



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
COORDENADORIA CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(MODALIDADE LICENCIATURA)

DAVI PATRÍCIO KZAM PEREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAJUEIRO (*Anacardium*
occidentale L., ANACARDIACEAE) AFETADAS PELA MOSCA-DA-GALHA
APÓS O PLANTIO EM CAMPO**

SÃO LUÍS - MA

2026

DAVI PATRÍCIO KZAM PEREIRA

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L., ANACARDIACEAE) AFETADAS PELA MOSCA-DA-GALHA APÓS O PLANTIO EM CAMPO

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Ilisandra Zanandrea

SÃO LUÍS - MA

2026

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Kzam Pereira, Davi Patricio.

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAJUEIRO *Anacardium occidentale* L., ANACARDIACEAE AFETADAS PELA MOSCA-DA-GALHA APÓS O PLANTIO EM CAMPO / Davi Patricio Kzam Pereira. - 2026.

29 p.

Orientador(a): Ilisandra Zanandrea.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas - Licenciatura, Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2026.

1. Caju. 2. Conservação. 3. Praga. 4. Restauração Ecológica. 5. Restinga. I. Zanandrea, Ilisandra. II. Título.

DAVI PATRÍCIO KZAM PEREIRA

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L., ANACARDIACEAE) AFETADAS PELA MOSCA-DA-GALHA APÓS O PLANTIO EM CAMPO

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Ciências Biológicas Licenciatura da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Ilisandra Zanandrea - Orientadora
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Prof. Dr. Lucas Cardoso Marinho
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Prof. Dr. Juliano dos Santos
Instituto Federal do Maranhão - IFMA

SÃO LUÍS - MA

2026

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
3 METODOLOGIA	13
3.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO	13
3.2 ESCOLHA DAS MUDAS	13
3.3 PLANTIO DAS MUDAS	14
3.4 IDENTIFICAÇÃO DAS MUDAS EM CAMPO	16
3.5 MANUTENÇÃO DAS MUDAS	17
3.6 AVALIAÇÕES MORFOLÓGICAS	17
3.7 AVALIAÇÕES DE SOBREVIVÊNCIA	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	28

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a minha família, em especial a minha mãe e a minha tia, que é por si minha segunda mãe que me apoiaram e me incentivaram a sempre seguir em frente de forma íntegra e respeitosa, e também foram molhar caju comigo na restinga. Agradeço também a Roberta, minha namorada e minha futura esposa, que sempre me apoiou e me incentivou a retornar a vida acadêmica e profissional e se dispôs a ir em campo comigo de madrugada molhar os meus cajus. Agradeço à minha orientadora Professora Dr^a Ilisandra Zanandrea que me aceitou no laboratório e me acolheu, me dando todo suporte necessário e apoio para que eu conseguisse seguir em frente. Sempre tirando minhas dúvidas mais simples com a maior paciência do mundo e independente da situação sempre recebendo eu e meus amigos com um sorriso no rosto e fazendo com que pareça sempre que tudo vai dar certo. Agradeço aos meus amigos do Laboratório, Davi Fernandes, Leonardo Nascimento, Isabelle Marques. Luana Aires, Thiago Rocha, Rôzele Robson, Carlos Eduardo, Wesley Campos, Marcus Vinicius e Emerson Ferreira que me ajudaram durante o experimento nas regas de manutenção e nas medições. Agradeço também a nossa irmã por casamento Isabella Martins e ao nosso estagiário Caio de Panaquatira. Em especial aos meus amigos que foram de madrugada comigo nas regas, Thiago Rocha, Leonardo Nascimento, Carlos Eduardo e Wesley Campos. Agradeço também aos integrantes do nosso labirmão o LABECO. Em especial a professora Adriani Hass, que sempre tem uma história antiga para contar e descontrair o grupo em momentos de tensão. Ao Ângelo Zagallo, Layna Rego, Maria Eduarda e ao resto da equipe. Finalizo aqui agradecendo ao grupo PET sobre tutoria do Professor Dr^o Lucas Marinho, que foi parte muito importante no meu retorno à universidade e ao meu desenvolvimento como aluno.

Desenvolvimento De Mudas De Cajueiro (*Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae) Afetadas Pela Mosca-Da-Galha Após O Plantio Em Campo

Development of cashew seedlings (*Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae) affected by the gall fly after planting in the field.

Desarrollo de plántulas de anacardo (*Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae) afectadas por la mosca de la agalla después de su siembra en el campo.

Originals received:

Acceptance for publication:

Davi Patricio Kzam Pereira

Graduando em Ciências Biológicas
Universidade Federal do Maranhão, UFMA
São Luís, Maranhão, Brasil
davi.kzam@discente.ufma.br

Ilisandra Zanandrea

Doutorado em Agronomia
Universidade Federal do Maranhão, UFMA
São Luís, Maranhão, Brasil
ilisandra.zanandrea@ufma.br

RESUMO

As restingas são formações vegetais costeiras com composição diversificada e vegetação estratificada que possui uma importante função ecológica de estabilização de dunas, barreira natural e fornecimento habitat para diversas espécies animais. Apesar de sua importância ecológica, encontram-se vulneráveis às atividades antrópicas, sendo o plantio de mudas uma alternativa para recuperação de áreas degradadas. Na Ilha de São Luís, no Maranhão, destaca-se a restinga da Praia de Panaquatira, importante remanescente ecológico que abriga ampla diversidade vegetal e animal. Dentre as espécies nativas, o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) apresenta-se como alternativa viável para restauração de restingas, embora mudas cultivadas em viveiros

sejam suscetíveis ao ataque da mosca-das-galhas (*Stenodiplosis* sp.), praga que compromete o desenvolvimento foliar e pode afetar a sobrevivência após o transplante. O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência de mudas de cajueiro previamente atacadas em viveiro, após o plantio em campo. A morfologia e a sobrevivência das mudas foram acompanhadas durante três meses. Como resultado foi possível identificar fatores que influenciaram o estabelecimento das mudas no período pós plantio, em adição, foi possível acompanhar as consequências do parasitismo da *Stenodiplosis* sp. nas folhas de *A. occidentale*, onde percebeu-se que as mudas com grau de infestação mais acentuado tiveram uma taxa de mortalidade maior. Ademais, foi possível constatar a alta resistência do *Anacardium occidentale* a condições de estresse hídrico e altas temperaturas, o que reitera a sua utilização como espécie nativa promotora de benefícios à restauração ambiental.

Palavras-chave: Caju. Conservação. Praga. Restauração ecológica. Restinga.

ABSTRACT

Restingas are coastal vegetation formations with diverse composition and stratified vegetation, which have an important ecological function in stabilizing dunes, acting as a natural barrier, and providing habitat for various animal species. Despite their ecological importance, they are vulnerable to anthropogenic activities, and planting seedlings is an alternative for recovering degraded areas. On São Luís Island, in Maranhão, the Restinga da Praia de Panaquatira stands out as an important ecological remnant that harbors a wide diversity of plants and animals. Among the native species, the cashew tree (*Anacardium occidentale* L.) presents itself as a viable alternative for the restoration of Restingas, although seedlings cultivated in nurseries are susceptible to attack by the gall fly (*Stenodiplosis* sp.), a pest that compromises leaf development and can affect survival after transplantation. This study aimed to evaluate the growth, development, and survival of cashew seedlings previously attacked in a nursery, after planting in the field. The morphology and survival of the seedlings were monitored for three months, and the data obtained were analyzed. The results allowed for the identification of factors influencing seedling establishment in the post-planting period. Additionally, the consequences of parasitism by *Stenodiplosis* sp. on the leaves of *A. occidentale* were observed, revealing that seedlings with a more pronounced infestation had a higher mortality rate. Furthermore, the high resistance of *Anacardium occidentale* to water stress and high temperatures was confirmed, reinforcing its use as a native species that promotes benefits to environmental restoration.

Keywords: Cashew. Ecological restoration. Coastal dune vegetation. Conservation. Pest.

RESUMEN

Las restingas son formaciones vegetales costeras con una composición diversa y vegetación estratificada, que desempeñan una importante función ecológica: estabilizan las dunas, actúan como barrera natural y proporcionan hábitat a diversas especies animales. A pesar de su importancia ecológica, son

vulnerables a las actividades antropogénicas, y la plantación de plántulas es una alternativa para recuperar áreas degradadas. En la isla de São Luís, en Maranhão, la Restinga da Praia de Panaquatira destaca como un importante remanente ecológico que alberga una amplia diversidad de plantas y animales. Entre las especies nativas, el anacardo (*Anacardium occidentale* L.) se presenta como una alternativa viable para la restauración de las restingas, aunque las plántulas cultivadas en viveros son susceptibles al ataque de la mosca de la agalla (*Stenodiplosis* sp.), una plaga que compromete el desarrollo foliar y puede afectar la supervivencia tras el trasplante. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el crecimiento, el desarrollo y la supervivencia de plántulas de anacardo previamente atacadas en un vivero, tras su plantación en el campo. Se monitoreó la morfología y la supervivencia de las plántulas durante tres meses y se analizaron los datos obtenidos. Los resultados permitieron identificar los factores que influyen en el establecimiento de plántulas en el período possiembra. Además, se observaron las consecuencias del parasitismo por *Stenodiplosis* sp. en las hojas de *A. occidentale*, revelando que las plántulas con una infestación más pronunciada presentaron una mayor tasa de mortalidad. Asimismo, se confirmó la alta resistencia de *Anacardium occidentale* al estrés hídrico y a las altas temperaturas, lo que refuerza su uso como especie nativa que promueve beneficios para la restauración ambiental.

Palabras clave: Anacardo. Restauración ecológica. Vegetación de dunas costeras. Conservación. Plagas.

1 INTRODUÇÃO

As restingas são Áreas de Preservação Permanente (APP) reconhecidas pela Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) e constituem ecossistemas costeiros formados por depósitos arenosos oriundos de processos de sedimentação. Apresentam vegetação em mosaico, com fisionomias herbáceas, arbustivas e arbóreas, desempenhando funções ecológicas essenciais, como a fixação de dunas e a estabilização de manguezais (Brasil, 2012). Apesar de sua relevância, são ambientes naturalmente frágeis e sofrem intensa pressão antrópica, decorrente de construções imobiliárias desordenadas, turismo predatório, poluição, tráfego de veículos, introdução de espécies exóticas e exploração irregular de recursos naturais (Carvalho *et al.*, 2018).

No Maranhão, a Ilha de São Luís abriga extensas áreas de restinga, destacando-se a formação da Praia de Panaquatira, no município de São José de Ribamar, considerada um remanescente importante desse ecossistema

(Paiva, 2017). Nesse contexto, projetos de restauração ativa com espécies nativas adaptadas às condições locais surgem como estratégia eficaz para recuperar funções ecológicas e acelerar o estabelecimento de plantas em áreas degradadas, desde que acompanhados de seleção adequada de espécies, manejo correto das mudas e controle de fatores que afetam sua sobrevivência (Loureiro *et al.*, 2021).

Anacardium occidentale L., espécie nativa de restinga, pertence à família Anacardiaceae, composta por mais de 80 gêneros e aproximadamente 800 espécies de arbustos e árvores tropicais ou subtropicais (Mitchell *et al.*, 2022). Além de sua relevância ecológica, o cajueiro apresenta múltiplos usos econômicos e medicinais, atua como bactericida e fungicida, fornece madeira para marcenaria e carvão, raízes que contribuem para o controle da erosão, e frutos amplamente consumidos *in natura* ou processados em sucos, bebidas típicas como a cajuína, doces e castanhas (Aquino; Abreu; Hott, 2024; Cordeiro; Silva; Nascimento, 2020).

Apesar de sua rusticidade e capacidade de adaptação, a cultura do cajueiro ainda apresenta baixa produtividade média, cerca de 190 kg ha⁻¹ em sistemas tradicionais, devido a fatores como solos arenosos de baixa fertilidade e, sobretudo, à incidência de pragas e doenças (Oliveira *et al.*, 2008; Bezerra *et al.*, 2019). Entre os principais problemas fitossanitários que afetam a cultura do cajueiro, destaca-se a mosca-das-galhas (*Stenodiplosis* sp.), considerada uma praga relevante em viveiros, sobretudo nas fases iniciais das mudas. O inseto oviposita em folhas jovens, induzindo a formação de galhas que abrigam as larvas. Essas estruturas provocam deformações foliares, reduzem a área fotossintética e comprometem o crescimento das plantas. A intensidade da infestação está associada a condições de alta umidade e adensamento de plantas, fatores que favorecem sua ocorrência (Oliveira, 2002; Mesquita; Braga Sobrinho; Oliveira, 2002; Silva *et al.*, 2020).

Neste sentido, compreender o desempenho de mudas de cajueiro submetidas a condições de estresse biótico, como o ataque de insetos formadores de galhas nas folhas, permite aprimorar as técnicas de produção, seleção e manejo de mudas, aumentando o sucesso de ações de restauração

ativa em ecossistemas de restinga. Diante disso, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a sobrevivência, o crescimento e o desenvolvimento de mudas de *Anacardium occidentale* L. previamente atacadas pela mosca-das-galhas (*Stenodiplosis* sp.) em condições de viveiro, após o transplante e estabelecimento em campo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As restingas são formações únicas, constituídas por extensas faixas de areia, solo arenoso, com baixa fertilidade e uma comunidade vegetal que contribui para a estabilização de dunas e a manutenção de serviços ecossistêmicos costeiros. Desempenham um papel ecológico importante por serem regiões de transição, e suas características edáficas e climáticas as tornam especialmente sensíveis a pressões antrópicas e a alterações na conectividade e no uso do solo, o que frequentemente resulta em perda de área e fragmentação de remanescentes (Henud *et al.*, 2024; Lins, 2024). Além disso, as restingas são fonte de recursos e atuam como barreira natural (Monteiro, 2025).

Esses ecossistemas desempenham um papel ecológico fundamental, funcionando como abrigo e berçário para diversas espécies (Paiva; Almeida Jr, 2020), devido à sua ampla biodiversidade vegetal, típica de áreas de transição, que reúne plantas de diferentes tamanhos e tipos, oferecendo alimento, proteção e uma variedade de frutas que podem gerar renda de forma sustentável (Soares; Carvalho; Rabelo, 2024). Um estudo florístico feito na restinga de São José de Ribamar, Maranhão, confirmou a presença de 90 espécies distribuídas em 139 gêneros e 58 famílias, ressaltando a necessidade de conservação e recuperação desse ecossistema (Lima; Almeida Jr, 2018).

Dentre as espécies nativas da restinga, o cajueiro, *Anacardium occidentale*, se destaca por sua rusticidade, tolerância ao estresse hídrico e capacidade de estabilizar solos arenosos (Alexandre, 2013). Porém, cajueiro é vulnerável a pragas durante todas as fases do seu desenvolvimento, especialmente em períodos com índices de alta umidade, exigindo tratamento

fitossanitário intensivo (Araújo, 2008).

Informações sobre problemas fitossanitários relacionados a pragas no *A. occidentale* no estado do Maranhão são praticamente inexistentes, e ressalta a importância de mais estudos relacionados a área (Mesquita *et al.*, 2024). Entre os problemas fitossanitários relacionados ao cajueiro, está o díptero *Stenodiplosis* sp. que tem por característica parasitar o limbo foliar, fazendo a postura de seus ovos no interior do tecido da folha, gerando deformações e reduzindo a área foliar, causando prejuízos no crescimento e desenvolvimento, principalmente em mudas jovens e demonstrando preferência de postura em folhas recém formadas (Sousa, 2018).

Apesar dos problemas, o cajueiro apresenta diversas características que justificam sua utilização em projetos de restauração ecológica em ambientes de restinga, como alta tolerância ao estresse hídrico, e a altas temperaturas, além possuir um sistema radicular eficiente na estabilização de solos arenosos e uma alta capacidade de adaptação em ambientes costeiros (Baptista, 2025). Além da importância ecológica, o cajueiro possui importância socioeconômica, sendo o seu fruto algumas vezes a única fonte de renda de comunidades tradicionais durante o período de safra anual do caju (Souza *et al.*, 2022).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Restinga da praia de Panaquatira ($-2^{\circ}28'35.515''$ S; $44^{\circ}3'1.122''$ W) localizada no município de São José de Ribamar, na Ilha de São Luís no Maranhão. Segundo a SEMA, 2025, o regime chuvoso é concentrado entre novembro à junho e o de estiagem é entre julho a outubro. A temperatura média do local é $25,5^{\circ}\text{C}$ a $29,0^{\circ}\text{C}$ com índice de salinidade de 34 a 35 g kg^{-1} e pluviométrico de 1.600 mm anuais.

3.2 ESCOLHA DAS MUDAS

Frutos maduros de cajueiro foram coletados na restinga de Panaquatira e levados para o Laboratório de Fisiologia e Anatomia Vegetal (LaFAV) da Universidade Federal do Maranhão, onde passaram por processamento manual para extração das sementes. Em seguida, as sementes foram dispostas em bandejas forradas com papel toalha previamente umedecido com água destilada, e levadas para casa de vegetação onde permaneceram até a emissão da radícula. Quando as radículas apresentavam entre 1,0 e 1,5 cm de comprimento, foram plantadas em sacos de polietileno com capacidade de 1L preenchidos com solo comercial, sendo realizadas irrigações diárias de modo a manter a umidade do solo próxima à capacidade de campo. As plantas foram mantidas em casa de vegetação, sob sombrite 50% até completar o segundo par de folhas.

O critério de seleção das mudas foi a presença de pelo menos uma folha totalmente expandida. Diferente de protocolos convencionais, também foram incluídas mudas que apresentaram ataque da mosca durante a fase inicial de desenvolvimento, visando evitar viés na amostragem. Foram consideradas aptas para o plantio mudas que tivessem altura mínima de 18 centímetros em relação ao nível do solo, mesmo sendo inferior à recomendação de 25 a 30 cm descrita na literatura (Ribeiro *et al.*, 2008), com o intuito de não tendenciar os dados, contemplando também indivíduos subdesenvolvidos no experimento. No caso das mudas atacadas pela mosca-das-galhas, foram selecionadas apenas

aquelas enquadradas nas classes de incidência de 1 a 3 conforme a escala proposta por Mesquita *et al.* (2006). Foram produzidas 70 mudas, das quais 64 foram selecionadas para o experimento.

3.3 PLANTIO DAS MUDAS

As 64 mudas selecionadas foram transplantadas para uma área previamente delimitada, destinada ao experimento, no dia 16 de setembro de 2025, em um período de estiagem. Considerando as condições do período, foi incorporado em cada cova aproximadamente 250 g de hidrogel previamente hidratado (Figura 2A; 2B), com a finalidade de aumentar a retenção de água no solo próximo das raízes. Adicionalmente, foram adicionados cerca de 50g de NPK 10-10-10 de liberação lenta na base de cada muda, visando suprir macronutrientes essenciais ao desenvolvimento das mudas, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio.

Figura 1. Área de plantio de mudas de *Anacardium occidentale* L. na restinga de Panaquatira, São José de Ribamar, 2025.



Fonte: Fernandes, L. D. S. 2025.

Figura 2. Processo de plantio, manutenção e avaliação de mudas de *Anacardium occidentale* L. na restinga de Panaquatira, São José de Ribamar, 2025.



Fonte: Autor, 2025.

3.4 IDENTIFICAÇÃO DAS MUDAS EM CAMPO

Cada muda foi individualmente identificada por uma etiqueta plástica numerada a lápis (Figura 2C), as quais foram removidas ao final do experimento. Para cada indivíduo foram registrados o número de identificação, as coordenadas geográficas (latitude e longitude), a altura inicial (mensurada com trena centimétrica), o diâmetro inicial do caule a 10 cm solo (utilizando paquímetro digital) e a área foliar inicial, obtida por meio de um medidor laser de área foliar CI-203. Esses parâmetros subsidiaram o monitoramento do crescimento e do desenvolvimento das mudas ao longo do experimento. A partir dessas informações foi estruturado um banco de dados, o que permitiu uma

análise integrada dos atributos morfológicos e fisiológicos das mudas na área plantada. Com base nos dados de georreferenciamento, foi elaborado um mapa contendo a localização individual das mudas, complementado por imagens obtidas por drone, as quais auxiliaram na visualização da distribuição espacial no local de plantio.

3.5 MANUTENÇÃO DAS MUDAS

Devido ao período de estiagem durante a realização do experimento, foi estabelecido um protocolo de manutenção hídrica para as mudas plantadas na restinga de Panaquatira. A irrigação foi realizada duas vezes por semana, sendo que em cada rega foi fornecido um litro de água por muda plantada (Figura 2D). Além disso, em razão das elevadas temperaturas registradas na área experimental (Figura 2E), com valores máximos de até 53°C com insolação direta e em torno de 33°C à sombra, foi adotada a instalação de estruturas de sombreamento individual, composto por galhos de plantas adultas presentes no próprio local, dispostos de modo a reduzir a incidência direta de radiação solar. Além da rega e do sombreamento, essas viagens ao local de plantio serviram para proporcionar um acompanhamento qualitativo da situação das mudas, e de seu desenvolvimento.

Além das atividades de irrigação e manutenção do sombreamento, as visitas periódicas ao local do experimento permitiram um maior acompanhamento qualitativo das mudas, observação do estado fitossanitário, da sobrevivência e do desenvolvimento geral dos indivíduos ao longo do período experimental.

3.6 AVALIAÇÕES MORFOLÓGICAS

Durante o período experimental foram realizadas três mensurações, com intervalo aproximado de um mês e meio entre elas. A primeira avaliação foi realizada no dia 15 de setembro de 2025, ainda em casa de vegetação, antes do transplante das mudas em campo. As avaliações subsequentes foram realizadas

entre 31 de outubro e 15 de dezembro de 2025. Em cada avaliação foi mensurada a altura das plantas com o auxílio de uma trena centimétrica (Figura 2F), considerando-se a distância entre o nível do solo até o ápice da planta. O diâmetro do caule foi mensurado a 5 centímetros do nível do solo com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 2G). Adicionalmente, foi contabilizado o número total de folhas por indivíduo, e o comprimento, largura e área foliar foram determinados com auxílio do medidor laser de área foliar CI-203 (Figura 2H). Esses parâmetros foram utilizados para caracterizar o desempenho das mudas ao longo do período experimental.

3.7 AVALIAÇÕES DE SOBREVIVÊNCIA

A sobrevivência das mudas em campo foi avaliada por meio da determinação da porcentagem de indivíduos vivos ao longo do período experimental. Para essas avaliações foram utilizados critérios comumente adotados em protocolos de monitoramento de restauração ecológica. Esses registros foram organizados em um banco de dados, permitindo o acompanhamento temporal da dinâmica de sobrevivência das mudas, o que forneceu subsídios para a avaliação de sucesso do plantio.

A tabela abaixo apresenta as classes de sobrevivência das mudas utilizadas no monitoramento deste experimento, assim como os indicadores de sucesso da restauração.

Tabela 1. Classes de sobrevivência das mudas utilizadas no monitoramento deste experimento, assim como os indicadores de sucesso da restauração.

Classe	Descrição técnica	Indicadores de sucesso da restauração
Viva (V)	Indivíduo com tecidos viáveis, folhas verdes, brotações ativas e ausência	Alto potencial de estabelecimento; indica adaptação às condições

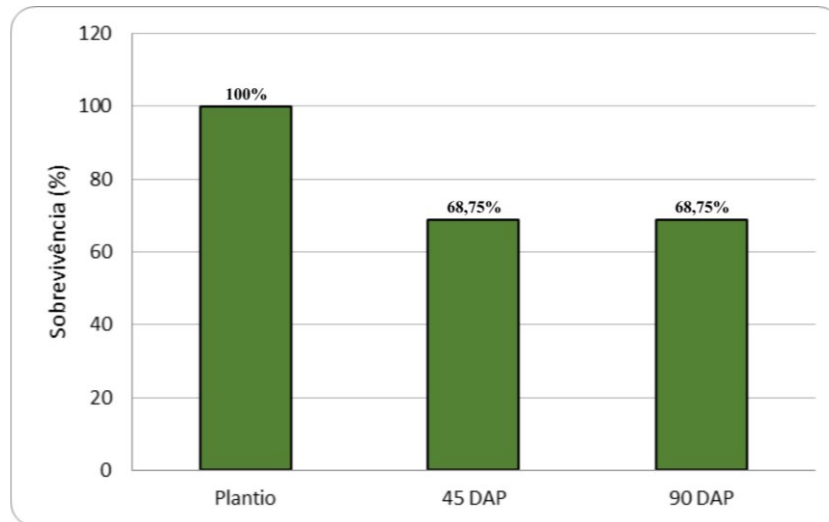
	de sinais visuais de estresse severo.	ambientais locais e sucesso inicial do plantio.
Viva com estresse (VE)	Indivíduo vivo apresentando sinais de estresse fisiológico, como clorose, murcha parcial ou redução do vigor.	Estabelecimento parcial; indica necessidade de manejo adaptativo (rega suplementar, adubação ou controle de fatores de estresse).
Morta (M)	Indivíduo sem tecidos viáveis, sem brotações e com folhas totalmente secas, mesmo quando ainda eretos.	Falha no estabelecimento; indica baixa adequação às condições locais ou necessidade de replantio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das mudas de *Anacardium occidentale* ao longo do período experimental refletiu, de forma consistente, os efeitos da transição entre as condições controladas de produção em viveiro e o ambiente natural da restinga de Panaquatira. No momento do plantio, todas as 64 mudas transplantadas encontravam-se viáveis. Aos 45 dias após o plantio em campo (45 DAP), foi registrada sobrevivência de 68,75% dos indivíduos (Gráfico 1), mesmo com a adoção de práticas de manejo, como irrigação de manutenção quinzenal e sombreamento pontual. A manutenção desse percentual aos 90 dias após o plantio (90 DAP) indica que as perdas se concentraram predominantemente na fase inicial de estabelecimento, comportamento frequentemente descrito para plantios realizados em ambientes caracterizados por elevada restrição hídrica e térmica.

Gráfico 1: Sobrevivência de mudas de *Anacardium occidentale* L. durante avaliações sucessivas realizadas após o plantio na restinga de Panaquatira, São José de Ribamar, 2025.

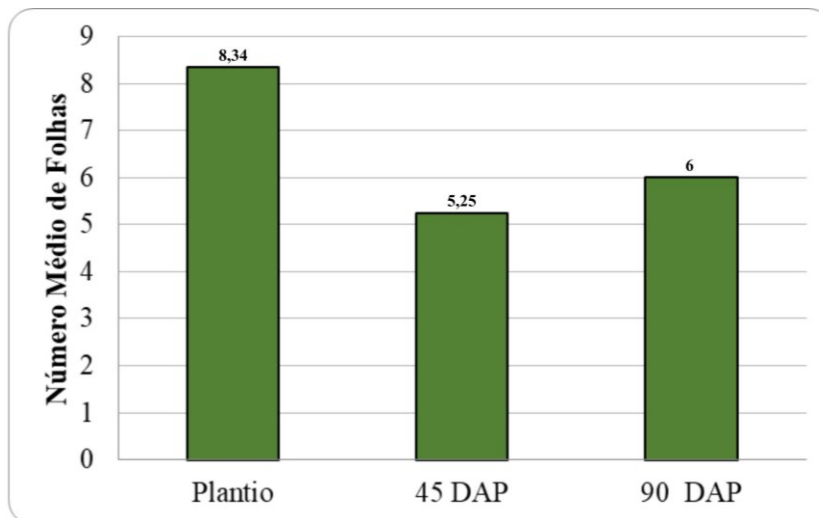
DAP: dias após o plantio em campo.



Fonte: Autor, 2025.

O padrão observado para a sobrevivência foi diretamente associado às variações nos parâmetros morfológicos das mudas. Em relação ao número médio de folhas (Gráfico 2), os maiores valores foram registrados no momento do plantio, quando as plantas ainda se encontravam em casa de vegetação sob cobertura de sombrite, com redução aproximada de 50% da radiação luminosa incidente, apresentando média de 8,34 folhas por muda. Aos 45 DAP, verificou-se redução expressiva no número médio de folhas, evidenciando a resposta inicial das mudas ao estresse ambiental imposto pela exposição à elevada irradiância, solos arenosos de baixa retenção hídrica e altas temperaturas, características típicas de ecossistemas de restinga. Aos 90 DAP, o aumento no número médio de folhas em relação à avaliação anterior sugere recuperação parcial das mudas sobreviventes e início do processo de aclimatação ao ambiente de campo.

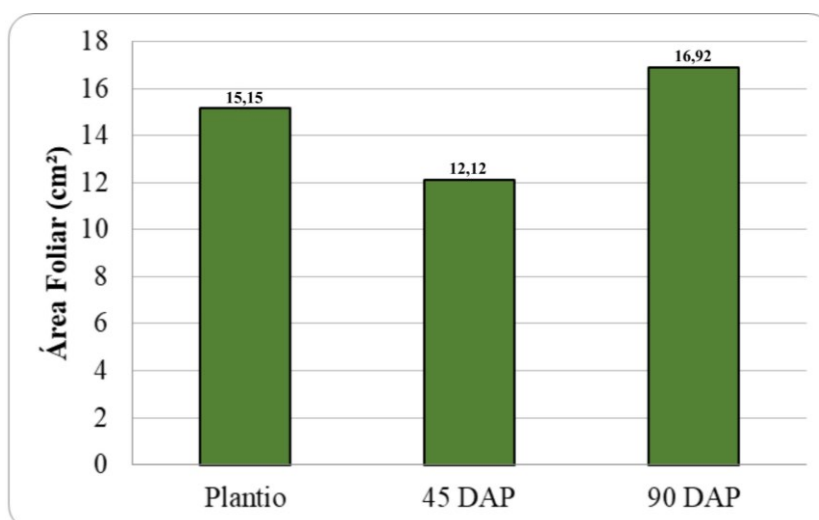
Gráfico 2. Número médio de folhas presentes em mudas de *Anacardium occidentale* L. durante avaliações sucessivas realizadas após o plantio na restinga de Panaquatira, São José de Ribamar, 2025. DAP: dias após o plantio em campo.



Fonte: Autor, 2025.

No momento do plantio, as mudas apresentaram maiores valores de área foliar, compatíveis com as condições controladas e de menor estresse da casa de vegetação. Aos 45 DAP, houve redução significativa desse parâmetro, associada principalmente à perda de folhas durante a fase inicial de adaptação. Na avaliação realizada aos 90 DAP, observou-se incremento da área foliar, indicando retomada do crescimento vegetativo e expansão das folhas recém-formadas (Gráfico 3).

Gráfico 3. Área Foliar de mudas de *Anacardium occidentale* L. durante avaliações sucessivas realizadas após o plantio na restinga de Panaquatira, São José de Ribamar, 2025.
DAP: dias após o plantio em campo.



Fonte: Autor, 2025.

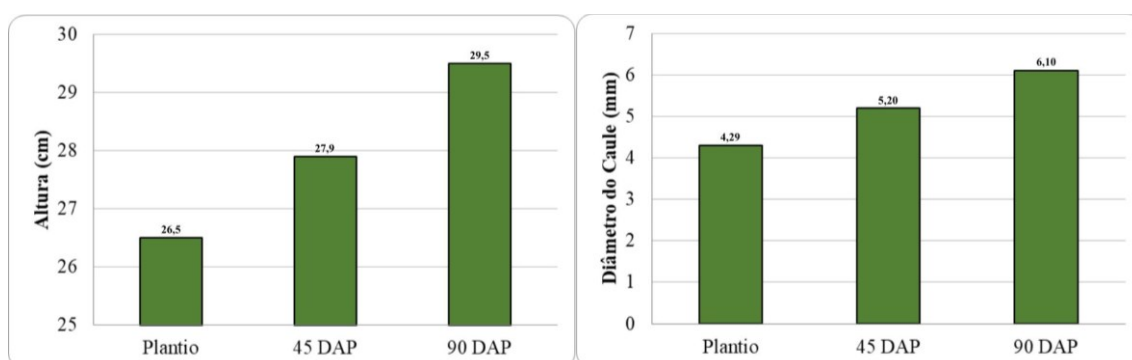
A redução inicial da sobrevivência, do número de folhas e da área foliar pode ser atribuída ao estresse decorrente da exposição súbita à radiação solar plena, às elevadas temperaturas e ao déficit hídrico característico dos solos arenosos de restinga. Em ambientes sombreados, plantas jovens tendem a investir em maior área foliar específica e maior número de folhas, estratégia que favorece a maximização da interceptação luminosa sob condições de baixa irradiância (Carvalho, 2024). Após o transplante para ambientes de alta luminosidade, as mudas de cajueiro desencadearam respostas morfofisiológicas adaptativas, como a abscisão foliar e a redução da superfície transpirante, amplamente descritas para espécies lenhosas submetidas a estresse hídrico e térmico.

A estabilização da taxa de sobrevivência, aliada ao aumento gradual do número de folhas e da área foliar aos 90 DAP, indica aclimação progressiva das mudas às condições ambientais da restinga (Larcher, 2006; Zamith; Scarano, 2006). Esse processo envolve a formação de folhas estruturalmente mais espessas e funcionalmente ajustadas à elevada incidência luminosa (Taiz; Zeiger, 2017; Poorter *et al.*, 2019), padrão recorrente em espécies nativas de ambientes abertos e costeiros (Holl, 2023). Esses resultados demonstram que, apesar das perdas iniciais, *Anacardium occidentale* apresenta capacidade de ajuste morfofuncional após o plantio em campo, reforçando sua adequação para uso em projetos de restauração ecológica de restingas, desde que sejam adotadas estratégias de manejo que minimizem o estresse durante a fase inicial de estabelecimento.

Observou-se aumento progressivo da altura média das mudas entre as avaliações realizadas no momento do plantio, aos 45 dias após o plantio (45 DAP) e aos 90 dias após o plantio (90 DAP) (Gráfico 4), indicando crescimento contínuo mesmo diante das condições adversas da restinga. O incremento em altura registrado após o transplante sugere que, uma vez superada a fase inicial de estresse, as mudas direcionaram parte significativa de seus recursos para o crescimento longitudinal, estratégia comum em plantas jovens submetidas a ambientes abertos, onde a elevada disponibilidade luminosa favorece a

elongação do eixo caulinar (Pattaro, 2019). Esse comportamento já foi descrito para espécies lenhosas em ambientes de restinga, nas quais o crescimento em altura representa um mecanismo importante para o estabelecimento inicial e a competição por luz em áreas abertas (Gonzaga, 2023).

Gráfico 4. Altura média e diâmetro médio do caule em mudas de *Anacardium occidentale* L. durante avaliações sucessivas realizadas após o plantio na restinga de Panaquatira, São José de Ribamar, 2025. DAP: dias após o plantio em campo.



Fonte: Autor, 2025.

Em relação ao diâmetro médio do caule, também foi observado aumento gradual ao longo das avaliações (Gráfico 4). O incremento do diâmetro indica avanço no processo de lignificação e maior investimento em sustentação mecânica, característica fundamental para a sobrevivência em ambientes sujeitos a ventos constantes, elevada insolação e déficit hídrico, como as restingas costeiras (Fantinato, 2018). O aumento concomitante da altura e do diâmetro do caule sugere que as mudas de *A. occidentale* apresentaram crescimento equilibrado, sem evidências de estiolamento.

A combinação do crescimento em altura com o aumento do diâmetro do caule evidencia a capacidade de ajuste morfofuncional das mudas após o plantio em campo. Estudos em ecossistemas de restinga indicam que espécies nativas capazes de manter crescimento caulinar contínuo sob condições de estresse térmico e hídrico apresentam maior probabilidade de sobrevivência a médio e longo prazo. Amaral *et al.* (2016) destacam que o *A. occidentale* possui grande potencial de restauração ambiental, servindo como espécie pioneira por sua

capacidade de suportar grande intensidade de radiação solar e por sua alta capacidade de perfilhamento, auxiliando na cobertura do solo.

,,,,,Em trabalho realizado em Salvador, Bahia, com o objetivo de incentivar a restauração ambiental com o uso de espécies nativas, foram separadas em uma área de 50m² o total de 22 ilhas de plantio e utilizadas 170 mudas de espécies nativas transplantadas do próprio local, e houve 90,59% de sobrevivência dos indivíduos, sendo que 23,82% dos sobreviventes emitiram novas gemas, demonstrando bom desenvolvimento e eficácia metodológica (Conceição, 2017). Os resultados reforçam o potencial de *A. occidentale* como espécie adequada para uso em projetos de restauração ecológica em ambientes de restinga, desde que sejam adotadas práticas de manejo que favoreçam o estabelecimento inicial das mudas.

Diversas pesquisas descrevem fatores que podem influenciar na adaptação e desenvolvimento de mudas transplantadas em diversos ambientes. Esses fatores, bióticos ou abióticos, influenciam a taxa de sobrevivência após o plantio, e o desenvolvimento das mudas sobreviventes. Perdoná (2020) destaca que fatores como clima, temperatura, falta ou desequilíbrio de nutrientes e estresse hídrico influenciam na adaptação das mudas pós-plantio, o solo arenoso e pobre em nutrientes da restinga desacelera o desenvolvimento das mudas plantadas em campo. Além disso, o estresse por déficit hídrico associado a altas temperaturas causa desidratação e tem sido caracterizado como a principal causa de morte de mudas em campo.

Souza e Barbosa (2015) destacam que dentre os fatores bióticos, o mais presente é o ataque de pragas, que são responsáveis por prejudicar o desenvolvimento vegetal, afetando especialmente mudas jovens com baixa resistência fitopatológica. O diptera *Stenodiplosis* sp., causador de galhas, é um problema fitossanitário que causa diversos prejuízos ao cajueiro, tanto em termos de crescimento quanto de produção. A mosca-da-galha tem como mecanismo reprodutivo fazer as posturas de seus ovos no limbo foliar, causando a formação de pequenas esferas onde eclodem as larvas, causando deformação e necrose no local, comprometendo a morfologia e a função fitofisiológica das mudas (Seabra, 2017). Essas características foram observadas durante

experimento, onde, mesmo em casa de vegetação, mudas com grande disponibilidade de nutrientes e regas constantes, tiveram seu desenvolvimento comprometido pelas moscas, o que pode ter influenciado as taxas de sobrevivência das mudas transplantadas.

Todas as mudas selecionadas para o experimento apresentavam variações de intensidade dos sintomas do parasitismo da *Stenodiplosis* sp (Figura 3A; 3B; 3C). Quando levadas a campo, as mudas com incidência maior de galhas em seu limbo foliar tiveram uma maior dificuldade de estabelecimento no local de plantio, já que suas folhas estavam comprometidas e frágeis. Logo nas duas primeiras semanas, a maioria das mudas com grau de infestação já haviam perdido todas as suas folhas, e ocasionalmente algumas morreram. Porém, as mudas menos comprometidas, com grau 1 ou 2 de infestação, tiveram mais facilidade no estabelecimento em campo, perdendo as folhas comprometidas pela galha, e adquirindo folhas novas e saudáveis (Figura 3E).

Em experimento realizado no período chuvoso, com mudas saudáveis de cajueiro, houve 100% de sobrevivência (Gondim *et al.*, 2024). Melo (2020) obteve 83,3% de sobrevivência das mudas plantadas, utilizando metodologia semelhante à deste experimento, com plantio realizado em período de estiagem. Isso demonstra que o estresse hídrico e problemas fitossanitários nas mudas, são fatores que alteram consideravelmente a adaptabilidade e a sobrevivência das mudas no pós-plantio.

Figura 3. Folhas presentes em mudas de *Anacardium occidentale* L. durante avaliações sucessivas realizadas após o plantio em campo. A-C: folhas com necrose causada por galhas D-F: novas folhas saudáveis formadas após o plantio na restinga de Panaquatira, São José de Ribamar, 2025.



Fonte: Autor, 2025.

Apesar disso, o quadro geral dos resultados mostra uma curva ascendente na área foliar e no número de folhas da segunda para a terceira medição. Porém, o incremento que ambos os parâmetros tiveram não foi proporcional, sendo 39,6% de área foliar e 14,29% de quantidade de folhas. Com condições diferentes de casa de vegetação, onde foram desenvolvidas com cobertura total de sombrite 50%, a intensidade luminosa aumentou após o plantio em campo, e o estresse causado pela alteração pela exposição direta a radiação solar, somado à alta temperatura e déficit hídrico presentes nas condições de campo, causou queda de folhas. Contudo, a interpretação dos dados demonstra que apesar das mudas sobreviventes ainda não terem recuperado a quantidade de folhas que tinham na primeira medição, desenvolveram novas folhas que eram visivelmente maiores e saudáveis (Figura 3D; 3E; 3F), sem novos ataques da mosca-da-galha (*Stenodiplosis* sp), porém algumas com folhas apresentando herbivoria de animais presentes no local.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi constatado que mesmo após os danos bióticos sofridos pelas plantas, a taxa de sobrevivência das mudas 90 DAP foi satisfatória, levando em consideração que além de afetadas pelo ataque da mosca-da-galha, as mudas ainda sofrem por estresse abiótico durante o processo de estabelecimento AP. Não houve novos registros de ataque da *Stenodiplosis* sp. durante o crescimento de novas folhas, o que corrobora com as informações encontradas na literatura, descrevendo a alta taxa de umidade como um fator agravante para a incidência dos ataques, visto que as mudas foram plantadas durante o período de estiagem.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Fundo Brasileiro para Biodiversidade, FUNBIO, por todo apoio prestado a este trabalho através do financiamento da pesquisa do projeto REMARE - 1469.

REFERÊNCIAS

AMARAL D. D. do. *et al.* Seleção de espécies lenhosas destinadas à restauração florestal de áreas degradadas de restinga no litoral amazônico, **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Universidade Estadual do Pará, 2016.

AQUINO T. E. O de; ABREU G. F. G de; HOTT S. C. Propriedades Químicas e Farmacológicas do Cajueiro (*Anacardium Occidentale*): Uma Revisão, **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v.08, 2024.

ARAÚJO, D. C. de. **Cultivo do cajueiro anão (*Anacardium occidentale* L.) nas regionais de Andradina e Jales do estado de São Paulo: tratos culturais, custos e mercados**. Universidade Estadual Paulista, 2008.

ALEXANDRE, F. O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.): de símbolo da cultura nordestina a árvore testemunha da mundialização da economia e dos modos de vida. **Revista do Instituto Arqueológico, Histórico e Geográfico Pernambucano**, Recife, v. 66, p. 13–42, 2013.

BAPTISTA, L. R. L. **Subsídios Para A Recuperação Ambiental: Estudo De Caso Na Área Da Associação Das Catadoras De Mangaba – Barra Dos Coqueiros/Se**, Universidade Federal de Sergipe, 2025.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 mai 2012.

BEZERRA, F. C. *et al.* Desafios e perspectivas da cajucultura no Nordeste brasileiro. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 18, n. 4, p. 364–373, 2019.

CARVALHO, A. S. R. *et al.* Restinga de Massambaba: vegetação, flora, propagação e usos. **Vertente edições**, Rio de Janeiro, 2018.

CAVALCANTI, J. J. V. *et al.* Biotecnologia aplicada à cultura do cajueiro, 2025.

CONCEIÇÃO, S. R. da. **Utilização de Plantas Nativas na Restauração Ecológica de Um Ecossistema de Restinga**, Universidade Católica do Salvador, 2017.

CORDEIRO, M. H.; SILVA, J. P.; NASCIMENTO, A. L. A importância da biodiversidade na conservação da restinga: estudo de caso no litoral nordestino. **Revista Brasileira de Ecologia**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 112–130, 2020.

FANTINATO, D. E. **Efeitos do Vento Sobre Características Estruturais, Fisiológicas e Bioquímicas de Mudras de Theobroma Cacao L. (Malvaceae)**

e Uso do Silício Como Amenizador do Estresse, Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo, 2018.

GONDIM, R. S. *et al* Sobrevivência e desenvolvimento vegetativo de plantas de cajueiro-anão, clone 'BRS 226', em cultivo de sequeiro com uso de hidrogel. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2024.

GONZAGA, J. A. M. **O Ponto de Compensação de Luz da Planta Inteira para estimar a tolerância à sombra de plantas na restauração agroflorestal**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2023.

HENUD, I. R. *et al.* . Natural habitats for coastal protection and Atlantic forest — nature-based solutions for coastal climate resilience. **ScienceDirect**, 2024.

HOLL, K. D. **Fundamentos da Restauração Ecológica**, Island Press, 2023.

LARCHER W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos, SP, 2006.

LIMA, G. P.; LACERDA, D. M. A.; LIMA, H. P.; ALMEIDA JR, E. B. Caracterização fisionômica da Restinga da Praia de Panaquatira, São José de Ribamar, Maranhão. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 6, p. 1910-1920, 2017.

LIMA, G. P.; ALMEIDA JR., E. B. de. Diversidade e similaridade florística de uma restinga ecotonal no Maranhão, Nordeste do Brasil. **Interciencia**, Caracas, v. 43, n. 4, p. 275–282, abr. 2018.

LINS, R. R. Restauração de área degradada com mudas produzidas com sementes de remanescentes da restinga em Pontal do Paraná – PR. **Divers@ Revista Eletrônica Interdisciplinar**, Matinhos, v. 17, n. 1, p. 43–54, 2024.

LISBOA, Thiago Gomes *et al.* Atividade antioxidante das folhas da espécie vegetal *Anacardium occidentale* Linnaeus. **Revista Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 22, n. 5, p. 01–20, 2025.

LOUREIRO, N. *et al.* . **Restoration in a Brazilian restinga** (relatório/estudo de caso). UENF, 2021.

MELO A. L. T. de **Sobrevivência e Desenvolvimento em Regime de Sequeiro de Plantas de Cajueiro Anão com o uso de Hidrogel** , Universidade Federal do Ceará, 2020.

MESQUITA, ALM; BRAGA SOBRINHO, R; OLIVEIRA, VH. Monitoramento de pragas na cultura do caju Embrapa Agroindústria Tropical CIP - **Brasil. Embrapa Agroindústria Tropical**. Documentos, 48. Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2002.

MESQUITA, A. L. M.; BRAGA SOBRINHO, R.; OLIVEIRA, V. H.; ANDRADE, A. P. S. de. Monitoramento de pragas na cultura do cajueiro. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

MESQUITA, A. L. M. *et al.* Ocorrência De Insetos Fitófagos Associados Ao Cajueiro No Estado Do Maranhão, **Contemporary Journal**, Vol.4, N°.10: p. 01-20, 2024

MONTEIRO, R. A. L. S. Mestrado em Engenharia Civil, **Efeito Barreira Da Restinga Do Estuário Do Douro**, Departamento de Engenharia Civil e Georrecursos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2025.

NOVAES, T. E. R.; NOVAES, A. S. R. Análise dos potenciais medicinais do cajueiro (*Anacardium occidentale* Linn): uma breve revisão. Research, Society and Development, v. 10, n. 1, e41810111838, 2021.

OLIVEIRA, V. H. de. (Ed.) Cultivo do cajueiro anão precoce. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**. 40 p., 2002.

OLIVEIRA, V. H. de. Cajucultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V. 30, p. 1-3, 2008.

PAIVA, B. H. I. de, **Vegetação Lenhosa De Restinga No Litoral Maranhense: Análise Estrutural E Serviços Ecosistêmicos**, Universidade Federal do Maranhão, 2017.

PAIVA, B. H. I. de; ALMEIRA JR, E. B. Diversidade, Análise Estrutural E Serviços Ecosistêmicos Da Vegetação Lenhosa Da Restinga Da Praia Da Guia, São Luís, Maranhão, Brasil, **Biodiversidade**, v.19, n.2, p. 46, 2020.

PATTARO, M. C. **A influência da luz azul na morfologia de plantas de alface cultivadas sob diferentes qualidades e intensidades de luz**. Universidade Estadual de Maringá, 2019.

PERDONÁ P. F. **Fatores Bióticos e Abióticos que Afetam a Produtividade do Café Arábica nas Regiões de Cafeicultura de Montanha**, Universidade Federal de Viçosa, 2020.

POORTER, H. *et al.* A meta-analysis of plant responses to light intensity for 70 traits ranging from molecules to whole plant performance, **New Phytologist Foundation**, v. 223, p. 1073-1094, 2019.

RIBEIRO, J. F. *et al.* Usos múltiplos de biodiversidade no bioma Cerrado: estratégia sustentável para a sociedade, o agronegócio e os recursos naturais. In: FALEIROS, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre a sociedade, o agronegócio e os recursos naturais**. Embrapa Cerrados, p. 337-360, 2008.

SEABRA G. Educação Ambiental: natureza, biodiversidade e sociedade, 2017.

SEMA, **ANÁLISE CLIMATOLÓGICA DO PERÍODO CHUVOSO E PROGNÓSTICO PARA O PERÍODO DE ESTIAGEM**. São Luís, 2025.

SIQUEIRA, C. C. **Challenges in preserving restinga and beach ecosystems**. Anais da Academia Brasileira de Ciências. SciELO, 2024.

SOUSA, R. C. **Diptera e Thysanoptera Fitófagas Associadas ao Cajueiro (*Anacardium Occidentale* L.)**, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2018.

SOUZA G. M.; BARBOSA A. de. M. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante, **Revista Visão Agrícola**, 2015.

SOUZA, R. T. B.; MAYO, S. J.; ANDRADE, I. M. de. Conhecimento e Conservação de *Anacardium Occidentale* L. (Cajuí), **Revista Etnobiología**. Vol 20, Núm. 2. p 61-83, 2022.

SOARES, M. Y. T.; CARVALHO, R. G. de; RABELO, F. D. B. Análise socioambiental da "restinga" na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Estadual Ponta do Tubarão, Rio Grande do Norte. **AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política**, Matinhos, v. 6, n. 2, p. 134–165, 2024.

SILVA, R. A. *et al.* Insetos galhadores e seus efeitos sobre o desenvolvimento foliar em espécies frutíferas tropicais. **EntomoBrasilis**, v. 13, e0898, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Artmed, 2017.

VALE, R. C. **As respostas ecofisiológicas em função da luz explicam a distribuição de *Hymenaea courbaril* L. (Fabaceae) em áreas de formações florestais e savânicas?** 2024. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024.

ZAMITH L. R.; SCARANO F. R. Restoration of a Restinga Sandy Coastal Plain in Brazil: Survival and Growth of Planted, **Restoration Ecology** Vol. 14, No. 1, pp. 87–94, 2017.

