109,25	R$10.925,00
EPI- Luvas de malha tricotada 3 fios (par)		100	R$2,96	R$296,00
EPI- Óculos de Proteção UV (lentes em policarbonato)		100	R$26,31	R$2.631,00
Garrafa Térmica capacidade 12 litros		100	R$49,99	R$4.999,00
Lixeira de polipropileno (50 litros)		20	R$12,79	R$255,80
Tenda de camping dobrável/articulada (3mx3m)		10	R$154,00	R$1.540,00
Tesoura de poda (jardinagem)		15	R$156,39	R$2.345,85
Trena longa aberta 50 metros		15	R$32,90	R$493,50
SUBTOTAL 3: R$ 97.374,90				
DESEMBOLSO TOTAL: R$ 5.471.573,70				
*** Preços estabelecidos com base na cotação levantada entre os dias 7 e 9 de junho de 2021.*				

Fonte: Greentec (2021

4.1 Cronograma de execução do projeto

No que diz respeito ao cronograma de execução das ações previstas, o presente projeto está estruturado em duas etapas: etapa de planejamento (pré-campo) e etapa de campo (colocação das palhas e plantio). O tempo total previsto de execução do projeto é de 12 meses consecutivos (a considerar início em janeiro e término em janeiro do ano consecutivo), conforme mostra o Quadro 2.

É importante ressaltar a necessidade do acompanhamento das ações desenvolvidas mesmo após a conclusão do projeto executivo. Tendo em vista a dinâmica eólica intensa na área, e por se tratar de uma metodologia inovadora de contenção, a manutenção é imprescindível para o sucesso do projeto.

4.1.1 Etapa de Planejamento (pré-campo)

O planejamento deve envolver toda logística necessária que antecede a fase de plantio: compra de insumos (substrato fertilizante de coco); aquisição de materiais de consumo e utensílios para o plantio. Além disso, nesta fase deverão ser firmados os contratos com aos Agricultores Parceiros responsáveis pelo cultivo das mudas e propágulos usados na contenção.

Orçamento previsto: R$ 1.102.982,70.

4.1.2 Etapa de Campo

Esta fase envolve a aquisição das folhas de coqueiro; compra dos propágulos e mudas junto aos Agricultores Parceiros; contratação dos serviços de transporte logístico e dos trabalhadores de campo para a colocação dos “quebra-ventos” e o plantio das espécies vegetais na superfície dunar.

Orçamento previsto: R$ 4.368.591,00.

Quadro 2**:** Cronograma de planejamento e execução do projeto de contenção.

AÇÕES PREVISTAS	**ANO 1**												**ANO 2**
	1º Trimestre			2º Trimestre			3º Trimestre			4º Trimestre			
	Janeiro	**Fevereiro**	**Março**	**Abril**	**Maio**	**Junho**	**Julho**	**Agosto**	**Setembro**	**Outubro**	**Novembro**	**Dezembro**	**Janeiro**
Início e planejamento das ações do projeto;	**x**	**x**	**x**										
Firmar contrato com os Agricultores Parceiros;		**x**	**x**										
Aquisição e entrega do substrato de fibra de coco para os Agricultores Parceiros;		**x**	**x**	**x**									
Aquisição de materiais, EPI's e utensílios para trabalho de campo;							**x**	**x**	**x**				
Contratação dos serviços de transporte logístico;										**x**	**x**	**x**	**x**
Aquisição de folhas de coqueiros;										**x**	**x**	**x**	
Contratação dos trabalhadores de campo;												**x**	**x**
Disposição dos "quebra-ventos" na superfície dunar;												**x**	
Aquisição dos propágulos herbáceos;											**x**	**x**	
Aquisição de mudas arbustivas;												**x**	**x**
Plantio dos propágulos e mudas na duna;													**x**
Finalização da contenção (102 hec.);													**x**
Acompanhamento e monitoramento das ações;	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**

Fonte: Greentec (2021)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESSETTE, Shelby R. *et al*. Biological assessment of dune restoration in south Texas. **Ocean & Coastal Management**, [S.L.], v. 163, p. 466-477, set. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.06.019. Disponível em:https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569117309456?via%3Dihub. Acesso em: 31 maio 2021.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. **Dispõe Sobre Os Casos Excepcionais, de Utilidade Pública, Interesse Social Ou Baixo Impacto Ambiental, Que Possibilitam A Intervenção Ou Supressão de Vegetação em Área de Preservação Permanente-App**. Brasília, DF, 29 mar. 2006.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, dezembro 2002.

CEARÁ. Decreto nº 25.418, de 29 de março de 1999. **Dispõe Sobre A Criação da Área de Proteção Ambiental - Apa das Dunas de Paracuru, no Município de Paracuru, e Adota Outras Providências**. Fortaleza, CE, 31 mar. 1999.

CEARÁ. FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). **Calendário das Chuvas no Estado do Ceará**. 2021. Disponível em: http://funceme.br/app-calendario/ano/municipios/maxima/2020. Acesso em: 15 mai. 2021.

DAMASO, Patrícia de Paula. **Vegetação dunar: caracterização estrutural de dunas do município de Natal-RN como subsídio para implantação de técnicas de reflorestamernto, recuperação e conservação do ecossistema**. 2009. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Prodema - Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/18195. Acesso em: 10 out. 2020.

DOING, Henk. “Coastal Fore-Dune Zonation and Succession in Various Parts of the World.” **Vegetatio**, vol. 61, no. 1/3, 1985, pp. 65–75. JSTOR, www.jstor.org/stable/20146234 Acesso em: 30 mai. 2021.

EMERIM, Emerilson Gil. **Proposta metodológica para recuperação ambiental de fragmentos de restingas fixadoras de dunas em áreas urbanas**. 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84938. Acesso em: 09 out. 2020.

LIMA, I. A. **Um estudo numérico sobre a utilização de telas visando a fixação de dunas e proteção do solo**. 2018. 126 f. Tese (Doutorado em Física) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/34507. Acesso em: 10 out. 2020.

MACAMBIRA, Dalton Melo *et al*. Análise empírica do problema das dunas em Ilha Grande – PIAUÍ. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.]

Florianópolis, v. 8, n. 4, p. 80-109, 6 jan. 2020. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e4201980-109. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/339119778_analise_empirica_do_problema_das_dunas_em_ilha_grande_-_piaui. Acesso em: 01 ago. 2021.

MARENGO, Jose A.; CUNHA, Ana P.; ALVES , Lincoln M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanalise**, [s. l.], ano 2016, v. 4, n. 49, p. 49-54, 15 dez. 2016. Disponível em: file:///C:/Users/mailt/Downloads/marengoetal_new.pdf. Acesso em: 13 out. 2020.

MARTINS, Eduardo Sávio Passos Rodrigues; MAGALHÃES , Antonio Rocha. A seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. In: CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (org.). Parcerias Estratégicas. 41. ed. Brasília: CGEE, 2015. v. 20, p. 107-128. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/796/728. Acesso em: 13 out. 2020.

MILLER, Thomas E. et al. Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery, and succession. **Plant Ecology**, [S.L.], v. 206, n. 1, p. 97-104, 4 jul. 2009. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s11258-009-9626-z. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11258-009-9626-z#article-info. Acesso em: 30 maio 2021.

OLFF, H., *et al.* "Species Dynamics and Nutrient Accumulation During Early Primary Succession in Coastal Sand Dunes." **Journal of Ecology**, vol. 81, no. 4, 1993, pp. 693–706. JSTOR, www.jstor.org/stable/2261667 Acesso em: 30 mai. 2021.

PASSOS, Edson Eduardo Melo. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. 2010. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/coco/arvore/CONT000gix1kou302wx5ok05vadr153mgbi6.html#:~:text=Uma%20folha%20madura%20tem%2C%20aproximadamente,An%C3%A3o%20pode%20emitir%2018%20folhas. Acesso em: 10 out. 2020.

PEREIRA, Magnum de Sousa. **Manual Técnico Conhecendo e Produzindo Sementes e Mudas da Caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. 60 p. il. Disponível em: https://www.acaatinga.org.br/wp-content/uploads/ManualT%C3%A9cnicoProdu%C3%A7%C3%A3odeSementeseMudas.pdf. Acesso em: 31 mai. 2021.

ROSA, Morsyleide de Freitas *et al*. **Utilização da Casca de Coco como Substrato Agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 24 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/425175/1/doc52.pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

SILVA, Maria Arlene Pessoa da *et al*. Plantas herbáceas fixadoras de dunas - Extremoz - Rio Grande do Norte - Brasil. **Cadernos de Cultura e Ciência**, Cariri, v. 1, n. 1, p. 27-31, nov. 2006. Disponível em:

http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/viewFile/48/42. Acesso em: 10 out. 2020.

TABAJARA, L.L.C.A; WESCHEBFELDER, J.. Recuperação de Dunas Frontais em Áreas Degradada por Sangradouro na Praia de Xangri-Lá/RS. **Gravel**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 69-85, dez. 2011. Disponível em: https://www.ufrgs.br/gravel/9/1/Gravel_9_V1_06.pdf. Acesso em: 09 out. 2020.

TABAJARA, Luiz Liberato; MARTINS, Luiz Roberto; FERREIRA, Everaldo Rigelo. Efetividade de Métodos Estruturais na Construção de Dunas Frontais. **Pesquisas em Geociências**, [S.L.], v. 27, n. 1, p. 97-109, 30 jun. 2000. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. http://dx.doi.org/10.22456/1807-9806.20185. Disponível em: https://www.seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20185/pdf. Acesso em: 10 out. 2020.

PLANO DE MANEJO DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS DUNAS DE PARACURU E ELABORAÇÃO DE ESTUDO AMBIENTAL DO CAMPO DUNAR

CONTRATANTE

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Turismo

SUPERVISÃO TÉCNICA

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Meio Ambiente

AGENTE FINANCIADOR

CAF
BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA

EXECUÇÃO

GREENTEC
tecnologia ambiental