



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANÁLISE ANATÔMICA E POTENCIAL ECONÔMICO DE MADEIRAS DE CONDE-BA

por

Fernanda Souza e Silva

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao Instituto de Biologia da
Universidade Federal Bahia como
exigência para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Salvador, BA
(2025)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANÁLISE ANATÔMICA E POTENCIAL ECONÔMICO DE MADEIRAS DE CONDE-BA

por

Fernanda Souza e Silva

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao Instituto de Biologia da
Universidade Federal Bahia como
exigência para obtenção do grau de
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Lazaro Benedito
da Silva

Salvador, BA
(2025)

Data da defesa: 10/02/2025

Banca Examinadora

Lazaro Benedito da Silva

Universidade Federal da Bahia

Kelly Regina Batista Leite

Universidade Federal da Bahia

Rafael Paiva Farias

Universidade Federal da Bahia

RESUMO

Desde os anos 70, as zonas úmidas, ecossistemas tão preciosos da Mata Atlântica, têm sido perdidas e degradadas devido a fatores como a expansão da agropecuária, construção de estradas, aterros e drenagens. O município do Conde, localizado no Litoral Norte da Bahia, possui diversas zonas úmidas interligadas, como planícies de inundação, matas paludosas e estuários, que são fundamentais para as comunidades locais. Busca-se agregar valores às espécies vegetais da região, através do estudo anatômico do lenho, com foco no potencial econômico da madeira, e aproximar das comunidades locais para preservar essas áreas em risco de degradação. As amostras de *Campomanesia dichotoma* (O.Berg) Mattos, *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. e *Symphonia globulifera* L.f. foram coletadas em Cavalo Russo, no município de Conde. A coleta foi feita de forma randomizada, não destrutiva, na altura do peito (DAP=1,30m). Para as análises microscópicas, foram utilizadas lâminas histológicas das seções transversais, tangenciais e radiais dos lenhos, e lâminas semi-permanentes dos macerados. Para análise do potencial econômico, foram calculadas as principais relações entre as dimensões das fibras e as propriedades físico-mecânicas para análise do potencial. Para a densidade básica, foi utilizado o picnômetro para mensurar a diferença de peso entre as amostras. Nas três espécies, a análise anatômica revelou estruturas morfológicas dos lenhos que são altamente favoráveis para a formação de biomassa, evidenciado pelas espessas paredes fibrosas e os altos valores encontrados no Índice de Runkel, fração parede e densidade básica. Isso indica um potencial econômico favorável na preservação dessas espécies, através da criação de um depósito de carbono ou na produção de energia pela queima, através de um plano de manejo sustentável, como a agrofloresta.

ABSTRACT

Since the 1970s, wetlands, such precious ecosystems of the Atlantic Rainforest, have been lost and degraded due to factors such as the expansion of farming, road building, embankments and drainage. The municipality of Conde, located on the north coast of Bahia, has several interconnected wetlands, such as floodplains, paludosal forests and estuaries, which are essential for local communities. The aim is to add value to the region's plant species through the anatomical study of the wood, with a focus on the economic potential of the wood, and to bring local communities closer together to preserve these areas at risk of degradation. The samples of *Campomanesia dichotoma* (O.Berg) Mattos, *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. and *Symphonia globulifera* L.f. were collected in Cavalo Russo, in the municipality of Conde. They were collected randomly, non-destructively, at breast height (DBH=1.30m). Histological slides of the transverse, tangential and radial sections of the wood and semi-permanent slides of the macerates were used for the microscopic analysis. In order to analyze the economic potential, the main relationships between fiber dimensions and physical-mechanical properties were calculated. For basic density, a pycnometer was used to measure the difference in weight between heartwood and sapwood samples. In all three species, the anatomical analysis revealed morphological structures of the wood that are highly favorable for biomass formation, as evidenced by the thick fibrous walls and the high values found for the Runkel Index, wall fraction and basic density. This indicates a favorable economic potential in the preservation of these species, through the creation of a carbon deposit or the production of energy by burning, through a sustainable management plan, such as agroforestry.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal da Bahia, ao Instituto de Biologia, ao Laboratório de Anatomia Vegetal e Identificação de Madeiras e ao Orientador Prof. Dr. Lazaro Benedito da Silva. Agradeço também às professoras e colegas Prof^a Dr^a Kelly Regina Batista Leite, Prof^a Ma. Maria Lenise da Silva Guedes, Lucas Santana Nascimento Aguiar, Luiza Santana Silva e Raunir Souza Pinto.

ÍNDICE

RESUMO

ABSTRACT

AGRADECIMENTOS

(i)

ÍNDICE

(ii)

ÍNDICE DAS FIGURAS

(iii)

ÍNDICE DAS TABELAS

(iv)

ÍNDICE DAS FOTOGRAFIAS

(v)

1. INTRODUÇÃO

1

2. REVISÃO DA LITERATURA

4

3. OBJETIVOS

5

3.1. Geral

5

3.2. Específicos

5

4. METODOLOGIA

6

4.1. Questionário e entrevistas

6

4.2. Área de coleta e preparação do material

6

4.3. Análise macroscópica

8

4.4. Confeção das lâminas histológicas

8

4.5. Confeção dos macerados

9

4.6. Análise qualitativa das estruturas celulares

9

4.7. Determinação da densidade

11

5. RESULTADOS

12

5.1. Aspectos gerais do lenho

12

5.2. Mensurações de vasos, fibras, parâmetros calculados e densidade

14

6. DISCUSSÃO

16

7. CONCLUSÕES

19

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

20

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

21

ANEXOS

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1a. Zonas úmidas do Conde. 1b. Mapa da região do Conde-BA. 1c. Rodovia BA-099.	12
Figura 2. Ponto da coleta apontado no mapa.	16
Figura 3. Seções histológicas de <i>Campomanesia dichotoma</i> (3abc), <i>Laguncularia racemosa</i> (3def), <i>Symphonia globulifera</i> (3ghi).	22
Figura 4. Vasos e fibras de <i>Campomanesia dichotoma</i> (4ab), <i>Laguncularia racemosa</i> (4cd) e <i>Symphonia globulifera</i> (4ef).	23

ÍNDICE DAS TABELAS

Tabela 1. Características anatômicas dos elementos de vaso	21
Tabela 2. Mensurações dos elementos de vaso	24
Tabela 3. Mensurações dos elementos fibrosos	24
Tabela 4. Parâmetros calculados	25
Tabela 5. Variação da densidade básica	25

1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica, bioma majoritariamente brasileiro, está localizada ao longo da costa atlântica da América do Sul e, de forma geral, apresenta clima tropical úmido, com predominância de temperaturas elevadas e grandes períodos de chuva sem estação seca (JOLY et al., 1991). Esse importante bioma é abrigo de diversas espécies vegetais e animais endêmicas, muitas das quais classificadas em risco de extinção (FONSECA-CORTÉS, 2023). No cenário botânico, estima-se que a Mata Atlântica hospeda aproximadamente cerca de 20.000 espécies de plantas vasculares, e dentre essas, 8.000 endêmicas, algumas delas muito emblemáticas para a cultura brasileira como, por exemplo, o ipê-amarelo (*Handroanthus albus* (Cham.) Mattos) e o pau-brasil (*Paubrasilia echinata* (Lam.) Gagnon, H.C.Lima & G.P.Lewis) (FONSECA et al., 2004). O endemismo desse bioma não diz respeito somente à sua singularidade, mas também à sua manutenção ecossistêmica global (ANJU et al., 2024). Funções chaves na cadeia alimentar são mantidas pelas espécies vegetais endêmicas, com associações vitais com a fauna, por exemplo polinização e alimentação, além de regulações climáticas e hídricas, que reverberam em todas as relações ecológicas, destacando a sua importância para o equilíbrio ambiental de todo o planeta (MOHAN, 2024).

A Mata Atlântica abrange uma série de paisagens, como florestas tropicais, subtropicais e de montanha (FONSECA et al., 2004), além das matas paludosas, uma fitofisionomia crucial na manutenção e regeneração desse ecossistema. Essas zonas úmidas desempenham papéis fundamentais na estabilidade dos ecossistemas fluviais e oferecem refúgio para espécies adaptadas às inundações, destacando o alto grau de endemismo dessas áreas (OESTER, 2024). Ademais, essas florestas ripárias também contribuem para a qualidade da água através do fornecimento de matéria orgânica aos corpos d'água, influenciando o ciclo de nutrientes local (TOLKKINEN, 2021) e também mitigam as consequências das mudanças climáticas, através do armazenamento de carbono e protegendo as regiões costeiras do aumento do nível do mar (NAKAMURA, 2021).

Entretanto, após séculos de exploração humana e degradação ambiental, a Mata Atlântica, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do planeta, encontra-se atualmente em estado crítico de ameaça (SANTOS, 2020). O aumento da população brasileira, dos centros urbanos e a expansão da agropecuária são os

principais responsáveis por tal fragmentação, principalmente desde o início do século XX até os dias atuais (SANTOS, 2020). Barbosa (2017) cita que, em 2012, o gênero *Eucalyptus* já representava 76,6% dos 7,7 milhões de hectares de florestas plantadas no país e as zonas úmidas não ficaram de fora dessa destruição vertiginosa.

Porém, em 1971, na cidade iraniana de Ramsar, foi aprovado um tratado intergovernamental que promove a cooperação entre países na conservação e no uso racional das zonas úmidas no mundo. A Lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional (ou, Lista de Ramsar) é o documento adotado pela Convenção Ramsar que integra as áreas designadas pelos países signatários, que devem estipular ao menos uma zona úmida de seus territórios para ser integrada à Lista, que após aprovação de um corpo técnico especializado, receberá o título de Sítio Ramsar. As zonas úmidas assim reconhecidas se beneficiam de prioridade no acesso à cooperação técnica internacional e apoio financeiro para promover projetos que visem a sua proteção e a utilização sustentável dos seus recursos naturais, favorecendo a implantação, em tais áreas, de um modelo de desenvolvimento que proporcione qualidade de vida aos seus habitantes.

O complexo de zonas úmidas estudado neste trabalho está localizado no Litoral Norte da Bahia, no município do Conde. Estes ecossistemas, formados provavelmente através de transgressões marinhas que modelaram as planícies costeiras durante o Holoceno (COLQUHOUN, 1967), atualmente apresentam clima quente e úmido, e temporada seca no verão (QUEIROZ, 2007). As temperaturas médias anuais da região variam entre 23 e 30°C, com volume de chuvas entre 1.200mm e 2.000mm, anualmente (MENEZES, 2019). Esse município destaca-se por abrigar diversas zonas úmidas interligadas, planícies de inundação, matas paludosas com vegetação remanescente de manguezal, estuários, florestas de mangue e lagoas costeiras de água doce (MENEZES, 2016) (figura 1a). Entrecortado pelos rios Crumai e Itapicuru (figura 1b), alguns canais apresentam-se inundados por quase todo o ano. Além de manter diversos serviços ecossistêmicos essenciais, esses ecossistemas desempenham um papel vital na vida das populações locais, fornecendo recursos naturais e, assim, configurando-se como a principal fonte de subsistência e renda de diversas comunidades que sobrevivem através da pesca, agricultura e turismo (ODAYA, 2024).



Figura 1a. Zonas úmidas do Conde, evidenciando as planícies de inundação. Acervo pessoal. 1b. Mapa da região do Conde-BA, destaque para o rio Itapicuru que corta o município. À direita o Oceano Atlântico. 1c. Rodovia BA-099 que interliga todo o litoral Norte da Bahia. Acervo pessoal.

Contudo, desde a década de 1970, essas zonas úmidas têm sido aceleradamente degradadas, por conta de diversos fatores, incluindo a construção de estradas, aterros, drenagem de corpo d'água para uso agrícola, barramentos de rios para geração de energia e a expansão extensiva da agropecuária (MENEZES, 2009) (figura 1c). Essas atividades humanas tão danosas para os ecossistemas naturais resultam na perda de habitat, na redução da biodiversidade e na alteração dos fluxos hídricos (PARTHVEE et al., 2024) ameaçando, assim, as comunidades locais que dependem intrinsecamente desses ecossistemas para sua vida plena e bem-estar.

No entanto, é possível frear a velocidade dessa degradação agregando valor às espécies lenhosas locais, a partir da identificação do potencial econômico dessas

espécies. Para isso, é preciso qualificar a madeira utilizando a morfometria das fibras e, a partir dessas medições, avaliar a eficiência das espécies quando submetidas aos parâmetros físico mecânicos.

Paula (1999) comenta que o Brasil deve, sem medir esforços, procurar desenvolver tecnologia destinada à exploração sustentável de energia acumulada nos vegetais, especialmente formando grandes maciços florestais heterogêneos com espécies nativas com vocação energética. É nesse sentido que a identificação do potencial econômico das madeiras do Conde pode evitar o extrativismo irregular que não leva em conta as espécies mais eficientes para determinado fim, idade, diâmetro e nem se a espécie é ameaçada ou não de extinção.

Para este estudo, foram coletadas três espécies, *Campomanesia dichotoma* (O.Berg) Mattos, *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. e *Symphonia globulifera* L.f., pertencentes às famílias Myrtaceae, Combretaceae e Clusiaceae, respectivamente (MUNIZ; OLIVEIRA e RIBEIRO, 2024).

2. REVISÃO DA LITERATURA

O estudo anatômico das fibras vegetais, especialmente sobre a qualidade celulósica, é amplamente discutido na literatura acadêmica, principalmente na área das ciências agrárias, porém sua aplicação no contexto da preservação ambiental e valorização de ecossistemas ameaçados, especialmente em zonas úmidas, ainda é uma área de pesquisa pouco explorada. Como explicitado adiante na metodologia, as características anatômicas das fibras, como o espessamento da parede celular, a largura e o comprimento da fibra, determinam a qualidade da celulose e, consequentemente, a do papel produzido a partir dela, já que influenciam na resistência e flexibilidade da fibra. A indústria de papel e celulose, portanto, se debruça sobre esses parâmetros, o que justifica a grande parte das pesquisas sobre o tema serem nessa área, voltadas para a aplicação mercadológica (ALVES, 2016; HUMMEL, 2017). Esses trabalhos se concentram, em sua grande maioria, em espécies com valor comercial como o eucalipto e o pinus (BOSCHETTI, 2015; GOMIDE, 2005; FOELKEL, 1977, 1978 e 2009), que são amplamente cultivadas

para a produção de papel e celulose devido às suas características de alta produtividade e uniformidade (SANTOS, 2018).

Porém, o estudo da anatomia das fibras ligado à conservação de ecossistemas ameaçados deveria receber a devida atenção, já que essas fibras possuem muito potencial para mitigar as mudanças climáticas e promover a sustentabilidade ambiental, temas tão atuais diante do cenário climático global. Poucas são as pesquisas que unem as análises morfológicas da madeira com o viés conservacionista de áreas ameaçadas ou pouco estudadas, como visto em Silva (2009, 2011). As propriedades anatômicas e as possibilidades de aproveitamento econômico das plantas nativas das matas paludosas da Mata Atlântica são praticamente desconhecidas. Pesquisas como essas podem contribuir para a valorização econômica sustentável dessas regiões, ajudando a conservar esses ecossistemas frágeis e essenciais.

Portanto, a carência de estudos anatômicos sobre as fibras vegetais relacionadas à conservação ambiental das zonas úmidas tropicais representa uma lacuna significativa no campo científico, e há um grande potencial para o desenvolvimento de novas abordagens que possam conciliar a preservação ambiental com um desenvolvimento econômico sustentável.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Apresentar a estrutura anatômica de espécies vegetais de zonas úmidas do Conde.

3.2. Específicos

Contribuir para a preservação das zonas úmidas ameaçadas de degradação no município de Conde, através da valorização dessas áreas alagadas por meio de estudos anatômicos e densidade do lenho de espécies vegetais nativas da região.

Explorar o potencial econômico da madeira dessas espécies, ressaltando a importância de práticas de manejo sustentável que assegurem a conservação da biodiversidade, ao mesmo tempo em que proporcionam benefícios econômicos para

as comunidades locais.

Agregar valores para proposição da criação de um sítio RAMSAR.

Diminuir a lacuna existente nos estudos das madeiras de regiões alagadas na Bahia, a partir da caracterização, identificação e determinação do seu potencial energético.

4. METODOLOGIA

4.1. Questionário e entrevistas

Visando se aproximar da realidade de utilização de espécies lenhosas pela comunidade do Conde, foi elaborado um questionário que constava perguntas de caráter histórico e levantamento de espécies empregadas pela população local, bem como seus respectivos usos (anexo 1). Ele foi aplicado em formato de entrevista com figuras cruciais, como antigos moradores da área, trabalhadores que retiravam madeira para o uso da comunidade, professoras locais e um ex-prefeito e grande patriarca, para o entendimento do uso da madeira no Conde e as mudanças nas paisagens da região ao longo dos anos. Para isso foi produzido e preenchido um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 2). Nas entrevistas foram citadas 12 espécies e foram coletadas as espécies encontradas em campo.

4.2. Área de coleta e preparação do material

As amostras de *Campomanesia dichotoma*, *Laguncularia racemosa* e *Symphonia globulifera* foram coletadas na região de Cavalo Russo, no município de Conde (11°44'29.3" S, 37°31'28.7W), cerca de 6 km de distância ao norte da sede, perfazendo uma área de cerca de 9623 ha de Proteção Ambiental do Litoral Norte (APA LN), criada pelo governo estadual em 1992, a unidade de conservação com menor índice de proteção do país (SILVA, 2003). Seu principal objetivo é a preservação do patrimônio natural na área de influência da rodovia BA-099, construída em 1996. A área de preservação limita-se ao norte com a divisa dos estados da Bahia e Sergipe, rio Real, a leste com o Oceano Atlântico, ao sul pelo curso do Rio Pojuca, e a Oeste pela linha distante 10 km dos pontos da preamar média (CONDER, 2001).

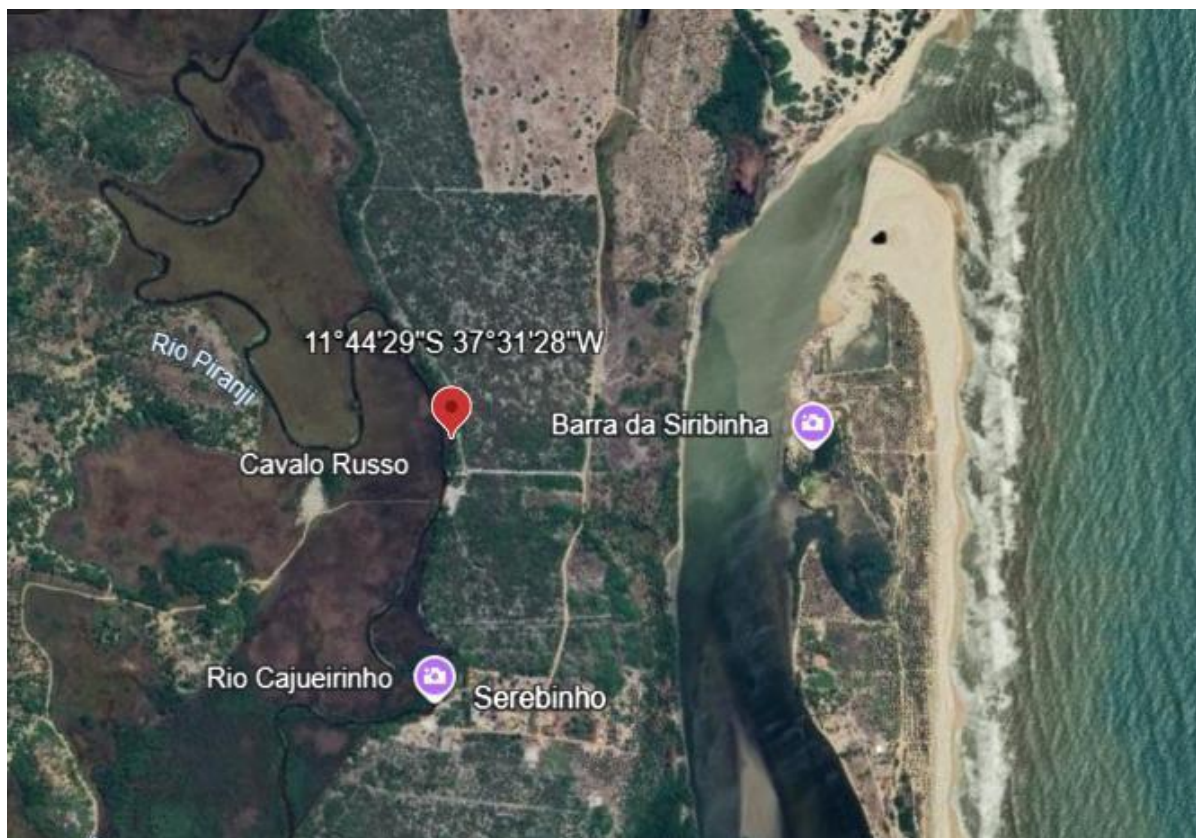


Figura 2. Ponto da coleta apontado no mapa.

O sítio em questão está localizado sob o domínio dos tabuleiros costeiros, presentes no extremo oriental da área da bacia do Itapicuru, próximo à costa, avançando para o interior por cerca de 30 km (CONDER, 2001). Estes tabuleiros correspondem às áreas de afloramento dos sedimentos arenosos e areno-argilosos da Formação Barreiras, depositados discordantemente sobre o embasamento cristalino. A área é caracterizada por fragmentos de floresta ripária entrecortados por campos de pastagem e zonas alagadas. Apesar de possuir plano de manejo, o mesmo não foi ainda implantado.

A coleta foi feita por alunos e professores do curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia (IBIO-UFBA) e a identificação das madeiras, realizada pela Profa. Maria Lenise Guedes da mesma instituição. Foram coletadas amostras do tronco de três indivíduos adultos diferentes de cada espécie de forma randomizada, não destrutiva, na altura do peito (DAP = 1,30m). As regiões afetadas foram tratadas com sulfato de cobre para evitar o ataque de microrganismos. Para os estudos do lenho, as amostras foram trazidas ao LAVIM

(Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras), localizado no Instituto de Biologia da UFBA, onde permaneceram em estufa por 48 horas para a devida desidratação.

4.3. Análise macroscópica

As amostras passaram por tratamento, no sentido transversal e tangencial, utilizando lixas de gramatura 80, 100 e 150 ou desbastando-se com lâminas afiadas, a fim de tornar visível a estrutura macroscópica. A análise foi feita com auxílio de lupa manual (conta-fios) com aumento de 10X. Na seção transversal foram observadas a organização e distribuição dos vasos, presença ou ausência de parênquima e arrumação do mesmo. Na seção longitudinal tangencial foi estudada a distribuição e organização dos raios.

4.4. Confeção das lâminas histológicas

Foram retirados blocos de 1x5 cm de cada um dos três eixos anatômicos (transversal, longitudinal radial e tangencial) utilizando serrotes. Após passarem por 12 horas de fervura por imersão em água, os blocos foram cortados em micrótomo de deslize Spencer e foram retiradas seções de 18 a 25 μ m de espessura de cada um deles. As melhores foram selecionadas e seguiram para a confecção das lâminas histológicas, conforme metodologia de Johansen (1940). Para clarificação, as seções passaram por uma solução de hipoclorito de sódio (30%), seguindo a técnica de Doğu & Grabner (2010). Após esse processo, elas foram lavadas três vezes em água destilada, depois coradas com safranina etanólica (50%), banhadas em uma série alcoólica 50-60-70-80-90-100%, mergulhadas no eucaliptol, secadas em papel absorvente e, finalmente, montadas em lâminas histológicas permanentes, fixadas em resina Entellan.

As descrições anatômicas do lenho foram realizadas segundo as normas da International Association Wood Anatomists Committee (IAWA, 1989). No plano transversal foram analisados: elementos de vaso (porosidade, arranjo, agrupamento, placas de perfuração, pontoações e conteúdos), fibras (espessamento da parede, pontoações e fibras septadas) e parênquimas axiais. Já no plano longitudinal tangencial foram mensurados: parênquima radial (largura e altura, número de células

radiais na largura e altura e composição celular), estrutura estratificada, elementos secretores e inclusões minerais. No plano radial, observou-se o formato das células parenquimáticas radiais. As lâminas histológicas permanentes foram depositadas na Xiloteca Professor José Pereira de Sousa (PJPSw) do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

4.5. Confeção dos macerados

Das amostras foram retiradas esquirolas no sentido longitudinal com ajuda de um estilete, depositadas em tubos de ensaio contendo solução de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio (30%), para a dissociação dos elementos celulares, na proporção 2:1, seguindo o método de Franklin (1945). Os tubos foram tampados, com papel laminado, e levados à estufa a 60°C por 24 horas (ou até o material se apresentar dissociado e mais claro). Após resfriamento, o material passou por 10 a 15 lavagens, com muito cuidado a fim de evitar rupturas e perdas de material, em água corrente, até que a solução dissociante foi retirada por completo. Posteriormente, as células do lenho dissociadas foram coradas com safranina etanólica 50% e armazenadas em frascos de vidros, com adição de duas gotas de fenol para evitar ação microbiana e fúngica. Em seguida, foram confeccionadas as lâminas semipermanentes para a análise das fibras.

4.6. Análise qualitativa das estruturas celulares

As medições das fibras e vasos foram feitas em microscópios Olympus e Carl Zeiss em diferentes ampliações (4x, 10x e 40x). As medidas foram comparadas usando tabela de conversão. Foram realizadas 20 medidas por amostra para cada caráter analisado. Em relação aos vasos, foram mensurados diâmetro, comprimento e diâmetro das pontoações intervasculares; em relação às fibras, foram registrados os valores de comprimento (l), diâmetro (D), diâmetro do lúmen (d) e a espessura de parede (e).

Para identificação do potencial madeireiro, foram calculadas as principais relações entre as dimensões das fibras e as propriedades físico-mecânicas, a partir dos valores mensurados, como o coeficiente de flexibilidade, o índice de enfeltramento, a fração parede e o índice de Runkel.

O coeficiente de flexibilidade indica o nível de colapso que as fibras toleram durante o processamento do papel. Ele está ligado à flexibilidade da fibra e sua capacidade de fazer ligações umas com as outras, portanto quanto mais alto este valor mais flexível serão as fibras e maior será a resistência delas à ruptura e menor à tração (FOELKEL; BARRICHELO, 1975). Coeficiente de Flexibilidade (CF): $CF = d/D \times 100$ (Milanez & Foelkel, 1981).

O índice de enfieltramento relaciona-se à resistência ao rasgo e arrebatamento quando as fibras passam por teste físico-mecânico. Quanto mais alto este valor maior será sua resistência ao rasgo (MOGOLLÓN; AGUILERA, 2002), sendo valores acima de 50 atribuídos à produção de um papel com maior qualidade (BALDI, 2001). Índice de Enfieltramento (IE): $IE = l/D$ (Milanez & Foelkel, 1981).

A fração parede é um parâmetro que indica a rigidez da fibra. Ele associa-se à espessura da parede fibrosa, à facilidade de colapso e à flexibilidade para ligação dessas células (FOELKEL; BARRICHELO, 1975). Quanto maior a deposição de celulose, lignina e hemiceluloses, mais espessa será a parede e mais alto será o valor da fração parede. Fibras rígidas não se interligam facilmente, o que afeta a formação da folha e, conseqüentemente, as propriedades físico-mecânicas e ópticas do papel (FOELKEL; BARRICHELO, 1975). O limite de 40% corresponde à quantidade celulósica adequada para a produção de papel, pois espécies com altos valores nesse índice possuem fibras muito rígidas (FOELKEL; BARRICHELO, 1975). Fração Parede (FP): $FP = (2e/D) \times 100$ (Foelkel, 1978).

O índice de Runkel é o parâmetro diagnóstico do uso das fibras para papel, ele revela o grau de colapso das fibras durante o processamento do material. Quanto mais alto o valor obtido menor será o colapso, o que significa menor superfície de contato, menor capacidade de conexões na rede fibrosa e, conseqüentemente, um papel menos resistente. Dessa forma, Runkel (1952) propôs cinco grupos com valores crescentes do índice:

Grupo I (até 0,25) são consideradas excelentes para papel;

Grupo II (0,25 - 0,5) muito boas para papel;

Grupo III (0,5 - 1,0) boas para papel;

Grupo IV (1,0 - 2,0) regulares para papel;

Grupo V (acima de 2,0) não devem ser usadas para papel, pois o grau de colapso é muito baixo.

As fibras que apresentam índice de Runkel de valor até 2 produzem polpa celulósica de maior qualidade, por isso são as mais indicadas para fabricação de papel. No entanto, acima desse valor, a eficiência das fibras é reduzida, pois se tornam menos flexíveis e formam menos ligações entre si (ROCHA & POTIGUARA, 2007), o que pode prejudicar as propriedades do material. Índice de Runkel (IR): $IR = 2e/d$ (Runkel, 1952).

Quanto ao comprimento, as fibras são classificadas em:

Extremamente curta (menos de 500 μm);

Muito curta (500 a 700 μm);

Moderadamente curta (700 a 900 μm);

Tamanho médio (900 a 1600 μm);

Moderadamente longa (1600 a 2200 μm);

Muito longa (2200 a 3000 μm);

Extremamente longa (acima de 3000 μm)

(Metcalf & Chalk, 1983).

Em relação à espessura da parede, as fibras são classificadas em:

Muito espessa ($> 5 \mu m$);

Espessa (3 – 5 μm);

Delgada (2 – 3 μm);

Muito delgada ($< 2 \mu m$) (Manimekalai et al., 2002).

4.7. Determinação da densidade

Para o cálculo da densidade do lenho foram utilizadas amostras de 2×2 cm de partes mais próximas à medula e mais próximas às cascas das espécies

analisadas. As amostras foram secadas e pesadas e os valores encontrados foram aplicados às fórmulas seguindo a metodologia descrita por Vital (1984).

5. RESULTADOS

5.1. Aspectos gerais do lenho

C. dichotoma apresenta anéis de crescimento distintos, parênquima axial paratraqueal escalariforme em faixas estreitas de 3-4 células de comprimento, parênquima axial apotraqueal difuso em agregados, raios com 1-2 células procumbentes, placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, circulares a ovais, de tamanho pequeno (tabela 1; figura 3).

L. racemosa apresenta anéis de crescimento indistintos ou ausentes, parênquima axial paratraqueal aliforme confluyente em faixas marginais com mais de 8 células, raios unisseriados e procumbentes, placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, circulares a ovais, pequenas (tabela 1; figura 3).

S. globulifera apresenta anéis de crescimento indistintos ou ausentes, presença de tilose, parênquima axial paratraqueal aliforme confluyente em faixas estreitas com até três células de comprimento, parênquima axial apotraqueal difuso em agregados com 5-8 células por fio, raios com 1-3 células procumbentes, placa de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, circulares a ovais, de tamanho médio (tabela 1; figura 3).

Tabela 1. Características anatômicas dos elementos de vaso.

Espécie	Porosidade	Arranjo	Agrupamento
<i>Campomanesia Dichotoma</i>	Difusa	Radial	Solitários e radiais 2-4
<i>Laguncularia racemosa</i>	Difusa	Diagonal e radial	Solitários e radiais 2-4
<i>Symphonia globulifera</i>	Difusa	Tangencial	Solitários e radiais 2-3



Figura 3. Seções histológicas de *Campomanesia dichotoma* (3abc), *Laguncularia racemosa* (3def), *Symphonia globulifera* (3ghi). A primeira, segunda e terceira coluna correspondem, respectivamente, à seção transversal, tangencial e radial. 3a. Barras = 200 µm. 3bc. Barras = 100 µm. 3def. Barras = 100 µm. 3g. Barras = 200 µm. 3hi. Barras = 100 µm.

5.2. Mensurações de vasos, fibras, parâmetros calculados e densidade



Figura 4. Vasos e fibras de *Campomanesia dichotoma* (4ab), *Laguncularia racemosa* (4cd) e *Symphonia globulifera* (4ef). A primeira e a segunda coluna correspondem, respectivamente, ao vaso e à fibra 4a. Barras = 100 µm; 4b. Barras = 50 µm. 4c. Barras = 100 µm. 4d. Barras = 50 µm. 4e. Barras = 200 µm. 4f. Barras = 50 µm

Tabela 2. Mensurações dos elementos de vaso.

Espécie	Lúmen	Comprimento
<i>Campomanesia dichotoma</i>	$\geq 100 \mu\text{m}$	300-600 μm
<i>Laguncularia racemosa</i>	50-100 μm	400-600 μm
<i>Symphonia globulifera</i>	$\geq 200 \mu\text{m}$	350-800 μm

Tabela 3. Mensurações dos elementos fibrosos.

Espécie	Comprimento	Diâmetro	Lúmen	Parede
<i>Campomanesia dichotoma</i>	1842,8 μm Moderadamente longas	19,7 μm	5,2 μm	9 μm Muito espessa
<i>Laguncularia racemosa</i>	591 μm Muito curtas	27 μm	11 μm	8 μm Muito espessa
<i>Symphonia globulifera</i>	2256,25 μm Muito longas	28,75 μm	5 μm	11,875 μm Muito espessa

Tabela 4. Parâmetros calculados.

Espécie	Coefficiente de flexibilidade	Índice de enfieltramento	Fração parede	Índice de Runkel
<i>Campomanesia dichotoma</i>	26,39%	93,54	73,6%	2,78
<i>Laguncularia racemosa</i>	40,7%	21,8	59,25%	1,45
<i>Symphonia globulifera</i>	17,39%	78,47	41,30%	4,75

Tabela 5. Variação da densidade básica.

Espécie	Cerne	Alburno
<i>Campomanesia dichotoma</i>	0,68 g/cm ³	0,66 g/cm ³
<i>Laguncularia racemosa</i>	0,76 g/cm ³	0,73 g/cm ³
<i>Symphonia globulifera</i>	0,84 g/cm ³	0,82 g/cm ³

6. DISCUSSÃO

Nas espécies trabalhadas, os valores encontrados para o coeficiente de flexibilidade são considerados baixos para a produção de um papel de qualidade, já que demonstram que suas fibras terão pouco colapso, pois são pouco flexíveis devido às suas espessuras.

As fibras de *C. dichotoma* e *S. globulifera* exibiram valores altos para o índice de enfieltramento, indicando firmeza nesse tipo celular. No entanto, o resultado foi inverso para *L. racemosa*, demonstrando menos resistência para as fibras dessa

espécie.

Todas as espécies aqui estudadas possuem valores de fração parede mais altos que o limite indicado, não sendo recomendadas à fabricação de papel. Madeiras mais densas, ou seja, que possuem fibras de paredes espessas, portanto, devem ser destinadas ao manejo em depósitos de carbono ou à produção de energia, já que, por ser menos flexível, o papel oriundo delas tende a ter menor resistência à tração e ao arrebenamento.

C. dichotoma e *S. globulifera* foram classificadas no grupo V do índice de Runkel, não sendo recomendadas para produção de papel. Suas células fibrosas são muito rígidas, determinando baixo grau de colapso e união, o que não é o ideal para a fabricação de um papel de qualidade. Em contraste, *L. racemosa* foi agrupada no grupo IV, apresentando um pouco mais de flexibilidade nas suas fibras, o que indica maior superfície de contato, resultando em maior união fibra-fibra.

A densidade básica é outro fator relevante na qualificação da madeira. Ela está relacionada à abundância de celulosas e lignina que a compõe. Valores mais próximos de 1,0 g/cm³ indicam grande quantidade de fibras em relação ao percentual de vasos e parênquimas, o que é o ideal para a formação de um depósito de carbono ou produção de carvão vegetal, já que corresponde a alto valor energético e maior teor de carboidratos acumulados nas paredes das fibras (GASSON, 1987; RAO *et al.*, 1997; PAULA, 1993). A espessura das paredes fibrosas também influencia na densidade do lenho, assim como observado por Fujiwara *et al.* (1991).

As três espécies estudadas apresentam valores altos de densidade básica, sobretudo a *S. globulifera*, e pouca variação em relação à distância do cerne, revelando grande concentração de fibras em seus lenhos. Portanto, é possível inferir que *C. dichotoma*, *L. racemosa* e *S. globulifera*, produzirão matéria prima de qualidade para criação de um depósito de carbono ou geração de energia através da queima do carvão.

As características morfológicas identificadas das espécies vegetais

trabalhadas têm um impacto significativo nos seus potenciais econômicos, especialmente no que diz respeito ao sequestro de carbono ou à geração de energia. A análise anatômica revelou estruturas morfológicas dos lenhos que são altamente favoráveis para a formação de biomassa, evidenciado pelas espessas paredes fibrosas, densas devido ao acúmulo dos compostos orgânicos. Essas substâncias, como celulose, hemicelulose e lignina, são constituídas sobretudo de carbono, fonte primária para combustão. Os altos valores encontrados para o índice de Runkel e densidade confirmam que o lenho dessas espécies é apropriado para o acúmulo de carbono e para a produção de energia através da queima (ROCHA & POTIGUARA, 2007).

Essas constatações podem abrir novas possibilidades para a utilização dessas espécies vegetais na região do Conde, como contribuir para a diversificação da matriz energética local e potencialmente reduzir a dependência de fontes não renováveis. Além disso, a grande biomassa produzida pelo lenho dessas espécies pode ser considerada como um valioso depósito de carbono. Diante do cenário climático atual, com a intensificação das mudanças climáticas, a emissão de gases de efeito estufa (GEE) deve ser gradativamente mais evitada, pois são eles os principais responsáveis pelo aquecimento global (BRANDO *et al.*, 2020). Nesse sentido, se faz cada vez mais necessária a preservação dos ecossistemas, destaque para as florestas.

Globalmente, as árvores são responsáveis por sequestrar boa parte do CO₂ atmosférico e mais de 40% do carbono orgânico terrestre (SILVA *et al.*, 2025) e armazená-lo no corpo vegetal e no solo na forma de compostos orgânicos, como os encontrados nas fibras do lenho. A capacidade de sequestro do carbono depende de diversos fatores incluindo a densidade, tamanho e idade da árvore; clima; práticas de manejo e origem (nativa ou não) (ADRIÁN LÁZARO-LOBO *et al.*, 2023; OGBEMUDIA *et al.*, 2023). Corazza (1999) e Ogbemudia (2023) apontam que os sistemas naturais exibem níveis mais altos de acumulação de carbono, quando comparados com plantações, por possuírem maior densidade e tamanho vegetal. Diante disso, se faz emergente a identificação de mais espécies vegetais nativas possuidoras das estruturas anatômicas mais adequadas para o sequestro e armazenamento do carbono, concomitantemente com esforços conservacionistas

das florestas naturais para mitigar as variações climáticas futuras.

7. CONCLUSÕES

Os valores encontrados do coeficiente de flexibilidade são considerados baixos para a produção de um papel de qualidade, já que demonstram que suas fibras terão pouco colapso, pois são pouco flexíveis devido às suas espessuras.

O índice de enfeltramento exibiu valores altos, indicando que as fibras de *C. dichotoma* e *S. globulifera* são firmes. No entanto, o resultado foi inverso para *L. racemosa*, demonstrando menos resistência para as fibras dessa espécie.

Todas as espécies possuem valores de fração parede mais altos que o limite indicado, não sendo recomendadas à fabricação de papel. Madeiras mais densas, ou seja, que possuem fibras de paredes espessas, portanto, devem ser destinadas ao sequestro de carbono ou à produção de energia, já que, por ser menos flexível, o papel oriundo delas tende a ter menor resistência à tração e ao arrebentamento.

O índice de Runkel *C. dichotoma* e *S. globulifera* foram classificadas no grupo V do índice de Runkel, não sendo recomendadas para produção de papel. Suas células fibrosas são muito rígidas, determinando baixo grau de colapso e união, o que não é o ideal para a fabricação de um papel de qualidade. Em contraste, *L. racemosa* foi agrupada no grupo IV, apresentando um pouco mais de flexibilidade nas suas fibras, o que indica maior superfície de contato, resultando em maior união fibra-fibra.

As três espécies estudadas apresentam valores altos de densidade básica, sobretudo a *S. globulifera*, e pouca variação em relação à distância do cerne, revelando grande concentração de fibras em seus lenhos. Portanto, é possível inferir que *C. dichotoma*, *L. racemosa* e *S. globulifera*, armazenarão grande quantidade de carbono e produzirão matéria prima de qualidade para geração de energia através da queima do carvão.

A análise anatômica revelou estruturas morfológicas dos lenhos que são altamente favoráveis para a formação de biomassa, evidenciado pelas espessas paredes fibrosas, densas devido ao acúmulo dos compostos orgânicos. Essas

substâncias, como celulose, hemicelulose e lignina, são constituídas sobretudo de carbono, fonte primária para combustão.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essas constatações podem abrir novas possibilidades para a utilização dessas espécies vegetais na região do Conde, como contribuir para a diversificação da matriz energética local e potencialmente reduzir a dependência de fontes não renováveis. Sob outra perspectiva, a grande biomassa produzida pelo lenho dessas espécies pode ser considerada como um valioso depósito de carbono ou banco de espécies vivas, fornecendo sementes e/ou mudas para reprodução e repovoamento em outras áreas alagadas semelhantes. Nesse sentido, se faz cada vez mais necessária a preservação dos ecossistemas, principalmente as zonas paludosas.

É crucial enfatizar que a aplicação dos dois potenciais econômicos identificados deve ser feita a partir de um plano de manejo sustentável e consciente, levando em consideração não apenas os benefícios econômicos, mas também os impactos ambientais e sociais. Tanto a exploração do potencial anatômico para a queima, quanto de um depósito de carbono, se realizado com ganância ou sem equilíbrio, podem acarretar consequências danosas para os ecossistemas e populações locais. Mishra e Khattra (2024) destacam que a aplicação de uma prática de manejo adequada, como o sistema agroflorestal, preserva os habitats naturais, colabora na resiliência dos ecossistemas e ainda mantém a produtividade agrícola. Essas técnicas são essenciais para uma sustentabilidade a longo prazo, pois incluem a comunidade e promovem a conservação da biodiversidade.

Reitero que é fundamental a integração dos resultados deste estudo com a comunidade local do Conde, Bahia para garantir que qualquer iniciativa relacionada à exploração dessas espécies seja conduzida de maneira responsável e inclusiva. Dessa forma, é possível manter um diálogo construtivo e garantir que as comunidades locais tenham acesso aos possíveis benefícios econômicos gerados a partir dos resultados apontados. Além disso, a valorização da biodiversidade da região não deve se limitar apenas às indicadas neste estudo, mas também pode abranger outras possibilidades, como a promoção sustentável do ecoturismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. P. et al. Anatomical and chemical properties of cellulose fibers in relation to papermaking quality. *Cellulose*, v. 23, n. 5, p. 1-15, 2016.

ANJU, M.; BRAVISHMA, P.; RAVEENA, R. N.; VARSHA, K. S. Exploring the ecological significance of endemic wildlife: a critical analysis of their role in ecosystem dynamics. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 2024. DOI: 10.56557/upjoz/2024/v45i94027.

BALDI, F. Il processo di produzione delle paste chimiche e il loro trattamento. In: CORSO DI TECNOLOGIA PER TECNICI CARTARI, 8., 2000, Verona. Anais... Verona: Scuola Grafica Cartaria, 2001. 41 p.

BARBOSA, V. et al. Biomassa, carbono e nitrogênio na serapilheira acumulada de florestas plantadas e nativa. *Floresta e Ambiente*, v. 24, n. 0, 2017. DOI: 10.1590/2179-8087.024315.

BARBOSA, V.; BARRETO-GARCIA, P.; GAMA-RODRIGUES, E.; PAULA, A. de. Biomassa, carbono e nitrogênio na serapilheira acumulada de florestas plantadas e nativa. *Floresta e Ambiente*, v. 24, 2017. DOI: 10.1590/2179-8087.024315.

BORGES, M. L. et al. Exploring the potential of native plant fibers for sustainable economic development in wetland areas. *Environmental Sustainability Journal*, v. 11, n. 3, p. 205-220, 2019.

BOSCHETTI, W. T. N.; PAES, J. B.; OLIVEIRA, J. Tarcísio. da S.; DUDECKI, L. Características anatômicas para produção de celulose do lenho de reação de árvores inclinadas de eucalipto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 50, n. 6, p. 459-467, jun. 2015. DOI: 10.1590/S0100-204X2015000600004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/CYzzwYyDnd5L8z85rMhRqfj/?format=pdf&lang=pt>.

BRANDO, P. M. et al. The gathering firestorm in southern Amazonia. *Science Advances*, v. 6, n. 2, p. eaay1632, 1 jan. 2020.

BURGUER, L. M.; RICHTER, H. G. Anatomia da madeira. São Paulo: Nobel, 1991.

COLQUHOUN, D. Atlantic Coastal Plain Terraces and Terrace Formations:

ABSTRACT. AAPG Bulletin, v. 51, p. 459-459, 1967. Disponível em: <https://doi.org/10.1306/5D25B821-16C1-11D7-8645000102C1865D>. Acesso em: 19 dez. 2024.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. COPANT 30:1 - 019: madeiras: descrição macroscópica, microscópica e geral da madeira: esquema 1 de recomendações. [S.l.], 1973. 16 p.

CONDER. Prodesu: Programa de Desenvolvimento Sustentável para a Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia. Relatório Síntese. 2001. 56 p.

CORAZZA, E. J. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 23, n. 2, p. 425-432, jun. 1999.

DOĞU, A. D.; GRABNER, M. A staining method for determining severity of tension wood. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, v. 34, p. 381-392, 2010. DOI: 10.3906/tar-0906-209.

DUARTE DOS SANTOS, L.; SCHLINDWEIN, S. L.; FANTINI, A. C.; HENKES, J. A.; BELDERRAIN, M. C. N. Dinâmica do desmatamento da Mata Atlântica: causas e consequências. Revista de Gestão Social e Ambiental, v. 9, n. 3, p. 378-402, 2020. DOI: 10.19177/RGSA.V9E32020378-402.

FOELKEL, C. B.; BARRICHELO, L. E. G. Tecnologia de celulose e papel. Piracicaba: ESALQ/USP, 1975. 207 p.

FOELKEL, C. E. B. Madeira do eucalipto: da floresta ao digestor. Boletim Informativo IPEF, v. 6, p. 72-87, 1978.

FOELKEL, C. E. B.; SANI, A. Presente, passado e perspectivas futuras na utilização do eucalipto pela indústria de celulose no Brasil. Monte Alegre: Celulose Nipo-Brasileira, 1977. 55 p.

FONSECA-CORTÉS, A.; CARDOSO, D.; SNAK, C.; QUEIROZ, L. P. de. A new endemic species of *Macropsyechanthus* (Leguminosae: Papilionoideae) from the Brazilian Atlantic Forest. Phytotaxa, 2023. DOI: 10.11646/phytotaxa.620.3.3.

FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; PAGLIA, A. P.; MITTERMEIER, R. A. In: MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, C. G.; MITTERMEIER, J.; LAMOUROUX, J.; FONSECA, G. A. B. (Eds.). Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Washington, DC: Cemex, 2004. p. 84-88.

FRANKLIN, G. L. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature*, v. 155, p. 51, 1945.

FUJIWARA, S.; SAMESHIMA, K.; KURODA, K. & TAKAMURA, N. Anatomy and properties of Japanese hardwoods I. Variation of fibre dimensions and tissue proportions and their relation to basic density. *IAWA Bulletin* 12: 419-424, 1991.

GASSON, P. Some implications of anatomical variations in the wood of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) including comparisons with common beech (*Fagus sylvatica* L.) *IAWA Bulletin* 8: 149-166, 1987.

GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. de; SILVA, C. M. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* do Brasil. *Revista Árvore*, v. 29, p. 129-137, 2005. DOI: 10.1590/S0100-67622005000100014.

HUMMEL, M. et al. Fiber morphology and its effect on paper strength properties. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, v. 37, n. 2, p. 125-138, 2017.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, n.s., v. 10, n. 3, p. 219-332, 1989.

JOHANSEN, D. A. *Plant Microtechnique*. London: MacGraw-Hill Book Company, 1940. 523 p.

JOLY, C. A.; LEITÃO FILHO, H. F.; SILVA, S. M. O patrimônio florístico. In: *Mata Atlântica/Atlantic rain forest*. São Paulo: Fundação S.O.S. Mata Atlântica/Index, 1991. p. 97-107

KAUR, S.; KHATTRA, A.; DOGRA, R. Advancing sustainable ecosystem development. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*,

2024. DOI: 10.9734/jgeesi/2024/v28i7789.

LÁZARO-LOBO, A. et al. Quantifying carbon storage and sequestration by native and non - native forests under contrasting climate types. *Forest Ecology and Management*, 7 jun. 2023.

MACIEL, M. G. et al. The role of native plants in ecological restoration and sustainable economies: case studies from Brazilian wetlands. *Journal of Environmental Management*, v. 259, p. 110125, 2020.

MAINERI, C.; LOUREIRO, A. Madeira de *Symphonia globulifera* L., *Platonia insignis* MART., *Moronobea coccinea* AUBL. e *Moronobea pulchra* DUCKE (Guttiferae). Estudo anatômico macro e microscópico, como contribuição a sua identificação. Manaus: INPA, 1964. (Botânica, 18).

MANIMEKALAI, V.; PAVICHANDRAN, P.; BALASUBRAMANIAN, A. Fibres of *Sorghum bicolor* (L.) Moench and their potential use in paper and board making. *Phytomorphology*, v. 52, n. 1, p. 55-59, 2002.

MENEZES, C. M. et al. Florística e fitossociologia do componente arbóreo do município de Conde, Conde, Bahia, Brasil. *Revista Biociências, UNITAU*, v. 15, n. 1, p. 44-55, jul. 2009.

MENEZES, L. A. Análise dos fragmentos de vegetação do baixo curso do rio Itapicuru – Conde/BA, baseado no tamanho e índice de circularidade (IC). 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto Federal Baiano, Campus Santa Inês/Bahia, 2016.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. Anatomy of the dicotyledons - Wood structure and conclusion of the general introduction. v. 2. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1983. 308 p.

MICCO, V. et al. From wood formation to tree rings in biology, ecology and forestry. *IAWA Journal*, v. 40, n. 2, p. 151-154, 2019.

MISHRA, N.; PRADHAN, S. K.; PATRA, S. K.; PADHY, C.; PRADHAN, K.; GHOSH, S.. Preservation of biodiversity and sustainability of ecosystem. *Asian Journal of*

Agricultural Extension, Economics and Sociology, 2024. DOI: 10.9734/ajaees/2024/v42i92549.

MOGOLLÓN, G.; AGUILERA, A. Guia teórica y práctica de morfología de la fibra. Mérida: Universidad de Los Andes, 2002. 48 p.

MUNIZ, F. H. Symphonia in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB6881>.

NAKAMURA, K. Riparian forests and climate change: interactive zone of green and blue infrastructure. Ecological Research Monographs, 2021. DOI: 10.1007/978-981-16-6791-6_6.

NIGOSKI, S.; MUNIZ, G. I. B.; TRIANOSKI, R.; MATOS, J. M.; VENSON, I. Características anatômicas da madeira e índices de resistência do papel de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake proveniente de plantio experimental. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 40, n. 94, p. 203-211, jun. 2012.

O ECO. O que é um sítio Ramsar? Disponível em: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/27976-o-que-e-um-sitio-ramsar/>. Acesso em: 19 dez. 2024.

ODAYA, L. Important Functions of Wetlands in Local Communities in Kenya: A Case Study of Sio-River Wetland in Nambale Sub-County, Busia County. 2024. East African Journal of Environment and Natural Resources, 7(1), 494–505. <https://doi.org/10.37284/eajenr.7.1.2224>

OESTER, R.; OMENA, P. M. de; COSTA, L. C.; MORETTI, M. S.; ALTERMATT, F.; BRUDER, A. Biodiversity and riparian forests are mutual biological drivers of ecosystem functions in temperate and tropical streams. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2024.08.16.608233>. Acesso em: 19 dez. 2024.

OGBEMUDIA, F. O.; RICHARDSON, Ita; ANWANA, E. Tree-based carbon sequestration and storage abilities vary in natural and plantation forest ecosystems. West African Journal of Applied Ecology, 2023. DOI: 10.4314/wojast.v15i1.19.

OLIVEIRA, M. I. U.; COSTA, I. R.; PROENÇA, C. E. B. Campomanesia in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB10307>.

OLIVEIRA, R. A. et al. Wetland plant fibers: an underexplored resource for sustainable industrial applications. *Ecological Economics*, v. 72, n. 4, p. 185-193, 2021.

PARTHVEE, R.; DAMOR, R. Anthropocene: human activity impact on the climate and environment. *Journal of Climate Change*, 2024. DOI: 10.3233/jcc240006.

PAULA, J.E. Madeiras da caatinga úteis para produção de energia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 28: 153-165, 1993.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica de madeiras nativas do Cerrado com vistas à produção de energia. *CERNE*, v. 5, n. 2, p. 26-40, 1999.

QUEIROZ, E. P. Levantamento florístico e georreferenciamento das espécies com potencial econômico e ecológico em restinga de Mata de São João, Bahia, Brasil. *Biotemas*, v. 20, n. 4, p. 41-47, 2007.

QUEIROZ, J. A. L.; MACHADO, S. A. Potencial de utilização madeireira de espécies florestais de várzea no município de Mazagão no estado do Amapá. *Floresta*, v. 37, n. 2, mai./ago. 2007.

RAO, R.V.; AEBISCHER, D.P. & DENNE, M.P. Latewood density in relation to wood fibre diameter, wall thickness, and fibre and vessel percentages in *Quercus robur*. *IAWA Journal* 18: 127-138, 1997.

RIBEIRO, R. T. M.; MARQUET, N.; LOIOLA, M. I. B. Combretaceae in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB6911>. Acesso em: 19 dez. 2024.

ROCHA, C. B. R.; POTIGUARA, R. C. de V. Morfometria das fibras das folhas de *Astrocaryum murumuru* var. *murumuru* Mart. *Acta Amazônica*, v. 37, p. 511-516, 2007. DOI: 10.1590/S0044-59672007000400005.

RUNKEL, R. O. H. Pulp from tropical wood. *TAAP*, v. 35, p. 174-178, 1952.

SANTOS, F. M. et al. Productivity and anatomical characteristics of *Eucalyptus* and *Pinus* for paper production. *Forest Ecology and Management*, v. 409, p. 1-9, 2018.

SILVA, E. M. Loss and degradation of wetlands at the Capivara Grande Environmental Protection Area, Camaçari, Bahia, Brazil. *Vida Silvestre Neotropical*, v. 7, p. 30-34, 2000.

SILVA, E. M.; BARROS, A. F.; NAVARRO, M. F. T.; MOTA, M. F. V.; COTSIFIS, P.; CHASTINET, C. B. A. Rehabilitation following industrial contamination: Jauá Lake, a coastal wetland in Camaçari, Bahia, Brazil. In: STREEVER, B. (Ed.). *An international perspective on wetlands rehabilitation*. Kluwer Academic Publishers, 1999. p. 197-203.

SILVA, J. H. et al. The importance of wetlands in conserving biodiversity and providing raw materials for sustainable industries. *Ecology and Society*, v. 27, n. 2, p. 16-30, 2022.

SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n. 2, p. 436-445, 2009.

SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. ex Benth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na caatinga nordestina. *Acta Botanica Brasilica*, v. 25, n. 2, p. 301-314, 2011.

SILVA, M. dos S. da et al. Physically protected carbon stocks in a Brazilian Oxisol under homogeneous forest systems. *Geoderma Regional*, v. 40, p. e00915, 2 jan. 2025.

SULTANA, R. S.; ISHIGURI, F.; YOKOTA, S.; IIZUKA, K.; HIRAIWA, T.; YOSHIZAWA, N. Wood anatomy of nine Japanese hardwood species forming reaction wood without gelatinous fibers. *IAWA Journal*, v. 31, p. 191-202, 2010. DOI: 10.1163/22941932-90000016.

SULTANA, R. S.; RAHMAN, M. A review on structures of secondary wall in reaction wood fiber of hardwood species. *Plant*, v. 1, p. 54-59, 2013. DOI: 10.11648/j.plant.20130105.12.

TOLKKINEN, M.; VAARALA, S.; AROVIITA, J. The importance of riparian forest cover to the ecological status of agricultural streams in a nationwide assessment. *Water Resources Management*, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/S11269-021-02923-2>.

TOOCHI, E. C. Carbon sequestration: how much can forestry sequester CO₂? *Forestry Research and Engineering: International Journal*, v. 2, n. 3, 31 maio 2018.

VITAL, B. R. Métodos de determinação de densidade da Madeira. Viçosa, UFV. 1984.

ANEXOS

Anexo 1. Questionário de entrevistas.

QUESTIONÁRIO PARA ENTREVISTAS COM POPULAÇÃO DO CONDE

1. Qual é a sua idade (RESPOSTA OPCIONAL) e há quanto tempo você mora em Vila do Conde?
2. Você se lembra de como era a vegetação nesta área quando você era mais jovem? Descreva como era a paisagem, quais tipos de árvores, plantas e vegetação eram predominantes.
3. Houve alguma mudança significativa na vegetação desde então? Se sim, em que aspectos? Quais são as diferenças mais notáveis entre a vegetação atual e a do passado?
4. Você notou alguma espécie de planta ou árvore que costumava ser comum na região, mas agora é rara ou desapareceu completamente?
5. Existem fatores específicos que você acredita terem contribuído para as mudanças na vegetação ao longo do tempo? (por exemplo, urbanização, desmatamento, mudanças climáticas, etc.)
6. Como essas mudanças na vegetação afetaram a vida selvagem local? Você notou diferenças na presença de animais ou pássaros em relação ao passado?
7. Na sua opinião, quais são as principais consequências das mudanças na vegetação para a comunidade local e para o meio ambiente em geral?
8. Você está ciente de algum esforço de conservação ou reflorestamento sendo realizado na área? Se sim, você acredita que esses esforços estão sendo eficazes?
9. Como você gostaria de ver a vegetação de Vila do Conde no futuro? Você acha que é possível restaurar parte da vegetação perdida?
10. Existe alguma outra informação ou experiência relacionada à vegetação de Vila do Conde que você gostaria de compartilhar?

Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Declaro, por meio deste termo, que eu _____, RG/CPF _____, concordei em ser entrevistado(a) na pesquisa de campo referente a pesquisa intitulada ZONAS ÚMIDAS DO CONDE - BA: PRESERVANDO E DIVULGANDO SUA VEGETAÇÃO A PARTIR DO CONHECIMENTO DA ESTRUTURA ANATÔMICA VEGETAL, desenvolvida por Fernanda Souza e Silva, Lucas Santana Nascimento Aguiar e Luisa Santana Silva, bolsistas do IBIO/UFBA.

Fui informado(a), ainda, de que a pesquisa é orientada pelo Dr. Lazaro Benedito da Silva, professor da Universidade Federal da Bahia (UFBA), a quem poderei consultar a qualquer momento que julgar necessário através do telefone nº (71) 3283-6511 ou e-mail bsilva@ufba.br.

Afirmo que estou ciente da necessidade do uso de minha imagem e/ou depoimento e AUTORIZO o seu uso para fins acadêmicos e técnico-científicos.

Aceitei participar por minha própria vontade, sem receber qualquer incentivo financeiro ou ter qualquer ônus e com a finalidade exclusiva de colaborar para o sucesso da pesquisa.

Atesto recebimento de uma cópia assinada deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Salvador, __ de _____ de 2024

Assinatura do(a) participante: _____

Assinatura do(a) pesquisador(a): _____

Assinatura do orientador: _____