

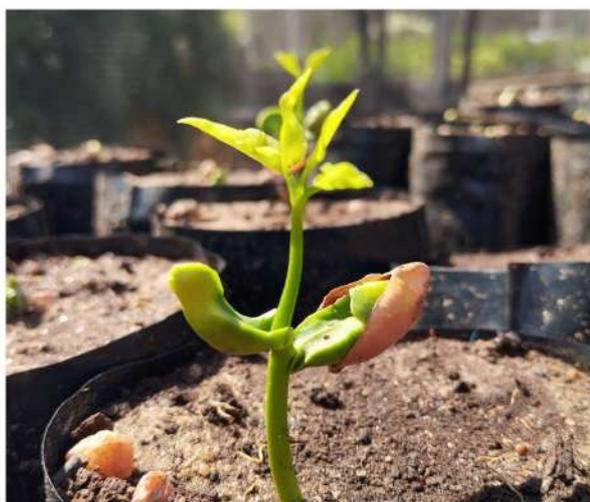


Pedro Nicó de Medeiros Neto
Flavio Cipriano de Assis do Carmo
Antonio Lucineudo de Oliveira Freire
George Martins França
Paulo César Gomes da Silva
(Orgs.)



CIÊNCIAS FLORESTAIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:

um foco nas potencialidades científicas



Pedro Nicó de Medeiros Neto, Flavio Cipriano de Assis do Carmo,
Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, George Martins França,
Paulo César Gomes da Silva
(Orgs.)

CIÊNCIAS FLORESTAIS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:

um foco nas potencialidades científicas



**CIÊNCIAS FLORESTAIS
NO SEMIÁRIDO
BRASILEIRO: um foco nas
potencialidades científicas**

Pedro Nicó de Medeiros Neto, Flavio Cipriano de Assis do Carmo,
Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, George Martins França, Paulo
César Gomes da Silva
(Orgs.)

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – EDUF CG
atendimento@editora.ufcg.edu.br

Prof. Dr. Antônio Fernandes Filho
Reitor

Prof. Dr. Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata
Vice-Reitor

Prof. Dr. Bruno Medeiros Roldão de Araújo
Diretor EDUF CG

Ilonita Patrícia Sena de Souza
Revisão

Pedro Nicó de Medeiros Neto
Diagramação

Natália Isabel Lopes Quirino
Capa

CONSELHO EDITORIAL

Erivaldo Moreira Barbosa (CCJS)
Janiro Costa Rego (CTRN)
José Wanderley Alves de Sousa (CFP)
Marcelo Bezerra Grilo (CCT)
Mário de Sousa Araújo Filho (CEEI)
Marisa de Oliveira Apolinário (CES)
Naelza de Araújo Wanderley (CSTR)
Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira (CCTA)
Rogério Humberto Zeferino Nascimento (CH)
Saulo Rios Mariz (CCBS)
Valéria Andrade (CDSA)

H673 Ciências florestais no semiárido brasileiro: um foco nas potencialidades científicas [recurso eletrônico] Pedro Nicó de Medeiros Neto, Flavio Cipriano de Assis do Carmo, Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, George Martins França, Paulo Cesar Gomes da Silva (organizadores). – Campina Grande: EDUF CG, 2024.
200 p. : il. color.

E-book (PDF)
ISBN 978-85-8001-314-6

1. Ciências Florestais. 2. Sustentabilidade. 3. Bioma Caatinga – Brasil. 4. Biodiversidade. I. Medeiros Neto, Pedro Nicó de. II. Carmo, Flavio Cipriano de Assis do. III. Freire, Antonio Lucineudo de Oliveira. IV. França, George Martins. V. Silva, Paulo Cesar Gomes da. VI. Título.

CDU 630*1(81)

APRESENTAÇÃO

A publicação do livro tem como finalidade abordar pesquisas multidisciplinares desenvolvidas no semiárido, no Programa de Pós Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos. Este Programa atua há mais de dez anos na formação de recursos humanos capazes de detectar, avaliar e apontar soluções tecnológicas e inovadoras para a exploração adequada dos recursos florestais, especialmente no domínio da Caatinga, tornando-o fundamental para a valorização e o desenvolvimento de práticas voltadas à sustentabilidade dessa região.

Os capítulos abordam estudos sobre a determinação de modelos matemáticos para estimativa de área foliar de espécies florestais nativas e exóticas presentes na vegetação da caatinga, possibilidades de uso dos produtos florestais não madeireiros do bioma Caatinga, potencialidades da aplicação do biochar no substrato para a produção de espécies florestais no semiárido, importância da agroecologia desenvolvida por famílias em comunidade rurais, estudos sobre a colheita florestal na área de vegetação da caatinga, caracterização dendrométrica de espécies nativas da caatinga.

Assim, com a publicação dessa obra se busca um conhecimento holístico de atividades que visam o uso sustentável da Caatinga estando, portanto, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS's), com destaque para o cuidado com a vida terrestre (ODS 15), uma vez que nossa sobrevivência está diretamente relacionada à qualidade de tudo que nos rodeia.

Espera-se que os leitores ao consultarem os capítulos, possam reconhecer a grandeza da região semiárida com as potencialidades e particularidades do Bioma Caatinga com toda sua resiliência e beleza

únicas, que dão suporte à biodiversidade florística e faunística e a sobrevivência do homem.

SUMÁRIO

UM ESTUDO DENDROLÓGICO DE <i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke: DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, CONSERVAÇÃO E MORFOLOGIA	1
DETERMINAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE DUAS ESPÉCIES DE MOGNO (<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev. E <i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.)	32
DETERMINAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM ESPÉCIE DE IMPORTÂNCIA	45
ECOLÓGICA DA CAATINGA (<i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl)	45
POTENCIAL DO PFM NO SEMIÁRIDO NORDESTINO	58
USO DO BIOCHAR PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS	112
DINÂMICA DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE FAMÍLIAS DA COMUNIDADE SÃO FRANCISCO, TEIXEIRA-PB-BRASIL: ESTUDO DE CASOS	132
ASPECTOS DA COLHEITA FLORESTAL NA CAATINGA: UMA REVISÃO DE ESTUDOS	156
ESTUDO COMPARATIVO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS DA CAATINGA SOB DÉFICIT HÍDRICO	177

UM ESTUDO DENDROLÓGICO DE *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke: DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, CONSERVAÇÃO E MORFOLOGIA

Dayanne Kelly de Araújo Medeiros, Arliston Pereira Leite, Cheila Deisy Ferreira, Carlos Henrique Silva de Oliveira, Ivonete Alves Bakke, Antonio Lucineudo de Oliveira Freire

INTRODUÇÃO

No mundo, parte das florestas são constituídas por Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS), que são ricas em biodiversidade e devido a isso foram identificadas como áreas prioritárias para conservação (Souza *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2023). No Brasil, encontra-se o Bioma Caatinga, floresta tropical seca endêmica que representa 11% do território nacional e grande representação na América do Sul (Silva *et al.*, 2019).

A Caatinga se destaca por ser a floresta tropical seca mais biodiversa em um clima semiárido em todo o planeta (MMA, 2022). Outra particularidade é a diversidade de material geológico, seja de rochas cristalinas, sedimentares seja de sedimentos que, em consequência, propiciam a formação de diversos tipos de solos, desde rasos até profundos, de arenosos até argilosos, de cauliniticos a esmectíticos (Araújo Filho, 2022).

A região apresenta uma série de desafios para a vida vegetal, incluindo afloramentos rochosos que podem ser inóspitos para muitas espécies arbóreas. No entanto, algumas espécies, conhecidas como espécies rupícolas, conseguem se desenvolver nesses ambientes. Um exemplo notável é *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke, é uma espécie arbórea que se destaca por sua capacidade de se desenvolver em

solos rochosos sendo conhecida como pau pedra ou pau de serrote devido as características de seu habitat. A preservação desta espécie está diretamente ligada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 15 (ODS 15), que visa proteger, recuperar e promover o uso sustentável das florestas, a conservação da biodiversidade, o combate à desertificação, além de deter e reverter a degradação da terra e a perda de biodiversidade (IPEA, 2019).

Visando seguir o ODS 15 com o intuito de conservar e manejar de forma adequada a *L. auriculata* é necessário a entender como ocorre a sua distribuição geográfica e o seu estado de conservação, além de que haja a correta identificação desta espécie em campo. Para Medeiros *et al.*, (2022) a maior dificuldade em pesquisas acerca da estrutura do componente arbóreo é a correta identificação ainda em campo. Considerando que a maioria das espécies do bioma em questão possuem características semelhantes como altura, coloração da casca além da caducifolia que acaba dificultando ainda mais o trabalho de identificação.

Assim, a dendrologia surge como uma ferramenta essencial para identificação das espécies florestais da Caatinga, tendo em vista que esta ciência utiliza de características macromorfológicas de fácil observação em campo, como forma da copa, coloração e textura da casca, cheiro, porte, espinhos e acúleos, entre outras (Saueressig, 2017).

Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivos avaliar a distribuição geográfica, o estado de conservação, além de descrever e ilustrar as características macromorfológicas de indivíduos arbóreos e de plântulas de *L. auriculata*, enfatizando características diagnósticas para a espécie, em um fragmento de Floresta Tropical Seca, na Paraíba, Brasil. Tendo em vista contribuir para a correta identificação desta espécie em levantamentos da estrutura vertical da floresta.

METODOLOGIA

A coleta dos dados foi realizada em fragmento remanescente de caatinga, na comunidade rural Mocambo de Baixo, Patos, Paraíba, sob as coordenadas geográficas 6°56'52" sul e 37°14'42" oeste (Figura 1).

O município de Patos está situado a uma altitude de 242 metros em relação ao nível do mar. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é categorizado como BSh, o que indica um clima semiárido quente e seco. A temperatura média anual na área é de aproximadamente 25,5 °C, e a precipitação média anual é de 728 mm, com a maior parte das chuvas ocorrendo nos meses de janeiro a maio (Álvares *et al.*, 2014).

Para avaliação da distribuição geográfica foram tomados pontos de distribuição da espécie *L. auriculata* disponíveis no speciesLink (SpeciesLink, 2024), após a exclusão de dados repetidos e coordenadas outliers foi confeccionado o mapa de distribuição e ocorrência por meio do Software Qgis, versão 3.34.6. O estado de conservação foi avaliado utilizando-se a plataforma GeoCAT (GeoCAT, 2024), onde os pontos de ocorrência foram inseridos no formato shapefile e classificados através dos critérios da IUCN (2019), quanto a Extensão de Ocorrência (EOO) e Área de Ocupância (AOO).

Figura 1. Mapa de localização, georreferenciamento dos indivíduos adultos de *Luetzelburgia auriculata*, representação da vegetação e do ambiente de estudo, Patos, Paraíba, Brasil.



Fonte: dados da pesquisa.

Para a análise morfológica vegetativa de indivíduos de *L. auriculata*, foram conduzidas pesquisas exploratórias no fragmento de caatinga nativa durante a estação seca e chuvosa da região. Durante essas pesquisas, foram selecionados e georreferenciados 20 indivíduos adultos com boa vitalidade. Foi coletado material botânico desses indivíduos para comparação com amostras depositadas no Herbário Rita Baltazar de Lima do CSTR/UFCG, para confirmar a identificação da espécie e verificar a grafia correta de seu nome científico, conforme listado no site Lista de Espécies da Flora e Funga do Brasil.

Os indivíduos adultos foram avaliados quanto a Circunferência a Altura do Peito (CAP) e Altura do Indivíduo (m) com auxílio de fita

métrica e régua graduada em centímetros, de acordo com as recomendações da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (2005).

Foram avaliadas em campo as características dendrológicas de acordo com as recomendações de Marchiori (1995, 2004), considerando características macromorfológicas de copa, porte, tronco, ritidoma, casca viva, copa e raiz. Para as observações do sistema radicular, as raízes de um indivíduo adulto foram escavadas de forma manual, com uso de pá, cavadores, picaretas e pincéis.

As descrições morfológicas das folhas, inflorescências, flores, frutos e sementes foram realizadas no Laboratório de Ecodendrologia da Universidade Federal de Campina Grande, de acordo com a literatura especializada (MELO; SALES, 2008; VIDAL; VIDAL; PAULA, 2021; HARRIS, (1994). Para as avaliações biométricas das folhas e flores foram utilizadas 20 unidades, e para frutos e sementes 100 unidades, com auxílio de régua e paquímetro digital.

Para avaliação do tipo de germinação e da morfologia das plântulas, foram semeadas sementes em sacos plásticos, tendo como substrato solo + esterco bovino (proporção 3:1), em ambiente protegido com telado e controle da irrigação, afim de manter água disponível no substrato. Os aspectos morfológicos e biométricos das plântulas foram avaliados em intervalos de tempo pré-determinados, sendo estes 5, 10, 15, 20, 30, 40 e 50 dias após a semeadura das sementes, com 15 repetições por período avaliado.

Para caracterização morfológica das plântulas em cada período avaliado seguiu-se a metodologia utilizada por Leitão *et al.*, (2024), onde considerou os aspectos do hipocótilo, epicótilo, cotilédones, eófilos e o metáfilos. Em relação aos parâmetros biométricos, para cada período pré-estabelecido foram avaliados com uso de uma régua graduada em centímetros e um paquímetro digital o comprimento da raiz principal, hipocótilo, epicótilo, pecíolo, comprimento e largura do limbo foliar e altura da plântula, além do número de raízes secundárias.

A partir dos CAPs, foram calculados o Diâmetro a Altura do Peito (DAP) para os indivíduos com apenas um fuste, e para os indivíduos com dois ou mais fustes foram calculados o Diâmetro Equivalente (deq) (SOARES *et al.*, 2006). Todos os dados biométricos foram organizados em planilhas do Microsoft Excel (2016) e realizado a estatística descritiva com auxílio do Software BioStat 5.0 (2008).

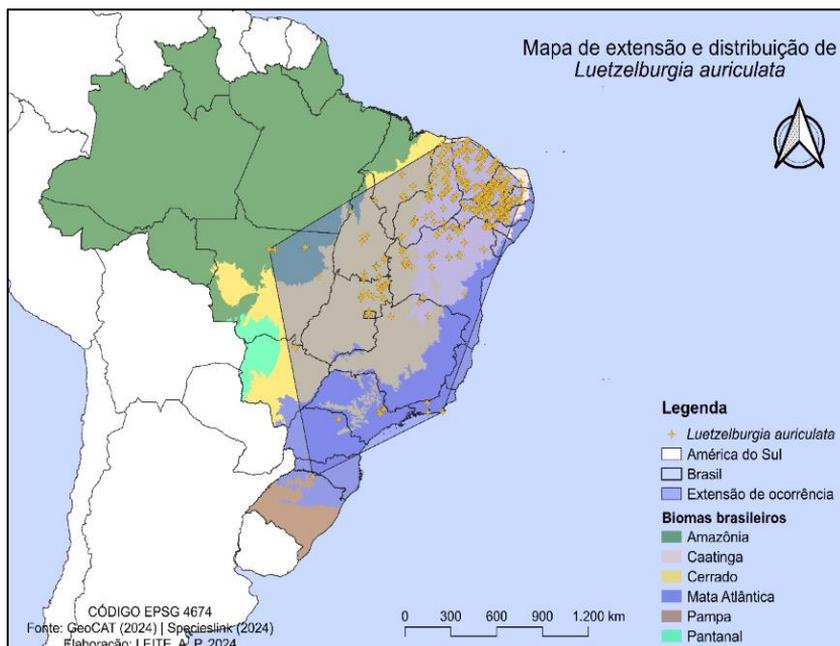
As ilustrações foram confeccionadas em forma de pranchas através dos programas Microsoft Power Point (2019) e o Software livre GIMP 2 (2021), a partir de imagens obtidas com uma câmera fotográfica digital em campo e em laboratório das principais características dendrológicas. As coordenadas foram marcadas utilizando-se o aplicativo AlpineQuest Off-Road Explorer – lite (2021) e o mapa confeccionado com auxílio Software livre QGIS 3.28.11.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E ESTADO DE CONSERVAÇÃO

A espécie *L. auriculata* tem ocorrência restrita ao Brasil, o que a classifica como nativa e endêmica, com ampla distribuição geográfica, tendo ocorrência confirmada para os biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa. Dentre todos esses biomas que a espécie se distribui observa-se um maior número de registros para o bioma Caatinga, sobretudo nos estados de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte (Figura 2).

Figura 2. Distribuição geográfica da espécie *Luetzelburgia auriculata*, em função de registros no SpeciesLink, 2024.



Fonte: dados da pesquisa.

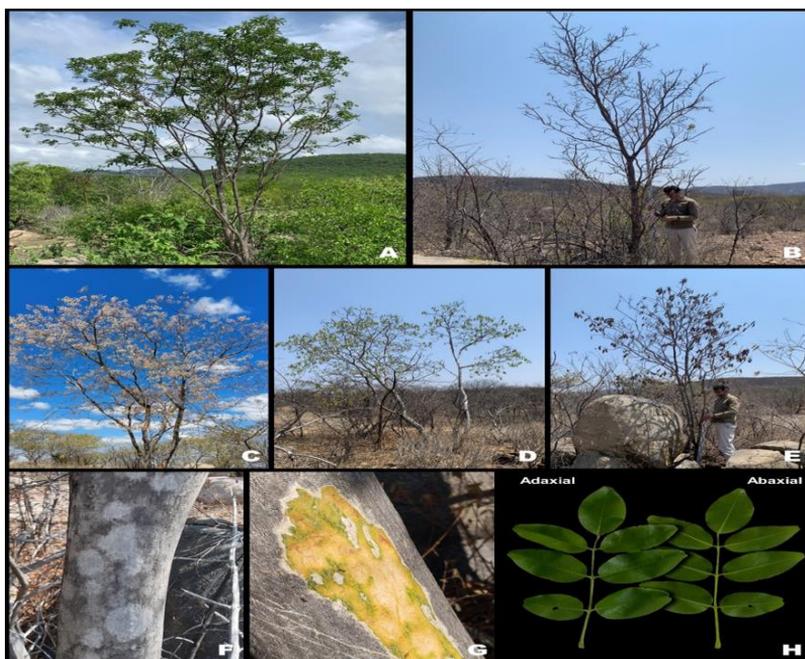
Em relação ao estado de conservação este táxon é categorizado como Pouco Preocupante (LC), tendo em vista sua vasta Extensão de Ocorrência (EOO) de 3.569.416,320 km². No entanto, de acordo com o critério B2c(ii) da IUCN (2012), ao considerar a Área de Ocupância (AOO), que foi de 1.528 km², o mesmo enquadra-se na categoria Vulnerável (VU), constatado extrema ocupação em determinados locais de ocorrência, conforme Figura 2. Com isso, uma Área de Ocupância restrita se deve a perda ou destruição de seu habitat, e um possível motivo para isso seria a exploração dessas áreas, já que a espécie ocorre

preferencialmente em solos rochosos, que por vez são utilizados para atividades mineradoras.

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

A espécie *L. auriculata* apresenta hábito de crescimento arbóreo, copa com formato globoso, densifoliada e crescimento do tipo simpodial, com fuste cilíndrico, na maioria das vezes reto a pouco inclinado e com bifurcações (Figura 3 A-E).

Figura 3. Características macromorfológicas de indivíduos adultos de *Luetzelburgia auriculata*, ocorrentes em fragmento de caatinga no Sítio Mocambo, Patos, Paraíba, Brasil. A - árvore com folhas; B - árvore desfolhada; C - árvore florida; D - árvore com frutos verdes; E - árvore com frutos maduros; F - casca morta ou ritidoma; G - casca viva; H - faces abaxial e adaxial das folhas.



Fonte: Dados da pesquisa.

No que se refere ao porte, verificou-se uma altura média de 4,73 m para os indivíduos de *L. auriculata* amostrados, tendo altura máxima de 6,56 m e mínima de 3,5 m, apresentando uma amplitude de 3,06 m, sendo considerada baixa, e que pode ser confirmada pelo coeficiente de variação de apenas 0,53% (Tabela 1). Por se tratar de uma área que apresenta isonomia nas características ambientais, a proximidade dos indivíduos, que pode ter gerado baixa variabilidade genética, além de solo pedregoso, é esperado que os indivíduos apresentem características similares.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis dendrométricas Diâmetro à Altura do Peito – DAP (deq) (cm) e Altura (m) de indivíduos adultos de *Luetzelburgia auriculata*, ocorrentes em fragmento de caatinga na Comunidade Rural Mocambo de Baixo, Patos, Paraíba, Brasil.

Parâmetros	<i>Luetzelburgia auriculata</i>	
	Altura (m)	DAP (Deq) (cm)
Valor máximo	6,56	10,26
Valor mínimo	3,5	5,29
Amplitude total	3,06	4,97
Mediana	4,77	7,99
Média	4,73	7,88
Desvio Padrão	0,73	1,2
Erro Padrão	0,76	0,27
Coeficiente de Variação (%)	0,53	1,44
Curtose	0,74	0,48
Nº mínimo de fustes $\leq 1,30$ m		1
Nº máximo de fustes $\leq 1,30$ m		7
Nº médio de fustes $\leq 1,30$ m		3,1

Fonte: Dados da pesquisa.

A altura média, altura máxima e mínima são comparáveis à altura de outras espécies na Caatinga. Diante disso, os indivíduos de *L. auriculata* amostrados se enquadram como de médio porte (4 – 7 m) de acordo com a classificação de Alencar *et al.* (2014).

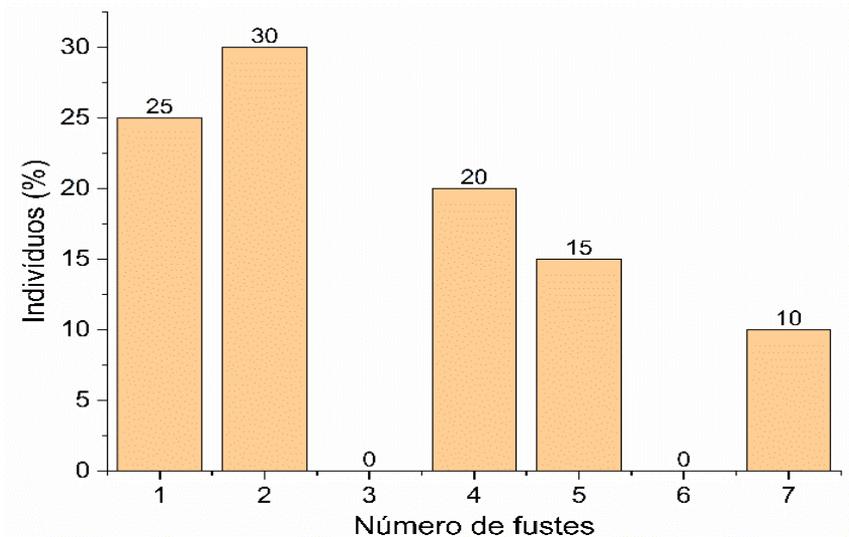
Considerando a variável DAP, constata-se uma amplitude total de 4,97 cm, entre o maior (10,26 cm) e menor (5,29) diâmetros encontrados. Pode-se inferir que essa amplitude é considerada baixa, justificada pelo valor do coeficiente de variação de 1,44% (Tabela 1).

A altura tem correlação inversamente proporcional fraca com o número de fustes ($r=-0,2$), indicando que é provável encontrar indivíduos de classes de alturas inferiores à medida que se eleva o número de fustes dos indivíduos. Já a correlação entre número de fustes e o diâmetro equivalente é considerada média ($r=0,4$), indicando que indivíduos mais bifurcados possuem maior diâmetro em comparação a indivíduos que não possuem bifurcações. Entretanto, avaliando-se os fustes de maneira isolada, percebe-se que estes possuem diâmetros menores à medida que se eleva o número de bifurcações.

Estudando duas áreas de caatinga no Pernambuco, Ferraz *et al.* (2014) observaram que árvores nativas com maiores alturas apresentavam menores quantidades de fustes. Esses autores relatam que a quantidade de fustes pode estar relacionada com a adaptação das espécies a ambientes adversos, como solo pedregosos, deficiências nutricionais ou ter relação com características da própria espécie.

Os resultados indicam que 75% dos indivíduos são bifurcados abaixo de 1,30 m de altura, com um número médio de 3,1 fustes por indivíduo, sendo encontrados valores máximos de sete fustes por planta e mínimo de um fuste. Esse valor de número de fustes é considerado pouco variável, o que é justificado pelo coeficiente de variação de 1,44% (Tabela 1, Figura 4).

Figura 4. Quantidade de indivíduos de *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Duque em função do número de fustes, na Paraíba, Brasil, 2023



Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar dos valores expressivos de bifurcação abaixo de 1,3 m, é possível afirmar que as árvores não se bifurcam a partir do solo, mas próximas a este. É importante ressaltar isso já que as plantas estão em um ambiente pedregoso, o que poderia proporcionar a bifurcação do caule a partir do colo da planta. Estudos relatam a bifurcação de espécies da caatinga a partir da base por meio natural, como ocorrência entre ou sobre rochas como a *Cnidocolus quercifolius* Pohl e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (Oliveira *et al.*, 2023; Costa *et al.*, 2024), ou por meio de ação antrópica para o *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc, *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. e *Combretum leprosum* Mart. (Figueira *et al.*, 2008; Barros; Dantas; Angelotti, 2023). Evidencia-se então que a bifurcação

da *L. auriculata* também pode estar relacionada a adaptações ao clima e limitações hídricas do ambiente.

A caatinga apresenta diversos ambientes, entre eles as áreas com afloramentos rochosos que contêm grande diversidade de espécies rupícolas (Maragon *et al.*, 2016). Bromélias e cactos são bem adaptados a esses ambientes, mas tais áreas também apresentam alta diversidade de espécies florestais, inclusive endêmica, como a *L. auriculata* (Fernandes e Queiroz, 2018).

Assim como outras espécies que se desenvolvem em solos pedregosos, a *L. auriculata* pode ser indicada para recuperação de áreas em processo de desertificação. Evidenciando-se que a espécie apresenta importância ecológica, adaptação a pluviosidade irregular, elevadas temperaturas e solos rasos ou pedregosos da região (Maragon *et al.*, 2016).

Avaliando-se a distribuição do diâmetro equivalente (DA_{Peq}) dos indivíduos em categorias, pode-se verificar uma distribuição similar à normalidade dessa variável, onde foram encontrados maiores números de indivíduos nas categorias medianas, verificada pela curtose de 0,48 (Tabela 1). Vale salientar que o diâmetro das plantas de *L. auriculata* é proporcional a quantidade de fustes, o que justifica o comportamento da distribuição das árvores nas classes ($r=0,4$). Guedes *et al.* (2012) avaliando características florístico-fitossociológicas de um trecho de caatinga na Paraíba, encontraram maiores números de fustes para diâmetro menores de *C. pyramidale*, *A. pyriformium* e *C. quercifolius*. Esse comportamento pode ser um padrão de distribuição para essas espécies na caatinga (Amorim *et al.*, 2005; Santana e Souto, 2006; Araújo, 2007).

Verifica-se através da correlação de Pearson uma correlação inversamente proporcional forte ($r=-0,6$) entre o número de indivíduos e a quantidade de fustes que esses possuem, esse fato indica que em uma população os indivíduos apresentam uma ou poucas ramificações,

na sua maioria, tendo um decréscimo na quantidade de indivíduos a medida que a quantidade de fustes aumenta (Figura 3).

O sistema radicular de *L. auriculata* é caracterizado como de hábito subterrâneo (Figura 5 A). A raiz principal apresenta tubérculo radicular imediatamente abaixo da região do colo (Figura 5 B-C), caracterizado pelo espessamento dessa região que compreende pelo menos 40% do comprimento total (Cardoso *et al.*, 2014). A raiz principal apresenta-se desenvolvida, com comprimento 2,5 vezes em relação à altura da planta adulta. Ao se desenvolverem, as raízes se moldam em função das rochas no solo (Figuras D-E), com isso além de cilíndricas estas se tornam achatadas (Figura F). Nas raízes é possível identificar a presença de cascas, que atuam na proteção aos fatores ambientais e herbivoria. Assim como na plântula, a raiz principal se ramifica em duas raízes na porção terminal, permitindo um ganho de fixação, de reserva de nutrientes e de volume de rizosfera.

Figura 5. Caracterização do sistema radicular de indivíduo adulto de *Luetzelburgia auriculata*, em área de Caatinga, Paraíba, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa

A raiz do tipo tubérculo é uma adaptação evolutiva para a sobrevivência em ambientes com variações sazonais, a exemplo dos déficits pluviométricos característicos de regiões semiáridas. Em consequência dos baixos índices pluviométricos e diminuição da oferta de alimentos provenientes da agricultura, as populações tradicionais também se utilizam dos tubérculos da *L. auriculata* após o processo de cocção ou através do processamento e produção de farinha (Cardoso *et al.*, 2014; Tropical Plants Database, 2018).

A casca morta ou ritidoma de *L. auriculata*, possui características específicas que podem auxiliar na sua identificação embora possua uma coloração acinzentada comum a diversas espécies do bioma Caatinga, ela apresenta manchas em tons de cinza mais claro ao longo do seu fuste, que podem ser percebidas facilmente, além de uma textura levemente áspera, presença de poucos musgos, estrias discretas com coloração cinza claro, odor característico de madeira, a casca viva possui uma coloração amarelada com estrias de cor verde e ausência de exsudações (Figura 3 F-G).

Em estudos realizados por Medeiros *et al.* (2022) avaliando aspectos macromorfológicos de três espécies da família Fabaceae em uma área de caatinga, foi possível observar que as características mais indicadas para identificação dessas espécies é a forma da copa, fuste e aspectos da casca. Vale ressaltar, que a cor da casca viva não é considerada uma característica diagnóstica, pois ela pode variar de acordo com as condições climáticas (umidade, luz), embora ainda seja um aspecto muito relevante para dendrologia da espécie (Silva, 2014).

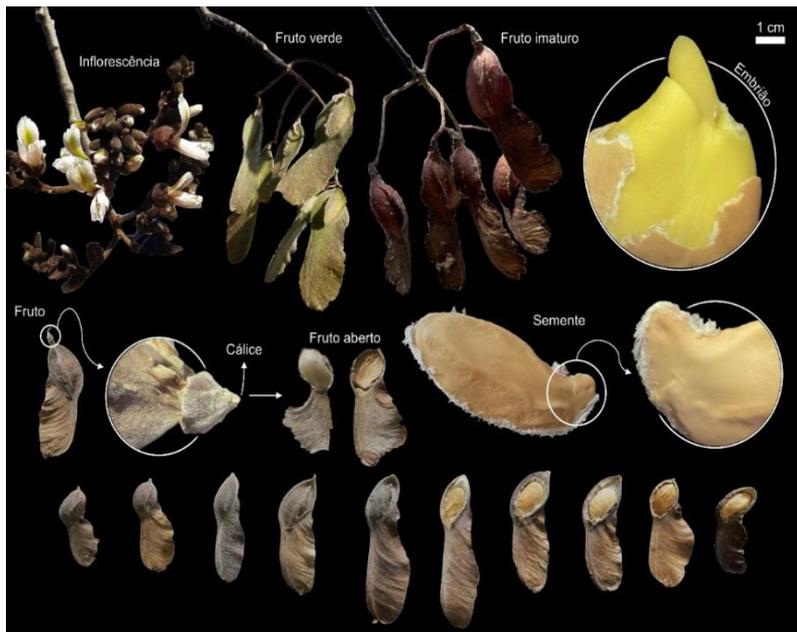
As folhas são compostas, glabras, de coloração verde escuro brilhante, penadas, pecioladas (3,0 cm), imparipinadas, podendo ocorrer paripinadas, com filotaxia alterna espiralada, com média de comprimento e largura do limbo de 8,0 cm. Os folíolos apresentam-se em número de cinco a sete, de formato elíptico, com ápice retuso, base

arredondada a obtusa (Figura 3 H). As folhas estão presentes em todas as épocas do ano, exceto no período de reprodução da espécie, que ocorre normalmente de julho a outubro (Figura 3 B, C, D e E), quando inicia a brotação das folhas.

As flores são reunidas em inflorescência do tipo panícula terminal, pequenas (1,41 cm), pediceladas, simetria zigomorfa, heteroclamídea, completas, pois apresentam os dois verticilos reprodutivos, sendo então classificada como hermafrodita ou monoclinas, como também os dois verticilos estéreis (diclamídea). Cálice em forma de tubo, persistente, gamossépalo, cor marrom e com tricomas curtos. A corola é pentâmera, dialipétala zigomorfa carenal, com estandarte situada na parte interna da corola, delicada, de coloração branca e estandarte roxa a esverdeada. Os estames são livres entre si (dialistêmone) e polistêmone (6 – 8 uni.), de coloração verde arroxeados e anteras amarelas (Figura 6).

O fruto de *L. auriculata* é simples, do tipo sâmara, seco, indeiscente, com uma projeção alada no pericarpo, quanto ao indumento se caracteriza como piloso, de formato elíptico na parte superior onde fica localizado a semente, estipitado, com sutura na parte superior da ala, de coloração verde quando imaturos e marrom avermelhado quando chegam ao fim do período de maturação, providos de uma única semente e cálice da flor persistente (Figura 6). Embora em estudo realizado por Silva *et al.* (2020) também descrevendo as características morfológicas de frutos da *L. auriculata*, classificou os frutos desta espécie como glabra pela ausência de indumento.

Figura 6. Morfologia de frutos e sementes de indivíduos adultos de *Luetzelburgia auriculata*, ocorrentes em fragmento de caatinga no Sítio Mocambo, Patos, Paraíba, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa

Os frutos de *L. auriculata* apresentam comprimento máximo de 9,6 cm e mínimo de 5,0 cm, com média de 6,9 cm de comprimento. Verificou-se que a largura mínima encontrada para os frutos é de 1,5 cm variando até 2,8 cm, já a espessura de frutos tem valor mínimo de 0,4 e máximo de 1,9 cm. A ala presente possui valor de espessura máximo de 1,49 e mínimo de 0,51 mm (Tabela 2).

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis biométricas frutos de indivíduos adultos de *Luetzelburgia auriculata*, ocorrentes em fragmento de caatinga, Patos, Paraíba, Brasil, 2023.

Parâmetros	<i>Luetzelburgia auriculata</i>			
	Fruto			
	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Espessura (cm)	Espessura Ala (mm)
Valor máximo	9,6	2,8	1,9	1,49
Valor mínimo	5,0	1,5	0,4	0,51
Amplitude total	4,6	1,3	1,5	0,98
Mediana	6,5	2,1	1,1	0,94
Média	6,94	2,07	1,14	0,95
Desvio Padrão	1,25	0,28	0,23	0,20
Erro Padrão	0,12	0,03	0,02	0,02
Coefficiente Variação (%)	18,04	13,65	19,9	20,97
Curtose	-1,15	-0,76	1,73	-0,45

Fonte: Dados da pesquisa

A Caatinga é uma região ecológica vulnerável às mudanças climáticas. As dimensões dos frutos de *L. auriculata*, assim como as de outras espécies da Caatinga, podem ser influenciadas por essas mudanças climáticas (Almeida *et al.*, 2020). Portanto, é crucial monitorar e estudar essas espécies para entender melhor os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade da Caatinga e desenvolver estratégias de conservação eficazes para as espécies.

As sementes de *L. auriculata* possuem tegumento fino, liso, brilhoso, com coloração castanho claro, hilo circular lateral, com a presença de estrutura branca mucilaginosa envolvendo-a de forma

periférica. Com a retirada do tegumento foi possível observar o eixo embrionário, de coloração amarelada. As características observadas nas sementes de *L. auriculata* corroboram com os estudos realizados por Córdula (2014), Rangel (2016) e Silva *et al.* (2020).

Quanto a biometria das sementes, houve variação de 7,32 mm de comprimento, com valores máximos de 23,3 e mínimos de 15,98 mm. Constatou-se que a largura das sementes teve um valor máximo de 12,46 e mínimo de 7,46 mm, com amplitude total de 5 mm. Já para a variável espessura de sementes foram encontrados valores máximos de 8,37 e mínimos de 2,91 mm, com amplitude total de 5,46 mm. Houve uma homogeneidade na distribuição dos valores de comprimento e largura de sementes, comprovado pelo baixo coeficiente de variação encontrado (Tabela 3).

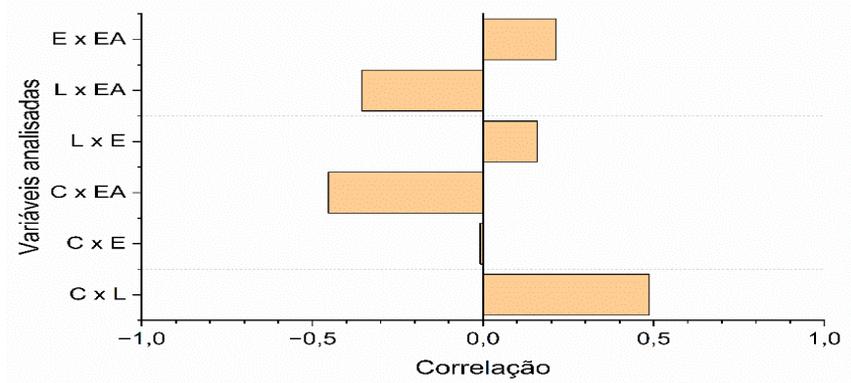
Tabela 3. Estatística descritiva das variáveis biométricas sementes de indivíduos adultos de *Luetzelburgia auriculata*, ocorrentes em fragmento de caatinga, Patos, Paraíba, Brasil, 2023.

Parâmetros	<i>Luetzelburgia auriculata</i>		
	Semente (mm)		
	Comprimento	Largura	Espessura
Valor máximo	23,30	12,46	8,37
Valor mínimo	15,98	7,46	2,91
Amplitude total	7,32	5	5,46
Mediana	19,98	10,11	5,22
Média	19,69	10,06	5,48
Desvio Padrão	1,61	1,03	1,29
Erro Padrão	0,16	0,10	0,13
Coefficiente de Variação (%)	8,18	10,20	23,50
Curtose	-0,70	-0,11	-0,95

Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se correlação proporcional média ($r=0,49$) entre o comprimento e largura de frutos de *L. auriculata*. Já para a correlação entre o comprimento ou largura de frutos com a espessura da ala, a correlação foi inversamente proporcional de $r=-0,45$ e $r=-0,35$, respectivamente, o que não é verificado entre espessura de frutos e espessura da ala (Figura 7). Considera-se então que há uma distribuição da ala proporcional no fruto, onde à medida que o comprimento ou largura dos frutos são maiores esse tecido é tendido, tornando a ala mais fina. Essa característica pode facilitar a dispersão das sementes de forma anemocórica, já que a dispersão dos frutos de *L. auriculata* é dada pelo vento.

Figura 7. Análise de correlação de Pearson para espessura (E), largura (L), comprimento (C) de frutos e espessura da ala (EA) de *Luetzelburgia auriculata*, Patos – PB, 2024.

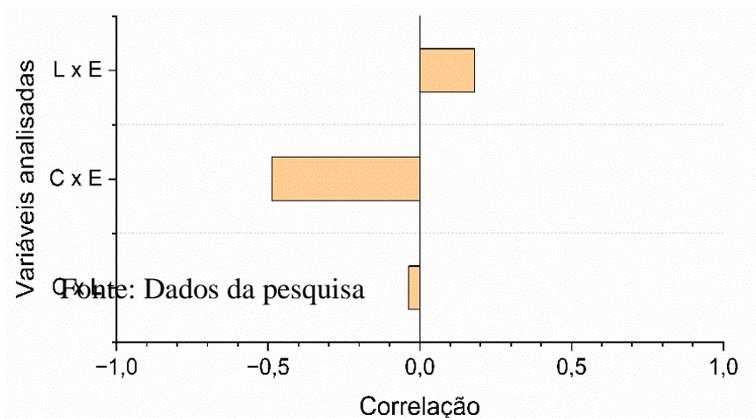


Fonte: Dados da pesquisa.

Considerando a correlação de Pearson para sementes de *L. auriculata*, constatou-se correlação inversamente proporcional ($r=-0,49$) entre o comprimento e espessura de sementes, entre as demais variáveis testadas não houve correlação significativa (Figura 8). Esse resultado indica que as sementes tendem a se apresentar de formato mais

cilíndrico, evidenciado pela ausência de correlação entre o comprimento e largura de sementes.

Figura 8. Análise de correlação de Pearson para espessura (E), largura (L) e comprimento (C) de sementes de *Luetzelburgia auriculata*, Patos – PB, 2024.



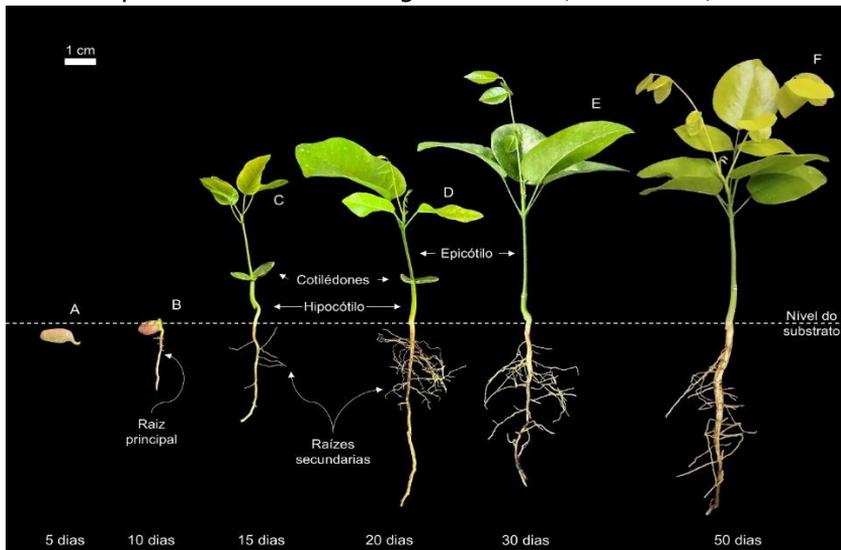
A falta de correlação entre a largura, espessura e comprimento de sementes de *L. auriculata* indica que essas variáveis são independentes uma da outra, já a correlação inversamente proporcional entre comprimento e espessura apresenta uma dependência. Com isso, constatou-se que sementes maiores tendem a apresentar um valor menor de espessura, mas a largura é independente. Essas características podem estar ligadas a variabilidade genética da espécie ou características ambientais específicas (Rodrigues *et al.*, 2010; Souza e Cavalcante, 2019).

MORFOLOGIA DE PLÂNTULAS

Aos cinco dias após a semeadura das sementes foi possível verificar a germinação de 73,33%, caracterizado pela protusão radicular, a raiz primária cilíndrica, esbranquiçada, com média de 0,89 cm de comprimento. As demais sementes se apresentavam entumecidas, com

aumento em volume e com desprendimento parcial do tegumento (Figura 9).

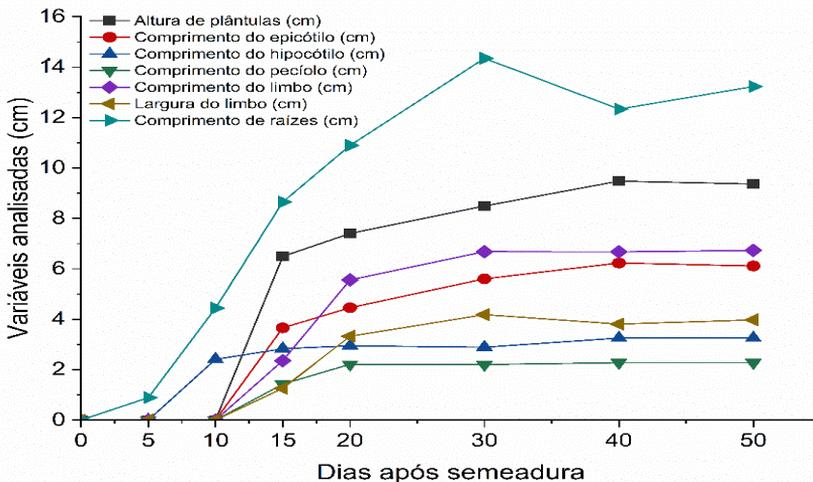
Figura 9. Acompanhamento morfológico em viveiro do crescimento de plântulas de *Luetzelburgia auriculata*, Patos – PB, 2024.



Fonte: Dados da pesquisa

Avaliando-se aos 10 dias após semeadura, 100% das sementes estavam emergidas, com germinação do tipo epígea fanerocotiledonar, com cotilédones de reserva, sésseis, de forma ovalada, ápice arredondado a obtuso e base arredondada, textura membranácea, com coloração variando de verde a amarelo. Nessa fase, a característica mais marcante é crescimento do hipocótilo, de coloração verde, com 2,41 cm de comprimento, sem pelos e tricomas e apresenta uma expansão em forma de garra na região de transição com o sistema radicular, que permaneceu sem aparente modificações na estrutura e crescimento até o fim das avaliações (50 dias após semeadura) (Figura 9 B – C), além do incremento no comprimento das raízes (4,44 cm), e surgimento de raízes secundárias, com média de 5,29 por plântulas (Figura 10).

Figura 10. Altura, comprimento de limbo, epicótilo, hipocótilo, pecíolo, raízes e largura do limbo de plântulas de *Luetzelburgia auriculata*, 2024.



Aos 15 dias após a semeadura, toda a parte aérea estava desenvolvida, plântulas com epicótilo e 1ª e 2ª par de eófilos expandidos, sendo simples, com filotaxia oposta cruzada, peciolados, forma ovalada, margens inteiras, ápice agudo, base cordada, textura membranácea, coloração verde nas faces abaxial e adaxial, lisos, brilhantes e nervação penínervia (Figura 9). E ainda com cotilédones presentes, com coloração de verde a amarelo (Figura 9).

Ainda nessa avaliação foram verificados comprimento da parte aérea de 6,49 cm e comprimento radicular de 8,65 cm, com 10,85 raízes secundárias por plântulas. O epicótilo e hipocótilo tiveram comprimento de 3,66 e 2,83 cm, respectivamente. Para o comprimento e largura do limbo foram encontradas 2,36 e 1,26 cm, respectivamente. Já para o comprimento do pecíolo foi verificado 1,43 cm (Figura 9 e 10).

Avaliando as plântulas de *L. auriculata* aos 20 dias após a sementeira, observou-se a emissão discreta dos metáfilos. Além das plântulas ainda apresentarem os cotilédones, porém com menor turgidez em relação aos 15 dias de avaliação. Outras alterações significativas não ocorreram entre a presente avaliação e a anterior (Figura 9).

As plântulas apresentavam aos 20 dias altura de 7,4 cm, comprimento de raízes de 10,89 cm, sendo verificadas 19,38 raízes por plântula. O epicótilo e hipocótilo apresentavam 4,45 e 2,95 cm de comprimento, respectivamente. Foi observado comprimento de pecíolo de 2,15 cm, já o limbo dos eófilos apresentaram comprimento de 5,56 cm e largura de 3,32 cm (Figura 9 e 10).

Aos 30 dias após a sementeira, as plântulas apresentavam crescimento dos metáfilos, sendo estes compostos, com número de folíolos variando de 3 a 7, imparipenados, formato ovalado, margem serrilhada, ápice agudo, base arredondada e com nervação penínervia (Figura 9), características essas observadas nas folhas da planta adulta. Nesta fase, verificou-se a perda das funções do cotilédone, apresentando diminuição de tamanho e boa parte das plântulas já não apresentavam essa estrutura (45%).

O comprimento da parte aérea das plântulas aos 30 dias foi de 8,49 cm, tendo comprimento de raiz de 14,35 cm, com 24,91 raízes por plântula. As medidas de epicótilo e hipocótilo foram 5,6 e 2,89 cm, respectivamente. A folha apresentou comprimento de 7,3 cm, sendo 2,1 do pecíolo e 5,2 do limbo, já a largura do limbo foi de 4,18 cm (Figura 9 e 10).

O desenvolvimento dos metáfilos apresentou-se completo aos 40 dias de após a sementeira, sendo essa característica marcante. Já aos 50 dias de avaliação foram verificados estabilização do crescimento da raiz principal e desenvolvimento mais expressivo das raízes laterais (Figura 9). O comprimento da parte aérea das plântulas aos 40 dias foi de 9,48

cm, enquanto que aos 50 dias foi de 9,36. Foram verificados para o comprimento de raízes, número de raízes por plântula, comprimento de epicótilo e hipocótilo de 12,34 cm, 29,21 raízes, 6,23 cm e 3,25 cm, na avaliação para os 40 dias, respectivamente. Já para as mesmas variáveis aos 50 dias foram registrados 12,77 cm, 30,47 raízes, 6,11 cm e 3,25 cm, respectivamente. O comprimento de pecíolo, limbo e largura de limbo foram de 2,28 cm, 6,67 cm, e 3,81 cm, aos 40 dias e 2,35 cm, 6,73 cm e 3,97 cm aos 50 dias, respectivamente (Figura 9 e 10).

No geral, a altura das plântulas obteve uma estabilização entre os 40 e 50 dias após sementeira. Similarmente, o comprimento da raiz principal também demonstrou uma tendência de estabilização. No entanto, foi registrado um aumento significativo na quantidade de raízes secundárias. Este fenômeno sugere uma possível adaptação da planta às condições ambientais, potencializando a absorção de nutrientes através do aumento da superfície de contato com o solo. Estes resultados indicam a necessidade de estudos adicionais para entender completamente os mecanismos subjacentes a estas observações.

CONCLUSÕES

As manchas na casca morta em tons de cinza mais claro ao longo do fuste de *L. auriculata*, são características específicas que podem auxiliar na identificação em campo de indivíduos adultos, durante todas as épocas do ano, independente da fenofase;

Exceto durante o período de reprodução, quando a espécie perde suas folhas, a densidade da copa e a intensidade na cor verde escuro e o brilho das folhas se destacam entre as demais espécies na vegetação de caatinga;

Para correta identificação das plântulas, recomenda-se que as mesmas tenham mais de 15 dias após emergência, que coincide com o período de emissão dos metáfilos, nos quais, apresentam os aspectos morfológicos das folhas da planta em idade adulta.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. S.; SOUTO, P. C.; MOREIRA, F. T. A.; SOUTO, J. S.; BORGES, C. H. A. Inventário quali-quantitativo da arborização urbana em São João do Rio do Peixe – PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 117-124, 2014.

ALMEIDA, R. G.; CAVALCANTE, A. M. B.; SILVA, E. M. Impactos das Mudanças Climáticas no Bioma Caatinga na Percepção dos Professores da Rede Pública Municipal de General Sampaio - Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p. 397- 405, 2020.

ALVARES C. A.; STAPE J.L.; SENTELHAS P.C.; GONÇALVES J.L. M.; SPAROVEK G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6. p.711– 728, 2014.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

ARAÚJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semi-árido paraibano**. 2007. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração em Ecologia Vegetal e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

ARAUJO FILHO, J. C.; MARQUES, F. A.; AMARAL, A. J.; Cunha, T. J. F.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; Galvão, P. V. M. Solos do Semiárido: características e estoque de carbono, In: GIONGO, V.;

ANGELOTTI, F (org). **Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas**. Brasília, Embrapa, 2022.

BARROS, J. R. A.; DANTAS, B. F.; ANGELOTTI, F. Initial development of Caatinga species under the increased temperature of CO₂ concentration. **Delos: Desarrollo Local Sostenible**, Curitiba, v. 16, n. 44, p. 1069-1081, 2023.

CARDOSO, D. B. O. S. *Luetzelburgia* in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB29740>>. Acesso em: 11 set. 2024.

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P.; LIMA, H. C. A taxonomic revision of the South American papilionoid genus *Luetzelburgia* (Fabaceae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.175, n.3, p. 328–375, 2014.

COSTA, A. S.; SILVA, O. S.; FERREIRA, C. D.; OLIVEIRA, C. H. S. Caracterização dendrológica de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos – Bignoniaceae. **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 1, p. 94-106, 2024.

CÓRDULA, E.; MORIM, M. P.; ALVES, M. Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, p. 505-516, 2014.

FERRAZ, J. S. F.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, M. V. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 38, n. 6, p. 1055–1064, 2014.

FERNANDES, M.F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, [s.l.], v. 70, n. 4, p.51-56, out. 2018. FapUNIFESP (SciELO).

FIGUEIRÔA, J. M.; ARAÚJO, E. L.; PAREYN, F. G. C.; CUTLER, D. F.; GASSON, P.; LIMA, K. C.; SANTOS, V. F. Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima, em serra talhada, PE. **Revista Árvore**, v. 32, n. 6, p. 1041-1049, 2008.

IUCN - STANDARDS AND PETITIONS COMMITTEE. 2024. Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 16. Prepared by the Standards and Petitions Committee. . Disponível em:
<https://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**, 2019. Disponível em:
<https://www.ipea.gov.br/ods/ods15.html>

GEOCAT, 2024. **Avaliação de Conservação Geoespacial**. Disponível em: <https://geocat.iucnredlist.org/editor>

GUEDES, R. D. S.; ZANELLA, F. C. V.; JÚNIOR, J. E. V. C.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.

HARRIS, J. G.; HARRIS M. W. Plant Identification Terminology: Na Illustrated Glossary: **Spring Lake Publishing**, Utah. 1994

LEITÃO, J. R.; CUNHA, M. C. L.; FERREIRA, T. C. Morfologia de sementes, plântulas e tirodendros em espécies de Fabaceae ocorrentes no bioma Caatinga. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 44, 2024.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. São Paulo, Instituto Plantarum, v. 1, n. 3, p. 144-116, 2008.

MARCHIORI, J.N.C. Elementos de dendrologia. Santa Maria: UFSM, 1995. 163p.

MARCHIORI, J. N. C. Elementos de dendrologia. 2ª ed. Santa Maria: UFSM, 2004. 176p.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. D.; SCHNEIDER, P. R.; LOUREIRO, G. H.; Modelagem da distribuição diamétrica de espécies lenhosas da caatinga, semiárido Pernambucano. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 863-874, 2016.

MEDEIROS, T. S.; FERREIRA, C. D.; FREIRE, A. L.O.; ARRIEL, E. F.; BAKKE, I. A. Aspectos dendrológicos de espécies arbóreas da Caatinga. **Conjecturas**, v. 22, n. 2, p. 338-357, 2022.

MELO A. L.; SALES M. F. O gênero *Cnidocolus* Pohl (Crotonoideae-Euphorbiaceae) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 22, n. 3, p. 806-827. 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Caatinga**, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/caatinga>

OLIVEIRA, C. H. S.; FERREIRA, C. D.; OLIVEIRA FREIRE, A. L.;
ARRIEL, E. F.; DANTAS, J. S. Dendrologia de *Cnidocolus*
quercifolius Pohl: uma espécie endêmica do Bioma Caatinga. In:
ANDRADE, Jaily Kerller Batista (Org.). **Estudos em Ciências**
Biológicas e Florestais. Campina Grande: Licuri, 2023, p. 53-67.

RANGEL, I. S. L. Morfologia e qualidade fisiológica de sementes de
Luetzelburgia auriculata (Allemão) Ducke. (Tese de Doutorado)
UFPB, 2016.

RMFC – REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA.
Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes. Recife: Associação
de Plantas do Nordeste; Brasília: MMA, PNF, 2005. 30p.

REIS, D. O.; ANDRADE MENDONÇA, D.; FABRICANTE, J. R.
Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-
arbóreo de uma área de Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Journal of**
Environmental Analysis and Progress, v. 7, n. 1, p. 041-051, 2022.

RODRIGUES, H. C. A.; CARVALHO, S. P.; CARVALHO, A. A.;
SANTOS C. E. M.; CARVALHO FILHO J. L. S. Correlações
genotípicas, fenotípicas e ambientais entre caracteres de mamoneira.
Ciência e Agrotecnologia, v. 34, n. 6, p. 1390–1395, 2010.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e Estrutura
Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó - RN.
Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v. 6, n. 2,
p. 232-242, 2006.

SANTANA, V. J. F. D. S.; JÚNIOR, H. J. D. S.; VÉRAS, F. C. L.;
ARAÚJO, D. L. D. C. Classificando estratos vegetais de uma área do

Bioma Caatinga com imagens de VANTs. **Revista de Sistemas e Computação-RSC**, v. 14, n. 1, 2024.

SANTOS, J. P. O.; ABREU, K. G.; ARAÚJO, J. R. E. S.; OLIVEIRA SOUSA, V. F.; MACÊDO, M. L. A.; NOBREGA TORRES, E. Pressões antrópicas em Floresta Tropical Sazonalmente Seca em área suscetível a desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 3, p. 1-14, 2023.

SAUERESSIG, D. **Manual de dendrologia** [recurso eletrônico]. Irati (PR): Editora Plantas do Brasil, 2017. 150 p.

SILVA, J. L. S. E.; CRUZ-NETO, O.; PERES, C. A.; TABARELLI, M.; LOPES, A. V. Climate change will reduce suitable Caatinga dry forest habitat for endemic plants with disproportionate impacts on specialized reproductive strategies. **PloS One**, v. 14, n. 5, p. e0217028, 2019.

SILVA, R. C. V.; SILVA, A. S. L.; FERNANDES, M. M.; MARGALHO, L. F. **Noções morfológicas e taxonômicas para identificação botânica**. Brasília: Embrapa, 2014.

SILVA, D. D.; PINTO, M. D. S. C.; GOMES, R. N.; FREITAS, A. J. F.; AGUIAR, F. S.; PINTO, M. G. C. Características morfológicas de frutos, sementes e plântulas de *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke–Fabaceae. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020.

SPECIESLINK network, **Distribuição geográfica de espécies**. 2024, Disponível em: specieslink.net/search

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa, Minas Gerais, 2006.

SOUZA, D. D.; CAVALCANTE, N. B. Biometria de frutos e sementes de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae). **Acta Biológica Catarinense**, v. 6, n. 2, p. 115-122, 2019.

SOUZA, D. G.; SFAIR, J. C.; PAULA, A. S.; BARROS, M. F.; RITO, K. F.; TABARELLI, M. Multiple drivers of aboveground biomass in a human-modified landscape of the Caatinga dry forest. **Forest Ecology and Management**, v. 435, p. 57-65, 2019.

SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; LUCENA, D. S.; SANTOS, W. S.; HENRIQUES, Í. G. N.; LUCENA, M. F. A.; SOUZA, A. D. Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas - PB. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 4, p. 1317–1330, 2016.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R.; PAULA, C. C. **Botânica organografia: Quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. Viçosa, 2021.

DETERMINAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE DUAS ESPÉCIES DE MOGNO (*Khaya ivorensis* A. Chev. E *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss.)

Arliston Pereira Leite, Dayanne Kelly de Araújo Medeiros, Jacob Silva Souto, Ivonete Alves Bakke, Cheila Deisy Ferreira, Maria Nilvânia da Silva Noberto

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma área de florestas plantadas de 7,84 milhões de hectares, sendo 72,7% ocupado por plantios de *Eucalyptus*, 20,4% por *Pinus* e 6,9% por plantios de espécies não convencionais, como *Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis* e outros. Em 2010, a área total com espécies não convencionais foi de 465.390,0 ha, aumentando 27,5% nos últimos anos (IBA, 2019).

Khaya senegalensis (Desr.) A. Juss., também conhecido como mogno da zona seca ou mogno africano, é uma árvore nativa das florestas ribeirinhas e de alguns bosques de savana de maior pluviosidade da África Subsaariana. Estandes naturais em toda a sua região nativa há tempos são explorados por sua madeira, que é adequada para usos finais de valor mais alto, incluindo móveis, marcenaria de alta classe e construção de barcos (Orwa *et al.* 2009).

Khaya ivorensis (A. Chev) possui madeira nobre de grande potencial econômico para comercialização interna e externa podendo ser utilizada para diversas finalidades. No Brasil, a espécie teve seus primeiros plantios instalados na região Norte no ano de 1976 e a crescente demanda por madeira tropical está levando a novos

investimentos em plantios comerciais em todo o país, aquecendo o mercado florestal em torno da espécie (Ribeiro *et al.*, 2017).

Devido ao crescimento moderadamente rápido, boa adaptação aos ambientes tropicais sazonalmente secos e boa tolerância ao déficit hídrico quando cultivadas em outros países diferentes do seu de origem, se tornaram importantes espécies de plantação comercial e florestamento em vários países, incluindo o Brasil (Bandara e Arnold, 2018).

Bernardi *et al.* (2012) afirmam que, análises foliares podem ser utilizadas para determinar deficiências nutricionais em todas as culturas, já que os nutrientes são responsáveis pelo desenvolvimento adequado de uma planta. Cada espécie tem uma exigência específica de nutrientes, que exercem funções específicas e necessidades individualizadas vitais ao metabolismo das plantas, cada espécie de forma individual. Com isso, quando um nutriente estiver em quantidade inferior a real necessidade da planta, as folhas podem apresentar deficiências e redução da sua área (Epstein e Bloom, 2006).

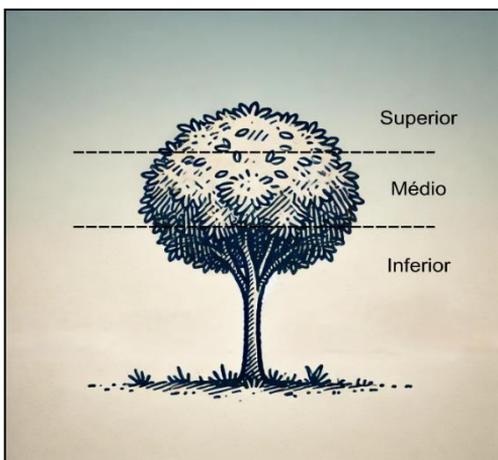
Apesar dos plantios em larga escala dessas espécies de mogno, no Brasil ainda são bem recentes, e poucos estudos descrevem parâmetros de determinação de área foliar para essas espécies. Existem vários métodos para determinação de área foliar de plantas, sendo que a maior parte deles são destrutivos. O método de estimativa de área foliar indireto, por exemplo, é um método não destrutivo que estima a área foliar de espécies a partir de medidas foliares, sendo feito através da aplicação de análise dimensional ou alometria, baseada em equações matemáticas que relacionam medidas lineares da folha para a sua área real, com intuito de estimar a área da folha. Esse método é eficaz, preciso e de baixo custo. Isso elimina a necessidade para medidores de área foliar ou reconstruções geométricas demoradas (AMARAL *et al.*, 2009; BENINCASA, 2003).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi determinar modelos matemáticos de estimativa de área foliar de duas espécies de mogno.

MATERIAL E MÉTODOS

As folhas das duas espécies de mogno utilizadas para o desenvolvimento desse trabalho foram obtidas em um plantio estabelecido na Fazenda Jaburu, município de Várzea Alegre – CE, situada entre as coordenadas 6°42'32.26"S e 39°11'15.73"O. Foram coletadas 100 folhas no terço mediano (Figura 1) da copa das árvores de duas espécies de mogno africano, *K. senegalensis* e *K. ivorensis*. As folhas, após a coleta, foram colocadas em sacos de papel e levadas ao Laboratório de Nutrição de Plantas, para serem numerados de 1 a 100, para medida das dimensões comprimento e largura, bem como para digitalização por processamento digital das imagens. As medidas e digitalização das folhas foram realizadas de forma sucessiva, num prazo de seis horas para minimizar ao máximo, eventuais deformações.

Figura 1. Representação da copa de uma árvore com destaque para a divisão em terços: superior, mediano e inferior.



Fonte: dados da pesquisa.

As folhas coletadas foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LabNut), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado na cidade de Patos-PB, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, para que fossem realizados os processos de medição de largura, comprimento e digitalização.

O comprimento (C) da folha foi definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha e a largura (L) como a maior dimensão perpendicular ao comprimento da nervura principal. Essas medidas foram obtidas com o auxílio de um escalímetro modelo HO.

O processo de digitalização das imagens consistiu no escaneamento das folhas com scanner modelo HP Scanjet 2400, as imagens adquiridas foram processadas através do software IMAGEJ e salvas em formato TIFF (Tag Image File Format).

As regressões lineares e exponenciais foram determinadas levando em consideração a área foliar total de cada planta (AFT) como variável dependente e o comprimento, a largura e o produto de C x L como variáveis independentes. Para a escolha do modelo matemático na determinação da área foliar total (AFT), foram considerados a sua simplicidade e o maior coeficiente de determinação (R^2), ao nível de 5% de significância pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores de médias mais ou menos o desvio-padrão, valores máximo e mínimo para comprimento (C), largura (L), produto do comprimento e largura (C x L) e área foliar total efetiva (AFTe) de duas espécies de mogno.

Tabela 1. Médias, desvio-padrão, valores máximo e mínimo para comprimento, largura, produto do comprimento e largura (C x L) e área foliar total efetiva de folhas de duas espécies de mogno.

Variáveis	Unidade	<i>Khaya ivorensis</i>		<i>Khaya senegalensis</i>			
		Média ± S	Máx	Mín	Média ± S	Má x	Mí n.
Largura (L)	cm	11,61 ± 3,81	30,76	6,17	3,95 ± 0,96	6,15	1,71
Comprimento (C)	cm	26,28 ± 6,04	37,76	11,45	9,99 ± 2,47	15,64	4,36
Largura x Comprimento (LXC)	cm	301,66 ± 95,99	562,11	119,27	41,08 ± 17,43	95,09	7,46
Área foliar (AFTe)	cm ²	228,86 ± 72,52	454,17	87,13	31,5 ± 13,73	69,67	5,3

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados da análise de regressão relacionando a área foliar (AFTe) e as medidas lineares de comprimento, largura e o produto do comprimento pela largura da folha (C x L), são apresentados na tabela 2. Nem todas as equações permitiram obter estimativas satisfatórias da área foliar. Os coeficientes de determinação (R^2) acima de 0,70 podem ser considerados os mais recomendados, pois, nesse caso, eles indicam que pelo menos 70% das variações observadas na área foliar foram explicadas pelas equações obtidas nos modelos lineares e exponenciais (Maldaner *et al.*, 2009).

Para a espécie *K. ivorensis*, os modelos estatísticos relacionados com a largura e comprimento dos limbos foliares e o modelo exponencial para a largura não foram satisfatórios, obtendo-se coeficientes de determinação abaixo do recomendado. Já os modelos estatísticos para a espécie *K. senegalensis* foram todos satisfatórios,

sendo os mais recomendados aqueles com o maior coeficiente de determinação (Tabela 2).

Tabela 2. Modelos de regressões lineares, polinomiais e coeficientes de determinação para estimar a área foliar total (AFTe) em função do comprimento (C), largura (L) e entre C x L para as espécies *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*.

Tipos de equação	<i>Khaya ivorensis</i>		<i>Khaya senegalensis</i>	
	Modelo matemático	R ²	Modelo matemático	R ²
Linear	AFTe = 10,395L + 106,89	0,33	AFTe = 12,827L - 19,172	0,80
Linear	AFTe = 8,4439C + 8,1582	0,51	AFTe = 4,8986C - 17,445	0,78
Linear	AFTe = 0,7065LXC + 15,894	0,85	AFTe = 0,7696LxC - 0,1183	0,96
Polinomia 1	AFTe = -1,1113L ² + 50,365L - 187,9	0,61	AFTe = 0,2701LxC ² + 10,681x - 15,155	0,80
Polinomia 1	AFTe = 0,3537C ² - 8,6728C + 199,19	0,86	AFTe = 0,3019LxC ² - 0,9097x + 8,6275	0,91
Polinomia 1	AFTe = -0,0004LxC ² + 0,944LxC - 16,935	0,86	AFTe = -1x10 ⁻⁵ LxC ² + 0,7706x - 0,1364	0,96

Fonte: dados da pesquisa.

O valor do coeficiente de determinação variou de 0,33 a 0,96, sendo o de menor valor correspondente ao modelo linear em que se utilizou a largura da folha, como base de cálculo para estimativa da área foliar individual de folhas de *K. ivorensis*, enquanto o maior valor do coeficiente foi obtido com os dados do produto do comprimento pela largura da folha, principalmente, para a espécie *K. senegalensis* (Tabela 2).

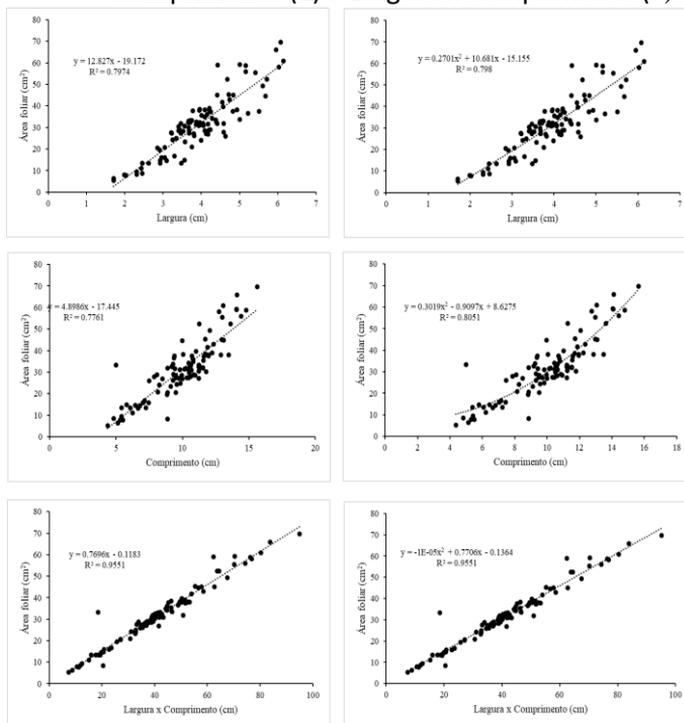
É notável que houve uma pequena dispersão em relação a área foliar calculada e a área foliar total, sobretudo, na correlação da largura

e o comprimento da folha com a área foliar nos modelos lineares e exponenciais de *K. ivorensis* (Figura 2).

Para a espécie *K. ivorensis* podem ser utilizados os modelos estatísticos lineares e exponenciais, quando se avalia o produto do comprimento e largura em relação a área foliar total da espécie, já que obtiveram um coeficiente de determinação eficiente e superior aos demais ($R^2 = 0,86$). Mas, não é recomendado usar apenas o comprimento ou a largura de forma isolada para determinação de área foliar, já que vários valores da área foliar ficaram dispersos (Figura 2).

Em estudo sobre os modelos matemáticos para a estimativa de área foliar em teca (*Tectonas grandis* L. f.) Sousa *et al.* (2018) também não encontraram modelos significativos quando consideraram apenas uma dimensão, comprimento ou largura máxima do limbo foliar, com coeficiente de determinação ($R^2 < 0,8$). Resultados similares foram obtidos por Candido *et al.* (2013), ao realizarem análises de regressão da área foliar de *Combretum leprosum* Mart. com o comprimento e a largura das folhas separadamente, encontraram menores ajustes do que aqueles com o produto das duas dimensões, diferentemente do que foi observado em folhas de macieira por Bosco *et al.* (2012).

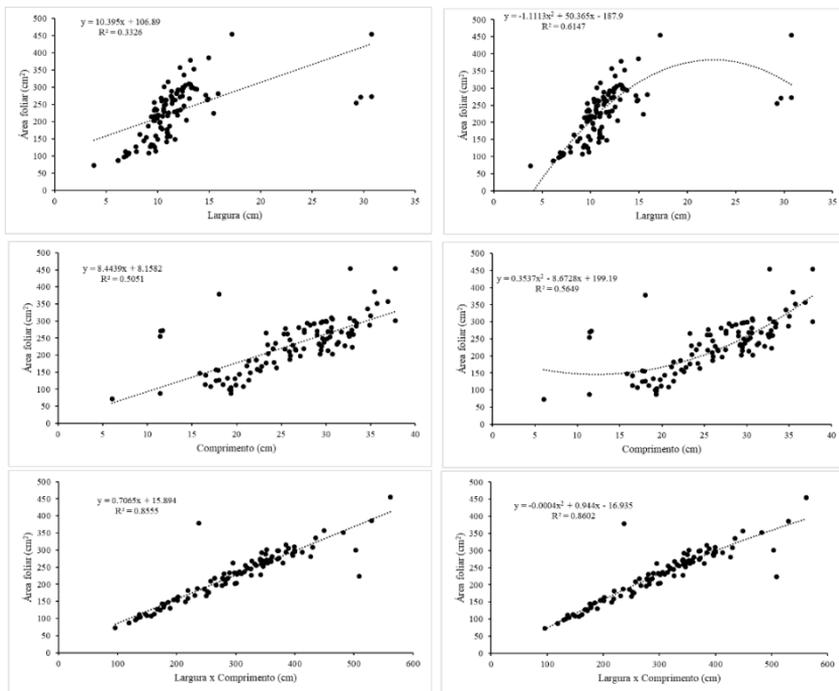
Figura 2. Representação da área foliar de *Khaya ivorensis* através do modelo linear para Largura (A), Comprimento (B), Largura x Comprimento (C) e do modelo polinomial para Largura (D), Comprimento (E) e Largura x Comprimento (F).



Fonte: dados da pesquisa.

Todos os modelos lineares e exponenciais satisfazem o cálculo de área foliar para comprimento, largura e o produto do comprimento e largura para a espécie *K. senegalensis*. Apesar de todos os modelos aplicados para a espécie serem representativos ($R^2 > 0,7$), é recomendado utilizar o modelo linear que correlaciona o produto da largura e comprimento com a área foliar total (Figura 3).

Figura 3. Representação da área foliar de *Khaya senegalensis* através do modelo linear para Largura (A), Comprimento (B), Largura x Comprimento (C) e do modelo polinomial para Largura (D), Comprimento (E) e do Largura x Comprimento (F).



Fonte: dados da pesquisa.

Os maiores valores de coeficiente de determinação para os modelos que correlacionam o produto do comprimento e largura podem ser explicados devido as folhas das espécies, principalmente, da espécie *K. senegalensis*, apresentarem um padrão retangular. Esses resultados encontrados corroboram com Sousa *et al.* (2018), com os modelos lineares e polinomiais que utilizam a relação (C x L) do limbo foliar de

teca, apresentaram valores de coeficientes de determinação (R^2) superiores aos demais.

É observado para espécies frutíferas o mesmo padrão de equações encontrados para as espécies *K. ivorensis* e *K. senegalensis*. Os autores Campostrini e Yamanishi (2001), afirmam que através de diferentes medições do comprimento de folhas de plantas de figueira, é possível obter modelos matemáticos satisfatórios que relacionem o comprimento da folha com a área foliar. Para a cultura do meloeiro a variável largura máxima foi considerada para a cultura (Nascimento *et al.*, 2002) e ainda para a cultura do feijoeiro (Queiroga *et al.*, 2003). Mas, para a goiabeira (Zucoloto *et al.*, 2006) e para a gravioleira (Almeida *et al.*, 2006), os melhores resultados estimados ocorreram com uso do produto entre a largura e o comprimento.

Silva *et al.* (2013) avaliando métodos de determinação de área foliar de três espécies da Caatinga encontraram resultados satisfatórios para o modelo polinomial no produto da largura e do comprimento das folhas dessas espécies. Esses autores ainda afirmam que, a área foliar das espécies catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.), cumaru (*Amburana cearensis* AC Smith) e jucá (*Caesalpinia férrea* Mart.) podem ser estimadas por modelos elípticos, lineares e polinomiais, no entanto, os menores valores observados no caso do modelo polinomial indicam que as estimativas de área foliar podem ser obtidas preferencialmente por essa equação. A aplicação das dimensões lineares, comprimento e largura, proporcionou uma estimativa também satisfatória para a aceroleira ($R^2 = 0,91$) conforme verificaram Lucena *et al.* (2011) e para as espécies na fase de sementeira *Calendula officinalis* L., *Dahlia pinnata* L., *Dianthus barbatus* L., *Pelargonium × hortorum*, *Petunia × hybrida*, e *Viola wittrockiana* de acordo com Giuffrida *et al.* (2011).

Para a espécie macadâmia, Schmildt *et al.* (2016) observaram que, de forma geral, houve bom ajuste entre as equações lineares e

polinomiais quando com o produto da largura e comprimento das folhas dessa espécie, mas as medidas de largura e comprimento isoladas não foram apropriadas para determinar a área foliar em nenhum modelo matemático estudado.

CONCLUSÕES

O modelo linear que correlaciona o produto da largura e comprimento das folhas se ajustou adequadamente para a estimativa da área foliar e pode ser aplicado na estimativa da área foliar para as duas espécies estudadas. Dentre os modelos estudados, o potencial apresenta melhor coeficiente de determinação (R^2).

Por ter um alto coeficiente de determinação, os modelos propostos apresentam grandes vantagens por permitirem a estimativa da área foliar com elevada precisão, rapidez e de forma não destrutiva, empregando apenas os parâmetros comprimento e largura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. D.; SANTOS, J. G.; ZUCOLOTO, M.; VICENTINI, V. B.; MORAES, W. B.; BREGONCIO, I. S.; COELHO, R. I. Estimativa de área foliar de gravioleira por meio de dimensões foliares do limbo foliar. **Revista Univap**, São José dos Campos, v.13 n.24, p.1-4 2006. CD – ROM
- BRAGA, N. S.; ARAUJO, A. C. A.; ARAUJO, I. D. A.; SOUZA, A. A. S.; CUNHA, D. S.; GIL, V. J. R.; ALMEIDA, I. V. S.; SILVA, R. T. L. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de teca (*Tectona grandis* L. f.). **Nucleus**, v. 15, n. 2, p. 331-339, 2018.
- BANDARA, K. M. A.; ARNOLD, R. J. Seed source variation for growth and stem form in the exotic species *Khaya senegalensis* in Sri Lanka. **New Forests**, v. 49, n. 4, p. 489-510, 2018. <https://doi-org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11056-018-9630-z>

BERNARDI, M.R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O. E VITORINO, A.C.T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em: 20/02/2019.

BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; PAULA, V. A. D.; CASAMALI, B. Seleção de modelos de regressão para estimar a área foliar de macieiras 'Royal gala' e 'Fuji suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto. **Revista Brasileira de** CANDIDO, W. D. S.; COELHO, M. D. F. B.; MAIA, S. S. S.; CUNHA, C. S. M.; SILVA, R. C. Model to estimate the leaf area of *Combretum leprosum* Mart. **Acta Agronómica**, v. 62, n. 1, p. 37-41, 2013.

LUCENA, R. R. M.; BATISTA, T. M. V.; DOMBROSKI, J. L. D.; LOPES, W. D. A. R.; RODRIGUES, G. S. O. Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 40-45, 2011.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas**. 2 ed. Editora Planta, 2006. 416p.

GIUFFRIDA, F.; Roupael, Y.; TOSCANO, S.; SCUDERI, D.; ROMANO, D.; RIVERA, C. M.; LEONARDI, C. A simple model for nondestructive leaf area estimation in bedding plants.

Photosynthetica, v. 49, n. 3, p. 380, 2011.

NASCIMENTO, B.; FARIAS, C. H. A.; SILVA, M. C. C. MEDEIROS, J. F.; SOBRINHO, J. E.; NEGREIROS, M. Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.64-68, 2002.

QUEIROGA, J. L.; ROMANO, E. D. U.; SOUZA, J. R. P.; MIGLIORANZA, E. Estimativa da área foliar de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.64-68, 2003.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. O cultivo do mogno africano (*Khaya* spp.) e o crescimento da atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e00076814, 2017.

SCHMILDT, E. R.; OLIARI, L. S.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R. S.; BRUMATTI, J. A.; VIANA, D. G. Determinação da área foliar de macadâmia a partir de dimensões lineares do limbo foliar. **REVISTA AGRO@ MBIENTE ON-LINE**, v. 10, n. 3, p. 209-216, 2016. DOI:10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3332

SILVA, G. H.; QUEIROZ, J. E.; NETO, A. G. S. Avaliação da área foliar de três espécies florestais ocorrentes no semiárido paraibano (*Amburana cearensis*, *Caesalpinia ferrea*, *Caesalpinia pyramidalis*). **Revista Biofar**, v.9, n.3, p.1-11, 2013.]

ZUCOLOTO, M.; SANTOS, J. G.; BREGONCIO, I. S.; ALMEIDA, G. D.; VICENTINI, V. B.; MORAES, W. B.; COELHO, R. I. Estimativa de área foliar de goiaba por meio de dimensões foliares do limbo foliar. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 13, n.24, p. 1-4, 2006. CD-ROM.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BORTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, v. 39, n. 5, 2009.

DETERMINAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR EM ESPÉCIE DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DA CAATINGA (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl)

Arliston Pereira Leite, Dayanne Kelly de Araújo Medeiros, Kelma Layara Pereira Alves, Ada Liz Coronel Canata, Ivonete Alves Bakke, Cheila Deisy Ferreira

INTRODUÇÃO

A faveleira (*Cnidoscolus quercifolius*) referente à família Euphorbiaceae, é uma árvore espinhenta possuindo pelos urticantes, contendo entre 4 e 8 metros de altura. Planta xerófita, ou seja, que vive em regiões de clima semiárido pertencente ao bioma Caatinga, com a capacidade de perder suas folhas no fim do período de chuvoso.

Na caatinga, os animais desenvolvem mecanismos para utilizarem as partes da espécie quando estão disponíveis. Quando as folhas da planta secam e caem no chão deixam de ser urticantes, servindo como alimentos para caprinos, ovinos e suínos. Como na maioria das vezes, os centros urbanos ficam distantes, uma das alternativas é o uso de plantas medicinais, como a faveleira, que é bastante usada na cicatrização de ferimentos, tanto em pessoas como em animais (Henrique, 2012).

A área foliar é um parâmetro chave na avaliação do crescimento das plantas, podendo ser tanto medida quanto estimada (Figueredo Júnior et al., 2005). Segundo Pereira e Machado (1987), a área foliar é um fator que depende do número e tamanho das folhas e de seu estágio fenológico.

Existem vários métodos para determinação de área foliar de plantas, sendo que a maior parte são destrutivos. No entanto, o método de estimativa de área foliar indireto é um método não destrutivo que estima a área foliar de espécies a partir de medidas foliares, sendo feito através da aplicação de análise dimensional ou alometria, baseada em equações matemáticas que relacionam medidas lineares da folha para a sua área real, com intuito de estimar a área da folha. Esse método é eficaz, preciso e de baixo custo. Isso elimina a necessidade para medidores de área foliar ou reconstruções geométricas demoradas (Amaral et al., 2009; Benincasa, 2003).

A importância da área foliar é amplamente conhecida por ser um indicativo de produtividade, fitomassa e da vida econômica do cultivo (Figueiredo et al., 2016). Desde que a estrutura de uma folhagem, pode ser um importante fator para determinar a produtividade de uma comunidade vegetal (Winter e Ohlrogge, 1973).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi determinar equações que possam estimar área foliar da faveleira no semiárido da Paraíba.

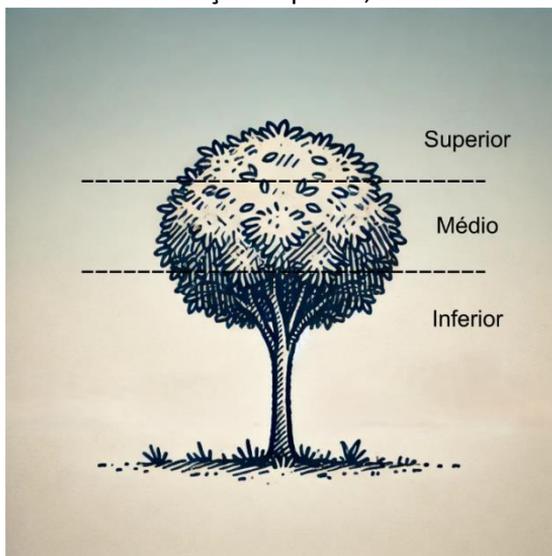
MATERIAL E MÉTODOS

As folhas da espécie usada para o desenvolvimento do trabalho foram obtidas em matrizes de árvores adultas estabelecidas na Caatinga no município de Patos - PB, situada entre as coordenadas 6°42'32.26"S e 39°11'15.73"O. Foram coletadas 100 folhas no terço mediano da copa (Figura 1) das árvores de *C. quercifolius*. As folhas, após a coleta, foram colocadas em sacos de papel e levadas ao Laboratório de Nutrição de Plantas, lá foram numerados de 1 a 100, para medida das dimensões comprimento e largura, bem como para digitalização por processamento digital das imagens. As medidas e digitalização das folhas foram realizadas sucessivamente, num prazo de seis horas para minimizar, ao máximo, eventuais deformações.

As folhas coletadas foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas (LabNut), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado na cidade de Patos-PB, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, para que fossem efetuados os processos de medição de largura, comprimento e digitalização.

As medidas foram obtidas com o auxílio de um escalímetro modelo HO, o comprimento (C) da folha, por exemplo, foi definido como a distância entre o ponto de inserção do pecíolo no limbo foliar e a extremidade oposta da folha e a largura (L) como a maior dimensão perpendicular ao comprimento da nervura principal.

Figura 1. Representação da copa de uma árvore com destaque para a divisão em terços: superior, mediano e inferior.



Fonte: dados da pesquisa.

O processo de digitalização das imagens consistiu no escaneamento das folhas com scanner modelo HP Scanjet 2400, as

imagens adquiridas foram processadas através do software ImageJ® e salvas em formato TIFF (Tag Image File Format) (Figura 2).

As regressões lineares e exponenciais foram determinadas considerando a área foliar total de cada planta (AFT) tendo como variáveis dependentes, o comprimento (C), a largura (L) e o produto de C x L como variáveis independentes. Para a escolha do modelo matemático na determinação da área foliar total (AFT), foram considerados a sua simplicidade e o maior coeficiente de determinação (R^2), ao nível de 5% de significância pelo teste t.

Figura 2. Folhas de *Cnidocolus quercifolius* digitalizadas e processadas através do software Imajel®.



Fonte: dados da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores de médias mais ou menos o desvio-padrão, valores máximos e mínimos para comprimento (C), largura (L), produto do comprimento e largura (C x L) e área foliar total efetiva (AFTe) de *Cnidocolus quercifolius*.

Os valores de área foliar variaram de 5 a 41,20 cm², a largura variou de 1,66 a 6,94 cm e o comprimento teve uma variação de 3,98 a 11,77 cm nas folhas avaliadas. Os coeficientes de variação da área foliar

estimada são superiores às obtidas para as características de fato mensuradas, com valores superiores a 60%. Esse comportamento é esperado, visto que, essas estimativas são baseadas em mensurações indiretas, e, portanto, sujeitas a adições de erros experimentais inerentes a diferentes etapas (Ramos et al., 2008).

Tabela 1. Médias, desvio-padrão, valores máximo e mínimo para comprimento, largura, produto do comprimento e largura (C x L) e área foliar total efetiva de *Cnidocolus quercifolius*.

Variáveis	Unidade	Média ± S	Máx.	Mín.
Largura (L)	cm	3,48 ± 1,07	6,94	1,66
Comprimento (C)	cm	7,28 ± 1,72	11,77	3,98
Largura x Comprimento (LXC)	cm	26,71 ± 14,40	80,37	6,61
Área foliar (AFTe)	cm ²	19,48 ± 8,46	41,20	5,00

A Tabela 2 mostra os resultados da análise de regressão (C x L) em relação à área foliar (AFTe) e a medida linear do produto comprimento, largura e comprimento multiplicado pela largura da folha. Todas as equações fornecidas podem ser estimadas de forma satisfatória. Coeficientes de medidas (R²) maiores que 0,70 podem ser considerados satisfatórios porque, nesse caso, indicam que pelo menos 70% das mudanças observadas na área foliar são explicadas por equações em modelos lineares e exponenciais. (Maldaner et al., 2009).

Para a espécie *C. quercifolius* quando relacionados com o produto da largura e comprimento das folhas (Tabela 2) todos os modelos lineares e exponenciais foram satisfatórios

Tabela 2. Modelos de regressões lineares, polinomiais e coeficientes de determinação para estimar a área foliar total (AFTe) em função do comprimento (C), largura (L) e entre C x L para a espécie *Cnidoscolus quercifolius*.

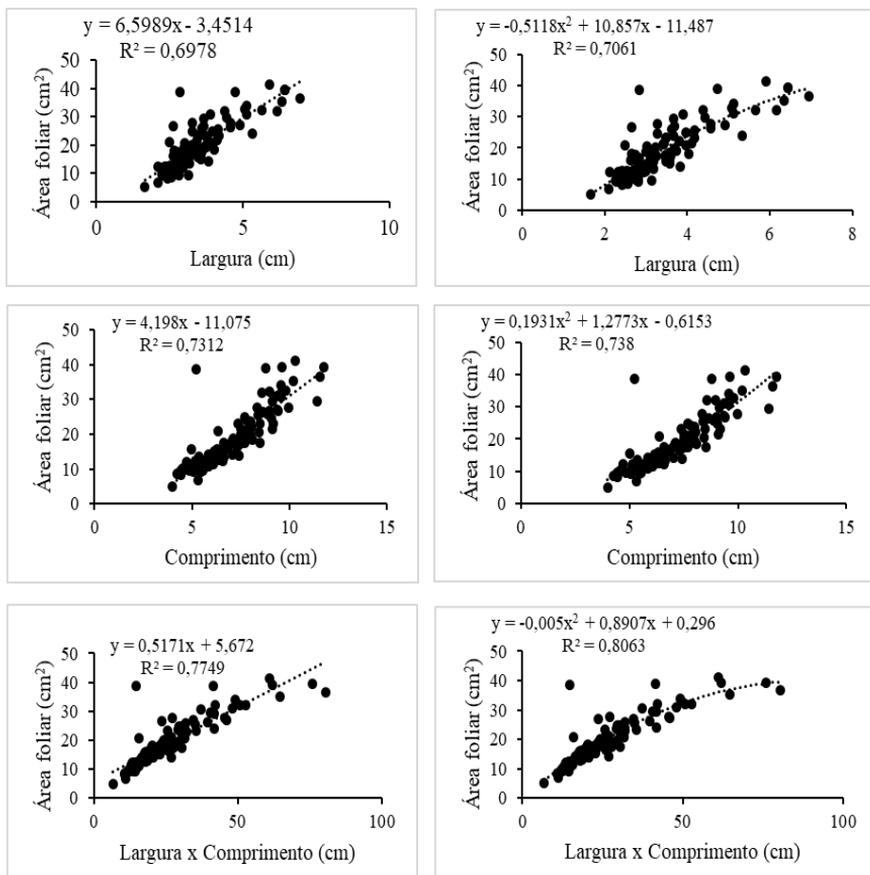
Equação	R ²
$AFTe = 6,5989L - 3,4514$	0,70
$AFTe = 4,198C - 11,075$	0,73
$AFTe = 0,5171(LxC) + 5,672$	0,75
$AFTe = -0,5118L^2 + 10,857L - 11,487$	0,71
$AFTe = 0,1931C^2 + 1,2773C - 0,6153$	0,74
$AFTe = -0,005(LxC)^2 + 0,8907(LxC) + 0,296$	0,81

De maneira geral, observa-se que o valor estimado pelo modelo utilizado está muito próximo do valor obtido pelo processo de digitalização das imagens como referência, isso indica que a equação proposta é um excelente estimador da área foliar para a espécie estudada.

O valor do coeficiente de determinação está na faixa de 0,70 a 0,81, sendo o de menor valor correspondente ao modelo linear com uso da largura da folha, como base de cálculo para estimativa da área foliar individual de folhas de *C. quercifolius*, enquanto o maior valor do coeficiente foi obtido com os dados do produto do comprimento pela largura da folha para a espécie *C. quercifolius* (Tabela 2).

É possível observar que houve uma pequena dispersão em relação a área foliar estimada e a área foliar real, principalmente, quando se correlacionou a largura e o comprimento da folha isolados com a área foliar nos modelos lineares e exponenciais de *C. quercifolius* (Figura 3). Essa dispersão é comum e encontrada em diversos trabalhos de estimativa de área foliar através de equações alométricas (Portes; Melo, 2014).

Figura 3. Representação da área foliar de *Cnidocolus quercifolius* através do modelo linear para Largura (A), Comprimento (B), Largura x Comprimento (C) e do modelo polinomial para Largura (D), Comprimento (E) e Largura x Comprimento (F).



Os gráficos na Figura 3 (A, B, C, D, E e F) mostram as estimativas dos seis modelos propostos, estabelecendo a relação entre os valores calculados pelos modelos e as medidas obtidas pelo método digitalizado para a espécie Faveleira, introduzindo a linha de tendência com

intercepto igual a zero. As equações lineares (Figura 3A, 3C, 3E) passando pela origem em que foi comparado os modelos elípticos com o modelo digitalizado para Faveleira, apresentaram um coeficiente de determinação satisfatório. De igual modo, as equações exponenciais (Figura 3B, 2C, 3F), passando pela origem, relacionando a área foliar com largura (L), comprimento (C) e o produto comprimento (C) x largura (L) apresentaram coeficientes de determinação semelhantes aos modelos lineares.

Portanto, é recomendado utilizar apenas o comprimento ou a largura de forma isolada para determinação de área foliar já que vários valores da área foliar ficaram dispersos (Figura 3).

Silva et al. (2013) avaliando métodos de avaliação da área foliar em três espécies da Caatinga constataram que, o resultado satisfatório do modelo polinomial de maior significância foi o que avaliou o produto da largura e comprimento das folhas dessas espécies. Esses autores ainda afirmam que a área foliar das espécies catingueira (*Cenostigma pyramidalis* Tul.), cumaru (*Amburana cearensis* (Allemão) A.C.Sm.) e jucá (*Libidibia ferrea* Mart.) pode ser estimada por modelos elípticos, lineares e polinomiais, mas, os menores valores observados no caso do modelo polinomial indicam que as estimativas de área foliar podem ser obtidas preferencialmente por essa equação. O uso das dimensões lineares, comprimento e largura, proporcionou uma estimativa também satisfatória para a aceroleira ($R^2 = 0,91$) conforme verificaram Lucena et. al. (2011) e para as espécies na fase de sementeira *Calendula officinalis* L., *Dahlia pinnata* L., *Dianthus barbatus* L., *Pelargonium × hortorum*, *Petunia × hybrida*, e *Viola wittrockiana* de acordo com Giuffrida et al. (2011).

Ao tentar determinar equações alométricas para estimativa de área foliar de teca (*Tectonas grandis* L. f.) Sousa et al. (2018), não encontraram modelos significativos quando se considerou apenas uma dimensão, comprimento ou largura máxima do limbo foliar com

coeficiente de determinação ($R^2 < 0,70$). Resultados semelhantes foram encontrados por Candido et al. (2013) nas análises de regressão da área foliar de *Combretum leprosum* Mart. com o comprimento e largura de folhas isoladamente, nesses casos, para todos os modelos encontraram menores ajustes do que aqueles realizados com o produto das duas dimensões. Já para a cultura da macieira Bosco et al. (2012) afirmam que, é possível estimar a área foliar através de equações alométricas usando apenas a largura ou comprimento de forma isolada.

Todos os modelos lineares e quadráticos satisfazem o cálculo de área foliar para comprimento, largura e o produto do comprimento e largura para a espécie *C. quercifolius*. Apesar de todos os modelos aplicados para a espécie serem representativos quanto maior o coeficiente de determinação ($R^2 > 0,7$) é recomendado usar o modelo linear que correlaciona o produto da largura e comprimento com a área foliar total.

Os valores semelhantes do coeficiente de determinação para os modelos lineares e polinomiais que correlacionam largura, comprimento e o produto do comprimento e largura podem ser explicados porque as folhas das espécies não apresentam um padrão retangular, sendo não uniformes. Normalmente, folhas com padrão uniformes respondem mais positivamente aos modelos que usam a relação entre largura e comprimento, como os resultados encontrados por Sousa et al. (2018), os modelos lineares e polinomiais que utilizam a relação ($C \times L$) do limbo foliar de teca, apresentaram valores de coeficientes de determinação (R^2) superiores aos demais.

Para a maioria das espécies frutíferas de importância econômica obedecem a um comportamento diferente do encontrado no nosso estudo. Campostrini e Yamanishi (2001), estudando equações alométricas para a cultura da figueira afirmam que, é possível encontrar equações satisfatórias apenas com o comprimento da folha com a área foliar. Para outras culturas, como o meloeiro (Nascimento et al., 2002)

e ainda para a cultura do feijoeiro (Queiroga et al., 2003), podem ser estimados valores de área foliar apenas com o comprimento máximo das folhas avaliadas. Já para a goiabeira (Zucoloto et al., 2006) e para a gravioleira (Almeida et al., 2006), os melhores resultados estimados foram obtidos com o produto entre a largura e o comprimento.

Para a espécie macadâmia, Schmildt et al. (2016), observaram que, em geral, houve bom ajuste entre as equações lineares e polinomiais com uso do produto da largura e comprimento das folhas dessa espécie, mas as medidas de largura e comprimento isoladas não foram apropriadas para determinar área foliar em nenhum modelo matemático estudado.

Schmildt et al. (2015), estudando equações alométricas na cultura do café encontraram que, a regressão que melhor representou uma estimativa da área foliar para *Coffea canephora* foi o modelo linear com o produto de maior comprimento ao longo da nervura principal e a maior largura da lâmina foliar ($C \times L$). Esses autores evidenciam a importância de determinar equações para estimativa de área foliar de espécies, sobretudo, de importância econômica e ecológica. Ao relacionar folhas para determinação de equações alométricas é necessário a remoção e destruição das folhas, uma vez que, a expressão matemática é estabelecida, a área foliar de outras espécies em outros estudos pode ser estimada sem destacar as folhas, usando apenas uma régua ou uma fita métrica de bolso para obter o maior comprimento e maior largura da lâmina da folha.

CONCLUSÃO

Os modelos lineares e quadráticos envolvendo o comprimento, largura e o produto do comprimento ao longo da nervura principal (C) pela largura máxima (L), podem ser utilizados na estimativa da área foliar para a espécie estudada. Dentre os modelos estudados, o quadrático apresenta melhor coeficiente de determinação (R^2).

Por ter um alto coeficiente de determinação, os modelos propostos apresentam grandes vantagens por permitirem a estimativa da área foliar com elevada precisão, rapidez e de forma não destrutiva apenas com os parâmetros comprimento e largura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. D.; SANTOS, J. G.; ZUCOLOTO, M.; VICENTINI, V. B.; MORAES, W. B.; BREGONCIO, I. S.; COELHO, R. I. Estimativa de área foliar de gravioleira por meio de dimensões foliares do limbo foliar. *Revista Univap, São José dos Campos*, v.13 n.24, p.1-4 2006. CD – ROM.
- BOSCO, L. C.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S.; PAULA, V. A. D.; CASAMALI, B. Seleção de modelos de regressão para estimar a área foliar de macieiras 'Royal gala' e 'Fuji suprema' sob tela antigranizo e em céu aberto. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.34, n. 2, p. 504-514, 2012.
- CANDIDO, W. D. S.; COELHO, M. D. F. B.; MAIA, S. S. S.; CUNHA, C. S. M; SILVA, R. C. P. Model to estimate the leaf area of *Combretum leprosum* Mart. **Acta Agronômica**, v. 62, n. 1, p. 37-41, 2013.
- LUCENA, R. R. M.; BATISTA, T. M. V.; DOMBROSKI, J. L. D.; LOPES, W. D. A. R.; RODRIGUES, G. S. O. Medição de área foliar de aceroleira. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 40-45, 2011.
- NASCIMENTO, B.; FARIAS, C. H. A.; SILVA, M. C. C. MEDEIROS, J. F.; SOBRINHO, J. E.; NEGREIROS, M. Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.64-68, 2002.

PORTES, T. A.; MELO, H. C. Light interception, leaf area and biomass production as a function of the density of maize plants analyzed using mathematical models. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 36, n. 4, p. 457-463, 2014.

QUEIROGA, J. L.; ROMANO, E. D. U.; SOUZA, J. R. P.; MIGLIORANZA, E. Estimativa da área foliar de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) por meio da largura máxima do folíolo central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.64-68, 2003.

RAMOS, A.; BOVI, M. L. A.; FOLEGATTI, M. V.; DIOTTO, A. V.; Estimativas da área foliar e da biomassa aérea da pupunheira por meio de relações alométricas. **Horticultura Brasileira**. v. 26, p. 138-143, 2008.

SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SANTOS, J. S. S.; SCHMILDT, O. Allometric model for estimating leaf area in clonal varieties of coffee (*Coffea canephora*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 740-748, out-dez, 2015.

SCHMILDT, E. R.; OLIARI, L. S.; SCHMILDT, O.; ALEXANDRE, R. S.; BRUMATTI, J. A.; VIANA, D. G. Determinação da área foliar de macadâmia a partir de dimensões lineares do limbo foliar. **Revista Agro Ambiente On-line**, v. 10, n. 3, p. 209-216, 2016.
DOI:10.18227/1982-8470ragro.v10i3.3332.

SILVA, G. H.; QUEIROZ, J. E.; NETO, A. G. S. Avaliação da área foliar de três espécies florestais ocorrentes no semiárido paraibano (*Amburana cearensis*, *Caesalpinia ferrea*, *Caesalpinia pyramidalis*). **Revista Biofar**, v.9, n.3, p.1-11, 2013.

ZUCOLOTO, M.; SANTOS, J. G.; BREGONCIO, I. S.; ALMEIDA, G. D.; VICENTINI, V. B.; MORAES, W. B.; COELHO, R. I.
Estimativa de área foliar de goiaba por meio de dimensões foliares do limbo foliar. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 13, n.24, p. 1-4, 2006. CD-ROM.

POTENCIAL DO PFM NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Pompeu Paes Guimarães, Flavio Cipriano de Assis do Carmo, Edyla Maria Alves Nobrega, Juliana Ferreira Silva, Natália Isabel Lopes Quirino

CARACTERIZAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A região Semiárida do Nordeste brasileiro engloba em quase sua totalidade o bioma Caatinga (Tabarelli *et al.*, 2018), ela possui vegetação adaptada às condições ambientais a que estão expostas, com várias estratégias, como presença de acúleos, espinhos, caducifólia (Melo *et al.*, 2023) e fechamento estomático, que contribui para a redução de perda de água por transpiração, todas com intuito de garantir a sobrevivência das espécies (Scalon *et al.*, 2011).

A Caatinga brasileira ocupa um território de aproximadamente 10,1% do território nacional, representando um total de 862.818 km² dentro do semiárido (IBGE, 2019), com distribuição nos estados da Paraíba, Alagoas, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Maranhão, Pernambuco, Piauí, Sergipe e no norte de Minas Gerais (MMA, 2024). Está sob a influência do clima semiárido, característico de períodos de seca mais prolongados, possuindo temperaturas médias elevadas (entre 25°C e 30°C) e baixa precipitação podendo chegar a 1.200 mm anuais. Sua precipitação pluviométrica é anual e variável, que associada aos baixos índices totais de chuvas, contribuem para fatores como o evento das “secas”(Silva *et al.*, 2020).

Sua vegetação é diversificada e ao mesmo tempo única, denominada Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS), apresentando diferentes fitofisionomias, compostas majoritariamente

por arbustos e árvores espinhosas (Leal *et al.*, 2005; Melo *et al.*, 2023). Não possui característica homogênea pois, há diversas variações existentes no meio, como na topografia, no solo, no clima e na vegetação (Tabarelli *et al.*, 2018). Suas árvores e arbustos apresentam copas de aproximadamente 4 a 7 metros, sendo que algumas espécies se destacam em meio a paisagem, algumas alcançando até 10 metros. Uma outra característica específica dessas espécies é a de apresentar precoce lignificação e ramificação intensa, que resultam em espécies arbóreas em forma de pirâmide invertida, com disposição de copas mais abertas (Silva *et al.*, 2020).

Diversas espécies da caatinga são conhecidas pelas mais variadas formas de uso com diversas finalidades, dentre elas, estão as espécies com potencial medicinal, para a agricultura, para a alimentação, pastagens, na produção de lenha, para o carvão, para uso ornamental, na arborização urbana e na restauração das florestas (Giulietti *et al.*, 2004; Tabarelli *et al.*, 2018; Camacam *et al.*, 2022).

A variedade de recursos vegetais da Caatinga permite que ela seja utilizada para os mais variados fins, principalmente, no seu contexto alimentar, sendo os frutos e outras partes da planta, como sementes, raízes, caules e folhas, comumente aproveitados, são consumidos diretamente pelas famílias ou comercializados em feiras livres locais (Fernandes; Queiroz, 2018).

Segundo Mendes (1997); PAE/RN (2010), para que o crescimento econômico aconteça no Semiárido brasileiro, é de suma importância o uso de suas espécies nativas, com evidente relevância para a conservação do ecossistema e para a economia local. Leal *et al.* (2003), enfatizam que sua formação vegetal apresenta diversas espécies de grande potencial socioeconômico, além de portadores de fenótipos genéticos diversificados, permitindo assim, uma adaptação evolutiva em ambientes com condições edafoclimáticas que proporcionam limitações à sobrevivência de algumas espécies.

As florestas desempenham um papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos e ambientais e oferecem habitats vitais para a biodiversidade, assegurando a sobrevivência e o desenvolvimento de diversas espécies de fauna, flora e microrganismos. Entre os serviços prestados pelas florestas, destacam-se os produtos madeireiros e não madeireiros. Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) englobam uma ampla gama de recursos, como frutas nativas, castanhas, sementes, brotos, raízes, bulbos, ramos, folhas, cascas e plantas medicinais e condimentares. Além disso, incluem plantas ornamentais e produtos de origem animal, como ovos, mel, ossos, penas e veneno. Também são encontrados látex, resinas, óleos, fibras (como as de palmeiras, bambu e lianas), bem como substâncias aromáticas e corantes, todos extraídos de forma sustentável (Wolff; Eicholz, 2022).

O extrativismo de produtos florestais não madeireiros se caracteriza por ser exercido pelos seres humanos desde o início da sua existência. No Brasil e em toda a América Latina, a utilização dos PFNMs da floresta vivenciou inúmeras fases, desde o período pré-colonial, que era habitual a permuta local desses produtos e atualmente ainda há um crescente aumento de interesse pelos mercados internacionais por se tratar de materiais diferenciados (Afonso, 2021). De acordo com De la Peña e Illsley (2001), são produtos que podem ser extraídos tanto em ambientes naturais quanto em plantações florestais e sistemas agroflorestais.

A crescente demanda do mercado de PFNMs oferece uma grande oportunidade de desenvolvimento econômico aliando a inclusão social produtiva dos agricultores familiares e a conservação dos ecossistemas florestais (Brites; Morsello, 2016; Elias; Santos, 2016; Martinort *et al.*, 2017). Nesse contexto, é fundamental compreender, em um determinado contexto socioeconômico, os diferentes fatores que influenciam na obtenção e no manejo dos diferentes PFNMs, para que seja possível motivar as cadeias de valores dos produtos que possuem

um maior potencial exploratório das populações locais. Esses fatores podem estar associados aos locais de coleta, ao estoque dos produtos, as práticas de manejo, aos interesses das famílias coletoras, ao uso dos produtos, ao custo de produção, a produtividade, a rentabilidade do trabalho e a própria percepção dos coletores sobre a potencialidade de cada um dos produtos manejados (Deus, 2023).

Atualmente, as mudanças provocadas por questões econômicas e ambientais incentivaram o interesse da ciência e de órgãos governamentais para os produtos florestais não madeireiros (PFNMs). Tais mudanças ocorreram, sobretudo, pelos inúmeros estudos que mostram um vasto potencial de ampliação de produtos obtidos, proporcionando um maior comprometimento das pessoas, que passam a obter no extrativismo, um importante componente de subsistência (Fiedler; Soares; Silva, 2008).

De acordo com o panorama da produção florestal extrativa, no ano de 2020, a quantidade produzida de PFNM foi de 1.258.358 toneladas, sua maior utilização no setor alimentício, totalizando 779.262 toneladas (SNIF, 2022). Segundo Freitas et al. (2022), é através da sua biodiversidade e pluralidade de populações tradicionais que o Brasil é conhecido internacionalmente, sendo seus PFMNs muito usados para fins alimentícios, medicinais, fonte de renda extra e para fins de estrutura habitacional.

Por isso, é evidente a crescente busca por alternativas de processamento e uso de espécies consideradas nativas para tal fim, representando uma estratégia muito importante para o desenvolvimento, no que tange a aspectos economicamente sustentáveis. Nos últimos anos, cresceu a demanda por estudos sobre o uso dos produtos florestais não madeireiros em relação aos aspectos ambientais, econômicos e sociais (Wickens, 1991; Santos et al., 2003; Boxell et al, 2003; Enders et al., 2006; Schmidt et al., 2007). Sendo boa parte da renda originária das comunidades rurais, advindas da colheita

de PFNMs (Enders et al., 2006). Esses produtos têm um papel importante para as populações tradicionais, pois, são uma fonte de elementos essenciais, como alimentos, remédios, fertilizantes, forragens, fibra, energia, goma, resina e materiais de construção (Castellani, 2002; Santos et al., 2003).

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Os produtos florestais não madeireiros (PFNM) são fundamentais para a renda e alimentação de milhares de famílias que vivem da extração florestal em várias regiões do mundo. Esses produtos proporcionam uma oportunidade concreta para incrementar a renda dos extrativistas. Sua versatilidade em manejo é um ponto positivo, pois além de serem cultivados em sistemas convencionais, como a silvicultura ou a agricultura, eles também podem ser integrados em sistemas consorciados, como os agroflorestais, além de serem empregues em restauração florestal e manejo de florestas nativas, visando uma produtividade lucrativa (Wunder, 1998; Ronchi, Coutinho, Bonfim, 2022). Para as populações que vivem em áreas interiores, próximas às florestas, eles (PFNMs) têm uma importância econômica significativa em diversos setores, como: produção de medicamento, construção de moradias, tecnologias tradicionais, fabricação de utensílios, usos cosméticos e alimentação.

Esses produtos desempenham um papel crucial na redução do êxodo rural e das taxas de desmatamento, oferecendo alternativas econômicas sustentáveis para as comunidades locais. A maior parte dos PFNMs pode ser manejada de forma simples, frequentemente dentro da própria reserva extrativista e com a supervisão da comunidade local.

Estudos como o de Lovrić *et al.* (2020) revelam que, os PFNMs representam entre 10% e 60% das rendas familiares, em especial, de baixo poder aquisitivo, além de se inter-relacionar com aspectos culturais das comunidades às quais estão inseridas.

Quanto aos impactos gerados pela comercialização dos PFNMs, Ávila *et al.* (2020) afirmam que, existem cinco formas de capital de subsistência, que são: o social, o humano, o financeiro, físico e o natural, se tornando um estudo complexo com uma real necessidade quanto a busca de soluções que contribuam de alguma forma no auxílio a essas comunidades que dependem de tais recursos.

Em 2020, a produção de PFNMs aumentou 18%, alcançando R\$1,9 bilhão, com destaque para o setor alimentício. A produção de açaí, que teve um desempenho notável, gerou R\$1,5 bilhão (ARMAC, 2021). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), eles apresentam uma participação significativa no mercado internacional, chegando a movimentar US\$10 bilhões no ano de 2018. O Brasil está entre os grandes exportadores, para países como Estados Unidos, União Europeia e Japão. Consumidores dos Estados Unidos e Europa estão cada vez mais buscando por cosméticos naturais e medicamentos fitoterápicos, sendo um mercado mais bem regulado e estabelecido (Carvalho, 2018).

IMPORTÂNCIA AMBIENTAL

Os recursos florestais estão introduzidos dentro de uma sociedade, que atualmente, busca a união do ecologicamente correto com o chamado desenvolvimento socioambiental e socioeconômico, com modelos definidos e parâmetros que expressam uma realidade que busca o chamado desenvolvimento sustentável, necessitando assim, de uma série de recursos florestais (Santos, 2022).

De acordo com Shanley *et al.* (2015), desde a década de 1980, os PFNM são considerados como parâmetros de conservação e uso dos recursos naturais. Historicamente, são essenciais quando se trata de garantia de acesso à segurança alimentar, a redução da pobreza e o incentivo à conservação ambiental, que garantem a melhoria da qualidade de vida das populações que vivem em seu entorno (Sills *et*

al., 2011). Além de proporcionar diferentes fontes de recursos financeiros para as comunidades locais, para a construção e o fortalecimento ambiental de forma mais justa das localidades (Silva, 2023).

Outro aspecto que se destaca é a sua contribuição em relação a conservação das florestas, devido ao uso sustentável praticado nas áreas extrativistas, tornando a floresta economicamente valiosa em seu estado natural, além de preservar sua diversidade genética, garantindo que a coleta dos produtos não prejudique a reprodução e a regeneração das plantas e árvores (Gomes *et al.*, 2017; Da Silva *et al.*, 2018). Portanto, o uso responsável dos PFNMs promove um modelo de desenvolvimento sustentável que beneficia tanto as comunidades locais quanto os ecossistemas florestais.

Para Drumond *et al.* (2016), o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga surge como uma alternativa promissora para a produção de produtos florestais não madeireiros e para o desenvolvimento da região semiárida. Contudo, ainda existem poucas espécies nativas manejadas de forma sustentável para esse propósito, o que pode ser atribuído a falta de conhecimento sobre os aspectos ecológicos e o manejo sustentável dessas espécies. Afonso; Angelo; Almeida (2014), enfatizam que os PFNMs estão sendo amplamente discutidos como um importante meio para o desenvolvimento local, bem como sua conservação ambiental, uma vez que, sua produção auxilia na geração de renda das comunidades, promovendo também a manutenção da biodiversidade.

Tendo em vista todo um contexto de problemática ambiental, em especial, as estimuladas pelas ações do ser humano, provenientes do desmatamento e das práticas ilegais, que aumentaram nos últimos anos, , em especial, por causa da atual da esfera política e da falta de preocupação com as questões relacionadas ao meio ambiente, os PFNMs e madeireiros são considerados fatores atuantes no

enfrentamento das atividades ilegais e do desenvolvimento econômico quando se leva em conta a sustentabilidade. A extração de PFSM não altera a estrutura e função que a floresta proporciona, grande parte de sua exploração não deixa rastros de impactos ambientais. Alguns estudos destacam que o uso desses produtos foi incorporado como estratégia de conservação associada com o desenvolvimento florestal. (Nepstad; Schwarzma, 1992; Santos, 2022)

IMPORTÂNCIA SOCIAL E CULTURAL

As atividades extrativistas de produtos florestais não madeireiros são métodos de produção de bens que envolvem a extração direta de recursos naturais de seu habitat original (Fiedler *et al.*, 2008). Por ter a floresta como fonte de recursos, o extrativismo se distingue de outras atividades como a agricultura e a pesca. Especificamente, o extrativismo e o uso de PFSMs envolvem a coleta de produtos vegetais com base em conhecimentos tradicionais locais, transmitidos de geração a geração dentro de uma determinada comunidade.

Nesse contexto, registrar informações sobre o uso e o conhecimento sobre PFSMs é uma maneira de preservar os aspectos culturais (Monteiro, 2013), que, de acordo com Moroso e Gély (1988), a perda do acervo de conhecimentos empíricos e do patrimônio genético de valor para as futuras gerações, ocorre devido a desintegração dos sistemas de vida tradicional, que acompanham a devastação ambiental e a introdução de novos elementos culturais.

Os conhecimentos tradicionais advindos das comunidades locais, como, por exemplo, os indígenas, quilombolas, agricultores, extrativistas compreendem a biodiversidade local, e que de certa forma, se aliam ao meio científico, sendo esse conhecimento, fundamental para a conservação e a manutenção da diversidade biológica e economia para as próximas gerações (Barba; Santos, 2020). E que essas interações

permitem compartilhar bens e serviços, obtidos através do conhecimento herdado e de sua herança cultural (Long, 2007).

Os produtos da sociobiodiversidade são originados a partir da biodiversidade e a legitimação deles objetiva a manutenção e o reconhecimento das práticas e dos saberes das comunidades que vivem e transmitem para as futuras gerações seu modo de vida, bem como, fortalece identidade singular das comunidades tradicionais, garantindo assim, a segurança nutricional desses povos (Brasil, 2018). Ramos *et al.* (2017), afirmam que políticas públicas direcionadas a populações tradicionais, buscando promover a sociobiodiversidade promovem a inclusão socioprodutiva, corroborando para o contexto de manutenção e restauração ambiental, promovendo maior qualidade de vida na conjuntura dessas populações. Além disso, haverá valorização de tais recursos alimentares muitas vezes menosprezados pelas comunidades, com vistas a sua integração na rotina de produção e comercialização, podendo integrá-los aos seus cardápios (Pinto, 2019).

A extração de produtos florestais não madeireiros possui grande importância social, econômica e ambiental. Devido a isso, abordagens como essas reforçam a necessidade de discussão não somente no que diz respeito a perspectivas comerciais, sem apoio externo. Através de apoio advindos das pesquisas, do governo e da sociedade como um todo, é possível buscar soluções concretas que afastem da pobreza as comunidades que necessitam de tais recursos e ao mesmo tempo promovam a sustentabilidade no uso (Ávila *et al.*, 2020).

Freitas *et al.* (2022) apontam que, a valorização do modo de vida local, através do reconhecimento e resgate da produção de alimentos provenientes da agricultura e do extrativismo, das culturas locais e das relações com a natureza, é o que realmente pode contribuir para a continuidade dessa sabedoria e sua herança entre as futuras gerações, promovendo a manutenção dos recursos naturais, da cultura e da segurança alimentar.

PRINCIPAIS PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Segundo a classificação do IBGE, os principais produtos florestais não madeireiros nordestinos foram classificados em ordem decrescente, segundo o valor bruto da produção (VBP), no período de 1994 a 2014 (adaptado de Guimarães *et. al.*, 2023).

Tabela 1. PFNM do nordeste brasileiro por Classificação e ranking segundo VBP médio, em R\$/t (CV%), no período de 1994 a 2014.

1° Fibras	2° Oleaginosos	3° Ceras	4° Alimentícios	5° AMTC.	6° Tanantes
92.434.332,55 (20,70)	82.157.168,60 (53,68)	64.028.653,33 (69,99)	18.070.500,77 (51,9)	1.799.160,31 (38,20)	153.176,82 (89,33)
Piçava	Babaçu	Carnaúba	Açaí	Jaborandi	Angico
90.586.403,14 (20,61)	78.226.593,61 (55,15)	50.534.085,35 (78,67)	6.439.101,19 (84,31)	1.016.940,30 (40,81)	147.671,31 (92,81)
Carnaúba	Licuri	Carnaúba	Castanha de caju	Outros	Barbatimão
1.074.808,51 (69,63)	3.225.664,16 (36,51)	13.494.567,98 (40,48)	3.898.881,23 (36,74)	710.855,37 (83,07)	5.505,51 (45,67)
Buriti	Tucum		Mangaba	Urucum	
648.671,32 (104,25)	505.479,95 (56,42)		807.033,29 (56,04)	71.364,62 (105,43)	
Outros	Oiticica		Umbu		
124.449,57 (94,37)	126.830,06 (176,00)		4.818.362,01 (42,34)		
	Outros		Pequi		
	72.600,82				

(51,75)	2.099.054,5
	9 (77,31)
	Palmito
	8.068,44
	(122,97)

Em que: AMTC - Aromáticos, Medicinais, Tóxicos e Corantes; e Hevea látex coag - Hevea látex coagulado.

Fonte: Adaptado de Guimarães et. al. (2023)

O ranque dos principais PFMN nordestinos seguiram a seguinte classificação: fibras; oleaginosos; ceras; alimentícios; aromáticos, medicinais, tóxicos e corantes; e tanantes. O açaí aparece como principal produto florestal não madeireiro alimentício do Nordeste, mas só está presente em pequena parte no Estado do Maranhão.

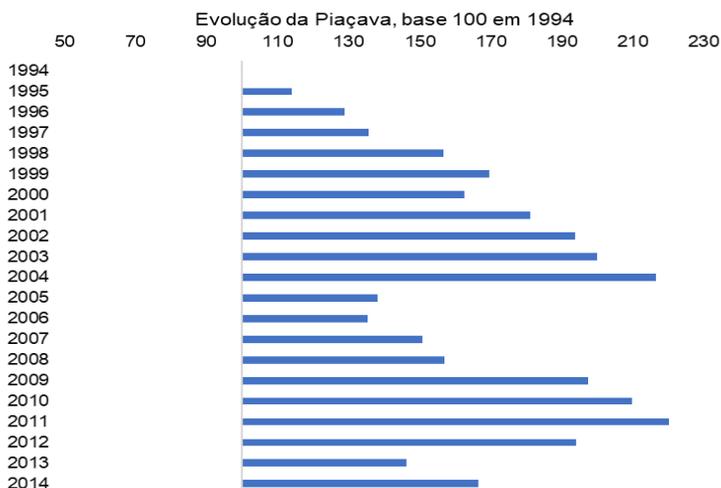
As fibras vegetais oferecem inúmeras vantagens quando correlacionadas às fibras sintéticas por causa da sua baixa densidade, baixa abrasividade aos moldes e aos equipamentos de mistura e alta deformabilidade, sendo facilmente modificados por agentes químicos, possuindo baixo custo, sendo também produtos biodegradáveis. Além de inúmeras vantagens encontradas na literatura, é importante ressaltar que, são materiais originários de fontes renováveis ilimitadas, sendo a escolha da fibra dependente da disponibilidade na região (Miranda *et al.*, 2015).

A Piaçava - *Attalea funifera* Mart. é uma palmeira endêmica da restinga, um ecossistema associado ao bioma Mata Atlântica, conhecida como piaçava que fornece uma fibra vegetal resistente, além de frutos e folhas em abundância. A piaçava produz fibras, que são comercializadas desde o período colonial. Os PFMNs provenientes da palmeira da piaçava incluem: fibra vegetal bruta, fibra limpa, fibra cortada, vassouras de fibra vegetal, fitas para cobertura de quiosques, artesanatos e biojóias de fibra vegetal, óleo extraído da semente dos frutos e outros produtos. As folhas da piaçava são utilizadas na

fabricação de bolsas, esteiras e chapéus, e o palmito é empregado na alimentação tradicional de comunidades quilombolas e indígenas, entre outros usos (Pimentel; Del Menezzi, 2020). A Figura 1 mostra a produção de piaçava entre os anos de 1994 e 2014.

Com base nos dados observa-se um crescimento gradativo até 2004, em 2005 começou uma queda pela demanda da fibra da piaçava, em razão da tendência dos produtores agrícolas. A motivação de uma queda tão brusca pode ter se dado devido ao envelhecimento das palmeiras, fazendo com que houvesse uma queda brusca de produção e a falta de incentivo na plantação de novas piaçaveiras, impedindo a manutenção da produção. Outra forma de incentivar a produção da piaçava é a proposição de novos negócios, saindo do uso tradicional da piaçava, não só da fibra, mas também dos seus subprodutos, como frutos, bagaço da fibra e borra (Barbosa, Costa e Leão, 2019).

Figura 1. Evolução da Piaçava no nordeste brasileiro, base 100 em 1994.



Fonte: dados da pesquisa.

O Buriti - A *Mauritia flexuosa* L.f., pertence à família Arecaceae, pode ser popularmente conhecida por: buriti, caraná, caraná-do-mato, buritirana, miritirana, muriti, miriti, carandaí-guaçu. Está distribuído no Norte, Nordeste e Centro Oeste do Brasil (Flora e Funga, 2020). Essa palmeira é muito aplicada na fabricação de artesanatos, construção de casas e utensílios domésticos, dentre os quais 46% são para alimentação, 17% em artesanatos, 13% na fabricação de doces, 12% na fabricação de azeites e 12% em outros fins. O fruto oriundo da espécie é a principal fonte de produção de doces e azeites em algumas comunidades, comumente utilizados para alimentação e vendas locais (Dias *et al.*, 2020).

Guimarães *et al.*, (2024), em um estudo sobre PFNMs, buscaram estudar os parâmetros de comercialização e implantação de produtos aromáticos com o intuito de estimar a quantidade produzida, o valor por unidade e o valor bruto da produção. Tais produtos foram classificados como “medicinais, aromáticos, tóxicos e corantes”, os mesmos extraídos na região Norte e Nordeste brasileira entre os anos de 2002 e 2019. Dentre os principais produtos destacaram-se as sementes de urucum, as folhas de jaborandi e os outros – resina de Breubranco e o fruto da Fava d’anta. Os produtos identificados como outros e o jaborandi, foram os que obtiveram, em média, os valores brutos de produção mais elevados no período de estudo, conseguindo a marca de mais de R\$ 4 milhões e R\$ 1 milhão, em 2004 e 2008, respectivamente.

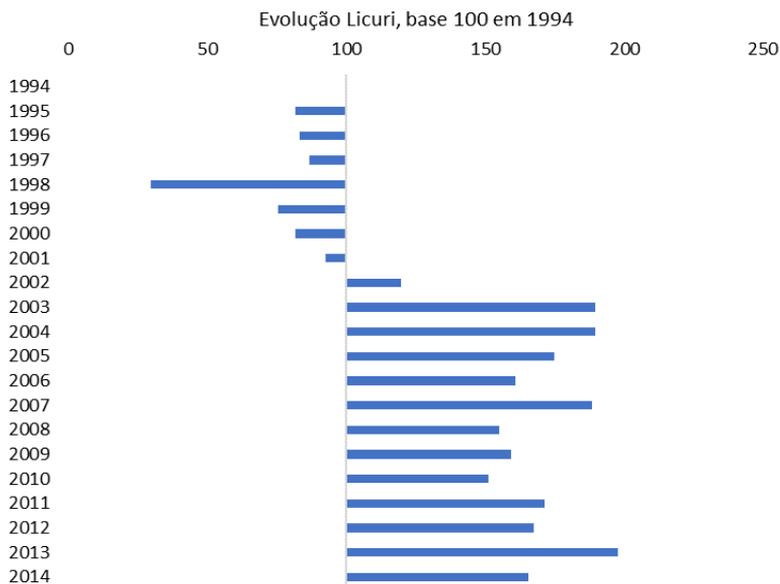
As oleaginosas estão entre os produtos originários das plantas que possuem maior produção mundial, delas se obtêm óleos e gorduras. Através do processo de produção são gerados coprodutos, ricos em compostos fenólicos que disponibilizam diversos benefícios à saúde e comumente aproveitados para alimentação animal (Bezerra *et. al.*, 2020).

O Babaçu - A palmeira de babaçu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng), é considerada uma das principais fontes de óleo natural do

mundo, por causa das grandes concentrações de babaçuais na zona dos cocais. A espécie ocorre em vários estados no Brasil, principalmente, nas regiões Norte (Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Tocantins) e Nordeste (Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí). A zona da mata dos cocais, é localizada entre os estados do Maranhão e Piauí, pela predominância de palmeiras de babaçu, que apresentam um elevado valor econômico para as comunidades extrativistas (Parente; Cavalcanti, 2013; Protásio *et al.*, 2014; Soares, 2020; Corrêa, 2022). O coco de babaçu tem uma composição diversificada, permitindo a extração de subprodutos, como: amêndoa, endocarpo, epicarpo e mesocarpo, extraíndo 7,2%, 72,9%, 10,9% e 8,9% respectivamente, embora a amêndoa seja o composto de menor quantidade, ela é o principal componente explorado (Guedes *et al.*, 2015).

O Licuri - *Syagrus coronata* (Martius) Beccari é uma palmeira com um grande potencial alimentício, econômico e de fornecimento de forragem. O extrativismo de suas folhas, frutos e sementes constitui uma importante fonte de renda e subsistência para as comunidades rurais e povos indígenas das regiões semiáridas do Nordeste do Brasil (Lima, 2019). As folhas do licuri são empregadas na cobertura de construções, forragem, fabricação de combustível, além de serem usadas na fabricação de peças artesanais e utensílios domésticos (Crepaldi, Salatino e Rios, 2004; Andrade *et al.* 2015; Campos *et al.*, 2018). A polpa e a semente são consumidas in natura e utilizadas na fabricação de doces e bebidas (Rufino, Costa e Silva, 2008). O óleo das sementes é usado na culinária e na fabricação de cosméticos e saponáceos (Noblick, 1986; Crepaldi *et al.*, 2001). A Figura 2 mostra a evolução do Licuri de 1994 a 2014.

Figura 2. Evolução do Licuri no nordeste brasileiro, base 100 em 1994.



Fonte: dados da pesquisa.

A Região Nordeste do Brasil teve um declínio de produtos advindos do licuri entre os anos de 1994 e 2002 (Figura 2). É possível que essa relação tenha sido causada pela inclusão da espécie *Syagrus coronata* em 1996 na lista de espécies ameaçadas de extinção pela IUCN (União Internacional da Conservação da Natureza), que instituiu ações de manejo e recuperação do fruto do licuri, com ressalvas a necessidade de medidas de proteção para com a espécie (Brasil, 2017). Razera (2021), relata que nos anos de 2013 e 2014 houve um pico de crescimento tanto na produção quanto na arrecadação monetária do licuri. Isso comprova os dados anteriormente citados. Segundo Aroucha e Aroucha (2013), o licurizeiro é uma espécie que possui um grande

potencial de aproveitamento de seus produtos como: suas raízes, caules, folhas e fruto completo (endocarpo, polpa, amêndoa).

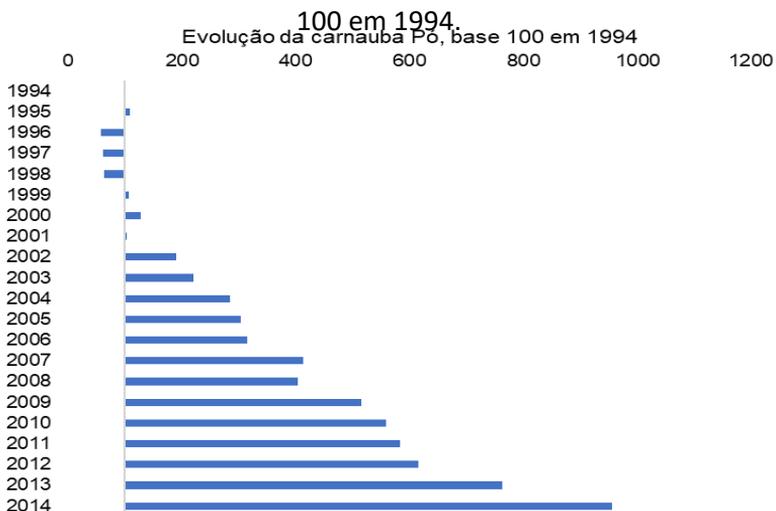
O Tucum - (*Bactris setosa* Mart.), é uma palmeira nativa das Américas, muito empregue pelas comunidades indígenas para inúmeras finalidades, como, por exemplo, a produção de fibras (Villa, 2021). Sua espécie é conhecida pela sua importância econômica e ambiental, em razão da diversidade de produtos que podem ser obtidos (Rosa *et al.*, 2021). O gênero *Bactris* engloba inúmeras espécies de palmeiras, sendo distribuídas, principalmente, nas regiões tropicais e subtropicais da América do Sul, América Central e na região do Caribe. Suas folhas podem chegar a 5 metros de comprimento e seu fruto do tipo drupa pode ser considerado comestível em algumas espécies (BioDiversity4All, 2023).

O Oiticica - (*Licania rígida* Benth), pertence à família Chrysobalanaceae, compreendendo aproximadamente 20 gêneros e 500 espécies, representados por árvores e arbustos. O gênero *Licania* é composto por 250 espécies. A *L. rígida* é endêmica da região Nordeste do Brasil, dispõe de copa densa, tronco curto, folhas simples e oblongas, às vezes, arredondadas, que contêm apenas uma única semente sendo a mesma rica em óleo (MELO, 2015). É na amêndoa do fruto da *L. rígida* que se encontra grande parte do óleo, correspondendo a mais de 70% (m/m) do fruto. Suas sementes apresentam de 60 a 63% (m/m) de óleo (Pinheiro, 2021). O principal PFNM derivado da oiticica é o óleo extraído de suas sementes, amplamente utilizado na indústria de tintas para o setor automobilístico, em impressoras a jato de tinta e na produção de vernizes, entre e outros usos. Além disso, desempenha um papel significativo para a sustentabilidade do biodiesel no Semiárido brasileiro. Estudos conduzidos por Melo *et al.* (2008), mostram que o biodiesel de oiticica possui alta massa específica e viscosidade cinemática, o que torna essencial sua mistura com biodiesel de outras

oleaginosas ou com óleo diesel de petróleo (MELO *et al.*, 2008; CARVALHO, 2010).

A Carnaúba - A carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma espécie nativa do nordeste do Brasil, encontrada, principalmente, nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí. Considerada uma importante espécie florestal não madeireira, a carnaúba fornece três produtos valiosos: cera, pó e fibra (Sousa *et al.*, 2015; Guimarães *et al.*, 2018). A cera, obtida a partir da extração de um pó branco, originário do revestimento epidérmico da folha da carnaúba, é considerado o produto de maior valor comercial atualmente, levando o vegetal à condição de “planta extrativa por excelência”. Desde meados do século XVIII, é motivo de estudo das suas potencialidades, fazendo com que as árvores estivessem presentes de maneira ativa no cotidiano do homem nordestino.(Moreira, 2022). A Cera de Carnaúba é incorporada na composição química de alguns medicamentos e é amplamente utilizada na fabricação de cosméticos, embalagens alimentícias, filmes plásticos e fotográficos. É encontrada em ceras para polir pisos, móveis, couro e carros. Além de ser base para tintas, produtos de desenho e papel carbono (Carnaúba do Brasil, 2022). A Figura 3 mostra a evolução na produção do Pó oriundo da carnaúba, observa-se que ao decorrer dos anos, sua produção aumentou gradativamente.

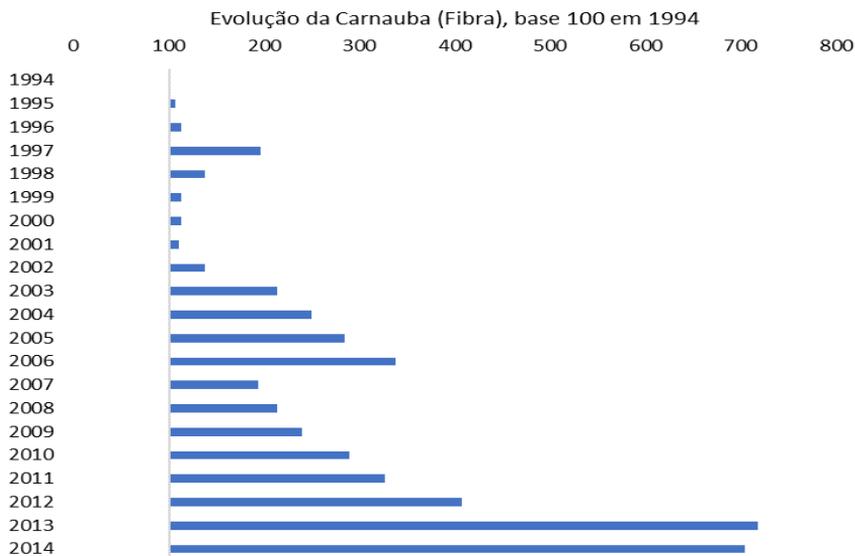
Figura 3. Evolução da Carnaúba (Pó) no nordeste brasileiro, base



Fonte: dados da pesquisa.

O aumento na produção de pó de carnaúba para o mercado ocorreu pela crescente demanda entre 1995 e 2014. O produto registrou um aumento significativo na produção entre 1996 e 2006. No entanto, começou a diminuir, com uma leve recuperação observada após 2010. Segundo Aguiar *et al.* (2014), a quantidade produzida está diretamente relacionada a taxa de crescimento do preço do produto, que foi positiva e resultou no deslocamento predominante da curva de demanda para a direita. O Piauí destacou-se como o principal produtor de pó de carnaúba, respondendo por cerca de 63% da produção média do Nordeste, na sequência o Ceará, Maranhão e Rio Grande do Norte, com aproximadamente 33%, 3% e 1%, respectivamente. De acordo com Guimarães *et al.* (2018), o pó de carnaúba destacou-se como o produto de maior valor bruto da produção nos últimos 20 anos, atingindo a marca de R\$ 148,09 milhões em 2014.

Figura 4. Evolução da Carnaúba (Fibra) no nordeste brasileiro, base 100 em 1994.



Fonte: dados da pesquisa.

A fibra de carnaúba não se manteve estável no mercado em comparação ao pó, o maior valor alcançado pelo produto se deu no ano de 2013. Estudos realizados por Guimarães *et al.* (2018) mostram que, o valor bruto da produção de pó de carnaúba foi 45,9 vezes superior ao valor da produção bruta de fibras de carnaúba na região Nordeste.

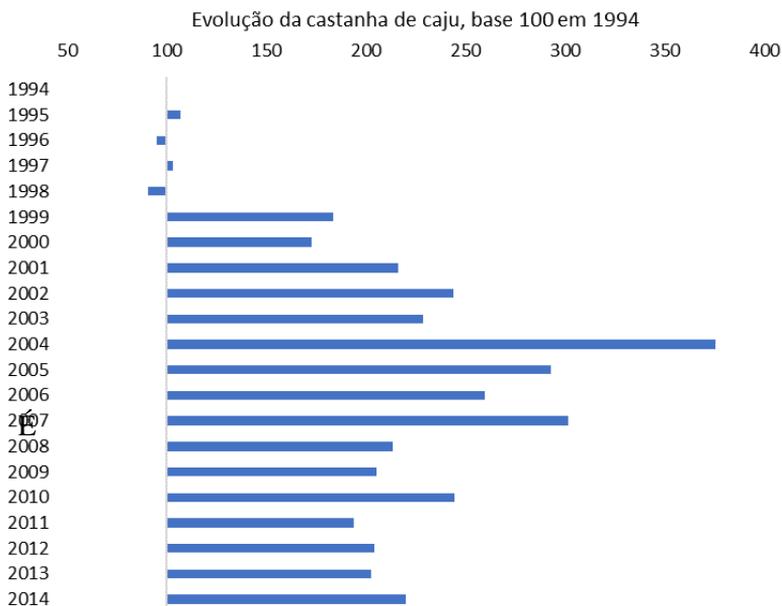
Sobre o potencial alimentício proveniente de PFNMs, Afonso Cabral *et. al* (2024), enfatizam que é evidente a contribuição que os produtos derivados da sociobiodiversidade, como o açaí, a castanha, o palmito, entre outros, não só por contribuírem para a economia local, mas também promovem a saúde, preservam a identidade cultural e apoiam os esforços de conservação. Essas conclusões denotam o papel importante desempenhado pelas comunidades locais na gestão sustentável dos recursos naturais existentes.

O açazeiro destaca-se pela sua abundância e como alimento, além de ser a principal fonte de matéria-prima para a agroindústria brasileira na produção do palmito. Os produtos florestais não madeireiros derivados do açazeiro a partir da extração do vinho e a polpa são encontrados na fabricação de sorvetes, licores, doces, néctares e geleias, produção de corantes e antocianina. A partir do seu caroço é obtido carvão, combustíveis e matéria-prima para a indústria automobilística, enquanto seus resíduos podem ser convertidos em etanol, fertilizantes, farelo e adubos (Pedrozo *et al.*, 2011). O Maranhão é responsável pela produção de açaí no Nordeste brasileiro.

O Umbu - *Spondias tuberosa* Arruda (Umbu) é uma das espécies que mais se destacam no semiárido nordestino, devido ao seu aproveitamento em diversas formas. O umbu *in natura* é de grande valor cultural, no entanto, possui baixo valor comercial. Contudo, o processamento do fruto agrega valor e gera renda para agricultores que vivem de seu extrativismo (Folegatti *et al.*, 2002). Além do consumo *in natura*, os PFNMs aproveitados do fruto do umbuzeiro são bebidas como: umbuzada, sucos, licores, néctar, fermentado de umbu (suas características se assemelham a um vinho suave); geleias, doces e compotas e barras de cereal (Drumond *et al.*, 2016)

O Cajueiro - (*Anacardium occidentale* L.) é pertencente à família Anacardiaceae, sua altura pode chegar a 2 metros de altura e a sua copa, em média, 25 metros de diâmetro (FAO, 2001). O fruto do cajueiro é originalmente a castanha, caracteriza-se por uma amêndoa envolvida por uma casca dura. O que se conhece como caju é a parte carnosa, que se trata do pedúnculo atrofiado, também conhecido como pseudofruto (Possari, 2020). Mesmo a espécie sendo nativa do Brasil ocupa a terceira posição em produção, os países que atualmente lideram são Índia e Vietnã. Dentre as oleaginosas consumidas em todo o mundo, a castanha de caju localiza-se na terceira posição, com 17%, perdendo somente da amêndoa (39%) e avelã (18%) (INC, 2019).

Figura 5. Evolução da Castanha de Caju no nordeste brasileiro, base 100 em 1994.



Fonte: dados da pesquisa.

Possível identificar uma estabilidade, nos dados obtidos em relação à evolução comercial da castanha de caju, entre os anos de 1994 e 2014. Isso mostra que há uma tendência de crescimento, tendo em vista seu enorme potencial de comercialização. Segundo a CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento), o Ceará, o Piauí e o Rio Grande do Norte, representaram 90,9% da produção de castanha de caju no ano de 2022, enquanto os estados do Maranhão, Bahia, Alagoas, Paraíba e Pernambuco, 99,3% do total produzido no mesmo ano (CONAB, 2022). Mostrando assim, que há um grande potencial de produção e comercialização desse subproduto.

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb), pertence ao gênero *Caryocar* e à família *Caryocaraceae*, sendo seu fruto denominado pequi (Oliveira; Scariot, 2010). É uma espécie arbórea e perene nativa do Brasil, caracterizada como frutífera ou oleaginosa, devido suas características e forma de utilização, sendo ela uma excelente opção para diversos fins (Flauzino, 2020). O fruto do pequi apresenta alto teor de óleo, carotenoides e antioxidantes, sendo um fruto com grande potencial econômico e nutricional a ser explorado. Além disso, o aproveitamento dos resíduos como a casca, provenientes do seu beneficiamento, pode ser empregado na alimentação animal, que contribui para a redução dos possíveis impactos ambientais advindos do descarte inadequado (Costa; Costa, 2023).

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes) é uma espécie frutífera nativa do Brasil, sua distribuição ocorre comumente nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste, nas Baixadas Litorâneas do Nordeste, Cerrados até os Tabuleiros Costeiros. A colheita de seus frutos advém do extrativismo de espécies remanescentes, sendo de grande importância ambiental, socioeconômica, cultural e medicinal. (Oliveira; Reis Neto, 2021). A região do Nordeste brasileiro se destaca devido a maior produção dos frutos da mangabeira (1657 t), sendo a Paraíba o estado com maior destaque, atualmente, é considerado o maior produtor nacional, com 733 t (44,24%), seguido por Sergipe (22,51%), Bahia (14,66%) e Rio Grande do Norte (9,17%) (IBGE, 2018). Segundo Oliveira Júnior *et al.*, (2016), seu fruto pode ser usado para elaboração de sorvetes, licores, sucos e vinagres, ampliando sua vida útil, e na fabricação de geleia devido a sua acidez acentuada (Vieira *et al.* 2017).

O palmito advém de várias espécies, como a *Bactris gasipaes* (Palmito Pupunha), *Euterpe oleracea* (Palmito Açai), *Euterpe edulis* (Palmito Juçara) e *Archontophoenix spp.* (Palmito Real). Sendo o Pupunha e o Açai nativos da Amazônia e o Juçara da

Mata Atlântica (Junqueira, 2015). A *Bactris gasipaes* Kunth, é considerada uma das espécies de maior importância na produção comercial do palmito, por se tratar de uma planta perene e muito bem adaptada à região amazônica, sendo conhecida como pupunha verde-amarela, pupunha e pupunheira (Salgado; Ferrari; Enke, 2020).

Guimarães *et. al* (2024), sobre os PFNMS classificados como aromáticos, medicinais, tóxicos e corantes que são comercializados na região Norte e Nordeste do Brasil, relatam que esses produtos são importantes no comércio dessas regiões, gerando assim, elevado preço por unidade de cada um desses produtos. Nesse contexto, Santos *et al.* (2003), enfatizam que esses produtos secundários podem ser colhidos e/ou gerados por plantas nativas ou não, em sistemas agroflorestais e por inúmeras plantas, como, por exemplo, o urucum, o jaborandi, entre outros.

O Jaborandi - A *Pilocarpus microphyllus*, pertence à família Rutaceae, pode ser comumente conhecido por arruda, arruda brava ou jaborandi, pode ser encontrada nos estados do Pará, Maranhão e Piauí (Flora e Funga do Brasil, 2020). Todas as espécies do gênero produzem a pilocarpina, contudo, a espécie *Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardlew, é a que possui maior concentração de pilocarpina em suas folhas (Lima *et al.*, 2017). *P. microphyllus* se destaca como fonte abundante de metabólitos secundários, oferecendo benefícios nas atividades farmacológicas, como alcalóides, flavonóides, terpenos e cumarinas. A pilocarpina presente em suas folhas em quantidade significativa, desempenha um papel de grande importância na economia ao auxiliar tratamentos de xerostomia e glaucoma (Guimarães *et al.*, 2024). Atualmente, a espécie é responsável pela geração de fonte de renda para as comunidades locais extrativistas (Jesus, 2023).

Figura 6. Evolução do Jaborandi no nordeste brasileiro, base 100 em 1994.



Fonte: dados da pesquisa.

O processo evolutivo do jaborandi no Nordeste durante os 20 anos de estudo apresentou picos de produção entre os anos de 1999 e 2002, com redução nos anos que se seguiram, com discreta elevação em sua produção extrativista. Segundo Guimarães *et al.* (2024), no ano de 2002, a produção do jaborandi excedeu a quantidade de mil toneladas, tendo sido observado o seu menor valor unitário entre os anos de 2002 e 2018 e o seu valor bruto de produção considerado um dos mais altos, passando a marca de 1 milhão R\$/t.

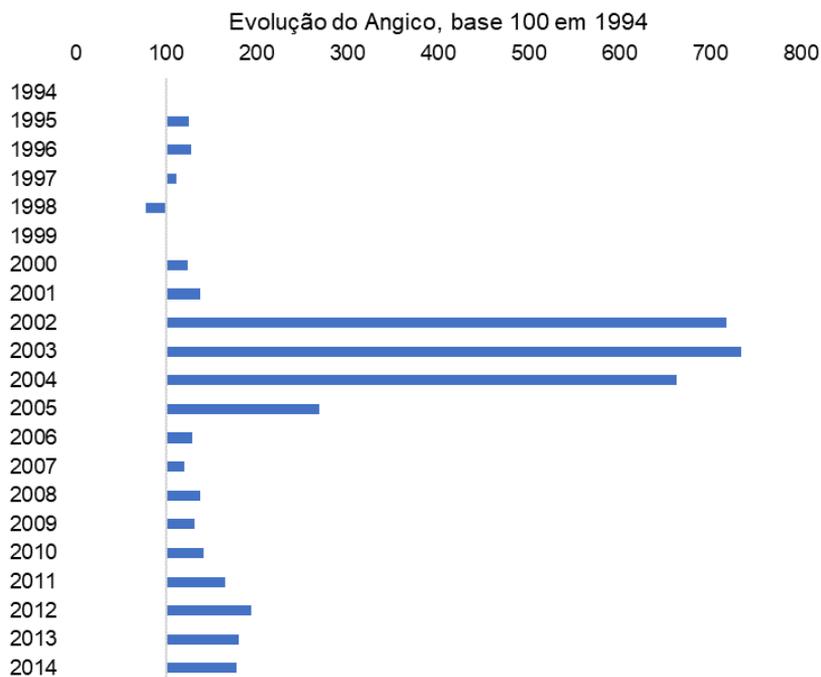
No Brasil, os PFNMs derivados do urucum (*Bixa orellana*), são destinados ao comércio de grãos, que, após moídos, originam dois

produtos: o colorífico alimentício e corantes naturais, como Bixina, Norbixina e Nobixato. No mercado nacional, o urucum ganha cada vez mais destaque e importância econômica, pela presença de um corante natural extraído do pericarpo das sementes. O urucum se tornou a principal fonte de corantes naturais do setor industrial, representando cerca de 90% de consumo nacional, em uma escala maior, globalmente, o urucum corresponde a 70%, refletindo a uma tendência mundial em busca de alimentos mais saudáveis (PEDROSA et al., 1999; FABRI, 2015).

O uso de tanantes vegetais na região Nordeste do Brasil é uma prática tradicionalmente adotada na preparação do couro, muito usado na confecção da indumentária típica dos vaqueiros.

Os extratos tanantes são originários de vegetais que possuem tanino, além de outras substâncias de uso decorrente da atuação dos taninos, composto que age nas diversas finalidades dos extratos (Freire, 2020). Entre as espécies produtoras de taninos se destacam as espécies de angico (*Anadenanthera* sp.), pertencentes à família Fabaceae, subfamília Mimosoideae. Existem em média 22 espécies de angico ocorrentes no Brasil, das quais se extrai da casca, os taninos (Afonso, 2008). A *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, é usualmente encontrada no Nordeste brasileiro e, é parte da medicina tradicional pelos nativos da região, apesar disso, a espécie ainda apresenta alguns questionamentos científicos, no que diz respeito ao seu uso, mecanismo de ação, posologia e indicações de tratamentos (Weber *et al.*, 2011). Essa espécie possui importantes compostos fenólicos além dos taninos, como as saponinas e alcaloides, usualmente conhecidas por sua ação farmacológica (Silva et al., 2020).

Figura 7. Evolução do Angico no nordeste brasileiro, base 100 em 1994.



Fonte: dados da pesquisa.

Diante da evolução de produtos oriundos do angico, os dados apresentam produção considerável entre os anos de 2002 e 2005, com declínio a partir dos anos subsequentes. Brainer (2021), relata que dentre as espécies brasileiras as quais se obtém taninos, o angico se destaca, com oscilações variáveis quanto a sua produção até o ano de 2010.

POTENCIALIDADES E DESAFIOS

O Brasil, por ter uma ampla extensão territorial, cerca de 54% coberto de matas nativas, tem um grande potencial na produção de PFNMs. O clima tropical é favorável para o desenvolvimento das florestas e sua variedade de vegetais que garante e passa a garantir mais ainda a renda de milhares de brasileiros (ARMAC, 2021). Um dos principais desafios encontrados no semiárido brasileiro é a falta de reconhecimento de produtos florestais não madeireiros e de incentivo quanto ao uso correto desses recursos, uma vez que, parte da população usufrui dos recursos apenas para fins medicinais, desconhecendo possíveis benefícios econômicos que possam gerar (Rangel; Dantas; De Medeiros, 2024).

O que há é um mau uso ou comercialização desses recursos, como as práticas de manejo ecológico inadequadas, baixo retorno econômico e falta de políticas de apoio à comercialização (Fiedler *et al.*, 2008; Steele *et al.*, 2015). Estudos mais recentes que buscam avaliar os aspectos sociais, indicam que os PFNMs possuem maior importância para as pessoas de menor condição econômica, que compensam os déficits de renda, mas que não diminuem significativamente a pobreza (Leakey, 2017; Frey *et al.*, 2018; De Mello *et al.*, 2020).

Para isso, é fundamental a compreensão em um dado contexto socioeconômico, de quais os fatores que influenciam de forma direta ou indireta a obtenção e o manejo dos mais variados PFNMs, com o intuito de dinamizar valorização dos produtos de maior potencial econômico explorados pela população local. Tais fatores podem estar relacionados à locais de coleta, práticas de manejo adequadas, estoque de produtos, produtividade, interesse das famílias coletoras, uso desses produtos, rentabilidade do trabalho, custo de produção e a percepção das famílias coletoras sobre a real potencialidade e singularidade dos produtos manejados (Giatti *et al.*, 2021).

Os PFNM têm ganhado relevância social e econômica no mercado, devido ao seu crescimento no consumo. Com isso, o extrativismo

desses produtos se tornou parte das iniciativas para promover o desenvolvimento sustentável dos biomas brasileiros, sendo uma atividade alternativa, promissora e atrativa por ter um baixo impacto ecológico, como também por ter a existência de mercados potenciais que ainda precisam ser explorados (Garcia *et al.*, 2018). Diante disso, há um desafio que consiste em agregar o desenvolvimento econômico com a preservação das espécies, de forma a direcionar caminhos que proporcionem renda e melhore a qualidade de vida da população (CGEE, 2016). O desenvolvimento se deve a uma correlação entre a questão social, as quais são capazes de utilizar das riquezas e outros recursos regionais naturais sem destruí-la (Costa *et al.*, 2021).

Sendo assim, pode se dizer que o modelo de desenvolvimento econômico atual passa a ser cada dia mais questionado, dando lugar a novos modelos, que buscam de forma mais efetiva, a adaptação desses modos de exploração à preservação do ecossistema. O extrativismo, anteriormente visto como ultrapassado, retorna como opção econômica e social na valorização dos recursos florestais de forma sustentável, assemelhando como ponto chave para o desenvolvimento sustentável, tanto para a bioeconomia quanto para a preservação da biodiversidade (Ramidoff, 2022).

REFERÊNCIAS

AFONSO CABRAL, M. V.; CONCEIÇÃO, M.; BITENCOURT, E.FONSECA DA SILVA, V.; PESSOA, A.; MENDES DE QUEIROZ, J.; SILVA, M.; CUNHA, H. Açaí, castanha e palmito: elementos da bioeconomia e da sociobiodiversidade no estado do Pará, Amazônia Brasileira. Curitiba – PR, 2024. **Caderno pedagógico**, v. 21 n. 4. DOI: 10.54033/cadpedv21n4-118. Disponível em: file:///D:/Pessoal/Downloads/118CadernoP..pdf. Acesso em: 19 ago. 2024.

AFONSO, S. R. **Análise socioeconômica da produção de não-madeireiros no cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG**. 2008. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2008. Disponível em: file:///D:/Pessoal/Downloads/Dissert_SandraReginaAfonso.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

AFONSO, S. R. Produtos florestais não madeireiros: do extrativismo vegetal à bioeconomia da floresta. São Paulo – SP, 2021. **Científica Digital**, c. 02, p. 29 - 43, 2021. DOI: 10.37885/210604944. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/produtos-florestais-nao-madeireiros-do-extrativismo-vegetal-a-bioeconomia-da-floresta>. Acesso em: 12 ago. 2024.

AFONSO, S. R.; ANGELO, H.; ALMEIDA A. N. Caracterização da produção de pequi em Japonvar - MG. **Floresta**, Curitiba - PR, v. 45, n. 1, p. 49 - 56, 2015. DOI: 10.5380/ufpr.v45i1.3398749. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/33987/24806>. Acesso em: 09 set. 2024.

AGUIAR, G. .; ROCHA, J. .; SANTOS, A.; SILVA, J. C. .; HOEFLICH, V. . **COMPORTAMENTO DO MERCADO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS FLORESTAIS NÃO-MADEIREIROS DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL. ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, [S. l.], v. 10, n. 18, 2014. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2721>. Acesso em: 2 set. 2024.

ALMEIDA J. L. C.; ARAÚJO E. L.; OROU G. G.; ALBUQUERQUE U. P. How can local representations of changes of the availability in natural resources assist in targeting conservation? **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 628-629, p.642-649, 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.064>.

AMOROSO, M. C. M.; GÉLY, A. L. Uso de plantas medicinais por caboclos do baixo Amazonas, Barcarena, PA, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v.1, p. 47- 131, 1988.

ARMAC. **O que são produtos florestais não madeireiros (PFNMS) e quais seus tipos?** 2021. Disponível em: <https://armac.com.br/blog/florestal/pfnms/>. Acesso em: 01 ago. 2024.

AROUCHA, E. P. T. L.; AROUCHA, M. L. **Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável do licuri**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza. 2013. 92 p. Acesso em: 10 abr. 2020.

AROUCHA, E. P. T. L.; AROUCHA, M. L. **Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável do Licuri/Edvalda Pereira Torres Lins e Maurício Lins Aroucha – Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza**. 2013. 92 p. Disponível em: <https://ispn.org.br/licuri-boas->

praticas-de-manejo-para-o-extrativismo-sustentavel/. Acesso em 21 de ago. 2024.

ÁVILA, B. P.; SOARES, M. M.; REAL, I. M. DA L.; GUARINO, E. D. G. Manejo de produtos florestais não madeireiros: uma revisão sobre os impactos sócioeconômicos e ambientais. **Anais. In:** Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 10., 2020; Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável, 7., 2020. p. 112 - 115. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1127837>. Acesso em: 21 ago. 2024.

BARBA, R. Y. B.; SANTOS, N. A bioeconomia no século XXI: Reflexões sobre biotecnologia e sustentabilidade no Brasil. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 26 – 42, 2020.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011. DOI: <https://doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-9687/2020.v6i2.7023>. Disponível em: <https://www.indexlaw.org/index.php/revistards/article/view/7023>. acesso em: 09 set. 2024.

BARBOSA, Victor ; COSTA , Lucas; LEÃO , Mirtânia . ANÁLISE HISTÓRICA DA PIAÇAVA E SEU POTENCIAL PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL. *In Anais...* 3º Congresso internacional de história da construção luso-brasileira, Salvador, Bahia, 2019.

BEZERRA, F. de S.; DA COSTA, DF; KOBLITZ, MGB Uso integral de matérias-primas à base de petróleo com “solventes verdes”: revisão e oportunidades.(2020). **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 8, p. e372985388, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5388.

Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5388>.
Acesso em: 19 ago. 2024.

BIODIVERSITY4ALL. **Gênero Bactris**. 2023. Disponível em:
<https://www.biodiversity4all.org/taxa/85316-Bactris>. Acesso em: 25
ago. 2024.

BRAINER, M. S. C. P. Recursos florestais naturais: produtos da
exploração. **Caderno Setorial ETENE**, ano 6 n. 163,
2021. Disponível em:
<https://www.bnb.gov.br/revista/cse/article/view/2786/1886>. Acesso
em: 09 set. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e
Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Extrativismo.
Licuri: boas práticas para o extrativismo sustentável orgânico /
Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e
Desenvolvimento Rural Sustentável. Departamento de Extrativismo. –
Brasília, DF: MMA, 2017. 52 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria Interministerial nº
284 , de 30 de maio de 2018**. Diário Oficial da União. ed. 131, s.1, p.
92. Disponível em:
<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=10/07/2018&jornal=515&pagina=92>. Acesso em: 18 set. 2024.

Brites, A. D.; MORSELLO, C. Efeitos ecológicos da exploração de
produtos florestais não madeireiros: uma revisão sistemática. São
Paulo – SP, 2016. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, p. 55-
72, 2016. DOI: 10.5380/dma.v36i0.43924. Disponível em:

file:///D:/Pessoal/Downloads/43924-177252-1-PB%20(2).pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.

BOXELL, P. C.; MURRAY, G.; UNTERSCHULTZ, J. R. Non - timber forest products from the Canadian boreal forest: an exploration of aboriginal opportunities. **Journal of Forest Economics**, Umea, v. 9, p. 75 - 96, 2003.

CAMACAM, B. L. M.; MESSIAS, C. M. B. de O. Food potential of fruits and plants of the caatinga: integrative review. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 9, p. e39911931997, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i9.31997. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31997>. Acesso em: 21 ago. 2024.

CARVALHO, F. **Produtos Florestais Não Madeireiros**. 18 set. 2018. Disponível em: <https://matanativa.com.br/produtos-florestais-nao-madeireiros/>. Acesso em: 15 set. 2024.

CARVALHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: **Embrapa Florestas**, 2010. v. 4, p. 383-391. Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140041/oitica-licania-rigida>. Acesso em: 26 ago, 2024.

CASTELLANI, D. C. Plantas medicinais e aromáticas: produtos florestais não madeireiros (PFNM). *In*: SEMINÁRIO MATOGROSSENSE DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA E II SEMINÁRIO CENTRO - OESTE DE PLANTAS MEDICINAIS, 2002, Cuiabá. **Anais...**, 2002.

CERA de carnaúba: **aplicação**. Itarema-CE, 2022. 1 p. Disponível em: <https://www.carnaubadobrasil.com.br/7/aplicacao/>. Acesso em: 24 ago. 2024.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Um projeto para a Amazônia no século 21**: desafios e contribuições. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009. 426 p. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10182/734063/12Publica%C3%A7%C3%A3o_Amazoni_a_final3_COMPLETO2_6415.pdf. Acesso em: 09 set. 2024.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Análise mensal castanha de caju 2022**. Disponível em: <file:///D:/Pessoal/Downloads/Castanha-de-Caju-Analise-Mensal-Maio-2022.pdf>. Acesso em: 06 set. 2024.

CORRÊA, B. A. **Mudanças no uso e ocupação do solo e suas implicações para a cadeia produtiva do Babaçu (*Attalea speciosa*) na região dos Cocais, Estado do Maranhão, Brasil**. 2022. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Agrícola de Jundiá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

COSTA, M. C. A. FERRONATO, M. R.; SILVA, D. I. R.; GUIMARÃES, M. M. Rede de sementes da bioeconomia Amazônica: uma proposta para fortalecer as cadeias valor de produtos florestais não madeireiros nas comunidades tradicionais da Amazônia. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.13, n.4, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Ferronato/publication/370131504_REDE_DE_SEMENTES_DA_BIOECONOMIA_AMAZONICA_UMA_PROPOSTA_PARA_FORTAL

ECER_AS_CADEIAS_VALOR_DE_PRODUTOS_FLORESTAIS_NAO_MADEIREIROS_NAS_COMUNIDADES_TRADICIONAIS_DA_AMAZONIA/links/644139597c2814701ff851c7/REDE-DE-SEMENTES-DA-BIOECONOMIA-AMAZONICA-UMA-PROPOSTA-PARA-FORTALECER-AS-CADEIAS-VALOR-DE-PRODUTOS-FLORESTAIS-NAO-MADEIREIROS-NAS-COMUNIDADES-TRADICIONAIS-DA-AMAZONIA.pdf. acesso em: 09 set. 2024.

COSTA, M. L. X.; COSTA, M. D. Caracterização bioquímica e nutricional do pequi (*Caryocar brasiliense*): Uma breve revisão. **Revista Científica Rural**, v.25, n.1, p.287- 301, 2023. Disponível em: <http://ediurcamp.urcamp.edu.br/index.php/RCR/article/view/4296>. Acesso em: 25 ago. 2024.

CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. D.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. D. V. C.; SALATINO, A.. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Brazilian Journal of Botany**, v. 24, n. 2, p. 155–159, jun. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-84042001000200004>

CREPALDI, I. C.; SALATINO, A.; RIOS, A. *Syagrus coronata* and *Syagrus vagans*: traditional exploitation in Bahia, Brazil. **Palms**, v. 48, n. 1, p. 43-48, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001663077> . Acesso em: 21 ago.

DE LA PEÑA, G.; ILLSLEY, C. Los productos forestales no maderables: importancia económica, social y como estrategia de conservación. **La jornada**, 2001. La Jornada Ecológica. Disponível em: <https://www.jornada.com.mx/2001/08/27/eco-a.html>, Acesso em: 15, set de 2024.

DE MELLO, N.G.R.; GULINCK, H.; BROECK, P.V.; PARRA, C. Social-ecological sustainability of non-timber forest products: A review and theoretical considerations for future research. **Forest Policy and Economics**, v. 112, p. 102-109, 2020. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/forpol/v112y2020ics1389934119301303.html>. Acesso em: 21 ago. 2024.

DEUS, M. V. B. **Bioeconomia na Amazônia**: o mercado de produtos florestais não madeireiros. Brasília – DF, 2023 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2023. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/39152/1/2023_MarcusViniciusBarbosaDeDeus_tcc.pdf. Acesso em: 12 ago. 2024.

DIAS, M. A. M.; SOUSA, B. M. S.; SANTANA, E.; SANTOS, P. B.; SILVA, M. S. P. O uso sustentável do Buriti na Estação Ecológica de Uruçuí-Una pelos povos tradicionais de áreas protegidas no Sudoeste do Piauí. Cadernos de Agroecologia – *In: Anais. XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, n. 2, 2020.* Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/5362/2691>. Acesso em: 29 ago. 2024.

DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. de T. NASCIMENTO, C. E. de S.; OLIVEIRA, V. R. de. Umbuzeiro: avanços e perspectivas. — Petrolina: **Embrapa Semiárido**, 2016. 266 p.

ELIAS, G. A.; SANTOS, R. Produtos florestais não madeireiros e valor potencial de exploração sustentável da floresta atlântica no sul de Santa Catarina. Santa Maria – RS, 2016. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 249-262. DOI: 10.5902/1980509821117. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cflo/a/FdpVzctsYKRzSj7pm8FVCts/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2024.

ENDERS, B. A.; GORCHOV, D. L.; BERRY, E. J. Sustainability of a non - timber forest product; Effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *Chamaedorea radicalis*. **Forest Ecology and Management**, Fort Collins, v. 234, p. 181 - 191, 2006.

FABRI, E. G. & TERAMOTO, J. R. S. Urucum: fonte de corantes naturais. **Hortic Bras**. v. 33, n. 1, p. 140, 2015.

FAO. Food and agriculture organization. **Small-scale cashew nut processing**. Rugby, UK, 2001. Disponível em:

<http://www.fao.org/3/a-ac306e.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2024.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e cultura**, 2018. v. 70 n. 4, 51-56. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000400014. Acesso em: 14 set. 2024.

FIEDLER, N.C.; SOARES, T.S.; SILVA, G.F .da. Produtos florestais não madeireiros: importância e manejo sustentável da floresta.

Revista Ciências Exatas e Naturais, v. 10, n. 2, p. 263-278, 2008.

Disponível em:

<https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/712>.

Acesso em: 21 ago. 2024.

FLAUZINO, C. A.O. **Avaliação do potencial nutricional e antioxidante de resíduos de pequi**. 2020. 52f. Dissertação (Mestrado em Biociências) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis/SP, 2020. Disponível em:

https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_3da559747d2cdf9abdf7af016d75c280. Acesso em: 20 ago. 2024.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; ROCHA, A. S.; FERREIRA, G. F.; SILVA, A. S. Desenvolvimento do produto cristalizado de umbu. *In Anais... XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura*, Belém, 2002.

FREIRE, A. S. M. **Análise da biomassa e extratos tanantes de *Protium Heptaphyllum* (Aubl.) March, uma espécie com propriedades medicinais**. 2020. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Agrícola de Jundiá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/28563>. Acesso em: 19 ago. 2024.

FREITAS, E. P. F.; NOVAIS, J. S.; SILVA, D. W.; LAUER-LEITE, I. D. Sociobiodiversidade e alimentação em uma comunidade ribeirinha da Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, Baixo Amazônia. **Mundo Amazônico**, v.13, n. 2, p. 77 - 97, 2022. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/imanimundo/article/view/100014/83521>. Acesso em: 18 set. 2024.

FREY, G.E.; CHAMBERLAIN, J.L.; PRESTEMON, J.P. The potential for a backward-bending supply curve of non-timber forest products: An empirical case study of wild American ginseng production. **Forest Policy and Economics**, v. 97, p. 97–109, 2018. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/forpol/v97y2018icp97-109.html>. Acesso em: 21 ago. 2024.

GARCIA, W. S.; SANTANA, A. C.; NOGUEIRA, A. K. M.; M., C. M. DEMANDA DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS: O CASO DO AÇAÍ E DA CASTANHA-DO-BRASIL. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA**, Belém, v. 11, n. 4, p. 1039-1059, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n4p1039-1059>.

GIATTI, O. F.; MARIOSIA, P. H.; ALFAIA, S. S.; SILVA, S. C. P.; PEREIRA, H. S. Potencial socioeconômico de produtos florestais não madeireiros na reserva de desenvolvimento sustentável do Uatumã, Amazonas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59 n. 3, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.229510>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/gvwJ3YtLxZTDBrF7SXBJSb/?lang=p#>. Acesso em: 09 set. 2024.

GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R.M. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação, 2004. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18267/1/Biodiversidade_Caatinga_parte2.pdf. Acesso em: 21 ago. 2024.

GOMES, J. P.; DACOREGIO, H. M.; SILVA, K. M.; ROSA, L. H.; BORTOLUZZI, R. L. C. Myrtaceae na Bacia do Rio Caveiras: Características Ecológicas e Usos Não Madeireiros. **Floresta Ambiente**, v. 24, p. 1-10, 2017.

GUEDES, M.L.; FERREIRA, P.H.G.; SANTANA, K. N. O.; PIMENTA, M. A. S.; RIBEIRO, L. M. Fruit morphology and productivity of babassu palms in northern Minas Gerais state, Brasil. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 39, n. 5, p. 883-892, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000500011>. Acesso em: 13. ago. 2024.

GUIMARÃES, P. P.; BOTREL, R. T.; NOGUEIRA, N. W.; CASTRO, V. G. de; AGUIAR, G. P. de; CARMO, F. C. de À. do. PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS DO NORDESTE BRASILEIRO: CARNAÚBA. **Nativa**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 213–218, 2018. DOI: 10.31413/nativa.v6i2.4732. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/4732>. Acesso em: 8 ago. 2024.

GUIMARÃES, P. P.; CARMO, F. C. A.; NOGUEIRA, N. W.; PEREIRA, D. P.. PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS NORDESTINOS. In: PEREIRA, D. P.; TORRES, J. L. R. *Sistemas Integradas de Produção*. Campina Grande: Editora **Ampla**, 286 p. 2023. Cap. XII, pag. 240-258.

GUIMARÃES, P. P.; SILVA, E. P. M.; SIMÃO, K. L. A.; MEDEIROS NETO, P. N.; CARMO, F. C. A.; QUIRINO, N. I. L. Produtos florestais não madeireiros no norte e nordeste brasileiro: jaborandi, urucum e outros. Patos – PB, 2024. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 20, n. 1, p. 20 - 26, 2024. DOI: 10.30969/acsa.v20i1.1384. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/1384/1131>. Acesso em: 19 ago. 2024. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/nisia-floresta/pesquisa/16/12705?ano=2018>. Acesso em: 25 ago. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. **Biomass e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000.** Rio de Janeiro – RJ. **Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.** 168 p. v. 45. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101676>. Acesso em: 21 ago. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração vegetal e da Silvicultura.** 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em:

INC. International Nut & Dried Fruit. **Statistical yearbook 2017/2018.** Disponível em: https://www.nutfruit.org/files/tech/1524481168_INC_Statistical_Yearbook_2017-2018.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.

JESUS, P. M. M. de. J. **Manejo nutricional na produção de pilocarpina em plantas de jaborandi.** Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024. 70 f.: il. Disponível em: <https://repositorio.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2198/1/MA NEJO%20NUTRICIONAL%20NA%20PRODU%20c3%87%c3%83O%20DE%20PILOCARPINA....pdf>. Acesso em: 26 ago. 2024.

JUNQUEIRA, G. Consumo de conservas de palmito: o que é realmente importante para a segurança? (2015). **Food Safety Brazil.** Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/consumo-de-conservas-de-palmito-o-que-e-realmente-importante-para-a-seguranca/>. Acesso em: 26 ago. 2024.

LEAKEY, R.R.B. Agroforestry Tree Products (AFTPs): targeting poverty reduction and enhanced livelihoods. **Multifunctional Agriculture**, p. 123–138, 2017. Disponível em: file:///D:/Pessoal/Downloads/10.AFTPsTargetingPovertyetc.pdf. Acesso em: 21 ago. 2024.

LEAL, I. R.; PERINI, M. A.; CASTRO, C. C. Estudo fenológico de espécies de Euphorbiaceae em uma área de Caatinga. *In anais: Congresso de Ecologia do Brasil*. Caxambu – MG, 2007. p. 1-2 .Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238068432_ESTUDO_FENOLOGICO_DE_ESPECIES_DE_EUPHORBIACEAE_EM_UMA_AREA_DE_CAATINGA. Acesso em:21 ago. 2024.

LEAL,I.R.; TABARELLI, J.; SILVA, M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife : Ed. Universitária da UFPE, 2003.

LIMA, D. F.; DE LIMA, L. I.; ROCHA, J. A.; DE ANDRADE, I. M.; GRAZINA, L. G.; VILLA, C.; MEIRA, L.; VÉRAS, L. M. C.; AZEVEDO, I. F. S.; BIASE, A. G.; COSTA, J.; OLIVEIRA, M. B.P.P.; MAFRA, I.; DE SOUZA DE ALMEIDA LEITE, J. R. Seasonal change in main alkaloids of jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardleworth), an economically important species from the Brazilian flora. **PLOS ONE**, v. 12, no. 2, p. 1–19, 2017.DOI: [10.1371/journal.pone.0170281](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170281). Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0170281>. Acesso em: 26 ago. 2024.

LIMA, V. V. F. **Modelos de distribuição potencial e ecologia populacional de *Syagrus coronata* (Martius) Beccari - Arecaceae (licuri)**: recomendações para a conservação e o manejo de um importante PFM para as regiões semiáridas do Nordeste do Brasil. 2019. 190 f., il. Tese (Doutorado em Botânica)—Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

LONG, N. **Sociología del desarrollo**: una perspectiva centrada en el actor. México, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social: El Colegio de San Luis. 2007. 504 p.
Development sociology: actor perspectives. London: Routledge, 2001. 293p. OECD. The bioeconomy to 2030: designing a policy agenda. Paris, 2007. Disponível em:
<https://research.wur.nl/en/publications/sociolog%C3%ADa-del-desarrollo-una-perspectiva-centrada-en-el-actor>. Acesso em: 09 set. 2024.

LOVRIC, M.; RE, R. de; VIDALE, E.; PROKOFIEVA, I.; PETNELLA, D.; VERKERK, J.; MAVSAR, R. Non - wood forest products in Europe – A quantitative overview. **Forest Policy and Economics**, v.16 n.10, p. 1 - 9, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102175>. Acesso em: 18 set. 2024.

MARTINOT, J. F.; PEREIRA, H. S.; SILVA, S. C. P. Coletar ou Cultivar: As escolhas dos produtores de açaí-da-mata (*Euterpe precatória*) do Amazonas. Brasília – DF, 2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, p. 751-766. DOI: 10.1590/1234-56781806-94790550408. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/resr/a/Lj8977kSxtPDK6bKMZhvk9L/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 ago. 2024.

MELO, J. C. **Otimização da produção de Biodiesel**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6651/1/arquivo7837_1.pdf, Acesso em 26 de ago. 2024.

MELO, J. O.; MEDEIROS, R. D.; MOREIRA, L. G. L.; GIORDANI, R. B.; ZUCOLOTTI, S. M. A Caatinga: Um bioma exclusivamente brasileiro. **Ciência e Cultura**, v.75, n. 4, p. 01-09, 2023. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v75n4/v75n4a04.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

MELO, N. J. A. **Potencial tóxico, citotóxico e mutagênico de extratos aquosos de Licania rigida (Chrysobalanaceae) em células in vivo**. Dissertação - Universidade Federal Rural do Semi Árido – UFRSA. Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Mossoró, 2015. 68f.: il. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/a13a0d64-ddf5-4354-b16c-3f110103ef6f/content>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MENDES, B. V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável do semiárido**. Fortaleza: SEMACE, 1997.

MIRANDA, C. S.; FIUZA, R.P.; CARVALHO, R. F.; JOSÉ, N. M. Efeito dos tratamentos superficiais nas propriedades do bagaço da fibra de piaçava *Attalea funifera* Martius (2015). **Química nova**, vol. 38, n. 02, 2015. DOI: 10.5935/0100-4042.20140303. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/WBgfkpHM6ynvrrQkLkBmc4R/#>. Acesso em: 19 ago. 2024.

mitigação dos efeitos da seca no estado do rio grande do norte.

Natal - Rio Grande do Norte, 2010.

MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima.

Caatinga. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/biomas/caatinga)

[ecossistemas/ecossistemas/biomas/caatinga](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/biomas/caatinga). Acesso em: 21 ago. 2024.

MONTEIRO, M. J. S. Os produtos florais não madeireiros (PFNM) utilizados pelas comunidades da APA Algodal–Maiandeuá, Maracanã, Pará, Brasil.

Orientador: Dr. Paulo Luiz Contente de Barros. 2013. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2013. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1880>.

Acesso em: 24 de ago de 2024.

MOREIRA, P. I. Entre Extrativismo e Ciência: A História da Exploração da Cera de Carnaúba no Nordeste do Brasil na Primeira Metade do Século XX (2022). *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC)*. **Revista De La Solcha**, vol.12 n.2, 107–139.

DOI: 10.32991/2237-2717.2022v12i2.p107-139. Disponível em: <https://www.halacsolcha.org/index.php/halac/article/view/606/553>.

Acesso em: 19 ago. 2024.

NEPSTAD, D. C.; SCHWARZMA, S. **Non-timber products from tropical forests: evaluation of a conservation and development strategy.** New York: New York Botanic Garden, 1992.

NOBLICK, L. R. Palmeiras das caatingas da Bahia e suas potencialidades econômicas. 1986 In: SIMPÓSIO SOBRE CAATINGA E SUA EXPLORAÇÃO RACIONAL, 1984, Feira de

Santana, BA. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT; Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 1986. p. 99-116.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. M.; CONCEIÇÃO SOARES, D. S.; SANTOS, J. T. S.; NUNES, T. P. Avaliação de diferentes modelos de secagem para liofilização de mangabas maduras com diferentes diâmetros, através de indicadores de desempenho. **Scientia Plena**, v. 12 n. 5, 1-6. DOI: 10.14808/sci.plena.2016.054210 (2016). Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/view/3015>. Acesso em: 26 ago. 2024.

OLIVEIRA, K.; REIS NETO, A. F. Extrativismo vegetal e conhecimentos tradicionais: perspectivas da Lei Federal n. 13.123/15 e o uso da mangabeira. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 11, n. 3, set./dez. 2021, p. 334-349. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Afonso-Reis-Neto/publication/358686806_Extrativismo_vegetal_e_conhecimentos_tradicionais_perspectivas_da_Lei_Federal_n_1312315_e_o_uso_da_mangabeira/links/63b2cd49097c7832ca83be42/Extrativismo-vegetal-e-conhecimentos-tradicionais-perspectivas-da-Lei-Federal-n-13123-15-e-o-uso-da-mangabeira.pdf. Acesso em: 26 ago. 2024.

OLIVEIRA, W.L.; SCARIOT, A. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do pequi. Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, 2010. 84p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/890521>. Acesso em: 25 ago. 2024.

PAE/RN.

Programa de ação estadual de combate à desertificação e

PARENTE, M. P. M.; CAVALCANTI, L. H. Myxomycetes on Palm Trees: species on attalea speciosa mart. ex spreng. **Advances In Microbiology**, [S.L.], v. 03, n. 08, p. 19-23, 2013.
<http://dx.doi.org/10.4236/aim.2013.38a004>. Disponível em:
<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=41275>.
Acesso em: 13 ago. 2024.

PEDROSA, J. P.; CIRNE, L. E. M. R.; NETO, J. M. M. Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, s/n, p.121-123, 1999.

PEDROZO, E. A.; SILVA, T. N.; SATO, S. A. S.; OLIVEIRA, N. D. A. Produtos Florestais Não Madeiráveis (PFNMS): as Filières do Açaí e da Castanha da Amazônia. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia-RARA*, v. 3, n. 2, p. 88-112, 2011. Disponível em:
<https://periodicos.unir.br/index.php/rara/article/download/201/234#:~:text=Dos%20frutos%20do%20a%C3%A7aizeiro%20%C3%A9,extra%C3%A7%C3%A3o%20de%20corantes%20e%20antocianina>.
Acesso em 20 de ago. 2024

PIMENTEL, N. M.; DEL MENEZZI, C. RENDIMENTO DO PROCESSAMENTO DOS PRODUTOS ORIUNDOS DA FIBRA VEGETAL DA PIAÇAVA (*Attalea funifera*). **Nativa**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 137–144, 2020. DOI: 10.31413/nativa.v8i1.8096. Disponível em:
<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/8096>. Acesso em: 21 ago. 2024.

PINHEIRO, T. S. A. **Brasil Oiticica**: um resgate histórico da agroindústria de Pombal PB. 2020 52 f. Dissertação – (Mestrado em

Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2020. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/20714/TACIANA%20SANTOS%20ASSIS%20PINHEIRO%20-%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20PPGSA%20PROFISSIONAL%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 ago. 2024.

PIRANI, J.R.; GROppo, M. *Rutaceae in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB882>. Acesso em: 26 ago. 2024.

PINTO, A.L. A.; SOUSA, F. J. F. de; RUFINO, M. do S. M. Conhecimento etnobotânico dos Tremembé da Barra do Mundauí sobre as frutas da sociobiodiversidade. **Interações**, v.20, n.1, p. 327-339, 2019.. DOI: <https://doi.org/10.20435/inter.v19i4.1632>. Acesso em: 18 set. 2024.

PROTÁSIO, T. de P.; TRUGILHO, P. F.; CÉSAR, A. A. da Silva; NAPOLI, A.; MELO, I. C. N. A. de; SILVA, M. G. da. Babassu nut residues: potential for bioenergy use in the north and northeast of brazil. **Springerplus**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-14, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1186/2193-1801-3-124>. Acesso em: 13 ago. 2024.

RAMIDOFF, T. A. **Principais produtos florestais não madeireiros coletados e comercializados por famílias do sítio histórico e patrimônio cultural Kalunga**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal de Brasília, 2022. 87 p. Disponível em: http://www.realp.unb.br/jspui/bitstream/10482/44010/1/2022_TaianaAndradeRamidoff.pdf. Acesso em: 18 set. 2024.

RANGEL, I. S. L.; DANTAS, A. C.; DE MEDEIROS, M. D. G. Utilização e manejo de produtos florestais não madeireiros. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 20, n. 1, p. 62-65, 2024.

RONCHI, H. S.; COUTINHO, E. T.; BONFIM, F. P. G. Espécies alimentícias e medicinais nativas: produtos florestais não madeireiros e potencial de exploração sustentável. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1149-1164, 2022.

ROSA, L. Z.; ALMEIDA, C. G. M.; BRASIL, A.; LAINDORF, B.; COGO, M. R. de. KUHN, S.; BACEGA, A. SANTOS, N.; SILVEIRA, D.; VESTENA CASSOL, PEREIRA, A.; SOUZA, V.. A importância da hibridização para a preservação da variabilidade genética da família Arecaceae (palmeiras) frente a fatores antropogênicos: uma revisão sobre o caso da palmeira x *Butyagrus nabonnandii* (Prosch.) Vorste. Research, **Society and Development**, v. 10, n. 14, 2021. Disponível em: file:///D:/Pessoal/Downloads/ArtigoAimportnciadahibridizao.pdf. Acesso em: 25 ago. 2024.

RUFINO, M. U.L.; COSTA, J. T. M.; SILVA, V. A. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1141–1149, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/FM8f4RN6V9kBmbjNXdmzRqh/?lang=pt#>. Acesso em: 21 de ago. 2024.

SALGADO, G. H. S. S.; FERRARI, S.; ENKE, D. B. S. 2020. Hastes maiores de pupunheira produzidas no Vale do Ribeira são mais produtivas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Brasil. v. 19

n.3:278-284. Disponível em:

<https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/15452>.

Acesso em: 26 ago. 2024.

SANTOS, A. J.; HILDEBRAND, E.; PACHECO, C. H. P.; PIRES, P. T. L.; ROCHADELLI, R. Produtos não madeireiros: Comercialização, classificação, valoração e mercados. Curitiba – PR, 2003. **Revista Floresta**, v. 33, n. 2, p. 201 - 224, 2003. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/viewFile/2275/1900>. Acesso: 19 ago. 2024.

SANTOS, A. M. F. P. Economias da floresta em Mato Grosso: produtos florestais não - madeireiros e a exploração de madeira em tora. Campos dos Goytacazes - RJ, **Essentia Editora Iffluminese**, v.16, n. 2, p.140 - 161, 2022. DOI: 10.19180/2177-4560.v16n22022p140-161. Disponível em:

<https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/boletim/article/view/17013/16695>. Acesso em: 09 set. 2024.

SANTOS, T.C.; SILVA, D. B.; MENEZES, A. C.; MOURÃO, D. S. C.; PORTELLA, A. C. F.; GIONGO, M. Letalidade em *Culex quinquefasciatus* de compostos secundários de espécies do Cerrado tocantinense: *Copaifera reticulata*, *Pterodon emarginatus*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.10, n.2, p 150-064, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v10n2.santos>. Acesso em: 17 set. 2024.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.).

Ciência Florestal, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011. DOI: 10.5902/198050984510. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/4510>. Acesso em: 20 ago. 2024.

SHANLEY, P.; PIERCE, A. R.; LAIRD, S. A.; BINNQÛIST, C. L.; GUARIGUATA, M. R. From lifelines to livelihoods: Non-timber forest products into the twenty-first century. **Tropical forestry handbook**, p. 1-50, 2015. DOI: 10.1007/978-3-642-41554-8_209-1.

SCHMIDT, I. B.; FIGUEIREDO, I. B.; SCARIOT, A. Ethnobotany and effects of haversting on the population ecology of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae), a NTFP from Jalapão region, Central Brazil. **Economic Botany**, Nova York, v. 61, n. 1, p.73 - 85, 2007.

SILLS, E.; SHANLEY, P.; PAUMGARTEN, F.; BEER, J. **Evolving perspectives on non-timber forest products**. In: Shackleton, S.; Shackleton, S.; Shanley, P. Non-timber forest products in the global context. Berlin, Heidelberg: SpringerVerlag, 2011. p. 23-51. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227220393_Evolving_Perspectives_on_Non-timber_Forest_Products. Acesso em: 09 set. 2024.

SILVA, A. A.; DOS SANTOS, L. E.; DA SILVA CRUZ, G.; DA SILVA RIBEIRO, R. B.; GAMA, J. R. V. Potencial de comercialização de produtos florestais não madeireiros na área de manejo da reserva extrativista Tapajós Arapiuns. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 1, p. 45-63, 2018.

SILVA, A. Q. A. **Racismo ambiental:** extrativismo de produtos florestais não madeireiros. Monografia (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 43 f., 2023. Disponível em: <https://rima.ufrrj.br/jspui/bitstream/20.500.14407/7110/1/Ana%20Queilly%20Anacleto%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 09 set. 2024.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M, S, B.; KILL, L. H. P.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; SA, I. B.; CORREIA, R, C.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, Y. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. *In: **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação***. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 1, p. 18-48. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/861906>. Acesso em: 13 set. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS (SNIF). **Produção**. 2022. Disponível em: <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/producao>. Acesso em 08 de ago, 2024.

SOARES, K.P. *Attalea in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15686>>. Acesso em: 13 ago. 2024

STEELE, M.Z.; SHACKLETON, C.M.; SHAANKER, R.U.; GANESHIAH, K.N.; RADLOFF, S. The influence of livelihood dependency, local ecological knowledge and market proximity on the ecological impacts of harvesting non-timber forest products. **Forest Policy Economics**, v. 50, p. 285-291, 2015. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/forpol/v50y2015icp285-291.html>. Acesso em: 21 ago. 2024.

TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018. DOI: 10.21800/2317-66602018000400009. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000400009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 ago. 2024.

VIANNA, S.A. *Mauritia in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15723>. Acesso em: 29 ago. 2024

VIEIRA, C. M.; SOUZA, E. R. B.; PAULA, M. S. P.; NAVES, R. V.; SILVA, G. D. Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes): Uma frutífera promissora do Brasil. 2017. **Scientific Electronic Archives**, 10, 45-55. Disponível em: [file:///D:/Pessoal/Downloads/berber,+Vol+10+\(2\)+45+a+55%20\(1\).pdf](file:///D:/Pessoal/Downloads/berber,+Vol+10+(2)+45+a+55%20(1).pdf). Acesso em: 26 ago. 2024.

VILLA, B. M. **Usos Tradicionais e Ecologia Histórica de Palmeiras Nativas em Santa Catarina**. 2021. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

WEBER, C. R.; SOARES, C.M. L.; LOPES, A. B. D.; SILVA, T. S. NASCIMENTO, M. S.; XIMENES, E. C.P.A. *Anadenanthera colubrina*: um estudo do potencial terapêutico. **Revista Brasileira de Farmácia**. v. 92, n.4, p. 235-244, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Eulalia-Ximenes/publication/313612512_Anadenanthera_colubrina_A_therapeutic_potential_study/links/590355940f7e9bc0d58d6d97/Anadenanth

era-colubrina-A-therapeutic-potential-study.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

WICKENS, G E. Management issues for development of non - timber forest products. **Unasyva Roma**, v. 42, n.165, p.3 - 8, 1991.

WOLFF, L. F.; EICHHOLZ, E. D. (ed.). Alternativas para Diversificação da Agricultura Familiar de Base Ecológica - 2022. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2022. 58 p.

WUNDER, S. **Value determinants of plant extractivism in Brazil**. Rio de Janeiro: IPEA, 1998. 59p. (Texto para discussão, 682).

USO DO BIOCHAR PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

Eduarda Loise de Oliveira Figueiredo, Gerlany Vieira de Moraes, Larissa de Medeiros Araújo, Grazielle Vasconcelos Leite, Libânia da Silva Ribeiro, Pedro Nicó de Medeiros Neto

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por mudas de espécies florestais, tem ganhado destaque em função de atividades voltadas para a restauração ecológica e redução dos impactos das mudanças climáticas (Pinto *et al.*, 2021). No entanto, quando se trata de espécies nativas, existe uma escassez de mudas de alta qualidade por causa da complexidade das técnicas de manejo, com isso, surge a necessidade de pesquisas que busquem aprimorar os processos de produção (Smiderle e Souza, 2024).

Assim, para produzir mudas com qualidade superior, é fundamental considerar diversos fatores, dentre eles, a composição dos substratos, que é um fator de suma importância, sendo necessário que eles apresentem propriedades físico-químicas compatíveis com o processo germinativo, desenvolvimento e sustento mineral das mudas (Ehlers e Arruda, 2014; Da Silva *et al.*, 2023).

Essa composição de substrato depende dos materiais e de suas proporções, o que garante boa aeração, drenagem adequada, retenção eficiente de água e uma disponibilidade equilibrada de nutrientes para a planta (Caldeira *et al.*, 2014). No entanto, esse composto pode apresentar limitações, especialmente, em relação aos custos associados aos substratos comerciais (Borba, 2023).

Assim, a utilização de materiais orgânicos como substratos alternativos está relacionada ao fácil acesso e a disponibilidade de recursos regionais, sendo economicamente mais viáveis. Esses

materiais podem reduzir a dependência de substratos comerciais, ao mesmo tempo em que promovem a reciclagem de resíduos e o fortalecimento das cadeias produtivas locais, tornando a produção de mudas mais eficientes e sustentáveis.

O biochar, por exemplo, tem sido amplamente estudado como uma possível ferramenta para melhorar a gestão de resíduos e promover a sustentabilidade. É um produto sólido formado por meio do processo de pirólise, que envolve a decomposição térmica controlada de biomassa específica em ausência de oxigênio, em temperaturas que variam de 300°C a 900°C (Batista, 2018).

Esse material possui a capacidade de reter água e adsorver nutrientes em sua superfície, liberando-os de maneira gradual para as plantas (Maia *et al.*, 2021). Esse efeito é resultado de sua alta porosidade e grande área de superfície específica, que possibilitam a retenção de compostos orgânicos solúveis e uma maior capacidade de armazenamento de água (Pimenta *et al.*, 2019).

Diante disso, ao considerar tanto as questões ambientais quanto a qualidade na produção de mudas, o biochar demonstra ser uma alternativa viável, pois permite uma gestão mais eficiente dos resíduos, transformando-os em um produto potencial que, além de suprir as necessidades nutricionais das plantas, se destaca como uma solução sustentável para o setor (Natalli, 2024).

2. TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

2.1 CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA

A carbonização ocorre em quantidades controladas de oxigênio em temperaturas superiores a 300 °C (Delatorre *et al.*, 2022). Esse processo envolve a decomposição dos principais constituintes da

madeira: celulose, hemicelulose e lignina, que juntos formam a biomassa lignocelulósica. Essa biomassa possui aproximadamente 40 a 50% de celulose, 20 a 40% de hemicelulose e 10 a 40% de lignina em sua composição, sendo que a proporção de cada componente varia de acordo com a espécie da madeira (Zadeh *et al.*, 2020). Desse modo, a carbonização consiste em submeter a madeira a altas temperaturas em um ambiente controlado, permitindo a extração dos componentes pirolenhos da madeira e a obtenção do carvão vegetal com alto teor de carbono (Felício; Cota, 2020).

Segundo Danesh *et al.* (2023), é possível observar que durante a etapa de carbonização, há ocorrência de reações de despolimerização, fragmentação e reticulação, resultando em produtos nos formatos sólidos, líquidos e gasosos, como, por exemplo, o hidrogênio (H), o monóxido de carbono (CO) e o dióxido de carbono (CO₂) como subprodutos gasosos, enquanto o bio-óleo e o carvão são considerados produtos líquidos e sólidos, respectivamente, em temperaturas variando entre 400 e 500 °C, a tendência é a formação de mais produto sólido, como o carvão vegetal, enquanto temperaturas acima de 700 °C levam à produção de compostos líquidos e gasosos.

Entretanto, para obter êxito na carbonização, é fundamental definir e controlar com precisão as variáveis operacionais, como a velocidade de aquecimento, a temperatura final e o tempo total de carbonização (Pereira, 2021). Portanto, dada a complexidade inerente ao processo de carbonização, é crucial investigar a decomposição térmica da madeira, visto que, se trata de um material heterogêneo (Dias *et al.*, 2019).

2.2 BIOCHAR (BIOCARVÃO)

O conceito de Biochar é usado para descrever um tipo de carvão produzido a partir de material orgânico, com alto teor de carbono, que é obtido através da queima sem presença total ou parcial de oxigênio,

especialmente, de resíduos agrícolas, esterco de animais, subprodutos da indústria madeireira, entre outros (Semida *et al.*, 2019; Khalid *et al.*, 2020). Esse processo de transformação da biomassa em carvão na falta de oxigênio é conhecido como pirólise. A temperatura de pirólise pode variar de 200 °C a 1000 °C, podendo ocorrer de forma rápida ou lenta, sendo a lenta a mais comum na sua produção (Lian; Xiang, 2017).

A comunidade científica adotou o termo biochar com o objetivo de diferenciar o carvão de uso agrônômico do carvão de uso energético (Souza, 2023). Conforme o *European Biochar Certificate* – EBC (2022), é uma substância diversificada com alto teor de carbono aromático e minerais, com propriedades que podem influenciar as condições do solo. Isso se deve a sua estrutura porosa, leve e com características físicas e hidráulicas vantajosas para a agricultura, auxiliando na nutrição e no aprimoramento do equilíbrio físico, químico e biológico do solo, além de contribuir para a captura de carbono ao absorver dióxido de carbono da atmosfera (Sanchez-reinoso; Ávila-Pedraza; Restrepo-Díaz, 2020).

Na procura por materiais que possam melhorar a qualidade química, física e biológica do solo, uma opção em estudo é o biochar, obtido através do aquecimento lento de biomassa. Diferentemente do carvão vegetal convencional e de outros tipos de carbono, ele se destaca por ser utilizado diretamente no solo devido sua leveza e estrutura porosa reativa. Com propriedades físicas e hidráulicas, o seu uso na agricultura tem aumentado significativamente como forma de condicionamento do solo, armazenamento de carbono e melhoria na nutrição das plantas, levando, conseqüentemente, a um aumento na produtividade (Sanchez-reinoso; Ávila-Pedraza; Restrepo-Díaz, 2020). Mas, vale ressaltar, que é essencial ter o entendimento da composição química da matéria orgânica selecionada para a produção do biochar, principalmente, em relação aos níveis de celulose, hemicelulose e lignina, já que o processo de decomposição térmica

durante a pirólise é diretamente influenciado por essa composição (Maia *et al.*, 2021).

Entre os benefícios mais significativos da aplicação de biochar no solo estão: melhoria da disponibilidade de nutrientes para as plantas, regulação e elevação do pH, redução da acidez e toxicidade de metais pesados como o alumínio, controle de odores e emissões de gases de efeito estufa, captura de carbono, incremento da capacidade de retenção de cátions, aumento da aeração e retenção de água no solo (Woiciechowski *et al.*, 2018).

Além disso, ele pode ser aplicado de maneira isolada ou em conjunto com outras formas de nutrientes, contribuindo para a melhoria das características do solo e na eficácia de fertilizantes e o aumento na produção das plantas (Abiola *et al.*, 2023). Vale salientar que os fertilizantes minerais são os mais comumente empregados para aprimorar o biochar (Haider *et al.*, 2017), entretanto, algumas pesquisas têm explorado a possibilidade de enriquecer esse composto com nutrientes provenientes de fontes orgânicas, como, por exemplo, os esterco (Laird *et al.*, 2010).

O emprego de biochar como parte do substrato na criação de mudas tem sido bastante valorizado de acordo com Steiner *et al.* (2008), em razão da sua capacidade de aprimorar as características físicas, químicas e biológicas, além de ser uma alternativa eficaz para absorver o CO₂ da atmosfera no solo por um período prolongado, contribuindo assim, para amenizar o problema do aquecimento global (Woolf *et al.*, 2010).

Os benefícios desse produto estão comprovados em vários estudos, como na pesquisa conduzida por Matos *et al.* (2018), a qual examinou os efeitos do biochar em fungos micorrízicos e nas micorrizas associadas ao biocarvão na absorção de nitrogênio e na taxa de fotossíntese das plantas de mamão por meio da técnica de espectroscopia fotoacústica. Os resultados do estudo indicaram que, o

uso do biochar, da micorriza ou da combinação desses dois elementos resultou em um aumento no desenvolvimento e no teor de nitrogênio das folhas, assim como em uma coloração verde mais forte nas plantas de mamão, diminuindo a clorose em comparação com as plantas sem esses tratamentos. O estudo realizado por Batista (2018), indicou que o biochar produzido a 350°C tem o potencial de aumentar a retenção de água no solo e de reduzir as condições prejudiciais para as plantas, como o estresse hídrico.

(parágrafo repetido)

Rodrigues *et al.* (2016) ao plantar mudas de eucalipto com biochar feitas a partir de folhas de palmeira dendê, notaram que a adição do material ao solo resultou em um aumento na retenção de água e uma redução na densidade do solo, além de melhorar a capacidade de troca catiônica e aumentar os níveis de nutrientes presentes. Entretanto, foi destacado que são necessárias mais pesquisas para determinar a quantidade ideal a ser utilizada, já que o excesso de nutrientes pode causar problemas de toxidez.

2.3 Produção e qualidade das mudas

O processo de produção de mudas pode envolver o método sexuado, que se baseia na formação de novas plantas por meio de sementes, ou de maneira assexuada, através da propagação vegetativa, como no enraizamento de miniestacas (Dias *et al.*, 2023).

A propagação da maioria das espécies florestais nativas é realizada por meio de sementes, que proporciona uma maior variabilidade genética que é necessária para a seleção de características desejáveis. Outra característica importante desse método é a preservação da diversidade dos recursos fitogenéticos e a conservação de espécies por meio de bancos de germoplasma (Sá, 2023; Santos, 2021; Ruths *et al.*, 2019).

A produção de mudas nativas desempenha um papel crucial na estratégia de recuperação, regeneração ou reflorestamento, sendo

essencial que sejam de alto padrão de qualidade, resultando em um maior crescimento e sobrevivência no campo após o plantio e reduzindo os custos com cuidados culturais e replantio (Marinho *et al.*, 2017; Rodrigues *et al.*, 2020).

Em relação à produção de mudas de alta qualidade, é importante garantir uma iluminação adequada, disponibilidade hídrica, controle de pragas e doenças, além de utilizar um substrato que ofereça condições ideais para a nutrição e crescimento das plantas (Costa *et al.*, 2020).

É importante destacar, que os critérios frequentemente usados para avaliar a qualidade das mudas são diâmetro do colo, comprimento da parte aérea e das raízes, o número de folhas, matéria seca da parte aérea, matéria seca total, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar, razão de peso foliar, relação matéria seca da parte aérea com a matéria seca da raiz, Quociente de Robustez e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Florêncio, 2020).

Dentre os critérios mencionados, o IQD é reconhecido como um dos principais indicadores para a avaliação da qualidade das mudas florestais, pois tem como base a relação entre diversos parâmetros morfológicos já usados para determinar a qualidade das mudas, como a massa seca total, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto (Avelino *et al.*, 2021). Segundo Vieira *et al.* (2019), é uma métrica confiável para avaliar a qualidade das mudas, pois considera tanto a resistência quanto a distribuição equilibrada de biomassa, levando em consideração diversas variáveis importantes.

Dentro do contexto que foi abordado, é importante mencionar que para alcançar êxito na execução de iniciativas de recuperação de áreas degradadas através de projetos de restauração florestal, é fundamental garantir a qualidade das mudas que serão empregadas no plantio das espécies. Por essa razão, é imprescindível adotar cuidados

ao longo de todas as etapas de produção das mudas, assegurando sua capacidade de sobrevivência diante das condições do ambiente após o plantio (Senar, 2018).

2.4 SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS

Os substratos são o meio predominante para a produção de mudas e desempenham um papel determinante na qualidade e rendimento da produção. Um substrato ideal favorece o desenvolvimento de plântulas vigorosas, que tendem a resistir melhor aos estresses ambientais e a se desenvolver de forma mais saudável em campo. Além disso, a escolha correta do substrato pode otimizar o manejo e a praticidade durante todo o processo de cultivo (Jorge *et al.*, 2020).

O substrato deve apresentar atributos químicos, biológicos e físicos adequados, favorecendo aeração eficiente, o rápido desenvolvimento das mudas e o crescimento saudável do sistema radicular e parte aérea, além de outras qualidades (Leite, 2022; Masiero *et al.*, 2019). Os mesmos autores mencionam que é imprescindível que esteja livre de enfermidades, insetos prejudiciais e substâncias nocivas. Considerando essas características mencionadas, é desejável para o agricultor que o substrato seja também economicamente acessível (Souza, 2023).

De maneira geral, os substratos são fundamentais para o cultivo de mudas e essenciais para garantir sua qualidade, sendo necessário que ofereçam uma boa drenagem, manutenção de umidade ideal, disponibilidade de nutrientes que atendam às necessidades da planta e tenha uma densidade que permita proporcionar boa aeração, sem comprometer a estrutura e que permita o livre crescimento do sistema radicular (Da Silva, 2023; Pinheiro *et al.*, 2022). É importante também que estejam livres de patógenos e de substâncias que possam afetar negativamente o desenvolvimento das plantas (Schafer; Lerner, 2022).

Mesmo com todas as informações disponíveis sobre a composição de um substrato, ainda é desafiador encontrar um substrato vegetal que contenha todos os materiais necessários e que esteja disponível para os agricultores. Por isso, é comum recorrer a misturas com a finalidade de se aproximar ao máximo dos atributos pretendidos para obter resultados satisfatórios (Dias *et al.*, 2022; Schafer, 2022). Nesse sentido, torna-se essencial identificar matérias-primas orgânicas adequadas e de fácil acesso para o cultivo de espécies desejadas (Oliveira *et al.*, 2022).

Dentre os substratos, o biochar se destaca na área da agricultura, pois melhora a disponibilidade de nutrientes no solo devido sua capacidade de troca catiônica, que está relacionada as cargas negativas presentes em sua superfície. Com isso, sua aplicação no solo aumenta a capacidade de retenção de água, a fertilidade e a disponibilidade de nutrientes e estimula a atividade biológica do solo (De Souza, 2023; Marcelino *et al.*, 2020) resultando em uma melhor eficiência no uso dos nutrientes pelas plantas e ajudando a diminuir os custos com fertilizantes químicos. Além do mais, pode ser uma estratégia eficaz para mitigar as emissões de gases de efeito estufa e contribuir para a redução das mudanças climáticas (Arias, 2022; Siqueira, 2022).

3. CONCLUSÃO

A utilização do biochar na produção de mudas florestais tem se revelado como uma opção promissora para aprimorar a qualidade do solo e o crescimento das plantas, sobretudo, em áreas com solos degradados ou carentes de nutrientes. Mas, os resultados das pesquisas desenvolvidas ainda são influenciados por vários aspectos, como o tipo de material usado na produção, as condições de carbonização e as características do solo onde será empregado. Sendo assim, é imprescindível mais pesquisas que analisem detalhadamente os efeitos a longo prazo, especialmente, no ambiente florestal, a fim de

estabelecer orientações claras para um uso eficaz na produção de mudas florestais.

REFERÊNCIAS

ABIOLA, W. A. *et al.* Research trends on biochar-based smart fertilizers as an option for the sustainable agricultural land management: Bibliometric analysis and review. **Frontiers in Soil Science**, v. 3, p. 1136327, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsoil.2023.1136327>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsoil.2023.1136327/full>. Acesso em: 20 de mai. 2024.

ARIAS, C. M. **Biochar: relação com agroecologia, estado da pesquisa e matérias-primas promissoras**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2022.

AVELINO, N. R. SCHILLING, A. C., DALMOLIN, Â. C., SANTOS, M. S. D., & MIELKE, M. S. Alocação de biomassa e indicadores de crescimento para a avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais nativas. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1733-1750, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509843229>. Acesso em: 12 de set. 2024.

BATISTA, E. M. C. C. **Biochar como ligante macromolecular no solo visando aumentar a capacidade de retenção de água nos solos do nordeste do Brasil**. 2018. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2018. Disponível em: <https://siga.ufpr.br/siga/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=83>

39&idprograma=40001016026P2&anobase=2018&idtc=1378. Acesso em: 09 de abr. 2024.

BORBA, L. G. L. **Biochar como condicionante de substrato na produção de mudas de *Libidibia ferrea***. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2023. 43f.

CALDEIRA, M. V. W., FAVALESSA, M., DE OLIVEIRA GONÇALVES, E., DELARMELINA, W. M., SANTOS, F. E. V., & VIERA, M. (2014). Lodo de esgoto como componente de substrato para produção de mudas de *Acacia mangium* Wild. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 34-43, 2014.

COSTA, E. G.; BARRETO, C. F.; FARIAS, R. M.; MARTINS, C. R. Propagação de amoreira-preta em diferentes substratos e estimuladores de enraizamento. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36654-36662, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-269>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11516>. Acesso em: 18 de mai. 2024.

DA SILVA, R. C.; DIAS, C. F.; AGUIAR, B. A. C.; SOUSA, H. G. A.; VASCONCELOS, W. A.; ALVAREZ, S. F.; DE SOUZA, P. B. Influência da incorporação de pó de rocha quartzo-feldspática em substrato para produção de mudas de *Cedrela fissilis* Vell. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. e03949-e03949, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n8-025>

DA SILVA, T. F. P. **Uso de estirpe de coqueiro em decomposição como substrato na produção de mudas de Sabiá.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2023.

DIAS, B. A. S.; MARQUES, G. M.; SILVA, M. L. D.; COSTA, J. M. F. N. Análise econômica de dois sistemas de produção de mudas de eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 18, p. 171-177, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/loram.2011.035>. Acesso 12 de set. 2024.

DIAS, D. R.; DO VALE, B. S. C.; SANTANA, J. A.V.; JUNIOR, J. R. S. Produção de mudas de maracujazeiro-amarelo em diferentes níveis de irrigação e formulações de substrato. **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 102-108, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.31413/nativa.v10i1.12330>. Acesso em: 06 set 2024.

DE SOUZA, W. **Explorando o potencial do biochar na produção de mudas para recuperação de áreas degradadas e seu impacto no sequestro de carbono: uma revisão de literatura.** Trabalho de Conclusão do Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2023.

EHLERS, T.; ARRUDA, G. O. S. F. Utilização do pó de basalto em substratos para mudas de *Eucalyptus grandis*. **Floresta e ambiente**, v. 21, p. 37-44, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/loram.2014.002>. Acesso em: 09 de set. 2024.

EUROPEAN BIOCHAR CERTIFICATE. Guidelines for a Sustainable Production of Biochar. Arbaz, Switzerland: **European Biochar Foundation (EBC)**. Version 10.1 of 10th Jan 2022. Disponível em: <http://european-biochar.org>. Acesso em: 02 de mai. 2024.

FLORÊNCIO, A. C. **Uso de substratos orgânico-minerais na produção de mudas de mofumbo (*Combretum leprosum* mart.)**. 2020. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharela em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/6413/1/AmandaCF_MONO.pdf Acesso em: 19 de mai. 2024.

HAIDER, G. *et al.* Biochar reduced nitrate leaching and improved soil moisture content without yield improvements in a four-year field study. **Agriculture, ecosystems & environment**, v. 237, p. 80-94, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.019>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880916306016>. Acesso em: 20 de mai. 2024.

JORGE, M. H. A. *et al.* **Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, setembro de 2020. 30p.; Documentos 180 /Embrapa Hortaliças;). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1125796/1/DOC-180-18-set-2020.pdf>. Acesso em: 05 de set. 2024.

KHALID, S. *et at.* A critical review of different factors governing the fate of pesticides in soil under biochar application. **Science of The Total Environment**, v. 711, p. 134645, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134645>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719346364>. Acesso em: 10 de set. 2024.

LAIRD, D. *et al.* Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. **Geoderma**, v. 158, n. 3-4, p. 436-442, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2010.05.012>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706110001758>. Acesso em: 20 de mai. 2024.

LEITE, K. J. **Substratos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya*) cv. Taiwan**. 2022. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro Agrônomo) – Graduação em Agronomia, Instituto Federal do Espírito Santo, Santa Teresa, 2022.

Disponível em:

<https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2716/TCC%2020-%20-%20Kevilin%20Leite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Acesso em: 30 de mai. 2024

LIAN, F.; XING, B. Black carbon (biochar) in water/soil environments: molecular structure, sorption, stability, and potential risk. **Environmental Science & Technology**, v. 51, n. 23, p. 13517-13532, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02528>.

Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.7b02528>.

Acesso em: 09 de set. 2024.

MAIA, C.M.B. F.; GUIOTOKU, M.; PEIXOTO, R. T. G.; VARGAS, L. M. P. Biochar e o eucalipto. In: Oliveira, E. B., Pinto Jr., J. E. **O eucalipto e a Embrapa**: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1131510/o-eucalipto-e-a-embrapa-quatro-decadas-de-pesquisa-e-desenvolvimento>. Acesso em: 07 de set. 2024

MARCELINO, I. P.; LOSS, A.; ANDRADE, M. A. N. Aspectos gerais do uso do biochar para sustentabilidade com ênfase aos atributos edáficos: a revisão. **Revista de Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. especial, p. 301-319, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e0I2020301-319>.

MARINHO, P. H. A. DE SOUSA, R. M.; GIONGO, M.; VIOLA, M. R.; DE SOUZA, P. B. Influence of different substrates on seedling production in the flamboyant *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf. **Agroambiente**, v. 11, n. 1, p. 40-46, 2017. Disponível em: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/64747b0b425ec3c088f6332b>. Acesso em: 08 de set. 2024.

MASIERO, M. A. *et al.* Uso de substratos na estaquia de astrapéia (*Dombeya wallichii* L.). **Revista Cultura Agronômica**, v. 28, n. 3, p. 241, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.32929/2446-8355.2019v28n3p241-253>.
Disponível em:
<https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446-8355.2019v28n3p241-253>. Acesso em: 30 de mai. 2024.

MATOS, E. C. T. *et al.* Espectroscopia fotoacústica para analisar a fertilidade de solos tratados com biochar e micorriza. **Química Nova**, v. 41, p. 989-998, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170270>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/PnpP3F4bPYyjFcVg9LbRkXf/?lang=pt>.
Acesso em: 27 de mai. 2024.

NATALLI, L. H. **Produção de biochar a partir de resíduos da colheita de pinus e seu uso na composição de substratos para produção de mudas**. 2024. 111 f. Tese (Programa de Pós-Graduação

em Ciências Florestais - Doutorado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati - PR.

NUNES, M. M. *et al.* Crescimento de mudas de castanheira-do Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.) em função de doses de carvão vegetal como componentes de substrato. In: Reunião Científica da Rede Ctpetro Amazônia, 3, Manaus. Anais... Manaus: Petro Amazônia, 2010.

OLIVEIRA, A. K. M. *et al.* Crescimento e fitoquímica das folhas de *Basella alba*, uma olerícola não-convencional, em diferentes substratos. **Vivências**, v. 18, n. 37, p. 319-336, 2022. Doi: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v18i37>. Disponível em: <http://revistas.uri.br/index.php/vivencias/article/view/620>. Acesso em: 30 de mai. 2024.

PIMENTA, A. S.; MIRANDA, N.; CARVALHO, M. A. B.; SILVA, G. G. C.; OLIVEIRA, E. M. M. Effects of biochar addition on chemical properties of a sandy soil from northeast Brazil. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 12, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12517-018-4194-y>. Acesso em: 04 de set. 2024

PINHEIRO, B. L. *et al.* Desenvolvimento de mudas de repolho pelo uso de diferentes substratos. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, 2022. Doi: <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2022.070210>. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/6601>. Acesso em: 30 de mai. 2024.

PINTO, V. V. F.; BUENO, M. M.; ANTUNES, L. F. D. S.; ALONSO, J. M.; ABAURRE, G. W. Crescimento de mudas de *Poincianella pluviosa* (DC.) LP Queiroz em diferentes substratos e lâminas de

irrigação. **Madera y bosques**, v. 27, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712173>. Acesso em: 08 de set. 2024.

RODRIGUES, A. B. M.; GIULIATTI, N. M.; JÚNIOR, A. P. Aplicação de metodologias de recuperação de áreas degradadas nos biomas brasileiros. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 333-369, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34115/basrv4n1-021>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/6996>. Acesso em: 25 de abr. 2024.

RODRIGUES, E. M. *et al.* Cultivo de eucalipto com biocarvão de resíduos de folhas de palmeira dendê. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB**, Jaboticabal, v. 8, n. 1, p. 139-143, 2016.

RUTHS, R.; BONOME, L. T. S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/223811711812019194>. Acesso em: 12 de set. 2024.

SÁ, A. C. S. **Qualidade de sementes, propagação vegetativa e estimativas de parâmetros genéticos de *Moquiniastrum polymorphum* (Less) G. Sancho** (2023) Tese (Doutorado em Produção vegetal) Universidade Do Estado De Santa Catarina – UDESC, Lages, 2023.

SANCHEZ-REINOSO, A. D.; ÁVILA-PEDRAZA, E. A.; RESTREPO-DÍAZ, H. Use of biochar in agriculture. **Acta Biológica Colombiana**, v. 25, n. 2, p. 327-338, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15446/abc.v25n2.79466>. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-548X2020000200327&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 20 de mai. 2024.

SANTOS, T. P. **Produção de mudas por semente e estaquia em pitaya**. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Ilha Solteira, p. 61. 2022. SCHAFFER, G. Plant substrate. **Ornamental Horticulture**, v. 28, n. 2, p. 140-141, 2022. Disponível em: <https://qa1.scielo.br/j/oh/i/2022.v28n2/>. Acesso em: 30 de mai. 2024.

SCHAFFER, G.; LERNER, B. L. Physical and chemical characteristics and analysis of plant substrate. **Ornamental Horticulture**, v. 28, p. 181-192, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v28i2.2496>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/oh/a/YTYZ66L8dcFSYrkvvPzBMvB/?format=html&lang=en>. Acesso em: 30 de mai. 2024.

SEMIDA, W. M. *et al.* Biochar implications for sustainable agriculture and environment: A review. **South African Journal of Botany**, v. 127, p. 333-347, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.11.015>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629919300602>. Acesso em: 10 de set. 2024.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. das G. Custo de produção de mudas florestais produzidas em viveiro e semeadura direta a campo na

Amazônia Setentrional. **Editora Synapse**, 2024. Disponível em:
10.36599/editpa-978-65-88890-38-7

SENAR, S. **Reflorestamento**: produção de mudas florestais no bioma amazônico. 2018. 116p.

STEINER, C. *et al.* Nitrogen retention and plant uptake on a highly weathered central Amazonian Ferralsol amended with compost and charcoal. **Journal of plant nutrition and soil science**, v. 171, n. 6, p. 893-899, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1002/jpln.200625199>.

Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jpln.200625199>.

Acesso em: 20 de mai. 2024.

SIQUEIRA, Edite Santos. **Uso de biochar na composição de substratos para produção de mudas de espécies florestais**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SOUZA, A. C. M. **Substratos alternativos na produção de mudas de Pimenteira do reino (*Piper nigrum* L.)**. 2023. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2023. Disponível em:

<https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/2979/1/SUBSTRATOS%20ALTERNATIVOS%20NA%20PRODU%20C%27%20C%27%20DE%20MUDAS%20DE%20PIMENTEIRA%20DO%20REINO%20%28Piper%20nigrum%20L.%29.pdf>. Acesso em: 30 de mai. 2024.

VIEIRA, A. C. C.; TERRA, D. L. C. V.; DE SOUZA, P. B.; FONSECA, E. F. Utilização de resíduos agroindustriais na produção

de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allemão). **Magistra**, v. 30, p. 86-93, 2019. Disponível em: <https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/648>. Acesso em: 21 de mai. 2024.

WOOLF, D. *et al.* Sustainable biochar to mitigate global climate change. **Nature communications**, v. 1, n. 1, p. 56, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms1053>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/ncomms1053#citeas>. Acesso em: 27 de mai. 2024.

WOICIECHOWSKI, T. *et al.* Nutrientes e umidade do solo após a incorporação de biocarvão em um plantio de *Eucalyptus benthamii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1455-1464, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509835053>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/s4B4TPYV67bFjBQD3bsYYZJ/?lang=pt>. Acesso em: 20 de mai. 2024.

DINÂMICA DE PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE FAMÍLIAS DA COMUNIDADE SÃO FRANCISCO, TEIXEIRA- PB-BRASIL: ESTUDO DE CASOS

Camilla Torres Pereira, Joedla Rodrigues de Lima, Vilma Maria dos Santos, Maria Estella Torres Pereira

INTRODUÇÃO

A agricultura familiar campesina é uma atividade desenvolvida por agricultores de baixa renda (ABR), também chamados de camponeses. No campesinato, as atividades são desempenhadas por membros da mesma família, sendo os conhecimentos repassados a cada geração. No entanto, os ABR's enfrentam diversas limitações para sua integração aos mercados, entre elas, o tamanho da área disponível para o cultivo, pouca infraestrutura, dificuldade de acesso à educação formal e ao sistema público de saúde (Guanziroli; Di Sabbato, 2014). Além disso, as condições edafoclimáticas de determinadas regiões podem comprometer as atividades desenvolvidas pelos ABR's.

Em regiões semiáridas caracterizadas pelo baixo índice pluviométrico e solos pobres em matéria orgânica, os sistemas de produção acessíveis aos agricultores familiares são limitados. Com isso, a adoção de práticas, como a substituição de agroquímicos por compostos naturais no combate as pragas, a adubação orgânica e a proteção adequada do solo, compõem um conjunto de métodos que conservam e protegem os recursos naturais.

Em decorrência das ações antrópicas que comprometem o meio ambiente e a utilização dos recursos naturais, é importante buscar alternativas que causem menos impactos socioambientais. Assim, a

agroecologia, que é uma das premissas do desenvolvimento sustentável, torna-se importante alternativa para o pequeno agricultor inserir sua produção no mercado consumidor (Guzmán 2001; Nordari; Guerra, 2015; Barata-Silva *et al.*, 2019).

Nesse sentido, a introdução de manejos ecológicos baseados na agroecologia e na produção orgânica representa potencialmente o desenvolvimento de um modo sustentável de produção (Caumo; Staduto, 2014). De acordo com Darolt e Skora Neto (2002), a produção agroecológica é baseada em requisitos como a não utilização de adubos químicos, minimização de danos à biodiversidade dos ecossistemas e na conservação dos recursos naturais. Vale destacar que, a produção agroecológica deve abranger desde os processos que envolvem a produção, o processamento e a distribuição até chegar ao consumidor final (Moraes; Oliveira, 2017).

Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável é o segundo dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), que pretende alcançar esses objetivos até o ano de 2030. Considerando os desafios enfrentados a partir do modelo de agricultura intensiva em insumos químicos, plantas modificadas e emprego de maquinário pesado, com efeitos negativos nas áreas de saúde, aumento da pobreza no campo e os impactos no meio ambiente, a agroecologia é uma importante alternativa, visto que pode reduzir tais impactos, incluindo a segurança alimentar e minimizar danos ao ambiente.

A agricultura campesina agroecológica (ACA) contribui para uma abordagem construtiva através dos conhecimentos culturais das comunidades rurais, pois, favorece a relação diária que os camponeses possuem com a terra, geração de práticas agroecológicas e preservação elevada da diversidade demonstrada através das várias espécies animais e vegetais (Carreño *et al.*, 2019). Ela é muito dependente em relação à renda gerada por cada cultivo e que se estende não apenas à economia

familiar, mas também possui impacto na economia local (Duarte *et al.*, 2018).

O município de Teixeira-PB é um importante fornecedor de hortaliças, frutas e grãos para o consumo da população de perímetros urbanos no seu entorno e incluindo a relevância no modo de produção em que não usa agroquímicos, aliado a uma melhor conservação dos solos, da água, da biodiversidade, sendo assim, esse trabalho propõe apresentar e discutir o perfil social e as práticas agroecológicas de oito agricultores familiares camponeses na perspectiva de convivência com a realidade do semiárido paraibano da comunidade São Francisco, em Teixeira-PB.

METODOLOGIA

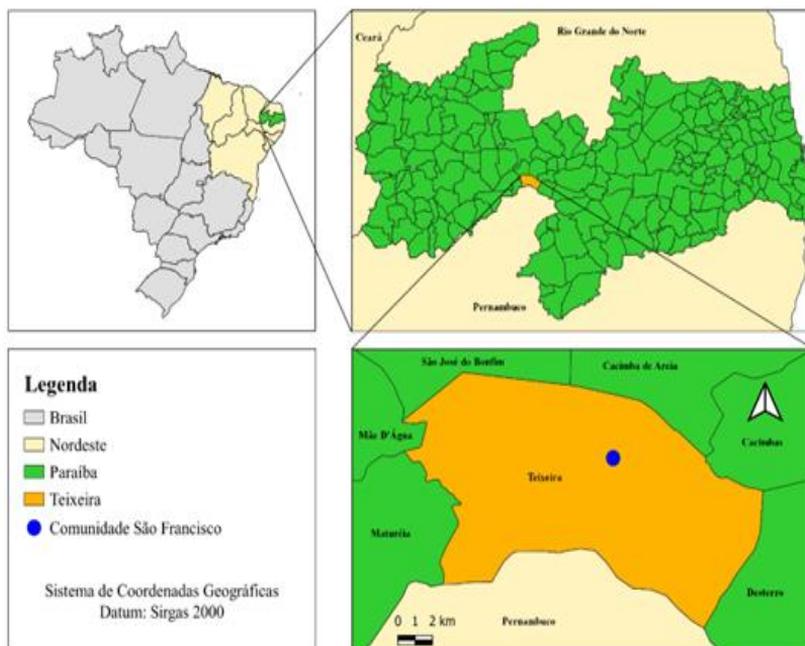
A pesquisa é de caráter quali-quantitativo, caracterizada como estudo de casos (Marcelino, 2020), que visa explorar uma situação, nesse caso, a produção agroecológica de agricultores familiares do semiárido paraibano aplicando a triangulação como instrumento de coleta e análise dos dados: informações secundárias, entrevista semiestruturada e observação não participante (Yin, 2015).

Caracterização da área de estudo

O objeto da pesquisa são oito famílias agricultoras familiares camponeses, que produzem de forma agroecológica, residentes na comunidade São Francisco, Teixeira/PB. A área de pesquisa está inserida no município de Teixeira (figura 1), no estado da Paraíba, região intermediária (mesorregião) do Sertão Paraibano e região imediata (microrregião) da Serra de Teixeira. O município possui área de 155,452 km² (IBGE, 2020) e população estimada em 15.333 habitantes em uma altitude aproximada de 770 metros. A temperatura média anual é de 22,1°C, tendo mínima de 19,8°C e máxima de 23,6°C no mês de julho e janeiro, respectivamente (Matos

et al., 2015; IBGE, 2020). Uma parte da população que reside nas áreas mais elevadas do município usa as terras para o cultivo agrícola para consumo familiar. Em alguns casos, ocorre a comercialização de produtos *in natura* ou em forma de polpas, doces e sorvetes.

Figura 1. Localização da comunidade São Francisco no município de Teixeira – Paraíba.

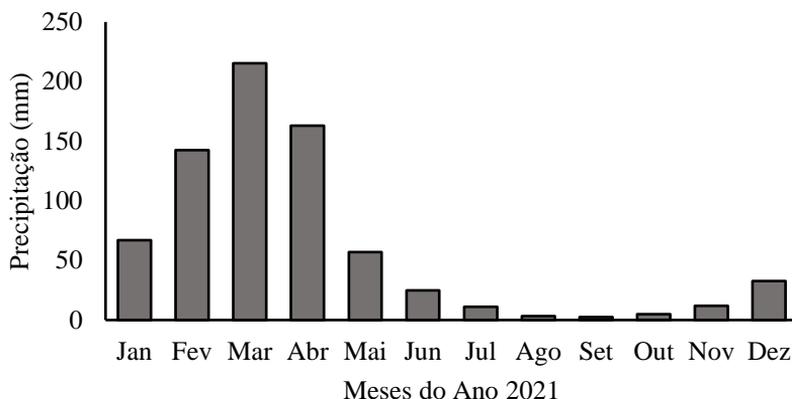


Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é BSh, semiárido, com uma estação seca e outra chuvosa (Alvares *et al.*, 2014), a precipitação média anual fica em torno de 700 mm a 800 mm (Aesa, 2022). A precipitação mensal acumulada nos meses de 2021 (Figura 2), ano em que a pesquisa foi realizada, teve uma distribuição normal em

relação à média mensal anual. A evapotranspiração potencial anual é de 1.051,8 mm, sendo que 30% se concentra no trimestre mais quente do ano (Matos *et al.*, 2015).

Figura 2. Precipitação mensal acumulada do período de condução da pesquisa (ano de 2021), na região de Teixeira – Paraíba.



Fonte: AESA – PB.

A vegetação da área é composta por espécies resistentes à elevadas temperaturas, com árvores baixas e arbustos, que nas estações mais quentes do ano perdem suas folhas (Leite *et al.*, 2015). De acordo com Ferreira *et al.* (2020), a vegetação apresenta diferentes fitofisionomias e estágios de preservação, de modo que quanto mais íngreme a área, mais preservada é a vegetação.

A agricultura e pecuária são as principais atividades que geram empregos e renda à população do município de Teixeira-PB (Leite *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2020). Os solos da região estão nas classes de solos Neossolos Litólicos Eutróficos, pouco desenvolvidos, com horizonte A fraco, rasos e textura média (Santos *et al.*, 2011). Na porção referente à Serra, ocorrem os Cambissolos, associados a solos

Neossolos Litólicos Eutróficos. A vegetação é tipo Caatinga hiperxerófila que se encontra bastante alterada em algumas áreas em função do cultivo do sisal. A região é abastecida por pequenos açudes, que se mostram insuficientes para abastecer uma agricultura com maior produtividade (Santos *et al.*, 2011).

COLETA DE DADOS

Os dados para o levantamento socioambiental foram coletados a partir de questionário semiestruturado aplicado a oito agricultores(as), todos residentes na comunidade São Francisco, Teixeira/PB que realizam a produção agroecológica e que aceitaram participar da pesquisa. O questionário foi aprovado pelo comitê de ética do Centro Universitário de Patos/UNIFIP sob o número de protocolo 4.304.304, todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Nas entrevistas, foram seguidos todos os protocolos contra a COVID-19. A coleta ocorreu no período de novembro/2020 a janeiro/2021.

O questionário é composto por 21 questões, sendo sete questões subjetivas e quatorze objetivas, seis tratam dos dados gerais dos entrevistados, três sobre como é realizado o cultivo no solo, três sobre quais são os desafios para produzir de forma orgânica, quatro sobre as atividades econômicas, três sobre a segurança alimentar e saúde e duas sobre percepção a agroecológica e conservação do solo.

O questionário foi construído visando identificar o perfil das práticas e as dificuldades encontradas pelos agricultores no cultivo agroecológico. Além disso, permitiu avaliar as principais formas de uso dos produtos cultivados e sua comercialização.

ANÁLISE DOS DADOS

Os dados quantitativos coletados foram tabulados e organizados em planilha eletrônica, obtendo-se o percentual das respostas e, conforme o caso, quadros e gráficos foram confeccionados para facilitar a comparação e discussão dos resultados. Os dados qualitativos estão apresentados em forma de texto conforme as ideias e concepções do agricultor (a) entrevistado(a).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

DADOS GERAIS DOS ENTREVISTADOS

O universo da pesquisa constou de oito unidades familiares de agricultores residentes na comunidade São Francisco. Dentre os oito representantes familiares entrevistados, 37,5% do sexo masculino e 62,5% do sexo feminino. A idade dos entrevistados variou entre 26 até 85 anos, com predomínio nas faixas etárias entre 26 e 35 anos (25%) e 46 a 55 anos (25%). As faixas etárias entre 36 e 45 anos; 56 a 65; 66 a 75 e acima de 75 representaram 12,5%, cada.

Nesse estudo, o maior número de entrevistados foi do sexo feminino, um dado que reflete maior disponibilidade das mulheres para responder a entrevista. Em alguns casos, ela desdobrou-se no horário das atividades no campo; em outras situações, o agricultor estava presente, mas não se sentiu à vontade para responder ao questionário, delegando à mulher a responsabilidade.

Quanto ao grau de escolaridade, 50% dos entrevistados possuíam o ensino fundamental incompleto; 12,5% possuíam o médio incompleto e 37,5% concluíram o ensino médio. A baixa escolaridade dos agricultores no semiárido está frequentemente associada à distância das escolas em relação ao local de moradia e ao cansaço causado em função da necessidade de dedicação à lavoura (Cunha, 2021). Outro fator destacado por Lima et al. (2017), refere-se ao abandono escolar

ocasionado pela mudança dos agricultores para os grandes centros urbanos com o intuito de começar a trabalhar em outras áreas.

Com base em um estudo realizado na região do Seridó Potiguar, em 14 comunidades-núcleo e outras 15 comunidades adjacentes de quatro municípios, a citar: Lagoa Nova, Acari, Caicó, Parelhas, identificou-se que 18,7% são analfabetos, 72,6% cursaram até, no máximo, a quarta série do ensino fundamental e apenas 23,2% concluíram o ensino médio (Andrade *et al.*, 2013). Apesar desses índices, os autores verificaram que, para os mais jovens, o acesso à educação melhorou. Dentre os entrevistados nascidos a partir de 1980, nenhum relatou ser analfabeto e a maior parte dos que concluíram o ensino médio estão nessa faixa etária (Andrade *et al.*, 2013).

Quanto à procedência familiar, 87,5% dos entrevistados sempre moraram na comunidade. De acordo com os relatos obtidos, os moradores não têm intenção de sair da comunidade rural para a zona urbana e pontuam a tranquilidade da vida no campo como principal fator. De acordo com Retière e Marques (2019), o ambiente rural oferece maior qualidade de vida por aspectos, como a moradia, alimentação e trabalho. Além da tranquilidade, vida menos agitada e o contato direto com a natureza são fatores que reforçam a permanência das pessoas que já vivem nesses locais e que atraem outras a irem ou retornarem ao campo.

A PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA

No grupo estudado, as informações fundamentais quanto às práticas agropecuárias foram repassadas por familiares. As espécies mais cultivadas pelos agricultores da comunidade ao longo do ano de 2021 estão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Hortaliças, frutíferas e grãos produzidos pelos agricultores, de acordo com as respostas, para o ano de 2021.

Nome Popular	Nome Científico
Hortaliças	
Coentro	(<i>Coriandrum sativum</i> L.)
Alface	(<i>Lactuca sativa</i> L.)
Pimentão	(<i>Capsicum annuum</i> L.)
Cebola	(<i>Allium cepa</i> L.)
Cebolinha	(<i>Allium schoenoprasum</i> L.)
Morango	(<i>Fragaria</i> × <i>ananassa</i> Duch.)
Tomate	(<i>Solanum Lycopersicum.</i>)
Frutíferas	
Manga	(<i>Mangifera indica</i> L.)
Pinha	(<i>Annona squamosa</i> L.)
Umbu	(<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Cam.)
Acerola	(<i>Malpighia emarginata</i> DC)
Goiaba	(<i>Psidium guajava</i> L.)
Seriguela	(<i>Spondias purpurea</i> L.)
Maracujá da Caatinga	(<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.)
Graviola	(<i>Annona muricata</i> L.)
Caju	(<i>Anacardium occidentale</i> L.)
Coco	(<i>Cocos nucifera</i> L.)
Grãos	
Feijão-de-corda	(<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.)
Milho	(<i>Zea mays</i> var. <i>ceratina</i> Kuleshov)
Fava	(<i>Vicia faba</i> L.)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme informações cedidas pelos entrevistados, a produção é baseada na agricultura de sequeiro, as espécies de cultivo são selecionadas por resistirem aos períodos de estiagem. Quanto às formas

de implantar as culturas, 62,5% dos agricultores utilizam mudas, estacas e semente, o que indica o plantio de espécies perenes e 37,5% fazem apenas semeadura, trabalham mais com cultivos anuais. De acordo com as respostas, existe uma maior diversificação entre as frutíferas.

A preferência dos agricultores por espécies frutíferas se dá porque algumas possuem ciclo semestral e pelo seu valor no mercado (Pompeu *et al.*, 2011). A fruticultura é uma boa opção para o agricultor que possui pequena área, devido a seu alto volume de comercialização que anualmente movimenta bilhões no mundo (Sabião *et al.*, 2021). Para Sabião *et al.*, (2021), o Brasil produz mais de 40 milhões de toneladas de frutas, o que o torna o terceiro maior país produtor no mundo.

A área da propriedade é um fator importante para a produção. De acordo com os dados coletados, o tamanho das propriedades variou de 1 a 14 hectares. Segundo Andrade *et al.* (2013), a extensão da propriedade pode impossibilitar a diversificação de culturas em determinado local, conseqüentemente, limitar o tamanho da produção. Entretanto, os agricultores da comunidade estudada relataram que conseguem diversificar suas produções e têm organizado o calendário sazonal, que envolve os custos, a época do plantio, os tratos culturais, a época de colheita e o período de comercialização.

A COMERCIALIZAÇÃO DOS PRODUTOS AGROECOLÓGICOS PELOS ENTREVISTADOS

As famílias produzem de forma agroecológica e afirmam que a comercialização do produto é rápida (87,5%), o que significa que há uma alta demanda pelo mercado consumidor. Sobre comercializar a produção, a maioria (62,5%) têm na comercialização uma fonte de renda para a família, a grande maioria (80%) comercializa na própria comunidade e apenas 20% nos mercados públicos, a exemplo da feira agroecológica, os demais 37,5% apenas para o consumo familiar.

Quanto ao beneficiamento da produção de frutíferas, apenas 20% em forma de polpa de fruta congelada. No grupo pesquisado, não há produção de fruta desidratada, doces, compotas, cocadas, dentre outras formas. O beneficiamento agrega valor à produção, além de aumentar o prazo para consumo. Ao perguntar aos agricultores se a renda advinda da venda dos seus produtos proporciona uma melhor qualidade de vida, todos responderam de forma positiva. Durante a entrevista, nenhum dos entrevistados mencionou depender exclusivamente da comercialização agroecológica para sobrevivência. Segundo informação fornecida por eles, alguns possuem trabalho extra, benefício do governo e auxílio de familiares próximos para manutenção das despesas mensais.

A agroecologia teve grande impulso na década de 1970 como uma agricultura alternativa de base ecológica e natural (Munhoz *et al.*, 2020). Os agricultores que praticam a agroecologia possuem uma produção diversa para o autoconsumo e/ ou venda. No último caso, garante retorno financeiro, o que pode lhes conferir maior autonomia, em ambos há uma percepção positiva a respeito da saúde da família em razão da alimentação e ao ambiente saudável (Azevedo; Schmidt; Karam, 2011).

DESAFIOS ENFRENTADOS PARA PRODUZIR DE FORMA AGROECOLÓGICA

Em primeiro lugar, questionou-se quanto ao tempo para produzir de forma agroecológica e 75% das respostas indicam que o tempo é o mesmo que na aplicação de agroquímicos. Em toda produção agrícola há necessidade de suporte técnico, seja em atividades de assistência técnica ou de extensão rural. Quanto à extensão rural governamental, a maioria (62,5%) afirmaram não contar, enquanto 37,5% afirmam ter esse apoio, o estado da Paraíba conta com a EMPAER (Empresa de pesquisa, extensão rural e regularização fundiária), entretanto não efetivamente a presença de extensionistas rurais acompanhando as

atividades de campo, o apoio ocorre por meio da ONG “Ação Social Diocesana de Patos – (ASDP)” que oferece a filosofia e os princípios básicos para a produção agroecológica.

De acordo com Silva et al. (2018), a implantação de um sistema agroecológico não depende apenas do produtor rural. Inicialmente, o processo de transição para a produção agroecológica requer conhecimento em relação à área em que pretende implantar e, sobretudo, deve contar com o suporte técnico para o manejo e comercialização. A falta dos elementos citados acima levou 29 famílias abandonarem a produção orgânica, no caso do assentamento Celso Furtado, em Quedas do Iguaçú-PR, na época da pesquisa, apenas uma família mantinha essa modalidade de produção (Silva *et al.*, 2018).

Outros fatores relatados por eles foram sobre a aquisição de equipamentos modernos que facilitem a produção agroecológica (Diedrich *et al.*, 2021) e a ineficiência das políticas públicas, apesar de no papel estarem bem planejadas, há falhas em sua aplicação para consolidação desse tipo de manejo em propriedades rurais (Santos; Araújo, 2020).

PERCEPÇÃO SOBRE A AGROECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DO SOLO

O solo é um recurso natural essencial para o equilíbrio ecológico. Dentro dos ecossistemas, são necessários cuidados em relação ao seu manejo, pois são necessárias décadas para sua renovação (Melo *et al.*, 2021). Sobre esse aspecto, os compostos orgânicos, como esterco bovino/caprino, vermicomposto, cobertura do solo e inoculação de microrganismos (Tito *et al.*, 2019; Kunlanit *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2022) melhoram e preservam as condições do solo.

Em relação à conservação do solo, todos os agricultores responderam que é uma prática fundamental, pois sua sobrevivência depende diretamente do que a terra pode oferecer; para isso, o solo deve

estar em boas condições para o desenvolvimento das espécies vegetais e, conseqüentemente, aumento na produção. Sobre as práticas usadas para a conservação do solo, 87,5% dos entrevistados afirmaram que utilizam a adubação com o esterco bovino, caprino, ovino, vermicomposto e cobertura morta.

Um dos fatores responsáveis por afetar a produtividade agrícola é o manejo do solo inadequado que pode provocar baixa fertilidade, erosão, compactação e poluição (Melo *et al.*, 2021), bem como a perda de carbono, diminuição da porosidade, redução da cobertura vegetal, além de queimadas para a “limpeza” do solo, processos que podem torná-lo infértil (Brito *et al.*, 2020). De acordo com os relatos das famílias entrevistadas, eles procuram ao máximo conservar seus solos, ao ponto de não mais adotarem a prática da queimada.

Conforme a representação da figura 3, a sequência de imagens mostra que os agricultores são adeptos à produção sem agroquímicos. Praticamente todas as famílias entrevistadas aplicam defensivos naturais para controle e combate de pragas, bem como algumas famílias produzem seu próprio vermicomposto para ser utilizado como adubo no solo.

Figura 3. Práticas orgânicas. 3A placa indicativa do espaço para armazenamento das sementes, 3B depósitos utilizados para armazenar as sementes, 3C composteira artesanal, 3D depósito para armazenamento de defensivos naturais.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses pequenos agricultores que optam pelo cultivo orgânico em sua propriedade possuem um papel fundamental para a manutenção do meio ambiente sadio, tornando-o mais estável em relação às mudanças que ocorrem dentro dos ecossistemas.

O solo é um dos grandes mitigadores das mudanças climáticas, em especial, no interior da região Nordeste em que os índices pluviométricos estão concentrados em quatro meses e o clima é semiárido. As práticas inadequadas de manejo do solo podem contribuir negativamente para a degradação e a desertificação, os dados de

pesquisas confirmam um rápido aumento nessas áreas nas últimas décadas (Melo *et al.*, 2021).

Os entrevistados demonstraram reconhecer a importância da conservação dos solos, que é importante para o meio ambiente e para as atividades pautadas na agroecologia. Nesse sentido, é importante a utilização de técnicas que favoreçam seu manejo associando à sustentabilidade ambiental. Com isso, a produção agroecológica emprega adubação verde, consorciação e rotação de culturas evitando a degradação dos solos, a contaminação da água e o surgimento de pragas (Silva; Polli, 2020).

SEGURANÇA ALIMENTAR E SAÚDE RELACIONADOS À PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA

Diante da pergunta, se os agroquímicos poderiam influenciar na qualidade dos alimentos; 100% responderam afirmativamente e 87,5% que afetam de forma negativa. Os agroquímicos geram diversos riscos às pessoas que fazem a manipulação, a segurança alimentar e ao meio ambiente, colocando em risco a fauna, a flora e os recursos naturais (Moreira *et al.*, 2002). Todos os entrevistados responderam que os agroquímicos podem representar algum risco à saúde e que os alimentos orgânicos são saudáveis. Nas palavras dos entrevistados: “são produzidos naturalmente”, “sem utilização de venenos” além de serem “confiáveis”.

CONCLUSÕES

A pesquisa realizada nas dimensões sociais e ambientais demonstra a importância da agricultura familiar, considerando que as famílias entrevistadas que produzem hortaliças, frutíferas e grãos de forma agroecológica afirmaram que a comercialização de produtos in natura é facilitada pelo interesse dos consumidores e o único beneficiamento é a produção de polpa de fruta.

Os agricultores ressaltam que a prática da agroecologia em suas propriedades proporciona melhor qualidade de vida, garantindo alimentação saudável e rendimento financeiro, para a maioria que comercializa, contudo, ainda se faz necessário suporte técnico para que os agricultores tenham melhor acompanhamento para conseguir diversificar e fazer maior beneficiamento da produção.

As práticas agroecológicas identificadas no grupo de agricultores da pesquisa, é o uso de cobertura morta, adubação orgânica, vermicomposto e uso defensivos naturais e não utilizam a prática das queimadas.

A partir das entrevistas, foi possível vislumbrar o contentamento dos agricultores para com o local em que residem e com o modo que produzem alimentos, apesar da instabilidade das condições climáticas da região. Os agricultores procuram manter o otimismo e buscam soluções aplicáveis a seu modo de vida e trabalho, embora sejam necessárias melhorias no setor rural para garantir uma vida confortável ao produtor rural.

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em:

<<http://www.aesa.pb.gov.br/aesawebsite/meteorologiachuvas/?formdate=&produto=municipio&periodo=anual>>. Acesso em: 01 Jan. 2022.

ALVARES, Clayton. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507. Disponível em:

http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf.

Acesso em: 07 nov. 2021.

ANDRADE, Anna. J. P.; SOUZA, Cimone. R.; SILVA, Neusiene. M. A Vulnerabilidade e a Resiliência da Agricultura Familiar em Regiões Semiáridas: o caso do Seridó Potiguar. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 8, n. 15, p. 1-30, 2013. DOI: 10.14393/RCT81519590. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/19590>. Acesso em: 13 mai. 2021.

ASSIS, Lucas. L. R.; SILVEIRA, Luís. C.; SILVA, Iberê. M. M. Agricultura orgânica e agroecologia como ferramenta de educação. **Educação em Foco**, v. 24, n. 42, p. 157-178, 2021. DOI: 10.24934/eef.v24i42.4579. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/educacaoemfoco/article/view/4579>. Acesso em: 01 jan. 2022.

AZEVEDO, Elaine.; SCHMIDT, Wilson.; KARAM, Karen. F. Agricultura familiar orgânica e qualidade de vida: um estudo de caso em Santa Rosa de Lima, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 81-106, 2011. Disponível em: https://aba-agroecologia.org.br/ojs2/rbagroecologia/article/view/9946/pdf_1. Acesso em: 29 nov. 2021.

BARATA-SILVA, André. W.; PEREIRA, Viviane. S.; GOMES, Luís. A. A. Construindo saberes sobre desenvolvimento rural sustentável e agroecologia: uma experiência com extensão universitária. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 8, n. 1, p. 15-23, 2019. DOI: 10.21284/elo.v8i1.8232. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/elo/article/view/8232>. Acesso em: 11 ago. 2021.

BRITO, Danila. R. *et al.* Salinização e degradação de solo: uma consequência da recepção com uso inadequado de tecnologia. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 3, p. 1707-1719, 2020. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v5i3-1100. Disponível em: https://https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1100. Acesso em: 05 jan. 2022.

CARREÑO, Nelson. E. F.; MERCHAN, Juan. D. S.; BAQUERO, Zulma. Y. V. La agricultura familiar agroecológica, una estrategia de desarrollo rural incluyente. Una revisión. **Temas agrarios**, v. 24, n. 2, p. 96-107, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7537907>. Acesso em: 09 mar. 2022.

CAUMO, Alessandra. J.; STADUTO, Jefferson. A. R. Produção orgânica: uma alternativa na agricultura familiar. **Revista Capital Científico-Eletrônica (RCCe)**, v. 12, n. 2, p. 45-64, 2014. DOI: 10.5935/2177-4153.20140011. Disponível em: revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/2346. Acesso em: 10 out. 2021.

CUNHA, C. **O Processo de Permanência de Jovens no Campo: As Relações na Agricultura Familiar, Suas Formas de Produção e Escolaridade**. 2021. Monografia (Curso Licenciatura em Educação do Campo) - Centro de Ciências da Educação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

DAROLT, Moacir. R.; SKORA NETO, Francisco. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**, v. 70, n. 1, p. 28-30, 2002. Disponível em: <https://www.cdn.ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2012/07/Plantio-1.pdf>. Acesso em: 22 out. 2021.

DIEDRICH, Gisele. E.; BIONDO, Elaine.; BULHÕES, Flávia. M. Agroecologia e Bem Viver como modo de vida e como modelo sustentável de produção agrícola e de consumo de alimentos. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 18, n. 3, jul/set, p. 230-255, 2021. DOI: 10.26767/2128. Disponível em: <http://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/2128>. Acesso em: 29 dez. 2021.

DUARTE, Nelson. D. L. Agricultura Familiar Campesina: un análisis de la producción de cultivos tradicionales en el Departamento de Concepción-Paraguay. **Investigación Agraria**, v. 20, n. 2, p. 136-142, 2018. DOI: 10.18004/investig.agrar.2018.diciembre.136-142%20%20. Disponível em: <http://https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/406>. Acesso em: 28 jan. 2022.

FERREIRA, Cheila. D. *et al.* Soil organic carbon in a topo sequence in the semiarid of Paraíba, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e164953365-e164953365, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i5.3365. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3365>. Acesso em: 21 jan. 2022.

GUANZIROLI, Carlos. E.; DI SABBATO, Alberto. Existe na agricultura brasileira um setor que corresponde ao "family farming" americano?. 2014. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, V. 52, Supl. 1, p. S085-S104, 2014 – Impressa em Fevereiro de 2015. DOI: 10.1590/S0103-20032014000600005. Disponível em: <https://https://www.scielo.br/j/resr/a/RjtBQqxjNBtzqmMh7vKN5Cy/>. Acesso em: 15 out. 2021.

GUZMÁN, Eduardo. S. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre**, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2001. Disponível em: https://https://www.projetovidanocampo.com.br/agroecologia/uma_estrategia_de_sustentabilidade_a_partir_da_agroecologia.pdf. Acesso em: 27 out. 2021.

IBGE - **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/teixeira.html>.> Acesso em: 12 nov. 2020.

KUNLANIT, **Benjapon**.; KHWANCHUM, Laksanara.; VITYAKON, Patma. Land Use Changes Affecting Soil Organic Matter Accumulation in Topsoil and Subsoil in Northeast Thailand. **Applied and Environmental Soil Science**, v. 2020, p. 1-15, 2020. DOI: 10.1155/2020/8241739. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/aess/2020/8241739/>. Acesso em: 03 jan. 2022.

LEITE, José. A. N.; ARAUJO, Lúcio. V. C.; ARRIEL, Eder. F.; CHAVES, Lúcia. F. C.; NOBREGA, Assiria. M. F. Análise quantitativa da vegetação lenhosa da Caatinga em Teixeira, PB. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 89-100, 2015. DOI: 10.4336/2015.pfb.35.82.584. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/584/409>. Acesso em: 21 jan. 2022.

LIMA, Allison. F.; ARAÚJO, Bruno. V. S.; OLIVEIRA, Carmem. S. P. Caracterização da agricultura familiar em assentamentos da região oeste do Rio Grande do Norte. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 1, p. 11-19, 2017. Disponível em:

<http://revista.urcamp.tcche.br/index.php/RCR/article/view/156>. Acesso em: 17 nov. 2021.

MARCELINO, C. A. A. S. **Metodologia da pesquisa**. Curitiba: Contentus, 2020, 56 p.

MATOS, Rigoberto. M. *et al.* Caracterização agroclimática e aptidão climática de culturas para Teixeira-PB. IN: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 1., 2015, Fortaleza. **Anais eletrônicos**. Fortaleza: CONTECC, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303966673>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MELO, Nilvan. C. *et al.* Conservação do solo: um estudo de caso sobre o processo de ensino e aprendizagem no campus agrícola do Instituto Federal do Amapá. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e22810615723-e22810615723, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15723. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15723>. Acesso em: 20 dez. 2023.

MORAES, Murilo. D.; OLIVEIRA, Nilton. A. M. Produção orgânica e agricultura familiar: obstáculos e oportunidades. **Desenvolvimento Socioeconômico em Debate**, v. 3, n. 1, p. 19-37, 2017. DOI: 10.18616/rdsd.v3i1.3372. Disponível em: <https://periodicos.unesc.net/ojs/index.php/RDSD/article/view/3372>. Acesso em: 23 set. 2022.

MOREIRA, Josino. C. *et al.* Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002. DOI: 10.1590/S1413-81232002000200010

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/csc/a/6dhP7dyPDNVqfTrn4ccKqJF/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

MUNHOZ, Marcela. Z. *et al.* Impactos ambientais da implantação do sistema de produção agroecológica integrada e sustentável (PAIS) em unidades familiares do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 5, p.280-290, 2020. DOI:

10.33240/rba.v15i5.22871. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/22871>. Acesso em: 30 dez. 2022.

POMPEU, Gisele. S. S. *et al.* Influência das características socioeconômicas de agricultores familiares na adoção de sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 54, n. 1, p. 33-41, 2011. Disponível em:

<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/92>. Acesso em: 28 out. 2021.

RETIÈRE, Morgane.; MARQUES, Paulo. E. M. A justiça ecológica em processos de reconfiguração do rural: estudo de casos de neorurais no estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, p. 490-503, 2019. DOI: 10.1590/1806-9479.2019.184109. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/resr/a/Fs6rcHdrJgShSB8vkG7hhTp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 mar. 2022.

SABIÃO, Rafael. R. *et al.* Tendências de mercado e o potencial do Oeste Catarinense para a fruticultura. **Agropecuária Catarinense**, v. 34, n. 2, p. 11-14, 2021. Disponível em:

<https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/1137>. Acesso em: 27 dez. 2021.

SANTOS, José. Y. G.; CUNHA, Tércio. B.; VIANNA, Pedro. C. G. Conflito pelo uso da água no Sertão Paraibano: O estudo de caso do Açude São Francisco II, Teixeira (PB). **Cadernos do Logepa**, v. 6, n. 2, p. 140-160, 2011. Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/files/gepat025.pdf>. Acesso em: 19 ago 2021.

SANTOS, Tâmara.; ARAÚJO, José. Sucessão geracional e políticas públicas na agricultura familiar: um diálogo necessário. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 34, p. 481-195, 2020. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/2097>. Acesso em: 30 dez. 2021.

SILVA, André. L.; CORDEIRO, Rogério. S.; ROCHA, Helissele. C. R. Aplicabilidade de microrganismos eficientes (ME) na Agricultura: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e32311125054-e32311125054, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i1.25054. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25054>. Acesso em: 26 jan. 2022.

SILVA, Daniela. A.; POLLI, Henrique. Q. A importância da agricultura orgânica para a saúde e o meio ambiente. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 1, p. 505-516, 2020. DOI: 10.31510/infa.v17i1.825. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/825>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SILVA, Emerson. F.; PAVINATO, Julie. M. S.; AHLERT, Alvori. Desafios da produção agroecológica no assentamento Celso Futado

em Quedas do Iguaçu-Pr. **Revista GeoPantanal**, v. 13, n. 24, p. 35-52, 2018. Disponível em:
<https://periodicos.ufms.br/index.php/revgeo/article/view/6299>. Acesso em: 27 out. 2021.

TITO, Gilvanise. A. *et al.* Efeito do vermicomposto enriquecido com pó de rochas na química do solo e cultura de rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 4, p. 506-511, 2019. DOI: 10.18378/rvads.v14i4.6562. Disponível em:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7185349>. Acesso em: 03 jan. 2022.

YIN, Robert. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**, 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015, 290 p.

ASPECTOS DA COLHEITA FLORESTAL NA CAATINGA: UMA REVISÃO DE ESTUDOS

Gerlanny Vieira de Moraes, Eduarda Loise de Oliveira Figueiredo, Natalia Isabel Lopes Quirino, Giselle Lemos Moreira, Flavio Cipriano de Assis do Carmo

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma único e exclusivamente brasileiro, que ocupa cerca de 844.453 km², o que representa 11% do território total, abrangendo os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (Brasil, 2024).

O ecossistema é caracterizado por um clima semiárido, vegetação adaptada à escassez de água (xerófila) e uma grande variabilidade climática (Moura; Silva, 2021). Sua vegetação é especialmente adaptada às longas secas, com espécies que perdem suas folhas durante os períodos de estiagem, além de plantas com espinhos e arbustos de pequeno porte. Essa biodiversidade, capaz de resistir às condições climáticas extremas, faz da Caatinga um bioma de grande relevância ambiental e social (Araújo, 2010).

Cerca de 27 milhões de pessoas vivem na região da Caatinga, muitas em situação de vulnerabilidade e dependentes dos recursos naturais do bioma para sua subsistência (Brasil, 2024). A exploração dos seus recursos, como madeira, lenha e carvão vegetal, é uma prática tradicional e essencial para a geração de renda e o sustento de muitas famílias e pequenas economias locais. No entanto, o manejo inadequado desses recursos pode levar à degradação do bioma, comprometendo sua capacidade de regeneração e os serviços

ecossistêmicos que oferece, como o sequestro de carbono, a proteção do solo e a regulação do microclima (Silva *et al.*, 2012).

Nas últimas décadas, a ciência tem se dedicado ao desenvolvimento de tecnologias e ao estudo da sustentabilidade da colheita florestal na Caatinga. O manejo sustentável dos recursos madeireiros permite a extração de produtos sem esgotar as reservas naturais, facilitando a regeneração do bioma e garantindo o seu uso contínuo. Essas práticas são essenciais para equilibrar o uso dos recursos e a conservação ambiental, assegurando que a exploração florestal continue sem comprometer o futuro do bioma (Santos, 2023).

2 CONTEXTO E RELEVÂNCIA DA COLHEITA FLORESTAL NO BIOMA CAATINGA

2.1 Colheita Florestal na Caatinga

A colheita florestal na Caatinga, quando realizada de forma sustentável, possibilita o aproveitamento racional de suas espécies com potencial madeireiro, promovendo o manejo e a conservação do bioma. A Tabela 1 destaca algumas espécies da Caatinga com potencial para colheita e uso madeireiro, apresentando suas principais aplicações e distribuição geográfica. Essas informações são fundamentais para um planejamento eficiente e para garantir a exploração responsável e a preservação da biodiversidade local.

Tabela 1. Algumas espécies da Caatinga com potencial para colheita e uso madeireiro.

Nome popular	Nome científico	Potencial madeireiro	Distribuição na Caatinga
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Utilizado em construções rurais, navais e civis, marcenaria e	BA, CE, PB, PE, PI, RN, SE

		carpintaria. Produz lenha e carvão de alta qualidade.	
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i> (M. Allemão) Engl.	Aplicado em construções rurais e civis, marcenaria e carpintaria. Produz lenha e carvão de alta qualidade.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Baraúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Usado em construções rurais e civis, marcenaria e carpintaria. Produz lenha e carvão de alta qualidade.	AL, BA, CE, PB, PE, PI, RN, SE
Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow & R.W. Jobson	Adequado para construção civil, marcenaria, lenha e carvão.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Utilizado em estacas, mourões e varas, além da fabricação de carvão de lenha.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE

Craibeira	<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore	Muito empregada na marcenaria e carpintaria	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Cumarú	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C.Sm.	Indicado para marcenaria, especialmente para móveis finos.	AL, BA, CE, PB, PE, PI, RN
Favela	<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Usada em carpintaria, lenha e carvão.	BA, CE, PB, PE, PI, RN, SE
Imburana	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Utilizada na carpintaria e marcenaria.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Ipê-roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Utilizada na carpintaria e marcenaria.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Juazeiro	<i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	Marcenaria, construções rurais, lenha e carvão.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Jucá	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Usado em marcenaria, construções rurais, lenha e carvão.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Jurema-preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Usado em marcenaria, construções	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE

		rurais, lenha e carvão.	
Mofumbo	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Utilizada em carpintaria, lenha e carvão.	BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Ideal para construção de cercas, lenha e carvão.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE
Mulungu	<i>Erythrina velutina</i> Willd.	Utilizada em marcenaria e carpintaria.	AL, BA, CE, PB, PE, PI, RN, SE
Pau-branco	<i>Cordia oncocalyx</i> Allemão	Empregado em construção civil, carpintaria, marcenaria, lenha e carvão.	CE, PB, PE, RN
Pau-branco-louro	<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.S.Mill.	Empregado em construção civil, carpintaria, marcenaria, lenha e carvão.	BA, CE, RN
Pau-pedra	<i>Luetzelburgia auriculata</i> (Allemão) Ducke	Utilizado em construção civil e rural, marcenaria e lenha.	BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. & Zucc.	Usado em marcenaria, carpintaria e lenha.	AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE

Sabiá	<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.	Ideal para construções rurais, principalmente de estacas e cercas e para produção de lenha e carvão.	AL, CE, MA, PB, PE, PI, RN
-------	---	--	----------------------------

Nota: AL = Alagoas; BA = Bahia; CE = Ceará; MA = Maranhão; PB = Paraíba; PE = Pernambuco; PI = Piauí; RN = Rio Grande do Norte; SE = Sergipe. Fonte: Pereira *et al.* (2003); Maia (2012); Flora do Brasil (2020).

As espécies da Caatinga possuem grande versatilidade de uso, sendo aplicadas em diversas áreas como construção rural e civil, marcenaria e carpintaria. Elas são amplamente empregadas na fabricação de dormentes, móveis, carrocerias, caibros, ripas, esquadrias, batentes, mourões, vigas, esteios, cruzetas, tetos e tocos de assoalho. Além disso, são usadas em cercas, estacas, postes, carroças, rodas de engenho, obras hidráulicas, para cabos de ferramentas, caixotarias e, por fim, produzem lenha e carvão de excelente qualidade (Pereira *et al.*, 2003; Maia, 2012).

A supressão florestal na Caatinga tem raízes históricas que remontam ao período colonial, quando era realizada de forma manual e com técnicas simples, por meio de ferramentas rudimentares, como machados, facões e serras para cortar as árvores de forma indiscriminada, focando apenas na quantidade e rapidez da coleta. A madeira extraída era transportada em carroças puxadas por animais para locais de uso, como fornos de carvão, fogões a lenha e construções. Com o avanço das tecnologias, a exploração florestal na Caatinga passou a usar motosserras em substituição às serras manuais e machados, modernizando parte das operações. No entanto, o uso de

motosserras ainda caracteriza um método semimecanizado, que apresenta produtividade inferior ao uso de máquinas florestais. Essa realidade se deve em parte à própria natureza da vegetação da Caatinga, composta por árvores tortuosas que dificultam o trabalho com cabeçotes de processamento de toras, limitando a adoção de tecnologias mais avançadas (Soeiro *et al.*, 2012).

As motosserras tornaram-se a principal ferramenta na derrubada de árvores, especialmente, em pequenas e médias empresas e propriedades rurais (Figura 1).

Figura 1. Exploração semimecanizada de Pau-branco-louro (*Cordia glazioviana*) Fonte: Quirino (2020).



Fonte: dados da pesquisa.

Essas atividades costumam demandar um grande contingente de trabalhadores temporários, pela natureza manual do trabalho e a baixa mecanização (Soranso *et al.*, 2018; Masioli *et al.*, 2020). O uso dessas ferramentas não se restringe a uma marca ou modelo específico, o que oferece flexibilidade aos operadores. Contudo, muitas vezes, o trabalho é executado sem a devida proteção, com a falta de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como capacetes, protetores auriculares, roupas e calçados adequados, o que aumenta os riscos para os trabalhadores (Sant’anna, 2008).

Embora a motosserra represente um avanço em relação aos métodos mais antigos, a exploração florestal na Caatinga ainda é, em muitos casos, bastante rudimentar e dependente de práticas tradicionais. Além disso, fatores, como, por exemplo, o terreno acidentado, a densidade de árvores e sua distribuição na área influenciam diretamente a produtividade das operações e elevam os custos finais do produto (Passos; Bufulin-Junior; Gonçalves, 2006).

2.2 Impactos Ambientais da Colheita Florestal

Os impactos ambientais da colheita florestal na Caatinga podem ser significativos, sobretudo, sem manejo adequado. Desde a fase de implantação, a remoção completa da vegetação para extração de madeira, lenha e outros produtos florestais podem causar desmatamento, perda de biodiversidade, compactação do solo e alterar a estética e a paisagem do ambiente (Freitas, 2004; Machado; Lopes, 2002).

A retirada da cobertura vegetal afeta diretamente os habitats de diversas espécies, levando à fragmentação do ecossistema, que dificulta a sobrevivência de espécies animais e vegetais que dependem das florestas para abrigo e alimentação, agravando os riscos para biodiversidade local (Scariot *et al.*, 2003). Além disso, a remoção das árvores expõe o solo às chuvas e ventos, aumentando sua vulnerabilidade à erosão e acelerando a perda de nutrientes essenciais.

As árvores desempenham um papel fundamental na regulação do ciclo da água, contribuindo para evapotranspiração, manutenção da umidade do solo, proteção dos cursos d'água e ajuda no controle de cheias e inundações. A remoção descontrolada da vegetação pode reduzir a capacidade de infiltração da água no solo, alterando o regime hídrico local e aumentando a ocorrência de secas e desertificação (Pereira, 2023).

Segundo Carvalho (2016), para mitigar esses impactos negativos, o manejo florestal sustentável é fundamental. Isso inclui técnicas, como o planejamento cuidadoso da colheita, a regeneração natural assistida e o uso de tecnologias que minimizam a compactação do solo. Essas práticas ajudam a reduzir os efeitos adversos da exploração florestal e a garantir a sustentabilidade dos recursos naturais.

2.3 Manejo Florestal Sustentável na Caatinga

A implementação do Manejo Florestal Sustentável na Caatinga (MFSC) envolve diversas estratégias que promovem a sustentabilidade do manejo florestal, assegurando a conservação do solo e da água, elementos essenciais para a saúde do ecossistema. Técnicas como o terraceamento e a construção de barraginhas são destacadas como práticas eficazes de conservação. O terraceamento modifica a topografia do terreno para controlar o escoamento superficial da água, enquanto as barraginhas, pequenas bacias de retenção, captam a água do escoamento das chuvas, estradas e rios, evitando a erosão do solo e o transporte de sedimentos. Essas práticas não só conservam o solo, mas também melhoram a qualidade da água nas bacias hidrográficas, reduzindo a produção de sedimentos (Bertolini; Lombardi-Neto, 1994; Zamunér-Filho, 2015; Martins; Melo, 2012; Zonta *et al.*, 2012).

Além da conservação do solo e da água, o MFSC tem impulsionado o uso sustentável da madeira na Caatinga, especialmente, no que diz respeito ao seu potencial energético. Compreender a

produtividade da madeira, juntamente com suas propriedades físicas e químicas, é essencial para otimizar as práticas de manejo e promover métodos que resultem em impactos socioeconômicos positivos. O conhecimento sobre a energia armazenada na madeira, assim como o volume real disponível e as projeções futuras, facilita a implementação de técnicas mais sustentáveis e eficientes (Trugilho *et al.*, 2015; Brand, 2017; Dias-Júnior *et al.*, 2018).

A introdução do MFSC na Caatinga também impulsionou a mecanização da colheita florestal, representando um avanço significativo na gestão dos recursos naturais. A mecanização permite um controle mais preciso dos custos de produção e melhora as condições de trabalho no setor florestal, aumentando a eficiência das operações e reduzindo os impactos ambientais (Leonello *et al.*, 2012). O uso de máquinas na colheita florestal oferece aos gestores informações valiosas para alcançar resultados mais eficazes em curto prazo.

O MFSC desempenha um papel importante também nos Sistemas Agroflorestais (SAFs), que combinam espécies lenhosas perenes com culturas agrícolas e/ou pecuárias, integrando produção e conservação em uma mesma área. Esses sistemas variam em complexidade, dependendo da diversidade de espécies e do nível de manejo, podendo incluir desde sistemas silvipastoris, que combinam pastagens com árvores para produção animal, até SAFs voltados para a produção agrícola (Martins; Raniere, 2014; Miccolis *et al.*, 2016). Mas, para que seja efetivo, é essencial que as atividades sejam realizadas dentro de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), que incluem orientações baseadas em requisitos legais e científicos. Ademais, a elaboração de um PMFS requer o auxílio de profissionais qualificados para garantir que todos os aspectos do manejo sejam devidamente planejados e executados, visando a sustentabilidade e a preservação ambiental (Marques; Pareyn; Figueiredo, 2011). Dessa forma, o MFSC

contribuiu para aumentar a produtividade de maneira sustentável, protegendo a biodiversidade da Caatinga e promovendo o desenvolvimento das comunidades locais (Gama, 2021).

2.4 Revisão de Estudos Científicos na exploração da Caatinga

Chaves (2016), realizou um diagnóstico da exploração de lenha em planos de manejo florestal sustentável (PMFS) na Caatinga do Rio Grande do Norte entre 2015 e 2016. A pesquisa abrangeu 43 PMFS distribuídos em 26 municípios e contou com 26 proprietários. A coleta de dados ocorreu por meio de entrevistas e questionários com perguntas sobre a execução do corte, ferramentas utilizadas, transporte da lenha e dificuldades enfrentadas.

Os resultados indicaram que 83,3% das áreas terceirizaram o corte da lenha para empreiteiros, enquanto 16,7% dos proprietários realizaram o corte por conta própria, motosserras foram usadas em 86,7% das propriedades, enquanto 13,3% machado e foice.

Em 56,7% dos casos, a contratação de mão de obra não apresentou dificuldades, mas 43,3% sim. Os principais desafios citados foram a falta de mão de obra qualificada, interrupções no corte pela demanda de consumidores e dificuldades de acesso aos talhões por falta de estradas ou sua manutenção.

O transporte da lenha foi realizado diretamente na área de corte em 90% dos casos, com caminhões entrando na área para carregamento. Nos 10% restantes, a extração foi feita por métodos manuais ou com o uso de trator.

Para melhorar a exploração, 60% dos proprietários sugeriram programas de capacitação para o uso de motosserra, e 16,7% apontaram a necessidade de melhorar o mercado consumidor, com mais fiscalização contra a lenha clandestina.

Quanto aos aspectos econômicos, o estudo conduzido por Garlet, Canto e Oliveira (2018), analisou três Projetos de Assentamento na

Paraíba, nos municípios de Cuité, Pocinhos e Boqueirão. A elaboração dos planos de manejo e assistência técnica foram prestadas pela ONG SOS Sertão, com financiamento do Serviço Florestal Brasileiro (2006-2011) e FUNBIO (2012-2015). O objetivo principal dos planos de manejo em todos os assentamentos foi a produção de lenha através da técnica de corte seletivo, preservando espécies protegidas por lei e frutíferas. O corte da lenha foi feito manualmente com foices e machados. Após a derrubada, as árvores foram seccionadas em toretes de um metro de comprimento, os quais foram empilhados nas margens das vias de acesso para serem carregados no momento da comercialização. Os rendimentos anuais das famílias variaram entre R\$500,00 e R\$12.150,00, dependendo do volume de madeira disponível e da forma de organização para a exploração.

No assentamento de Cuité, as espécies predominantes incluíam catingueira (*Cenostigma pyramidale*), baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), pau-de-leite (*Euphorbia phosphorea*) e aroeira (*Astronium urundeuva*). Cada agricultor explorou individualmente sua parcela, terceirizando o corte ao custo de R\$10,00 por metro estéreo (st), enquanto o valor de venda foi de R\$20,25 por st, gerando uma receita média de R\$12.150,00 por agricultor.

Em Pocinhos, com predominância de catingueira (*Cenostigma pyramidale*) e jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra*), o talhão anual foi dividido entre 20 agricultores, cada um explorando em média 190 st de lenha. A comercialização foi coletiva, com o comprador pagando R\$17,00 por st, sendo o carregamento responsabilidade dos assentados. A renda média foi de R\$1.360,00 por agricultor.

No assentamento de Boqueirão, o manejo também focou em catingueira (*Cenostigma pyramidale*) e jurema-de-embira (*Mimosa ophthalmocentra*). A exploração e comercialização foram coletivas, geridas pela associação local, gerando R\$500,00 por família. O corte foi terceirizado e remunerado a R\$9,00 por st, com o lucro revertido em

melhorias comunitárias, como construção de cercas e reforma da sede. Esse manejo sustentável foi identificado como uma alternativa de geração de renda com baixo risco climático, dado que as espécies nativas são adaptadas às condições do semiárido (Garlet; Canto; Oliveira, 2018).

O estudo de Lopes e Canto (2018), comparou os custos de dois sistemas de exploração de lenha em áreas de Caatinga no estado do Rio Grande do Norte: um sistema manual no município de João Câmara e um sistema semimecanizado no município de Santa Cruz. O corte da lenha envolveu a derrubada e o processamento das árvores. No sistema manual, utilizou-se machado, enquanto no semimecanizado a motosserra. O processamento das árvores consistiu no desgalhamento e corte em toras de um metro, realizado com foice e machado no manual, e com motosserra e foice no semimecanizado. Após o corte, a lenha foi empilhada manualmente para facilitar a medição e o pagamento dos trabalhadores. O carregamento dos caminhões, com capacidade entre 25 e 30 st, foi feito por quatro trabalhadores no sistema manual e três no semimecanizado. As distâncias de transporte foram de 75 km no sistema manual e 20 km no semimecanizado. A produtividade diária no sistema manual foi de 4,8 st por trabalhador, enquanto no semimecanizado foi de 6,4 st. O custo total de exploração foi de R\$11,17 por st no sistema manual e R\$14,44 no semimecanizado. O custo de transporte foi de R\$162,00 no sistema manual e R\$60,00 no semimecanizado. O custo final da lenha foi de R\$16,99 por st no sistema manual e R\$7,31 no semimecanizado, sendo a exploração a maior parcela dos custos. Apesar do maior custo do sistema semimecanizado, ele apresentou maior eficiência e menor tempo de trabalho e pausas, o que beneficiou os trabalhadores envolvidos (Lopes; Canto, 2018).

França *et al.* (2022) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a eficiência da motosserra na exploração de lenha de espécies

da Caatinga, em uma área destinada à construção de um complexo solar no município de Santa Luzia, na Paraíba. O sistema de corte semimecanizado com o método de toras curtas serviu para a derrubada e empilhamento de madeira com até 1,5 metro de comprimento. Os parâmetros analisados incluíram a circunferência à altura do peito (CAP), o tempo de derrubada e seccionamento das árvores e as dimensões das pilhas. O tempo médio de corte foi de 3 minutos e 21 segundos, sendo o seccionamento a atividade mais demorada e a manutenção, a que exigiu menos tempo.

Silva *et al.* (2019) avaliaram o corte semimecanizado de Angico (*Anadenanthera colubrina*) em Mossoró, no Rio Grande do Norte. Os autores cronometraram o tempo necessário para derrubar e processar 15 indivíduos, divididos em classes de diâmetro à altura do peito (DAP). O tempo médio de abate foi de 0,74 minutos, e o processamento, em média, levou 2,30 minutos por árvore. As interrupções durante as atividades somaram 6,55 minutos. As classes 5 (> 30 cm) e 3 (18,5 a 24,49 cm) demandaram mais tempo para o corte, sendo 17,27 e 15,50 minutos, respectivamente, enquanto as classes 1 (6,0 a 12,59 cm), 2 (12,59 a 18,49 cm) e 4 (24,50 a 30,00 cm) precisaram de menos tempo. O processamento foi a etapa que mais consumiu tempo, seguida pelo abate e as pausas.

Esses resultados evidenciaram que o seccionamento foi a etapa mais demorada na colheita florestal, destacando a eficiência do corte semimecanizado em reduzir o tempo total de trabalho.

A segurança do trabalho em atividades de colheita na Caatinga é um tema de crescente relevância, em especial, em função das condições adversas enfrentadas pelos trabalhadores. Estudos recentes destacam a importância de avaliar e melhorar esse aspecto durante essas atividades para prevenir lesões. Silva *et al.* (2020) investigaram as posturas durante o corte semimecanizado da jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) em áreas de manejo da Caatinga, com métodos ergonômicos, como o

Ovako Working Posture Analysis System (OWAS), *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* e *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. Foram analisadas 220 posturas em atividades de derrubada, destopamento e toragem, com 30 codificações principais. Os resultados indicaram que posturas como costas inclinadas ou torcidas, braços acima dos ombros, antebraços com ângulos superiores a 45°, além de pescoço e tronco inclinados, representavam alto risco. Essas posturas foram classificadas em níveis de ação que demandavam intervenção imediata ou próxima, demonstrando a necessidade de ajustes ergonômicos para melhorar a segurança no trabalho (Silva *et al.*, 2020).

3 RECOMENDAÇÕES FINAIS

A extração de recursos naturais na Caatinga é essencial para o progresso econômico das populações locais, mas enfrenta grandes desafios devido às características singulares e a fragilidade desse ecossistema. A análise da literatura demonstra que, embora haja algumas propostas para um manejo mais sustentável, ainda há uma carência de estudos aprofundados sobre os efeitos de longo prazo da extração de recursos na regeneração da vegetação da Caatinga. A escassez de artigos especializados e atualizados sobre o assunto revela uma lacuna no entendimento e na investigação acerca da extração de recursos naturais nesse bioma.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, K. D. Análise da vegetação e organismos edáficos em áreas de caatinga sob pastejo e aspectos socioeconômicos e ambientais de São José do Cariri-PB. 2010.151 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

BERTOLINI, D.; LOMBARDI-NETO, F. **Manual técnico de conservação de solo e água**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1994. 565 p.

BRAND, M. A. Potencial de uso da biomassa florestal da caatinga, sob manejo sustentável, para geração de energia. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 117-127, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826452>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caatinga**. Disponível em: <http://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga.html>. Acesso em: 17 set. 2024.

CARVALHO, F. Manejo Florestal Sustentável e a Sua Importância. **Mata Nativa**. 2016. Disponível em: <https://matanativa.com.br/manejo-florestal-sustentavel-importancia/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

CHAVES, A.G.C. **Diagnóstico da exploração de lenha em planos de manejo sustentável na Caatinga do Rio Grande do Norte**. 2017. 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2017.

DIAS-JÚNIOR, A. F. *et al.* Pyrolysis and wood by-products of species from the Brazilian semi-arid region. **Scientia Forestalis**, v. 46, n. 117, p. 65-75, 2018.

FLORA DO BRASIL. **Reflora – Flora do Brasil 2020**. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do>. Acesso em: 24 set. 2024.

FRANÇA, G.M. *et al.* Análise de rendimento operacional de uma atividade de exploração florestal semimecanizada na Caatinga. *In: Encontro Nacional sobre Mecanização, Colheita e Transporte Florestal*, 4., 2022, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2022. p. 11.

FREITAS, L.C.M.S. **Avaliação quantitativa de impactos ambientais da colheita florestal em plantios equianeos de eucalipto.** 2004. 113f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

GAMA, D. C. Manejo florestal sustentado da Caatinga: aspecto legal e técnico-científico. **Advances in Forestry Science**, v. 8, n. 1, p. 1363-1376, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34062/afs.v8i1.10844>

GARLET, A.; CANTO, J. L.; OLIVEIRA, P. R. S. O manejo florestal comunitário da caatinga em assentamentos rurais no estado da Paraíba. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 2, p. 735-745, abr./jun. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832086>.

LEONELLO, E. C. *et al.* Efeito do tempo de experiência de operadores de Harvester no rendimento operacional. **Revista Árvore**, v. 36, p. 1129-1134, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000600013>.

LOPES, E. A.; CANTO, J. L. Produtividade e custos de dois sistemas de exploração e transporte de lenha na Caatinga. **Nativa**, Sinop, v. 6, n. 2, p. 207-212, mar./abr. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i2.4697>.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413 p.

MARQUES, M. W. C. D. F.; PAREYN, F.G.C.; FIGUEIREDO, M.A.B. A composição da renda e a contribuição do manejo florestal em dois projetos de assentamento no sertão de Pernambuco. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 42, n. 2, p. 247-258, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.61673/ren.2011.155>

MARTINS, V. M.; MELO, J. Uso das terras e desencadeamento de processos de desertificação em área do semiárido brasileiro. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 29, n. 3, 2012.

MASIOLI, W. *et al.* Exposição de trabalhadores a ruído e vibração em atividades de colheita florestal semimecanizada. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 40, 2020.

DOI: <https://doi.org/10.4336/2020.pfb.40e201901703>.

MICCOLIS, A. *et al.* **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais**: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016. 266 p.

MOURA, D. B. P.; SILVA, J. V. (org.). **Restauração na Caatinga**. 2. ed. Ver. E amp. Maceió, AL: EDUFAL, 2021. 223 p.

OLIVEIRA, R.A.M. **Investigação dos extrativos da madeira de espécies da Caatinga visando à obtenção de compostos bioativos**. 2023. 29 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2023.

PAREYN, F. G. C. Os recursos florestais nativos e sua gestão no estado de Pernambuco - o papel do manejo florestal sustentável. *In*: GARIGLIO, M. A. *et al.* (org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 99–113.

PASSOS, C.A.M.; BUFULIN-JUNIOR, L.; GONÇALVES, M.R. Avaliação silvicultural de *Tectona grandis* Lf, em Cáceres-MT, Brasil: resultados preliminares. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 2, p. 225-232, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981901>.

PEREIRA, D. S. **Água e floresta: uma relação essencial à vida**. 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2023/03/agua-e-floresta-uma-relacao-essencial-a-vida/>. Acesso em: 30 de ago. 2024.

PEREIRA, S.C. *et al.* **Plantas úteis do Nordeste do Brasil**. Recife: Centro Nordestino de Informações sobre Plantas, CNIP; Associação Plantas do Nordeste, APNE, 2003. 139 p.

SANT'ANNA, C. M. Corte florestal. *In*: MACHADO, C. C. (Ed.). **Colheita florestal**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 66-69. 2008.

SANTOS, C. M. Manejo Florestal: Uma Estratégia para o Equilíbrio Ambiental?. **Mata Nativa**. 2023. Disponível em: <https://matanativa.com.br/manejo-florestal/>. Acesso em 27 de ago. 2024.

SCARIOT, A. O. *et al.* Vegetação e flora. *In*: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. (org.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas,

efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003. p. 103-123.

SERGIEIEVA, A. **Corte Raso: Prós, Contras E Seu Impacto Nas Florestas.** EOS Data Analytics. 2022. Disponível em: <https://eos.com/pt/blog/corte-raso/#:~:text=Destr%C3%B3i%20ecossistemas%20florestais%2C%20privando%20a,quando%20a%20floresta%20for%20renovada>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SILVA, A.K.V. *et al.* Análise técnica do corte semimecanizado do Angico (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan). **ACSA**, Patos, v.15, n.3, p. 201-2014, Edição Especial VI CONEFLO, 2019.

SILVA, J; M.M. *et. al.* As condições de moradia, o nível de satisfação das famílias assentadas em Sergipe e as interfaces com a política nacional de Reforma Agrária. **Oikos: Revista Brasileira de Economia Doméstica.** V.23, n.2, p.82-106. 2012 Disponível em: <https://beta.periodicos.ufv.br/oikos/article/view/3630>. Acesso em: 23 de ago. 2024.

SILVA, L.L. *et al.* Análise das posturas adotadas durante o corte semimecanizado de jurema preta em manejo da Caatinga. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 3, p. 442-449, mai./jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9398>

SILVA, U. B. T. *et al.* Species richness, geographic distribution, pressures, and threats to bats in the Caatinga drylands of Brazil. **Biological Conservation**, v. 221, p. 312-322, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.03.028>.

SOEIRO, V. M. N. **Manutenção de máquinas florestais na colheita mecanizada**: a busca para obter a melhor disponibilidade mecânica. 2012. 49 f. Trabalho de Conclusão (Pós-Graduação em Gestão Florestal) - Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2012. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/44601>. Acesso em: 19 de ago. 2024.

SORANSO, D. R. *et al.* Avaliação ergonômica das operações florestais de roçada e desgalhamento semimecanizado. **Engenharia na Agricultura**, v.26, n.4, p. 343-351, 2018. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i4.933>.

TRUGILHO, P. F. *et al.* Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de *Eucalyptus* jovens. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 661-666, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130625>

ZAMUNÉR-FILHO, A.N. **Planejamento e projeto de áreas de cana-de-açúcar: conservação do solo e logística da colheita**. 2015. 214 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, 2015.

ZONTA, J. H. *et al.* **Práticas de conservação de solo e água**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2012. 24 p. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 133).

ESTUDO COMPARATIVO DAS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS DA CAATINGA SOB DÉFICIT HÍDRICO

George Martins de França, Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, Cheila Deisy Ferreira, Débora Raquel dos Santos Ferreira França

INTRODUÇÃO

Problemas com reduções na disponibilidade de água às plantas são cada vez mais frequentes, especialmente devido o avanço das mudanças climáticas globais, com previsões futuras de aumento de temperatura e diminuição das chuvas. Tais fatores, proporciona o crescimento de áreas em processo de desertificação e perda acentuada da biodiversidade (Tavares; Arruda; Silva, 2019).

No Brasil, de acordo com Lima, Cavalcante e Marin (2011), o espaço geográfico mais vulnerável aos efeitos da desertificação e das mudanças climáticas é a região Semiárida, a qual ocupa aproximadamente 12% do território nacional (INSA, 2024), caracterizada pelas elevadas temperaturas e irregularidades pluviométricas. Somada a essas condições extremas, apresenta solo raso, com a ocorrência de afloramentos de rocha e chão pedregoso (Lima; Cavalcante; Marin, 2011).

A região semiárida do Nordeste brasileiro é abrangida em grande parte pelo bioma Caatinga, caracterizado pelo clima quente e seco, com precipitação média anual entre 400 e 1.200 mm, temperaturas entre 25° a 30°C (Tabarelli *et al.*, 2018), e evaporação de 2.000 mm (Prado, 2003; Lima; Cavalcante; Marin, 2011). As projeções para este bioma são de aumento na temperatura de até 4,5°C e déficit hídrico atingindo até 50% na distribuição das chuvas ao longo do ano até 2100 (Souza *et al.*, 2014).

A degradação das terras, somada aos desafios característicos da região Nordeste, como a alta variabilidade na precipitação e a concentração de chuvas em poucos meses, torna o semiárido nordestino uma das áreas mais vulneráveis às mudanças climáticas (Franchito; Fernandez; Pareja, 2014; Marengo; Torres; Alves, 2017). Com a vegetação da Caatinga sendo impactada por atividades que contribuem para sua degradação, é crucial repensar o uso do solo e dos recursos naturais deste bioma, além de promover iniciativas voltadas à sua recuperação. Entre essas medidas, destaca-se a reintrodução de espécies vegetais nativas, com o objetivo de restaurar os serviços ecossistêmicos e manter a biodiversidade (Chazdon, 2008), ou o uso de técnicas como a nucleação, que inclui a transposição do banco de sementes entre áreas com vegetação semelhante.

A vegetação desse bioma tem sido bastante alterada pelas ações antrópicas, sendo explorada atividades como a agrícola, a pecuária extensiva, o extrativismo e a extração de madeira, principalmente para lenha e produção de carvão (Moreira *et al.*, 2006).

Diante do grau de degradação em que esse bioma se encontra e dos fatores ambientais desafiadores aos quais está submetido, é evidente a necessidade da realização de pesquisas científicas eficientes, especialmente sobre o comportamento e estratégias desenvolvidas pelas plantas para sobreviverem sob tais condições. Isso considerando que a forma com que as plantas toleram as condições de restrição hídrica no solo é fator primordial para o seu crescimento e estabelecimento em regiões com problema de seca frequente (França *et al.*, 2022), a exemplo do semiárido brasileiro.

Dessa forma, avaliar como as espécies florestais da caatinga conseguem sobreviver em condições limitantes, possibilitando a sua existência ou não diante das projeções futuras, é fundamental. Dentre as espécies predominantes desse bioma, segundo o site Flora e Funga do Brasil (2024), se destacam Aroeira-do-sertão (*Astronium*

urundeuva (M.Allemão) Engl.), Ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos), Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e Pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc.), as quais são utilizadas para fins madeireiros, produção de forragem, energia, medicinal, melífero, confecção de joias e finalidades acústicas.

Em função das perspectivas futuras de condições desfavoráveis em virtude das mudanças climáticas, e da importância das espécies mencionadas ao longo do texto, o objetivo principal é fazer um estudo comparativo do comportamento fisiológico das mudas dessas espécies florestais em função do déficit hídrico, a partir de pesquisas desenvolvidas pelo Grupo de estudos em Fisiologia vegetal de plantas da Caatinga, da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos – PB).

TOLERÂNCIA DAS PLANTAS AO DÉFICIT HÍDRICO

As plantas estão sujeitas a diferentes tipos de estresses ambientais, como o déficit hídrico, salinidade, altas temperaturas, encharcamento do solo e deficiência de nutrientes, os quais limitam o seu crescimento (Taiz *et al.*, 2017; Dias *et al.*, 2019).

A seca, uma condição climática comum em áreas semiáridas, impõe às plantas a necessidade de desenvolver mecanismos de adaptação (Moraes, 2011), sendo que cada espécie reage de maneira particular, podendo ocorrer alterações anatômicas, morfológicas, bioquímicas e celulares (Alves; Araújo; Nascimento, 2009; Costa *et al.*, 2015; Queiroz, 2018).

Compreender as estratégias das plantas para sobreviver sob essas condições é um desafio, uma vez que suas respostas envolvem interações com outros fatores, como os fisiológicos (redução da transpiração, fechamento dos estômatos, eficiência no uso da água), bioquímicos (acúmulo de solutos) e morfológicos (desenvolvimento de

raízes profundas, redução da área foliar) (Pimentel, 2004; Larcher, 2006; Moraes; 2011; Marengo; Lopes, 2011; Taiz *et al.*, 2017).

O fechamento dos estômatos é citado por muitos pesquisadores como uma estratégia fisiológica para reduzir as perdas de água por transpiração, controlar as trocas gasosas das plantas e assim evitar a morte por dessecação (Campelo *et al.*, 2015). Em decorrência desse fechamento estomático, ocorrem alterações fisiológicas como redução em processos com a condutância estomática e nas taxas de transpiração e de fotossíntese (Dombroski *et al.*, 2011; Rodrigues *et al.*, 2011; Scalon *et al.*, 2014).

O processo de abertura e fechamento estomático pode ser influenciado por diversos fatores, destacando-se os exógenos (ausência e presença de luz, concentrações de dióxido de carbono (CO₂), temperatura e a disponibilidade de água (Marengo; Lopes, 2011) e os ordem endógena (nutrição e ação de hormônios vegetais) (DODD, 2003). No entanto, de acordo com Larcher (2006), apesar dos estômatos reagirem a todos esses fatores, a água e o CO₂ são os principais responsáveis pelo movimento estomático.

A osmorregulação que determina esse movimento estomático foi creditada à entrada de íons potássio (K⁺), cloreto (Cl⁻) e à síntese de malato²⁻, que são condicionados por respostas fisiológicas nas plantas (Pimenta, 2013). Este autor acrescenta que, levando em consideração que o movimento estomático é um processo que demanda gasto de energia, o fluxo de potássio para dentro das células se dá em função do gasto de ATP pela ativação de uma bomba de prótons H⁺-ATPase presente na membrana plasmática, que é ativada pela atividade fotossintética dos cloroplastos. Essa atividade H⁺-ATPase tem uma função primordial para criar o gradiente de cargas necessárias para a entrada do K⁺ no citoplasma por canais especializados (Pimentel, 2004). E de acordo com Kerbauy (2013), a hiperpolarização ocasionada por

essa bomba de prótons pode ocasionar a abertura dos canais receptores desse íon.

Quanto ao investimento em raízes profundas, esse pode ser menos eficaz, sendo a manutenção do turgor e a eficiência no uso da água estratégias mais importantes para a tolerância à seca (Ranney; Whitlow; Bassuk, 1990). Em muitas plantas, a redução no suprimento hídrico causa inibição no crescimento do caule e na expansão foliar, mas estimulam o alongamento das raízes, e esse aumento relativo nas raízes em relação às folhas é vista como uma resposta adaptativa à seca em vez de ser uma restrição fisiológica (Taiz *et al.*, 2017). Em condições de estresse hídrico severo, o fechamento dos estômatos, controlando a perda de água por transpiração se constitui em uma das últimas linhas de defesa das plantas (Pimenta, 2013; Taiz *et al.*, 2017).

A DEFICIÊNCIA HÍDRICA E O COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO DE QUATRO ESPÉCIES DE PLANTAS DA CAATINGA

Nas pesquisas a seguir, as mudas de *A. urundeuva*, *H. impetiginosus*, *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium*, com aproximadamente a mesma idade (300 dias após a emergência) foram mantidas em sacos plásticos contendo o mesmo volume de substrato, que consistiu de uma mistura de terra de sub-solo e esterco bovino (2:1), sendo submetidas aos tratamentos de suspensão da irrigação e, posteriormente, à reidratação. O critério adotado para o retorno da irrigação foi quando a taxa de fotossíntese chegasse próximo ou igual a $0 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e o encerramento dos experimentos se deu quando os valores desse parâmetro, nas plantas irrigadas e sob déficit hídrico, se igualassem.

O período em que cada espécie permaneceu sob supressão da irrigação foi variado, sendo que o *A. pyrifolium* permaneceu mais tempo sob essa condição (21 dias), seguido da *A. urundeuva* (12 dias), *H. impetiginosus* (10 dias) e *M. tenuiflora* (7 dias). Quanto à recuperação

das plantas após o retorno da irrigação, a ordem foi inversa, com a *M. tenuiflora* se recuperando mais rapidamente (3 dias), seguidas da *A. urundeuva* e *H. impetiginosus* (6 dias) e *A. pyrifolium* (12 dias).

TEOR RELATIVO DE ÁGUA – TRA

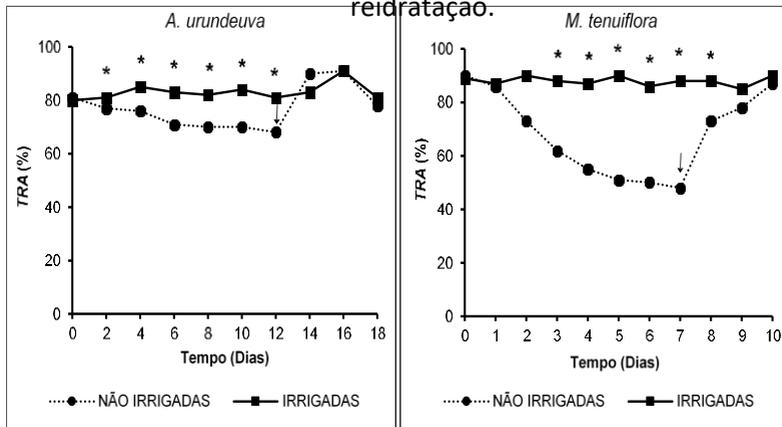
Em todas as espécies analisadas, o TRA das plantas irrigadas ficou entre 80-90%, aproximadamente (Figura 1). Com a suspensão da irrigação, as mudas de *A. urundeuva* conseguiram manter valores de TRA mais elevados (70%), seguidas da *M. tenuiflora* (48%), *A. pyrifolium* (32%) e *H. impetiginosus* (26%). Depois da retomada da irrigação, *A. urundeuva* e *M. tenuiflora* demonstraram rápida recuperação, ocorrendo dois dias após, ao passo que *H. impetiginosus* e *A. pyrifolium* apenas aos quatro e seis dias depois que foram reidratadas, respectivamente.

Percebe-se, então, que a espécie mais afetada pela suspensão da irrigação foi *H. impetiginosus* que, assim como *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium*, com TRA foliar abaixo de 50%, valor esse considerado crítico e letal por Pardo (2010). Mesmo com valores tão baixos, o nível de água nos tecidos foliares dessas espécies não chegou a causar danos celulares irreversíveis, uma vez que ocorreu recuperação das plantas após a retomada da irrigação.

Valores de TRA superiores aos aqui encontrados foram relatados na literatura, a exemplo dos obtidos por Carvalho (2005), com as espécies *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby e *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake, que apresentaram TRA de aproximadamente 70% entre o primeiro e sexto dia de regime hídrico. Corroborando, com o resultado encontrado pelo autor supracitado, Chen *et al.* (2010), em *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll. Arg., verificaram valor de TRA de 70%, porém ao 35º dia sem irrigação. Já em plantas jovens de *Khaya ivorensis* A. Chev.,

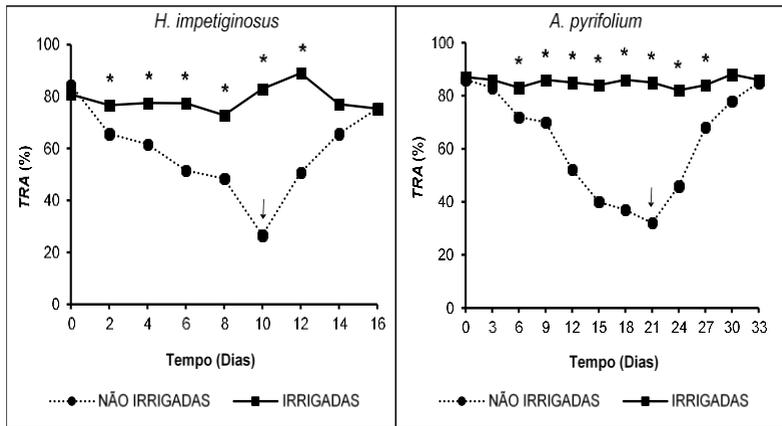
Albuquerque *et al.* (2013) verificaram ao 14º dia de escassez de água, reduções de 32%, comparando-se com as mudas irrigadas.

Figura 1 Teor Relativo de Água (TRA) de mudas de quatro espécies florestais da caatinga submetidas ao déficit hídrico e posterior reidratação.



Fonte: Adaptado de Costa, A. D. (2014).

Fonte: Adaptado de Alves, F. J. B. (2019).



Fonte: Adaptado de Pessoa, J. L. (2013).

Fonte: Adaptado de Alves, E. S. (2021).

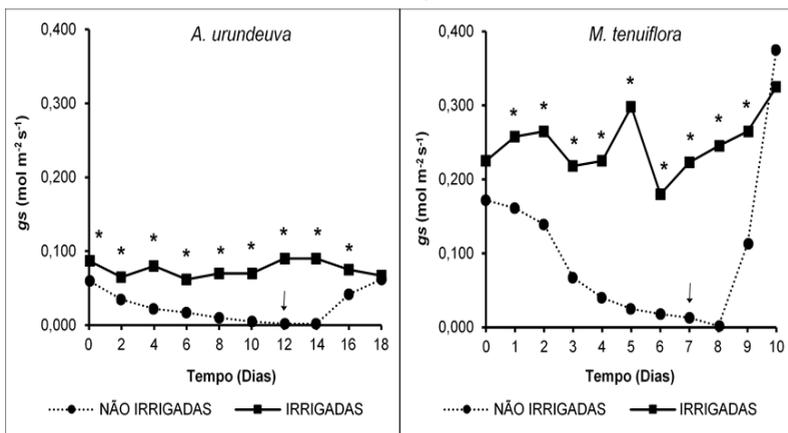
* Indica diferença significativa entre os tratamentos, em cada dia de avaliação (Tukey $\leq 0,05$). A seta indica o dia da retomada da irrigação.

COMPORTAMENTO ESTOMÁTICO

Em relação às variáveis estomáticas, ocorreram reduções em todos os parâmetros avaliados, à medida que o período da restrição hídrica aumentava e como consequência da diminuição do *TRA* foliar, conforme foi verificado na figura 1.

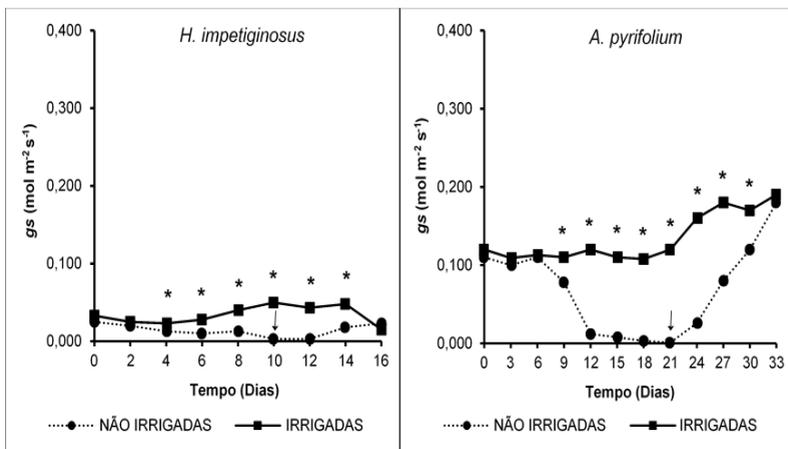
A magnitude das diferenças entre os valores de *gs* das mudas irrigadas e sob deficiência hídrica, em *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium*, é bem mais evidente do que em *A. urundeuva* e *H. impetiginosus* (Figura 2). Percebe-se, também, que mesmo nas plantas irrigadas, os valores de *gs* das mudas de *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium* são mais elevados do que em *A. urundeuva* e *H. impetiginosus*. Além disso, à medida que o período sem irrigação vai aumentando, o decréscimo nessa variável estomática é mais abrupto em *M. tenuiflora* e *H. impetiginosus* do que nas outras duas espécies.

Figura 2. Condutância estomática (gs) de mudas de quatro espécies florestais da caatinga submetidas ao déficit hídrico e posterior reidratação.



Fonte: Adaptado de Costa, A. D. (2014).

Fonte: Adaptado de Alves, F. J. B. (2019).



Fonte: Adaptado de Pessoa, J. L. (2013).

Fonte: Adaptado de Alves, E. S. (2021).

* Indica diferença significativa entre os tratamentos, em cada dia de avaliação (Tukey $\leq 0,05$). A seta indica o dia da retomada da irrigação.

De acordo com Medrano *et al.* (2002), valores de g_s com amplitude entre 0,5 e 1,0 mol m⁻² s⁻¹ demonstram estresse moderado. Nas quatro espécies do presente estudo, observou-se valores de g_s inferiores a 0,05 mol m⁻² s⁻¹, indicando que o estresse hídrico foi considerado severo.

Após a retomada da irrigação, em *A. urundeuva* e *H. impetiginosus*, percebe-se que a capacidade de realizar as trocas gasosas entre a planta e o meio não se alterou, mesmo dois dias após a irrigação, ocorrendo a igualdade estatística com as plantas irrigadas apenas decorridos seis dias da irrigação. Nas mudas de *M. tenuiflora* e de *A. pyriformium*, isso ocorreu três e doze dias após, respectivamente. Esses resultados indicam a lentidão na resposta dos estômatos do *A. pyriformium* ao restabelecimento das condições hídricas do solo após um período de seca.

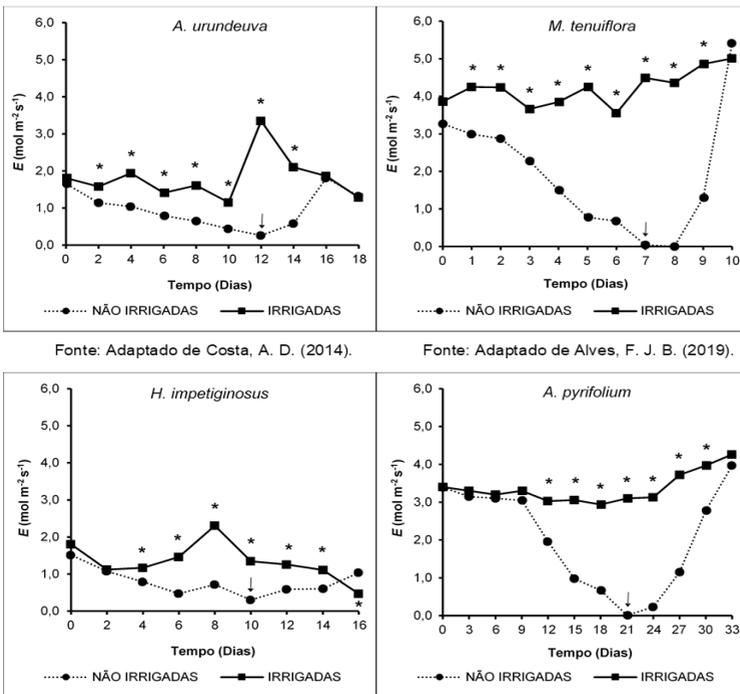
Oliveira *et al.* (2011), em plantas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex S. Moore, verificaram que a completa recuperação na g_s só ocorreu 14 dias após a retomada da irrigação. Vale salientar que, apesar de algumas espécies do presente estudo apresentarem lenta recuperação nessa variável, o período de estresse imposto (12, 7, 10 e 21 dias) não causou danos irreversíveis no mecanismo estomático das plantas, possibilitando sua recuperação total após a reidratação, mesmo que de forma lenta, a exemplo da *A. urundeuva*, *H. impetiginosus* e *A. pyriformium*.

No tocante à taxa de transpiração (Figura 3), entre o primeiro e o último dia de déficit hídrico ocorreram decréscimos de aproximadamente 84%, 80%, 99,68% e 99,71% nas mudas de *A. urundeuva*, *H. impetiginosus*, *M. tenuiflora* e *A. pyriformium*, respectivamente, e diferença de 92,24%, 77,44%, 99,04% e 99,68%, comparado com as mudas que permaneceram irrigadas. Tais decréscimos são reflexos diretos da diminuição no *TRA* foliar pois, segundo Chaves *et al.* (2010), com a redução na disponibilidade de água,

ocorre rápida resposta das células-guarda dos estômatos, controlando sua perda de água e diminuindo a transpiração.

Ao comparar a taxa de E entre as espécies do presente estudo, no último dia de déficit hídrico, observou-se que a mais afetada foi *A. pyrifolium*, atingindo $0,010 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Semelhante ao verificado na variável g_s , os valores de E das mudas de *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium* são superiores aos de *A. urundeuva* e *H. impetiginosus* e, em virtude da grande diferença existente entre as plantas irrigadas e às sob déficit hídrico, das duas primeiras espécies citadas, a recuperação da transpiração se deu de forma mais lenta em *A. pyrifolium*.

Figura 3. Taxa de Transpiração (E) de mudas de quatro espécies florestais da caatinga submetidas ao déficit hídrico e posterior reidratação.



Fonte: Adaptado de Costa, A. D. (2014).

Fonte: Adaptado de Alves, F. J. B. (2019).

Fonte: Adaptado de Pessoa, J. L. (2013).

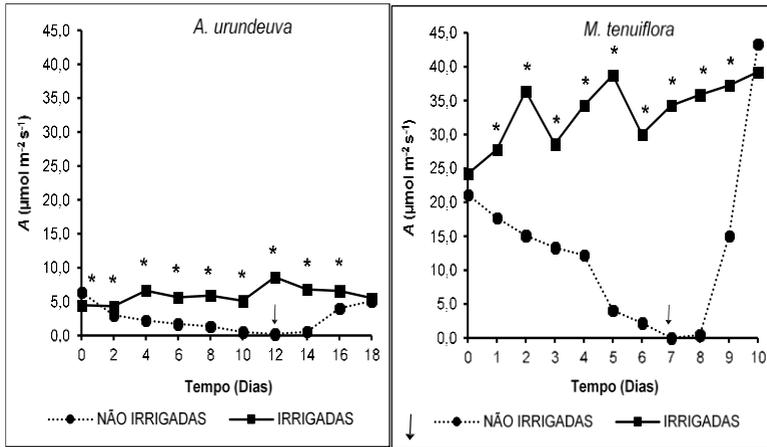
Fonte: Adaptado de Alves, E. S. (2021).

* Indica diferença significativa entre os tratamentos, em cada dia de avaliação (Tukey \leq 0,05). A seta indica o dia da retomada da irrigação.

Em relação à taxa de fotossíntese A (Figura 4), os maiores valores foram obtidos na espécie *M. tenuiflora*, tanto para as mudas irrigadas como para as não irrigadas. Ao analisar essa variável entre o primeiro e o último dia de déficit hídrico para cada espécie, verificam-se valores com variações de 6,34 a 0,22 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 1,74 a 0,32 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 21,13 a 0,00 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e 6,30 a 0,01 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nas mudas de *A. urundeuva*, *H. impetiginosus*, *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium*, respectivamente, com reduções que atingiram 96,53%, 81,70%, 100,00% e 99,87%.

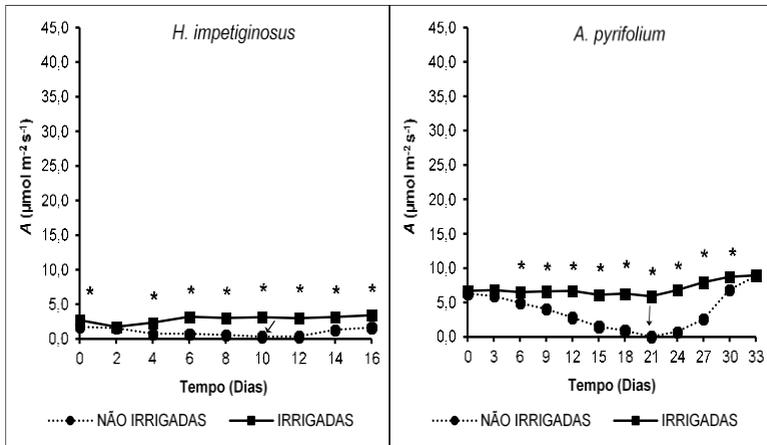
Com aumento do período de déficit hídrico, ocorreu maior fechamento dos estômatos, causando inibição total na fotossíntese, a exemplo do observado na *M. tenuiflora*. Possivelmente o fechamento estomático, foi a causa primária da redução nas taxas de A e E sob condições de deficiência hídrica, sendo que essa redução ocorreu devido à diminuição na disponibilidade de CO_2 nas câmaras subestomáticas das folhas, causada pelo fechamento dos estômatos (Rankings, 2009). Assim, o estresse hídrico afeta os processos fisiológicos e as trocas gasosas, resultando em paralisação do crescimento, redução de fotoassimilados e, conseqüentemente, de matéria seca das plantas (Anjum *et al.*, 2012).

Figura 4. Taxa de Fotossíntese (A) de mudas de quatro espécies florestais da caatinga submetidas ao déficit hídrico e posterior reidratação.



Fonte: Adaptado de Costa, A. D. (2014).

Fonte: Adaptado de Alves, F. J. B. (2019).



Fonte: Adaptado de Pessoa, J. L. (2013).

Fonte: Adaptado de Alves, E. S. (2021).

* Indica diferença significativa entre os tratamentos, em cada dia de avaliação (Tukey $\leq 0,05$). A seta indica o dia da retomada da irrigação.

Contudo, os efeitos vão depender da espécie, bem como da duração da limitação hídrica, e da capacidade de recuperação (Farooq *et al.*, 2008; Jangpromma *et al.*, 2012), tendo em vista que a tolerância à seca é um mecanismo altamente complexo.

Sob condições de estresse hídrico, as plantas tendem a fechar os estômatos, o que ajuda a reduzir a perda de água por transpiração. No entanto, isso resulta em uma diminuição na absorção de CO₂, impactando diretamente o processo de fotossíntese (CHAVES; FLEXAS; PINHEIRO, 2009). A deficiência de água pode afetar a taxa fotossintética das plantas de diferentes maneiras, como por meio de limitações estomáticas que alteram a abertura e o fechamento dos estômatos, ou pela resistência à entrada de CO₂. Isso reduz a disponibilidade de CO₂ para a enzima ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase/oxigenase (Rubisco) (FLEXAS *et al.*, 2004; JACINTO JÚNIOR *et al.*, 2019).

Além disso, podem ocorrer limitações não estomáticas devido ao comprometimento da regeneração da Rubisco (FLEXAS; MEDRANO, 2002; CHAVES; FLEXAS; PINHEIRO, 2009). Ademais, o estresse hídrico pode causar menor eficiência do fotossistema II devido à limitação da quantidade de água absorvida, comprometendo assim a produção de ATP e NADPH e, conseqüentemente, a fixação do CO₂ e produção de açúcares (PINHEIRO; CHAVES, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo quando irrigadas, as plantas de *Aspidosperma pyrifolium*, *Astronium urundeuva* e *Handroanthus impetiginosus* apresentam valores de condutância estomática, taxa de transpiração e de fotossíntese inferiores às de *Mimosa tenuiflora*.

Sob condições de déficit hídrico, as plantas de *A. urundeuva* conseguem manter *TRA* foliar superior às demais espécies.

As plantas de *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium*, sob déficit hídrico, apresentam maiores diferenças do que aquelas irrigadas, em comparação com *A. urundeuva* e *H. impetiginosus*.

O pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) suportou o déficit hídrico por um período de tempo maior.

Mesmo com a manutenção do *status* hídrico crítico e o estresse considerado como severo, as plantas foram capazes de se recuperar, sendo essa recuperação variável com a espécie.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. P. F., MORAES, F. K. C., SANTOS, R. I. N., CASTRO, G. L. S., RAOS, E. M. L. S., PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a déficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 9-16, 2013. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000100002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/kFHpnNXmz7c9cSBbp73znhQ/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 29 set. 2024.
- ALVES, E. S. **Disponibilidade de água e suas implicações no comportamento estomática de mudas de pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc.)**. 2021. 36 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, *Campus Patos* - PB, 2021.
- ALVES, F. J. B. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret), submetidas ao déficit hídrico e reidratação**. 2019. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, *Campus Patos* - PB, 2019.

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117837020.pdf>.

ANJUM, S. A.; SALEEM, M. F.; WANG, L. C.; BILAL, M. F.; SAEED, A. Protective role of glycinebetaine in maize against drought-induced lipid peroxidation by enhancing capacity of antioxidative system. *Australian Journal of Crop Science*, v. 6, n. 4, p. 576-583, 2012. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.361692847297930>.

CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [*S. parahyba* var. *amazonicum*] e *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] à deficiência hídrica. *Revista Árvore*, v. 29, n. 6, p. 907-914, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/488/48829609.pdf>.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009. DOI:10.1093/aob/mcn125

CHAVES, M. M.; ZARROUK, O.; FRANCISCO, R.; COSTA, J. M.; SANTOS, T.; REGALADO, A. P.; RODRIGUES, M. L.; LOPES, C. M. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*, v. 105, n. 5, p. 661- 676, 2010. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/105/5/661/179486?login=false>.

CHAZDON, R. L. Beyond deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, New York, v. 320, n. 5882, p. 1458–1460, 2008. DOI: 10.1126/1155365

CHEN, J.W., ZHANG, Q., LI, X.S., CAO, K. F. Gas exchange and hydraulics in seedlings of *Hevea brasiliensis* during water stress and recovery. **Tree Physiology**, v. 30, n. 7, p. 876-885, 2010. DOI: [10.1093/treephys/tpq043](https://doi.org/10.1093/treephys/tpq043). Disponível em: <https://academic.oup.com/treephys/article/30/7/876/1704421?login=true>.

COSTA, A. S. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de aroeira ao déficit hídrico e posterior reidratação**. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, *Campus Patos* - PB, 2014.

COSTA, A. S.; FREIRE, A. L.O.; BAKKE, I.A.; PEREIRA, F. H.F. Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) ao déficit hídrico e posterior recuperação. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 705-717, 2015.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. D.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of west indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n216rc>.

DODD, I. C. Hormonal Interactions and Stomatal Responses. **Journal of Plant Growth Regulators**. v. 22, n. 1, p. 32-46, 2003. DOI: 10.1007/s00344-003-0023-x.

FAROOQ, M.; BASRA, S. M. A.; WAHID, A.; CHEEMA, Z. A.; CHEEMA, M. A.; KHALIQ, A. Physiological role of exogenously applied glycinebetaine to improve drought tolerance in fine grain aromatic rice (*Oryza sativa* L.). **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 194, n. 5, p. 325-333, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2008.00323.x>.

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. **Annals of Botany**, v.89, n.2, p.183-189, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcf027>

FLEXAS, J.; BOTA, J.; LORETO, F.; CORNIC, G.; SHARKEY, T. D. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. **Plant Biology**, v. 6, n. 3, p. 269-279, 2004. DOI: 10.1055 / s-2004-820867

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

FRANÇA, G. M.; FREIRE, A. L. O.; BATISTA, A. W.; FERREIRA, C. D.; FERREIRA, D. R. S. O potássio atenua os efeitos do déficit hídrico em mudas de pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc.). **Conjecturas**, v. 22, n. 2, p. 266-277, 2022. DOI: 10.53660/CONJ-662-701. Disponível em: <http://www.conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/662>.

FRANCHITO, S. H.; FERNANDEZ, J. P. R.; PAREJA, D. Surrogate climate change scenario and projections with a regional climate

model: impact on the aridity in South America. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 5, p. 474-489, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2014.35041>

INSA – Instituto Nacional do Semiárido. **O Semiárido Brasileiro**. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro>. Acesso em: 02 out. 2024.

JACINTO JÚNIOR, G. S.; MORAES, J. G. L.; SILVA, F. D. B. D.; SILVA, B. D. N.; SOUSA, G. G. D.; OLIVEIRA, L. L. B.; Mesquita, R. O. Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 34, n. 3, p. 413-422, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786343047>

JANGPROMMA, N.; THAMMASIRIRAK, S.; JAISIL, P.; SONGSRI, P. Effects of drought and recovery from drought stress on above ground and root growth, and water use efficiency in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 6, n. 8, p. 1298-1304, 2012. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/INFORMIT.732153581387801>.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos. Editora Rima, 2006.

LIMA, P. S. **Respostas fisiológicas do ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) ao estresse hídrico**. 2013. 35 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) –Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, *Campus Patos* - PB, 2013.

LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; MARIN, A. M.
P. Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro (Ed). Instituto Nacional do Semiárido – INSA, Campina Grande, 209 p, 2011.

MARENCO, R. A.; LOPES, N.F. **Fisiologia vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3ed. Editora UFV, Viçosa. 486p, 2011.

MARENCO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil – past, present, and future. **Theoretical Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017. DOI: 10.1007/s00704-016-1840-8

MEDRANO, H.; ESCALONA, J.M.; BOTA, J.; GULÍAS, J.; FLEXAS, J. Regulation of photosynthesis in C3 plants in response of progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. **Annals of Botany**, v.89, p.895-905, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aob/mcf079>.

MORAES, J. V. **Parâmetros biométricos, fisiológicos e bioquímicos em híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* sob diferentes regimes de irrigação em casa de vegetação**. 2011. 72f. Tese – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102832>

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. D. A.; SANTOS, M. V. F. D.; FERREIRA, M. D. A.; ARAÚJO, G. G. L. D.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, G. C. D. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1643-1651, 2006. DOI: 10.1590/S0100-

204X2006001100011. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/pab/a/wWNvhXqbTXrm9Hj9trhB5Jf/>.

OLIVEIRA, A. K. M.; GUALTIERI, S. C. J.; BOCCHESI, R. A. Gas exchange of potted *Tabebuia aurea* plants under hydric stress. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, p. 641-647, 2011. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i4.11254. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/asagr/a/Jt8GgQ4KR4nNnQBd7Fv8tLL/?format=pdf&lang=en>.

PARDO, J. M. Biotechnology of water and salinity stress tolerance. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 21, n. 2, p. 185-196, 2010. DOI: 10.1016/j.copbio.2010.02.005. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958166910000212>.

PIMENTA, J. A. Relações Hídricas. *In*: KERBAUY; G. B. (Orgs). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan, p.02 - 32, 2013.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com água**. EDUR - Editora Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. 190 p.

PINHEIRO, C.; CHAVES, M. M. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 3, p. 869-882, 2011. DOI: 10.1093/jxb/erq340.

PRADO, D. As caatingas da América do Sul. *In*: Leal, I.R.; Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. (eds.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. p. 3-73, 2003 Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Disponível em:

http://www.sebecologia.org.br/viiceb/resumos_professores/Conferidos/PDF/Leal%20et%20al.pdf.

QUEIROZ, J. C. P. **Respostas ecofisiológicas e bioquímicas do Pajeú (*Triplaris gardneriana* Wedd.) submetido ao déficit hídrico**. 2018. 99 f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/8005>.

RABENSCHLAG, R. A.; PELIZAN, M. A.; PUPIM, V. M.; TABARELLI, T. R. E. Joias elaboradas a partir de resíduos de madeira. **Disciplinarum Scientia**. Série: Naturais e Tecnológicas, v. 20, n. 1, p. 1-21, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/2999>.

RANKINGS, S. I. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 8-14, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100002>.

RANNEY, T. G.; WHITLOW, T. H.; BASSUK, N. L. Response of five temperate deciduous tree species to water stress. **Tree Physiology**, v. 6, n. 4, 439-448, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/treephys/6.4.439>

SARAIVA, M. E.; ULISSES, A. V. R. A.; RIBEIRO, D. A.; OLIVEIRA, L. G. S.; MACEDO, D. G.; SOUSA, F. D. F. S.; MENEZES, I. R. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SOUZA, M. M. A. Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.171, p.141-153, 2015. DOI: 10.1016/j.jep.2015.05.034. Disponível

em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874115003669>.

SOUZA, E. B.; MANZI, A. O.; SAMPAIO, G.; CÂNDIDO, L. A.; ROCHA, E. J. P.; ALVES, J. M. B.; CARDOSO, M. F.; SOUSA, A. M. L.; COUTINHO, M. M.; CUNHA, A. C. Mudanças ambientais de curto e longo prazo: projeções, reversibilidade e atribuição. *In*: Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Base científica das mudanças climáticas**: Primeiro relatório de avaliação nacional. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em:

http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/GT1_volume_completo_full-version.pdf.

TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J.

Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade.

Ciência e Cultura, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018. DOI: 10.21800/2317-66602018000400009. Disponível em:

http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000400009&lng=pt&tlng=pt.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2017. 888p.

TAVARES, V. C.; ARRUDA, Í. R. P.; SILVA, D. G. Desertificação, mudanças climáticas e secas no semiárido brasileiro: uma revisão bibliográfica. **Geosul**, v. 34, n. 70, p. 385-405, 2019. DOI:

10.5007/2177-5230.2019v34n70p385. Disponível em:

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2019v34n70p385>.

