

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Diversidade funcional de plantas vasculares de zonas úmidas costeiras em Unidade de Conservação no Estado de Santa Catarina

Heloisa Fagundes Salvador, João Carlos Ferreira de Melo Júnior



<https://doi.org/10.1590/2236-8906e1082024>

Submetido em: 2026-04-01

Postado em: 2026-04-14 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

Diversidade funcional de plantas vasculares de zonas úmidas costeiras em Unidade de Conservação no Estado de Santa Catarina

 Heloisa Fagundes Salvador¹ (<https://orcid.org/0000-0001-5481-4083>) e
 João Carlos Ferreira de Melo Júnior^{1,2} (<https://orcid.org/0000-0002-6800-5508>)

Como citar: Salvador, H.F. & Melo Júnior, J. C. F. 2026. Diversidade funcional de plantas vasculares de zonas úmidas costeiras em Unidade de Conservação no Estado de Santa Catarina. *Hoehnea* 53: e1082024, 2026. <https://doi.org/10.1590/2236-8906e1082024>.

RESUMO – (Diversidade funcional de plantas vasculares de zonas úmidas costeiras em Unidade de Conservação no Estado de Santa Catarina). Os manguezais são ecossistemas produtivos e essenciais para reduzir a vulnerabilidade costeira às mudanças climáticas. Este estudo analisou a diversidade funcional de plantas vasculares em um remanescente de manguezal no estuário da baía Babitonga, Joinville, SC, com o objetivo de caracterizar a estrutura e as estratégias de vida das espécies presentes. Foram delimitadas 10 parcelas de 100 m², avaliando seis espécies vasculares. A espécie dominante foi *Laguncularia racemosa*, seguida por *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle* e *Talipariti pernambucense*. As estratégias de vida indicaram uma adaptação às condições extremas do manguezal, com formação de dois grupos funcionais. Esse padrão de convergência morfofuncional sugere que o manguezal depende de poucas espécies adaptadas. A pesquisa destaca a importância da diversidade funcional para a sustentabilidade dos serviços ecossistêmicos dos manguezais, ressaltando a necessidade de compreender as interações das espécies para conservar esses ecossistemas frágeis.

Palavras-chave: atributos funcionais, baía Babitonga, bosques de manguezal, ecologia funcional, ecossistemas de transição, Unidade de Conservação

ABSTRACT – (The functional diversity of vascular plants in coastal wetlands in a Conservation Unit in the State of Santa Catarina). Mangroves are productive ecosystems essential for reducing coastal vulnerability to climate change. This study analyzed the functional diversity of vascular plants in a mangrove remnant in the Babitonga Bay estuary, Joinville, SC, aiming to characterize the community structure and life strategies of the present species. Ten 100 m² plots were established, evaluating six vascular species. The dominant species was *Laguncularia racemosa*, followed by *Avicennia schaueriana*, *Rhizophora mangle*, and *Talipariti pernambucense*. The life strategies indicated adaptation to the extreme conditions of the mangrove, forming two functional groups. This pattern of morphofunctional convergence suggests that the mangrove relies on a limited set of well-adapted species. The study highlights the importance of functional diversity for the sustainability of mangrove ecosystem services, underscoring the need to understand species interactions to conserve these fragile ecosystems.

Keywords: Babitonga bay, Conservation Unit, functional ecology, functional traits, mangrove forests, transitional ecosystems

Introdução

As zonas úmidas costeiras são ecossistemas únicos que desempenham um papel crucial na manutenção do equilíbrio ecológico e no fornecimento de vários serviços ecossistêmicos. As zonas úmidas, por sua vez, constituem um grupo intermediário entre os ecossistemas terrestres e aquáticos, reunindo características de ambos os ambientes (Junk &

Cunha 2024). Elas são caracterizadas por suas condições de saturação de água, que sustentam uma gama diversificada de espécies de plantas e animais. Apesar de cobrir apenas uma pequena porcentagem da superfície do globo em comparação com outros biomas, as zonas úmidas costeiras estão entre os ecossistemas mais produtivos, comparáveis às florestas tropicais e recifes de corais (Balwan & Kour 2021, Navak & Bhushan 2022). As zonas úmidas

1 Universidade da Região de Joinville, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Morfologia e Ecologia Vegetal, Rua Paulo Malschitzki, 10, Zona Industrial, 89219-710 Joinville, SC, Brasil

2. Autor para correspondência: joao.melo@univille.br

costeiras fornecem serviços ecossistêmicos essenciais, incluindo proteção contra inundações, controle da erosão costeira e sequestro de Carbono. São vitais para a biodiversidade, apoiando uma vasta gama de espécies e contribuem significativamente para a segurança alimentar e o bem-estar humano (Maltby & Acreman, 2011, Balwan & Kour, 2021). Diversos ecossistemas costeiros se enquadram neste conceito, com destaque às planícies alagáveis, estuários, lagunas, lagoas, deltas, áreas transicionais manguezal-restinga, planícies lamosas, recifes, marismas e manguezais (Schaeffer-Novelli 2024).

Dentre esses ecossistemas, os manguezais são os mais expressivos em cobertura e, no Brasil, somam cerca de 13.000 Km², o que torna o país a segunda nação do mundo com mais área de manguezal (Schaeffer-Novelli *et al.* 2024). São florestas perenes tolerantes à salinidade e encontradas em ambientes entremarés na interface terra-mar, intrínseco de regiões tropicais e subtropicais (Copque *et al.* 2010, Friess *et al.* 2019). Caracterizados por apresentarem uma baixa diversidade de espécies vegetais e uma alta produtividade biológica, constituem uma autêntica floresta costeira, cuja estrutura e diversidade de espécies vegetais são altamente adaptadas às diferenças topográficas e geomorfológicas, às flutuações salinas, condições de vento, baixa oxigenação e às amplitudes de marés (Dornelles *et al.* 2006, Santos *et al.* 2012, Madi *et al.* 2015). As zonas de transição entre ecossistemas de restinga e manguezal são sistemas ecotonais críticos para a manutenção da biodiversidade. Essas áreas sustentam comunidades vegetais únicas que são adaptadas a condições ambientais variáveis, como solo e clima, que são ideais para certas espécies (Hughes *et al.* 2018).

Levando em consideração o extenso litoral brasileiro e a diversidade de condições bióticas e abióticas existentes (Kilca *et al.* 2019), foi estabelecida uma divisão da região costeira em unidades fisiográficas, com o intuito de definir padrões distintos para a composição e estrutura dos manguezais. A região costeira do Estado de Santa Catarina pertencente ao setor VII, que se estende de Cabo Frio a Torres, é marcada pela proximidade da Serra do Mar com o oceano, apresentando elevada precipitação anual e menor amplitude de maré em comparação com as regiões nordeste e norte do Brasil (Schaeffer-Novelli *et al.* 1990).

Na região nordeste do litoral do Estado de Santa Catarina, destaca-se a baía Babitonga, um dos principais sistemas estuarinos encontrados na Região

Sul, que abriga a maior extensão de áreas de manguezal do litoral sulbrasileiro, com aproximadamente 160 km (Lacerda 1999, Kilca *et al.* 2011, Carvalho 2016). Consistindo num ecossistema muito eficaz em mitigar e se adaptar aos efeitos das mudanças climáticas, desempenha um papel crucial na manutenção de serviços ecossistêmicos (ecológicos, econômicos e culturais) (Kilca *et al.* 2011, Kilca *et al.* 2019, Trégarot *et al.* 2021). Sua alta produtividade primária sustenta uma rica cadeia alimentar (protozoários, bactérias, fungos, crustáceos, peixes, mamíferos e aves), apoiando a conservação da biodiversidade, servindo de habitats, áreas de desova, viveiros e fontes de nutrientes (Brasil 2018, Friess *et al.* 2019). Além disso, a vegetação desempenha um papel crucial na produtividade do ecossistema (Menezes 2000).

Além disso, são importantes sumidouros de Carbono, o que faz deles uma das soluções climáticas naturais para o desenvolvimento sustentável (Gomes *et al.* 2024). O Carbono azul é o Carbono armazenado em ecossistemas costeiros, como manguezais, pântanos salgados e marismas, onde se acumula em biomassa ou em detritos orgânicos enterrados em sedimentos, podendo ser preservado por longos períodos (McLeod *et al.* 2011, Duarte *et al.* 2005). Eles estão entre os ecossistemas mais ricos em Carbono na Terra, armazenando cerca de 6,23 gigatoneladas de Carbono em todo o mundo em sua biomassa aérea e subterrânea, onde permanecerá por séculos se não forem perturbados (Friess *et al.* 2019, Leal & Spalding 2022).

Neste sentido, apesar de toda a sua importância, o manguezal é suscetível a pressões antrópicas, apresentando sua dinâmica alterada de forma exponencial nas últimas décadas (Santos *et al.* 2012).

Devido ao histórico de ocupação humana na área de domínio dos manguezais, esse ecossistema tem enfrentado problemas como poluição das águas, assoreamento, ocupação irregular que resulta na remoção da vegetação e aterros (IBAMA 1998, Dornelles *et al.* 2006). De acordo com FAO (2023), a perturbação humana pode restringir o desenvolvimento dos manguezais ao criar ambientes estressados e poluídos.

A análise da estrutura comunitária e padrões ecológicos dos manguezais se tornam importantes ferramentas para avaliar como esse ecossistema reage às alterações das condições ambientais e aos processos de degradação (Soares 1999, Dornelles *et al.* 2006). Neste sentido, tanto características individuais quanto síndromes de características determinam como os produtores primários respondem aos fatores ambientais, influenciando outros níveis tróficos e

afetando os processos e serviços ecossistêmicos (Kattge *et al.* 2011). Essas características podem incluir aspectos morfológicos, fisiológicos ou fenológicos mensuráveis, desde nível celular até o organismo como um todo, impactando indiretamente na aptidão das plantas, influenciando seu crescimento, reprodução e sobrevivência (Violle *et al.* 2007). A ecologia de grupos funcionais, utiliza dessas características para identificar e agrupar espécies que convergem funcionalmente, a fim de entender seu funcionamento no ambiente.

Apesar de sua eminente relevância socioecológica, socioeconômica e da abundância de estudos sobre manguezais, muitos detalhes da ecologia permanecem desconhecidos. O conhecimento sobre grupos funcionais raramente é aplicado aos manguezais (Quadros *et al.* 2021). Portanto, faz-se imprescindível ampliar a compreensão dos padrões ecológicos da vegetação de manguezal, principalmente em áreas fortemente afetadas por impactos antropogênicos diretos ou indiretos, tal como é observado no contexto da baía Babitonga (Gerhardinger *et al.* 2021).

O histórico de degradação dos manguezais da baía Babitonga é marcado pela forte pressão antrópica (Larcher 2016). Juntamente a isso, espécies invasoras, com elevado potencial de ruptura da dinâmica natural desse ecossistema podem intensificar estes impactos ambientais (Menezes & Mehlig 2005, Mello & Melo Júnior 2021). Mais recentemente, alguns trechos de manguezal no entorno do município de Joinville foram afetados pela herbivoria massiva provocada pela mariposa exótica de origem asiática *Hyblaea puera* (Cramer 1777 - Lepidoptera: Hyblaeidae) (Melo Júnior *et al.* 2018), em cuja fase larval, herbívora, é precursora da desfolhação massiva da floresta de manguezal (Menezes & Mehlig 2005).

Segundo Melo Júnior *et al.* (2018), no período de 2016, cerca de 2000 hectares de manguezais em Joinville sofreram com a mortandade de plantas causada pelo estresse resultante de mudanças na química ambiental e pelo estresse fisiológico decorrente da herbivoria intensa por *H. puera*. É reconhecido que diversos impactos e variações ambientais ao longo do tempo podem afetar a expressão do genótipo das espécies, causando diferenças morfofisiológicas entre indivíduos da mesma espécie ou população (Lüttge 1997). Portanto, devido a estes fatores, poderá ocorrer uma possível perda de conectividade funcional no remanescente, já mencionados em estudos por Pinto *et al.* (2005), Preikskorn *et al.* (2009), Dantas *et al.* (2017), Jardim & Melo Júnior (2020).

Em consequência disso, áreas urbanas de manguezal, com constante perturbação e distúrbios,

acabam reduzindo suas atividades ecológicas, com tendência à perda progressiva da biodiversidade.

Diante do exposto, este estudo objetiva caracterizar a estrutura comunitária, as estratégias de vida e a ecologia funcional das espécies florísticas de um remanescente de manguezal com histórico de degradação na baía Babitonga. Dessa forma, propõe-se as seguintes hipóteses: a) a espécie que apresenta dominância neste ambiente é a *Laguncularia racemosa* (L.) C.F. Gaertn., devido a sua característica típica de estabelecimento em áreas de sucessão ecológica; b) no manguezal as espécies apresentam em maior proporção a estratégia de tolerância ao estresse (S%) em razão da baixa diversidade de espécies e ambiente com estresse salino e fluxo da maré; e c) o ecossistema possui uma baixa diversidade de grupos funcionais de plantas vasculares em razão da baixa diversidade específica característica desse ecossistema.

Material e métodos

Área de Estudo - A área de estudo compreende um remanescente de manguezal do estuário da baía Babitonga, considerado o maior do Estado de Santa Catarina e reconhecido pela sua importância ecológica (Tureck *et al.* 2024). O complexo estuarino está localizado no sul do Brasil, na costa norte do estado, entre as latitudes 26°02'S e 26°27'S (Vieira *et al.* 2021).

Este remanescente está inserido na Unidade de Conservação (UC) do Parque Natural Municipal da Caieira (PNMC). Localizada parte em área urbana e parte em área rural, a leste da cidade de Joinville, Santa Catarina (26°18'54"27"S - 48°47'49"60"O), circundado pelos bairros Adhemar Garcia, Ulysses Guimarães e Boa Vista. A área possui aproximadamente 79,06 hectares de Manguezal, o total da UC é de 147,02 hectares (figura 1). De acordo com Köppen (1936), o clima é classificado como clima subtropical úmido, sem estação de seca, com verão quente (Cfa). Ocupando mais da metade da área total do PNMC, a vegetação do manguezal encontra-se em estágio inicial de regeneração, com dossel de 6-12 metros e fisiografia classificada como ribeirinho (PMJ 2021), como também, classificado na fisiografia de ribeirinho com o bosque apresentando um dossel de 6-12 metros (PMJ 2021). Por se tratar de uma Unidade de Conservação municipal, a pesquisa foi autorizada pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (Processo SEI nº 0018009224).



Figura 1. Localização geográfica da área de estudo na Unidade de Conservação do Parque Natural Municipal da Caieira, Joinville, Estado de Santa Catarina, Brasil.

Figure 1. Geographical location of the study area within the Conservation Unit of the Parque Natural Municipal da Caieira, Joinville, Santa Catarina State, Brazil.

Estrutura da comunidade - Foram designadas 10 parcelas casualizadas de 100 m² (10 x 10 m) ou 0,1 ha, devido a uniformidade do estuário e ser uma única fitofisionomia (Felfli et al. 2011). Foram aplicados os seguintes critérios de inclusão para realizar a seleção das espécies: a) plantas vasculares lenhosas; e b) circunferência mínima a altura do peito de 10 cm. De acordo com Schaeffer-Novelli (2015), quando uma árvore apresenta anormalidades no tronco a 1,3 m de altura, o diâmetro era medido considerando como seria sem a deformidade. No manguezal, onde a presença de rizóforos e bifurcações são comuns, foram seguidas diretrizes específicas: se a bifurcação ocorria à altura do peito, o diâmetro era medido abaixo da divisão; se a bifurcação acontecia abaixo dessa altura, consideravam-se dois troncos e ambos os diâmetros eram registrados; para árvores com troncos muito próximos, ramificados acima ou abaixo do solo, o diâmetro de cada tronco individualmente era medido; quando os troncos apresentavam deformidades à altura do peito, o diâmetro era medido acima ou abaixo da imperfeição; no caso do gênero *Rhizophora*, o

diâmetro era medido acima da saída do último rizóforo (Castilho et al. 2014, Schaeffer-Novelli 2015).

Dentro de cada parcela, todos os indivíduos lenhosos foram amostrados, sendo registrado o táxon, a circunferência a altura do peito (CAP, cm), com auxílio de fita métrica milimetrada (cm), e a altura (m), usando-se régua telemétrica.

Para realizar a análise fitossociológica nos indivíduos lenhosos, foram considerados os seguintes parâmetros: Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Densidade Absoluta (DA), Densidade Relativa (DR), Dominância Absoluta (DoA), Dominância Relativa (DoR) e Índice de Valor de Importância (IVI) (Müeller-Dombois & Ellenberg 1974). Os valores de área basal e densidade foram transformados para hectare.

Estratégias de vida

Para a determinação das estratégias de vida também foram consideradas as espécies de outras formas de vida, como arbustiva, herbácea e hemiparasita. De cada indivíduo amostral foram coletadas dez folhas completamente desenvolvidas, fixadas entre o 3° e o 6°

nós, no sentido ápice-base. As coletas foram realizadas no período de dezembro de 2023 a março de 2024. Folhas com danos provocados por herbívoros ou com evidências de fitopatologias foram desconsideradas. As folhas foram acondicionadas em sacos vedados e transportadas para laboratório.

Adotou-se como base conceitual de caracterização de estratégias de vida o proposto por Grime (1974). Grime (1974) propôs a teoria CSR, ao qual traz ao foco três principais estratégias de uma população vegetal, para ocupar diferentes ambientes e se desenvolver com os recursos disponíveis: competidora (C), tolerante ao estresse (S) ou ruderal (R), definida pela combinação de atributos morfológicos. As espécies competidoras (C) sobrevivem em ambientes estáveis e produtivos, investindo em crescimento contínuo e atingindo grande tamanho. As estresse-tolerantes (S) se adaptam a ambientes variáveis com poucos recursos, focando na retenção de recursos e reparo celular. Já as ruderais (R) destinam grande parte dos recursos à produção de propágulos, permitindo a regeneração da população após distúrbios (Pierce *et al.* 2017). Além disso, a teoria apresenta quatro estratégias secundárias: i) ruderal-competidora (C-R), comum em áreas com baixa competição e estresse, mas sujeitas a distúrbios intermediários; ii) competidora-tolerante ao estresse (C-S), presente em ambientes não perturbados com estresse moderado; iii) ruderal-tolerante ao estresse (S-R), em ambientes com estresse moderado e distúrbios menores; e iv) plantas C-S-R, que ocorrem em áreas com níveis moderados de estresse, distúrbio e competição (Grime & Pierce 2012).

Para tanto, foram mensuradas a seguintes características foliares: a) massa fresca foliar (g), obtida a partir da mensuração da massa foliar em balança de precisão após saturação hídrica pelo período de 12 h; b) massa seca foliar (MSF, g), obtida em balança analítica de precisão a partir do peso seco constante de folhas secas em estufa de circulação forçada de ar a 70° C por 72 horas; c) área foliar (AF, cm²), obtida por imagem digitalizada em *scanner* de mesa acoplado ao software Sigma Scan pro (versão 5.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA); e d) área específica foliar (AEF, cm².g⁻¹), calculada pela razão entre área foliar e massa seca.

O conjunto de dados foi analisado pelo protocolo *StrateFy* para calcular as proporções relativas das estratégias CSR para cada espécie, com base nos valores de AF, MSF e AEF (Pierce *et al.* 2017).

Grupos funcionais - Para a caracterização de grupos ecológicos funcionais foram consideradas todas as espécies mapeadas na estrutura comunitária

e nas estratégias de vida. Adotou-se o protocolo global de características funcionais da flora para a determinação de atributos (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013), considerando características morfoanatômicas, fenológicas, ecofisiológicas e reprodutivas.

Foram analisados os seguintes parâmetros morfoanatômicos: a forma de vida, a filotaxia, tipo e a forma da lâmina foliar, foram classificados segundo a literatura (Little & Skolmen 1989, Lang 1999, Rocha & Neves 2000, Souza & Magossi 2002, Martins & Moreira 2007, Von Linsingen *et al.* 2009, Soares 2017, Barbosa 2018, Re flora 2020, Vélez-Gavilán 2023).

Os atributos fenológicos avaliados foram: longevidade foliar, através de registros na literatura (Pereira 2005, Elevitch & Thomson 2006), classificada como perene ou decídua; estação da floração e frutificação, classificada a partir das estações do ano, observados em campo ou determinados pela literatura (Mehlreter & Palacios-Rios 2003, Fernandes *et al.* 2005, Dettke 2013, Rodrigues 2015).

Foram analisados os seguintes atributos ecofisiológicos: estrutura da folha em termos da fotossíntese, classificada como C3, C4 e CAM; requerimento lumínico, classificada como heliófita ou ciófitas, visto que as ciófitas precisam das sombras para germinarem, enquanto as plantas heliófitas, precisam da radiação solar direta (Sarraf 2022); assim, os atributos foram identificados através de registros da literatura (Ribeiro *et al.* 2002, Ducatti 2007, Iza & Marenzi 2009, Fonini 2015), e posição social, caracterizada como pioneira, secundária inicial, tardia ou climácica, baseado na literatura (Iza & Marenzi 2009).

Os atributos reprodutivos foram: os mecanismos de polinização, de acordo com literatura específica (Rocha & Neves 2000, Hernández & Belmonte 2002, Yong *et al.* 2010), caracterizados como anemofilia, cantarofilia, hidrofilia, falenofilia, miofilia, melitofilia, ornitofilia, psicofilia, mirmecofilia e quiropterofilia; mecanismos de dispersão, classificados como anemocoria, autocoria, hidrocoria, barocoria e zoocóricas, através do registro da literatura (Rocha & Neves 2000, Hernández & Belmonte 2002, Yong *et al.* 2010); e número de sementes, classificadas como monospérmica, dispérmica ou polispérmica, e todos estes atributos foram de registros da literatura (Rocha & Neves 2000, Von Linsingen *et al.* 2009, Dettke & Waechter 2014, Soares *et al.* 2014).

Os dados foram organizados em uma matriz mista, formada por variáveis quantitativas e categóricas. As variáveis categóricas foram expressas em formato binário e foram avaliadas por meio de Análise de

Agrupamento de Cluster, com o algoritmo Kmeans em ambiente R (Brocard *et al.* 2011). A Análise de Agrupamento de Cluster é um método que visa otimizar uma função objetiva baseada nas similaridades de características (Nguyen & Caruana 2007). Seu principal objetivo é descobrir grupos, cujos elementos possuam características semelhantes entre si (Shutaywi & Kachouie 2021).

Resultados

Estrutura da comunidade - Foram registrados 534 espécimes, de 6 espécies, pertencentes a 6 famílias botânicas. A análise fitossociológica mostrou que a área de estudo foi caracterizada expressivamente por *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. (IVI 199,34%). As demais espécies apresentaram IVI inferiores, sendo 74,56% para *Avicennia*

schaueriana Stapf & Leechm. Ex Moldenke, 13,39% para *Rhizophora mangle* (L.) e 12,72% para *Talipariti pernambucense* (L.) Fryxell. Juntas, essas três espécies não correspondem nem a 50% do IVI total (tabela 1).

Os dados revelam que a *L. racemosa* apresenta 442 indivíduos, com uma densidade relativa de 82,77 indivíduos por hectare. Seguida pela espécie *A. schaueriana*, contabilizando 84 indivíduos e uma densidade relativa de 15,73 indivíduos por hectare. Em comparação, *R. mangle* possui 5 indivíduos, com densidade relativa de 0,94 e *T. pernambucense* apresenta 3 indivíduos, com uma estimativa da densidade de 0,56 indivíduos por hectare. A predominância de *L. racemosa*, tanto em número de indivíduos quanto em densidade, é notável, seguida por *A. schaueriana*, enquanto as demais espécies apresentam valores significativamente inferiores.

Tabela 1. Dados fitossociológicos de espécies lenhosas da zona úmida costeira do Parque Natural Municipal da Caieira, município de Joinville, Estado de Santa Catarina, Brasil. Ni: Número de Indivíduos Amostrados; FA: Frequência Absoluta; FR: Frequência Relativa; DA - Densidade Absoluta; DR - Densidade Relativa; DoA: Dominância Absoluta; DoR - Dominância Relativa; IVI: Índice de Valor de Importância.

Table 1. Phytosociological data of woody species from the coastal wetland zone of the Parque Natural Municipal da Caieira, municipality of Joinville, Santa Catarina State, Brazil. Ni: Number of Sampled Individuals; FA: Absolute Frequency; FR: Relative Frequency; DA: Absolute Density; DR: Relative Density; DoA: Absolute Dominance; DoR: Relative Dominance; IVI: Importance Value Index.

Espécie	Ni	FA	FR	DA	DR	DoA	DoR	IVI (%)
<i>Laguncularia racemosa</i>	442	100	40	4420	82,77	18,40	76,57	199,34
<i>Avicennia schaueriana</i>	84	90	36	840	15,73	5,49	22,83	74,56
<i>Rhizophora mangle</i>	5	30	12	50	0,94	0,11	0,45	13,39
<i>Talipariti pernambucense</i>	3	30	12	30	0,56	0,04	0,16	12,72

Fonte: Primária.

Estratégias de vida - Cinquenta por cento das espécies apresentaram a estratégia ruderal tolerante ao estresse (R/SR), representada por *L. racemosa*, *A. schaueriana* e *R. mangle*, com elevada representatividade de estratégia ruderal (R, 67 a 70%) e baixa representatividade de estresse tolerante (S, 29,9 a 36%). Duas espécies mostraram condição de ruderalismo, *T. pernambucense* e *Phoradendron undulatum* (Pohl ex DC.) Eichler. (R, 82 a 89%). Apenas o *Acrostichum aureum* L. apresentou estratégia ruderal tolerante ao estresse com S (41%) e R (58%). Todas as espécies mostraram extremamente baixa a estratégia como competidoras, com C (0 a 3%) (tabela 2).

Grupos funcionais - Foram formados apenas dois grupos funcionais a partir da Análise de Agrupamento de Cluster (figura 2), considerando o conjunto das seis espécies pertencentes à zona úmida costeira objeto deste estudo. O primeiro grupo funcional (G1) inclui

as três espécies arbóreas: *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. O segundo grupo funcional (G2), inclui as três espécies: *Talipariti pernambucense*, *Acrostichum aureum* e *Phoradendron undulatum*.

O grupo funcional (G1), formado pelas espécies *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, foi caracterizado pelos atributos: forma de vida arbórea, folha simples, elíptica, oposta e lisa, copa perene, com comportamento pioneiro, via fotossintética C3, heliófita. Além disso, o grupo floresce e frutifica predominantemente no verão. A síndrome de polinização mais influente sob o grupo é a melitofilia e a de dispersão inclui tanto a autocórica como a hidrocórica, com todas as sementes são monospérmicas. Em termos de estratégia de sobrevivência, as espécies demonstram ser ruderais tolerantes ao estresse (tabelas 2 e 3).

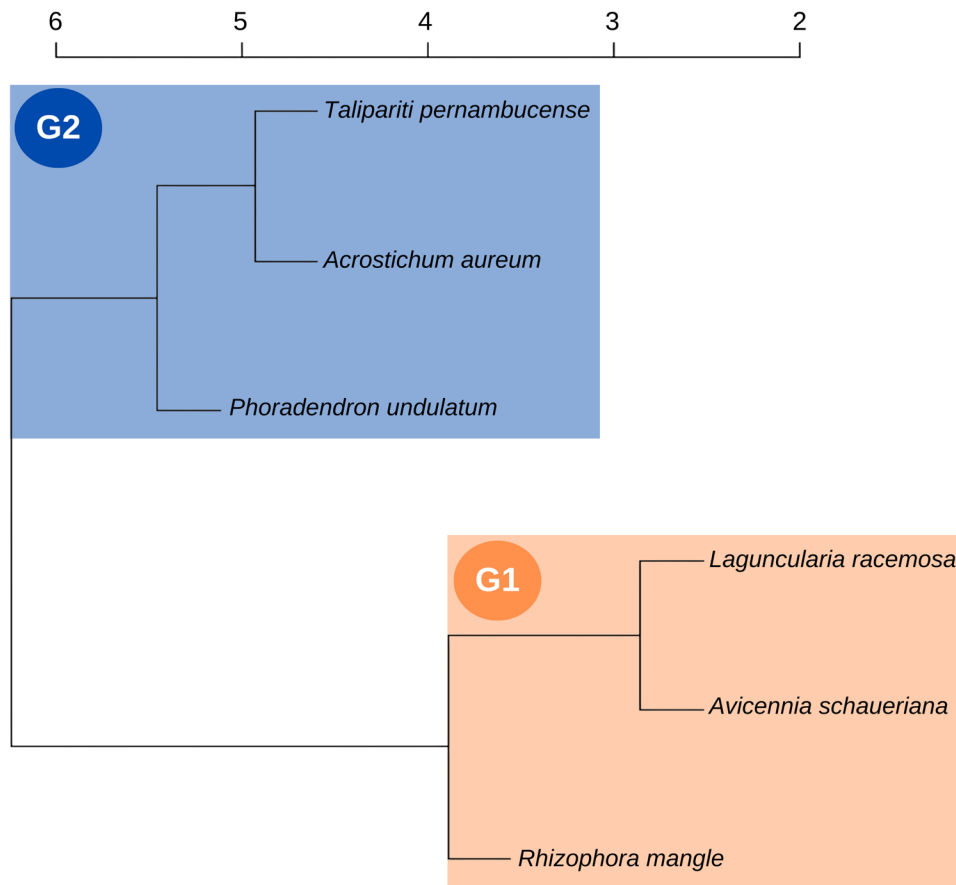


Figura 2. Dendrograma da formação de grupos funcionais da flora vascular da zona úmida costeira do Parque Natural Municipal da Caieira, Joinville, Estado de Santa Catarina, Brasil.

Figure 2. Dendrogram showing the formation of functional groups of the vascular flora from the coastal wetland zone of the Parque Natural Municipal da Caieira, Joinville, Santa Catarina State, Brazil.

Tabela 2. Estratégias ecológicas CSR de espécies vasculares da zona úmida costeira do Parque Natural Municipal da Caieira, município de Joinville, Estado de Santa Catarina, Brasil. AF: Área foliar, MSF: Massa seca foliar, AEF: Área específica foliar, C%: Competidora, S%: Tolerante ao Estresse, R%: Ruderal, Propor.: Proporção, Estrat.: Estratégia.

Table 2. CSR ecological strategies of vascular species from the coastal wetland zone of the Parque Natural Municipal da Caieira, municipality of Joinville, Santa Catarina State, Brazil. AF: Leaf Area; MSF: Leaf Dry Mass; AEF: Specific Leaf Area; C%: Competitor; S%: Stress-Tolerant; R%: Ruderal; Propor.: Proportion; Estrat.: Strategy.

Espécie	AF (mm ²)	MSF (mm ²)	AEF (mm ² .g ⁻¹)	CSR Análise				
				C %	S %	R %	Propor.	Estrat.
<i>Laguncularia racemosa</i>	17,83	351,0	50,81	0,0	36,0	64,0	0:36:64	R/SR
<i>Avicennia schaueriana</i>	14,30	233,0	61,25	0,0	29,9	70,0	0:30:70	R/SR
<i>Rhizophora mangle</i>	21,71	368,0	58,95	0,0	33,5	66,5	0:33:67	R/SR
<i>Talipariti pernambucense</i>	81,28	767,9	105,85	3,2	14,4	82,3	3:14:82	R
<i>Acrostichum aureum</i>	31,48	378,0	83,36	0,4	41,2	58,4	0:41:58	SR
<i>Phoradendron undulatum</i>	22,30	450,0	49,56	0,0	10,7	89,3	0:11:89	R

Fonte: Primária.

Tabela 3. Características morfológicas, fenológicas, ecofisiológicas e reprodutivas funcionais da flora vascular da zona úmida costeira do Parque Natural Municipal da Caieira, município de Joinville, Estado de Santa Catarina, Brasil. MF: Massa fresca (g); MS: Massa seca (g); AF: Área foliar (cm²); DAP: Diâmetro a altura do peito; F1: Tipo de folha; F2: Filotaxia; F3: Forma da folha. Legendas dos atributos funcionais: Tipo de folha: Simple = 1, Composta: 2; Filotaxia: Alterna: 1, Oposta: 2; Forma da folha: Elíptica: 1, Oblonga: 2, Obovada: 3, Lisa: 4, Decussada: 5, Cordiforme: 6. Legenda dos grupos funcionais: RF: Renovação foliar; Flor: Floração; Frut.: Frutificação; VF: Via fotossintética; RL: Requerimento luminoso; Desen.: Desenvolvimento; Poliniz.: Polinização; Disper.: Dispersão; Sem.: Semente. Atributos funcionais: Renovação foliar: Perene: 1, Decídua: 2; Floração: Primavera: 1, Verão: 2, Outono: 3, Inverno: 4; Frutificação: Primavera: 1, Verão: 2, Outono: 3, Inverno: 4; Via fotossintética: C3: 1; Requerimento luminoso: Heliófila: 1; Ciófila: 2; Desenvolvimento: Pioneira: 1, Secundária inicial: 2, Secundária tardia: 3; Síndrome de polinização: Anemofilia: 1, Miofilia: 2, Melitofilia: 3, Psicofilia: 4, Mirmecofilia: 5; Síndrome de dispersão: Hidrocoria: 1, Entomocoria: 2, Ornitócoria: 3, Anemocoria: 4, Autocoria: 5, Esporos: 6; Número de sementes: Polispérmica: 1, Monospérmica: 2.

Table 3. Morphological, phenological, ecophysiological, and reproductive functional traits of the vascular flora from the coastal wetland zone of the Parque Natural Municipal da Caieira, municipality of Joinville, Santa Catarina State, Brazil. MF: Fresh Mass (g); MS: Dry Mass (g); AF: Leaf Area (cm²); DBH: Diameter at Breast Height; F1: Leaf Type; F2: Phyllotaxis; F3: Leaf Shape. Legend of functional attributes: Leaf Type: Simple: 1, Compound: 2; Phyllotaxis: Alternate: 1, Opposite: 2; Leaf Shape: Elliptic: 1, Oblong: 2, Obovate: 3, Smooth: 4, Decussate: 5, Cordate: 6. Legend of functional groups: RF: Leaf Renewal; Flor: Flowering; Frut.: Fruiting; VF: Photosynthetic Pathway; RL: Light Requirement; Desen.: Development; Poliniz.: Pollination; Disper.: Dispersal; Sem.: Seed. Functional attributes: Leaf Renewal: Evergreen: 1, Deciduous: 2; Flowering: Spring: 1, Summer: 2, Autumn: 3, Winter: 4; Fruiting: Spring: 1, Summer: 2, Autumn: 3, Winter: 4; Photosynthetic Pathway: C3: 1; Light Requirement: Heliophyte: 1, Sciophyte: 2; Development: Pioneer: 1, Early Secondary: 2, Late Secondary: 3; Pollination Syndrome: Anemophily: 1, Myophily: 2, Melittophily: 3, Psychophily: 4, Myrmecophily: 5; Dispersal Syndrome: Hydrochory: 1, Entomochory: 2, Ornithochory: 3, Anemochory: 4, Autochory: 5, Spores: 6; Seed Number: Polyseeded: 1, Monoseeded: 2.

Família	Espécie	Altura	DAP	MF	MS	AF	AEF	F1	F2	F3	RF	Flor.	Frut.	VF	RL	Desen.	Poliniz.	Disper.	Sem.
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	3,83	32,15	1,36	0,35	17,83	50,81	1	2	3,4	1	2	2	1	1	1	2,3,4	5	2
Acanthaceae	<i>Avicennia schaueriana</i>	3,70	21,11	0,97	0,23	14,30	61,25	1	2	3,4	1	3	1	1	1	1	2,3,4	5	2
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	2,86	13,83	1,45	0,36	21,71	58,95	1	2	1,4	1	4	2	1	1	1	1,2	1	2
Malvaceae	<i>Talipariti permambucense</i>	2,00	12,5	3,81	0,76	81,28	105,85	1	1	4,6	1	2	1	1	1	1	3,4,5	1,2,4	1
Pteridaceae	<i>Acrosticum aureum</i>	1,62	0,50	1,12	0,37	31,48	83,36	2	1	4,5	-	-	-	1	1	2	1	4	-
Santalaceae	<i>Phoradendron undulatum</i>	0,40	0,08	2,47	0,45	22,30	49,56	1	2	1,2,3,4	-	1,2	1,2	1	2	3	1,3,5	3	2

O segundo grupo funcional (G2) inclui as outras três espécies, *Talipariti pernambucense*, *Acrostichum aureum* e *Phoradendron undulatum*. As três espécies apresentam margem lisa e via fotossintética C3. Além disso, são predominantemente heliófitas e em termos de estratégias de frutificação e florescimento, o grupo apresenta um padrão de florescimento no verão e frutificação na primavera, com uma predominância da estratégia ruderal. Os mecanismos de polinização predominam tanto a melitofilia quanto a mirmecofilia, enquanto a dispersão pode ocorrer por diferentes formas, com a predominância da anemocoria (tabelas 2 e 3).

Discussão

Estrutura de comunidade - As espécies lenhosas identificadas na área de estudo e características do manguezal foram: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*, de acordo com o esperado para o Estado de Santa Catarina (Kilca et al. 2019). Pesquisas semelhantes identificaram a presença dessas espécies ao longo de toda a extensão dos manguezais do segmento VII Cabo Frio a Torres da costa brasileira, de acordo com Schaeffer-Novelli et al. (1990). Presença já registrada em estudos de Cunha-Lignon (2001), Silva (2001), Dornelles et al. (2006), Madi et al. (2016) e Kilca et al. (2019).

A dominância de *L. racemosa* é expressa por uma frequência relativa de 40% e IVI de 199,34% (Tabela 1), evidenciando que a predominância está relacionada com manguezais em estágios de sucessão secundária, já mencionado em estudos de Soares (1999), Dornelles et al. (2006), Bernini & Rezende (2009) e Kilca et al. (2011). De modo similar, Cunha-Lignon (2001) relatou a predominância de *L. racemosa* no Sistema Cananéia-Iguape (São Paulo), em regiões de progradação e Silva (2001) retrata a predominância com 60% de *L. racemosa* no rio Palmital da baía Babitonga, próximo a margem e a restinga. Dessa forma, *L. racemosa* pode ser uma espécie indicadora de ambientes novos e não estabilizados ou em constante perturbação (Dornelles et al. 2006).

Dependente de fatores como dinâmica de marés e frequência de inundação, a salinidade da água intersticial varia amplamente no gradiente de inundação entre áreas mais próximas ao corpo hídrico ou próximas à transição entre manguezal e florestas de terras baixas (Kathiresan & Bingham 2001), mesmo entre manguezais próximos dentro da mesma baía (Bartz et al. 2014).

Essa condição de salinidade pode contribuir para um fator limitante no desenvolvimento estrutural do manguezal (Ellison et al. 2000, Bartz et al. 2014).

Conforme Madi et al. (2016), a baixa frequência de *A. schaueriana* pode ser influenciado pelo número reduzido de indivíduos encontrados, ou pelo padrão de distribuição da espécie, em geral, sua distribuição está limitada a regiões com menor influência da maré e mais tolerante a alta salinidade (Madi et al. 2016). O estudo de Madi et al. (2016) retrata a maior densidade de *L. racemosa*, seguida de *R. mangle* e *A. schaueriana* no manguezal de Antonina (Paraná) e em Guaratuba (Paraná) a espécie com maior densidade foi *A. schaueriana*, seguida de *R. mangle* e *L. racemosa*.

A baixa ocorrência de *R. mangle* pode ser explicada pela dificuldade de dispersão de seus propágulos maiores, que encontram melhores condições para se estabelecer em regiões mais permanentemente inundadas (Rabinowitz 1978). Dessa forma, a distribuição das espécies pode variar, sendo influenciada por condições ambientais locais e sucesso do estabelecimento dos propágulos, onde acabam formando florestas monoespecíficas ou mistas (Schaeffer-Novelli et al. 1990, Bernini & Rezende 2009), justificando os valores distintos de ocorrência das mesmas espécies em manguezais próximos.

Estratégias de vida - É notório a importância ecológica, econômica e social da baía Babitonga. No entanto, o cenário atual revela uma crescente pressão antrópica, com fontes poluidoras significativas provenientes de esgoto doméstico, rejeitos industriais e defensivos agrícolas das cidades vizinhas, como Joinville, Araquari e Garuva (EIA 2018). Esses fatores de poluição podem provocar variações morfológicas nas espécies, que acabam desenvolvendo estratégias adaptativas para lidar com o estresse ambiental, influenciando a dinâmica e a distribuição destas espécies.

Essas variações estão ligadas às diferentes estratégias adotadas pelas espécies, que podem variar sua capacidade de crescimento, sobrevivência e, também, a reprodução das plantas (Tilman 1996). Sendo assim, o atributo funcional da AEF é considerado um indicador de estratégias ecológicas associadas à produtividade em ambientes estressantes (Niklas & Christianson 2011). As diferenças no tamanho das folhas entre espécies que coexistem em um mesmo hábitat indicam que folhas menores tendem a ocorrer em ambientes mais secos e com menor disponibilidade de nutrientes, enquanto a massa seca foliar está relacionada à alocação de recursos na parte aérea das plantas e ao seu efeito no ganho de biomassa (Pickup et al. 2005). Essas adaptações podem ser cruciais para a sobrevivência e o desempenho das espécies em condições adversas.

Dessa forma, a combinação destes três atributos demonstrou, neste estudo, que as espécies apresentaram predominância da estratégia ruderal tolerante ao estresse/estresse tolerante. Isso indica que essas espécies investem uma parte significativa de seus recursos não no indivíduo, mas em propágulos que permitem a população regenerar em resposta a distúrbios (Pierce *et al.* 2017). Tais espécies demonstram ainda um desempenho metabólico em ambientes variáveis e com escassez de recursos, focando principalmente na capacidade de reter nutrientes e reparar componentes celulares em tecidos densos e persistentes (Pierce *et al.* 2017). Esse fato converge parcialmente para a hipótese aqui testada, considerando a maior proporção de espécies com estratégia de tolerância ao estresse (S%) em razão do estresse salino e fluxo da maré.

Na estratégia R/SR há um grupo formado pelas espécies arbóreas: *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*. De acordo com Grime & Pierce (2012), a estratégia secundária ocorre em ambiente com estresse de nível moderado com distúrbios menores (Grime & Pierce 2012). Segundo Soares (1999), situações de estresse incluem as inundações periódicas, variação de salinidade e baixos teores de oxigênio. No manguezal do Estado de Santa Catarina, o principal agente estressor é a temperatura, influenciando a estrutura do bosque (Silva 2001).

Já o segundo grupo, caracterizado por espécies oriundas de ambientes transicionais entre manguezal-restinga e representado pelas espécies: *Talipariti pernambucense* e *Phoradendron undulatum*, apresentou a estratégia de vida ruderal. Essas espécies investem grande proporção de recursos, não no indivíduo, mas em propágulos a partir do qual a população pode se regenerar frente a distúrbios (Grime & Pierce 2012). A espécie *A. aureum*, ruderal-tolerante ao estresse, ocorre em ambientes com estresse de nível moderado e com distúrbios menores, estando presente na zona limite com a restinga (Silva 2001). Bernini & Rezende (2009), relata que na área de melhor desenvolvimento estrutural foi registrada a espécie *A. aureum*, indicando a presença de água doce. Soares (1999), em seus estudos, afirma que a invasão de *A. aureum* está impedindo o desenvolvimento de indivíduos jovens de mangue, pois com a morte de um indivíduo e a abertura de uma clareira, onde deveria ocorrer o desenvolvimento de mangues jovens, acaba não ocorrendo, dificultado a recomposição da área perdida com a morte das árvores adultas.

Grupos funcionais - O manguezal, ecossistema pertencente à zona úmida costeira, é composto por plantas lenhosas chamadas mangue, também abriga espécies herbáceas, epífitas, hemiparasitas e aquáticas, e em áreas de transição com ecossistemas terrestres ou em manguezais alterados, podem ocorrer espécies como o algodoeiro-da-praia (gênero *Talipariti*) e a samambaia-do-mangue (gênero *Acrostichum*) (Schaeffer-Novelli *et al.* 2015). Do mesmo modo, diversas epífitas crescem sobre a vegetação típica (Schaeffer-Novelli *et al.* 2015), nos troncos e ramos das árvores é comum encontrar a hemiparasita erva-de-passarinho, dos gêneros *Struthanthus* e *Phoradendron*, cujos frutos são amplamente consumidos por aves (Sugiyama 1995).

O desempenho ecológico das diferentes espécies da flora está intimamente ligado às suas características morfológicas e fisiológicas, ou seja, aos seus atributos funcionais que possibilitam o seu crescimento, colonização, competição e coexistência no ambiente (Violle *et al.* 2007, Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). Os resultados obtidos aqui indicam um padrão de convergência funcional, confirmando a hipótese inicial de que as espécies convergem funcionalmente em função de requerimentos ecológicos similares devido à baixa diversidade específica característica do ecossistema.

Embora sigam estratégias ecológicas similares, visto que são espécies características da fitofisionomia de manguezal da baía Babitonga, essas espécies exibem variação na combinação de atributos funcionais, o que pode influenciar sua frequência, densidade e dominância neste bosque, de acordo com dados mostrados (Tabela 1). Assim, a distribuição das espécies pode variar, sendo influenciada por condições ambientais locais e sucesso do estabelecimento dos propágulos, onde acabam formando florestas monoespecíficas ou mistas (Schaeffer-Novelli *et al.* 1990, Bernini & Rezende 2009). Portanto, o GF1, composto pelas espécies *L. racemosa*, *A. schaueriana* e *R. mangle*, compreende as árvores mais representativas nas florestas de mangue das regiões nordeste, sudeste e sul da costa brasileira (Lacerda 1999, Dornelles *et al.* 2006, Kilca *et al.* 2011). Já a distribuição reduzida do GF2 na área estudada, composto por *T. pernambucense*, *A. aureum* e *P. undulatum*, com diferentes formas de vida, deve-se ao fato de serem espécies propícias a zonas de manguezal e floresta de restinga, sendo espécies de transição para a flora da restinga (Bartz *et al.* 2015). São consideradas espécies associadas, presentes em manguezais mais impactados, com

solos mais arenosos e com menor flutuação do nível de água (Soares 1999, Kilca *et al.* 2019).

Conclusões

A presente pesquisa revelou que os manguezais e ambientes transicionais da zona úmida costeira pertencente ao sistema hídrico da baía Babitonga, apesar de sua importância ecológica, enfrentam desafios de conservação devido à pressão antrópica e a eventos de degradação ambiental. A dominância da *Laguncularia racemosa* em áreas de regeneração destaca a resiliência deste ecossistema, ainda que evidencie um processo de sucessão que é frequentemente interrompido por distúrbios humanos e mudanças ambientais.

As estratégias de vida identificadas, predominantemente ruderais e tolerantes ao estresse, indicam um ajuste das espécies às condições adversas presentes na região, como a variabilidade salina e a pressão de herbivoria. Esses resultados corroboram com a hipótese de que, em um ambiente estressante, as espécies investem em estratégias que favorecem a regeneração e a adaptação.

Os grupos funcionais observados reforçam a característica de baixa diversidade do manguezal e ambientes adjacentes sob estresse, mas também sublinham a importância de cada espécie para a manutenção das funções ecológicas desse ecossistema. A convergência funcional entre as espécies pode ser vista como uma resposta às condições locais, garantindo a sobrevivência e funcionamento do manguezal, mesmo em face das adversidades, tais como as mudanças climáticas globais.

Neste contexto, este estudo contribui para a compreensão da dinâmica ecológica das zonas úmidas costeiras e reforça a necessidade de ações de conservação e manejo que assegurem a integridade desses ecossistemas. A preservação do sistema da baía Babitonga é fundamental não só para a biodiversidade regional, mas também para a manutenção dos serviços ecossistêmicos que ele proporciona, essenciais para as comunidades locais. Futuras pesquisas podem explorar com maior profundidade a interação entre as variáveis ambientais e as estratégias adaptativas das espécies, promovendo uma abordagem mais integradora entre ecologia e conservação.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo 308777/2025-5) Fundo de Amparo à Pesquisa da Univille (FAP 1282).

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Contribuição dos autores

Heloisa Fagundes Salvador: metodologia, investigação, curadoria de dados, preparação do rascunho original, revisão e edição,

João Carlos Ferreira de Melo Júnior: Conceitualização, metodologia, validação, análise formal, recursos, revisão e edição, supervisão, administração do projeto, aquisição de financiamento.

Declaração de disponibilidade de dados

O conjunto de dados está contido no próprio manuscrito.

Literatura citada

- Alikhani, S., Nummi, P. & Ojala, A.** 2021. Urban wetlands: A review on ecological and cultural values. *Water* 13: 3301.
- Atlas dos Manguezais do Brasil.** 2018. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.
- Barbosa, J.A.P.** 2018. Avaliação das atividades antioxidante, gastroprotetora e antimicrobiana de extratos orgânicos das folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.
- Bartz, M.C., Melo Júnior, J.C.F. de & Larcher, L.** 2015. Variação morfológica de *Laguncularia racemosa* (L.) CF Gaertn.(Combretaceae) em áreas de manguezal e de transição entre manguezal e floresta de restinga. *Biotemas* 28: 21-29.
- Balwan, W.K. & Kour, S.** 2021. Wetland-an ecological boon for the environment. *East African Scholars Journal of Agriculture and Life Sciences* 4: 38-48.
- Barman, A., Rajak, F. & Jha, R.** 2024. Integrating wetlands as nature-based solutions for sustainable built environments: A comprehensive review. *Engineering, Technology & Applied Science Research* 14: 18670-18680.
- Bernini, E. & Rezende, C.E.** 2010. Variação estrutural em florestas de mangue do estuário do rio Itabapoana, ES-RJ. *Biotemas* 23: 49-60.
- Brocard, D., Gillet, F. & Legendre, P.** 2011. Numerical Ecology with R (Use R!). Springer-Verlag, New York.

- Carvalho, L.L. de.** 2016. Estrutura de manguezais sul-brasileiros e sua relação com o gradiente de planície de inundação. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Castilho, C.V., Schiatti, J., Freitas, M.A., Araújo, M.C.D., Coelho, F., Magnusson, W. & Costa, F.** 2014. Manual para medição e marcação de árvores em grades e módulos RAPELD do PPBio. Programa Pesquisa em Biodiversidade.
- Copque, A.C.S.M., Cunha, R.D.A. & Souza, F.A.** 2010. Caracterização ambiental do ecossistema manguezal na Costa Leste de Salinas da Margarida-Bahia. In: Anais do I Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- Cunha-Lignon, M.** 2001. Dinâmica do manguezal no Sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil. Universidade de São Paulo.
- Dantas, M. de S., Almeida, N.V., Medeiros, I. dos S. & Silva, M.D. da.** 2009. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. In: Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos Conceitos e Ações de Restauo Florestal. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto Bioatlântica.
- Dettke, G.A.** 2013. Taxonomia das Ervas-de Passarinho na região Sul do Brasil: Loranthaceae, Santalaceae e Viscaceae. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Dettke, G.A. & Waechter, J.L.** 2014. Estudo taxonômico das ervas-de-passarinho da Região Sul do Brasil: II. Viscaceae (Phoradendron). *Rodriguésia* 65: 955-985.
- Dornelles, S.S., Moreira, G.M. & Freitas, L.M.** 2006. Caracterização da estrutura dos manguezais do canal do Linguado, baía da Babitonga. In: CREMER, M.J. et al. (orgs.) Diagnóstico ambiental da baía da Babitonga. Joinville: Univille, pp. 187-199.
- Duarte, C.M., Middelburg, J.J. & Caraco, N.** 2005. Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences* 2: 1-8.
- Ducatti, C.** 2007. Aplicação dos isótopos estáveis em aquicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 1-10.
- EIA - Estudo de Impacto Ambiental - Ponte Joinville.** 2018. Caracterização do Empreendimento. FLORA - Tecnologia e Consultoria Ambiental. Diagnóstico Ambiental. Prefeitura de Joinville, Joinville.
- Elevitch, C.R. & Thomson, L.A.J.** 2006. *Hibiscus tiliaceus* (beach hibiscus). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry* 1: 1-14.
- Ellison, A.M., Mukherjee, B.B. & Karim, A.** 2000. Testing patterns of zonation in mangroves: scale dependence and environmental correlates in the Sundarbans of Bangladesh. *Journal of Ecology* 88: 813-824.
- Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A. & Meira Neto, J.A.A.** 2011. *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Fernandes, M.E.B., Virgulino, A.R. da C., Nascimento, A.A.M. do & Rodrigues, L.F.P.** 2005. Padrões de floração e frutificação em *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. F.: uma avaliação metodológica. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia* 18: 33-38.
- Fonini, A.M.** 2015. Respostas de aclimatação de *Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch. (Polypodiopsida, Pteridaceae) à radiação ultravioleta B. Tese de doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Friess, D. A., Rogers, K., Lovelock, C. E., Krauss, K. W., Hamilton, S. E., Lee, S. Y., ... & Shi, S.** 2019. The state of the world's mangrove forests: past, present, and future. *Annual Review of Environment and Resources* 44: 89-115.
- Gerhardinger, L.C., Zank, S., Carvalho, F.G. de, Herbst, D.F., Cunha, S. & Cremer, M.J.** 2021. Diagnóstico socioambiental do ecossistema Babitonga. *Revista CEPESUL - Biodiversidade e Conservação Marinha* 10: e2021002.
- Gomes, M.T.U., Lorenzen, P. & Wandscheer, C.B.** 2024. Carbono azul: Manguezais, um potencial sumidouro de Carbono para a América Latina e Caribe. *Estudios Avanzados* 40: 149-182.
- Grime, J.P.** 1974. Vegetation classification by reference to strategies. *Nature* 250: 26-31.
- Grime, J.P. & Pierce, S.** 2012. *The evolutionary strategies that shape ecosystems*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Hernández, C.T. & Belmonte, D.E.O.** 2002. Supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoaapa, Guerrero, México. *Madera y Bosques* 8: 89-102.
- Hughes, A.R., Cebrian, J., Heck, K., Goff, J., Hanley, T.C., Scheffel, W. & Zerebecki, R.A.** 2018. Effects of oil exposure, plant species composition, and plant genotypic diversity on salt marsh and mangrove assemblages. *Ecosphere* 9(4): e02207.
- IBAMA.** 1998. Proteção e controle de ecossistemas costeiros: Manguezal da Baía da Babitonga. Brasília: IBAMA. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos de Pesca.
- Iza, O.B. & Marenzi, R.C.** 2009. Caracterização florística-paisagística do Saco da Fazenda, Itajaí, SC. In: Joaquim Olinto Branco, Maria José Lunardon Branco & Valéria Regina Bellotto (orgs.). Estuário do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas. Itajaí: Editora Univali, pp. 141-152.
- Jardim, R.I.L. & Melo Júnior, J.C.F.** 2020. Reconhecimento de grupos funcionais em um fragmento de Mata Atlântica em Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13: 821-833.

- Junk, W. & Nunes da Cunha, C.** 2024. Inventário das áreas úmidas brasileiras: Distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento. Cuiabá: Carlini & Caniato Editorial.
- Kathiresan, K. & Bingham, B.L.** 2001. Biology of mangroves and mangrove ecosystems. *Advances in Marine Biology* 40: 81-251.
- Kattge, J., Diaz, S., Lavorel, S., Prentice, I.C., Leadley, P., Bönsch, G., ... & Wirth, C.** 2011. TRY - a global database of plant traits. *Global Change Biology* 17(9): 2905-2935.
- Kilca, R.V., Alberti, L.F., Mendonça, A.S. & Wolf, L.** 2011. Estrutura de uma floresta de mangue na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC. *Ciência e Natura* 33(2): 57-72.
- Kilca, R.V., Melo Júnior, J.C.F., Esemann-Quadros, K., Larcher, L. & Pfuetzenreuter, A.** 2019. Os manguezais e marismas da Baía Babitonga: uma síntese. *Revista CEPESUL - Biodiversidade e Conservação Marinha* 8: eb2019002.
- Köppen, W.** 1936. Das geographische System der Klimate. *Handbuch der Klimatologie*.
- Lacerda, L.D. de.** 1999. Os manguezais do Brasil. *In: Vannucci, M. Os manguezais e nós: uma síntese de percepções.* São Paulo: Editora da USP, pp. 185-196.
- Larcher, L.** 2016. Estrutura de Manguezais sul-brasileiros e sua relação com o gradiente da planície de inundação. Tese de doutorado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LAWG - Leaf Architecture Working Group.** 1999. Manual of leaf architecture: Morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms. Smithsonian Institution, Washington.
- Leal, M. & Spalding, M.D.** 2022. The State of the World's Mangroves. Global Mangrove Alliance.
- Little, E.L. & Skolmen, R.G.** 1989. Common Forest Trees of Hawaii: Native and Introduced. US Department of Agriculture, Forest Service.
- Lüttge, U.** 2007. Physiological ecology of tropical plants. Springer Science & Business Media.
- Madi, A.P.L.M., Boeger, M.R.T. & Reissmann, C.B.** 2015. Composição química do solo e das folhas e eficiência do uso de nutrientes por espécies de manguezal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(5): 433-438.
- Madi, A.P.L.M., Boeger, M.R.T., Larcher, L., Pelozo, A., Sereneski, C., Reissmann, C.B. & Padial, A.A.** 2016. Estrutura do componente de regeneração natural e arbóreo de dois manguezais no estado do Paraná. *Ciência Florestal* 26: 159-170.
- Maltby, E. & Acreman, M.C.** 2011. Ecosystem services of wetlands: pathfinder for a new paradigm. *Hydrological Sciences Journal* 56(8): 1341-1359.
- Martins, M.B.G. & Moreira, V.L.** 2007. Caracterização histológica das folhas de *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman (Avicenniaceae). *Revista Hispici & Lema* 1: 1-8.
- McLeod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C.M., Lovelock, C.E., Schlesinger, W.H. & Sillman, B.R.** 2011. A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 552-560.
- Mehltreter, K. & Palacios-Rios, M.** 2003. Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico. *Journal of Tropical Ecology* 19(2): 155-162.
- Mello, T.F. & Melo Júnior, J.C.F.** 2021. Variação temporal de respostas fenotípicas foliares de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) em manguezal degradado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 14(05): 2998-3007.
- Melo Júnior, J.C.F., Chaves, M.B., Lorenzi, L. & Mougá, D.M.D.S.** 2018. Efeito da qualidade ambiental e da herbivoria massiva por *Hyblaea puera* (Lepidoptera) sobre um bosque de manguezal da Baía Babitonga, Santa Catarina, Brasil. Univille.
- Menezes, L.F.T., Peixoto, A.L. & Maciel, N.C.** 2000. A riqueza ameaçada dos manguezais. *Ciência Hoje* 27(158): 63-67.
- Menezes, M.P. & Mehlig, U.** 2005. Mass defoliation of the mangrove tree *Avicennia germinans* by the moth *Hyblaea puera* (Lepidoptera: Hyblaeidae) in Equatorial Brazil. *Ecotropica* 11: 87-88.
- Müeller-Dombois, D. & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley.
- Nayak, A. & Bhushan, B.** 2022. Wetland ecosystems and their relevance to the environment: importance of wetlands. *In: Handbook of research on monitoring and evaluating the ecological health of wetlands.* IGI Global Scientific Publishing, pp. 1-16.
- Nguyen, N. & Caruana, R.** 2007. Agrupamentos de consenso. *In: Anais da Sétima Conferência Internacional IEEE sobre Mineração de Dados (ICDM 2007),* Omaha, NE, EUA, pp. 607-612.
- Niklas, K.J. & Christianson, M.L.** 2011. Differences in the scaling of area and mass of *Ginkgo biloba* (Ginkgoaceae) leaves and their relevance to the study of specific leaf area. *American Journal of Botany* 98: 1381-1386.
- Pereira, A.B.** 2005. A vegetação como elemento do meio físico. *Nucleus* 3: 1-21.
- Perez-Harguindeguy, N.** 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Botany* 61: 167-234.

- Pickup, M., Westoby, M. & Basden, A.** 2005. Dry mass costs of deploying leaf area in relation to leaf size. *Functional Ecology* 19: 88-97.
- Pierce, S., Negreiros, D., Cerabolini, B.E., Kattge, J., Díaz, S., Kleyer, M. & Tampucci, D.** 2017. A global method for calculating plant CSR ecological strategies applied across biomes world-wide. *Functional Ecology* 31: 444-457.
- Pinto, L.P. & Brito, M.C.W. de.** 2005. Dinâmica da Perda da Biodiversidade na Mata Atlântica Brasileira: uma introdução. In: *Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas*. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica - Conservação Internacional.
- PMJ - Prefeitura de Joinville.** 2021. Plano de Manejo do Parque Natural Municipal da Caieira. Prefeitura Municipal de Joinville, Joinville.
- Preiskom, G.M., Pimenta, D., Amazonas, N.T., Nave, A.G., Gandolfi, S., Rodrigues, R.R., Bellotto, A. & Cunha, M.C. de S.** 2009. Metodologia de Restauração para Fins de Aproveitamento Econômico (Reserva Legal e Áreas Agrícolas). In: *Pinto, L. P., Hirota, M., Calmon, M., Rodrigues, R. R., & Rocha, R. Pacto Pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos Conceitos e Ações de Restauo Florestal*. Instituto Bioatlântica, São Paulo, pp. 158-175.
- Quadros, A.F., Helfer, V., Nordhaus, I., Reuter, H. & Zimmer, M.** 2021. Functional traits of terrestrial plants in the intertidal: A review on mangrove trees. *The Biological Bulletin* 241: 123-139.
- Rabinowitz, D.** 1978. Early growth of mangrove seedlings in Panamá, and an hypothesis concerning the relationship of dispersal and zonation. *Journal of Biogeography* 5: 113-133.
- Reflora.** 2020. Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <http://floradobrasil.jbrj.gov> (acesso em 15-V-2023).
- Ribeiro, N., Siteo, A.A., Guedes, B.S. & Staiss, C.** 2002. Manual de silvicultura tropical. Maputo: Universidade Eduardo Mondlane.
- Rocha, J.F. & Neves, L. de J.** 2000. Anatomia foliar de *Hibiscus tiliaceus* L. e *Hibiscus pernambucensis* Arruda (Malvaceae). *Rodriguésia* 51: 113-132.
- Rodrigues, G. de A.** 2015. Aspectos fenológicos e produção de mudas de três espécies nativas do ecossistema manguezal. Dissertação de mestrado, Instituto de Florestas, Departamento de Silvicultura, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- Santos, T. de O., Andrade, K.D., Santos, H.V.S., Castaneda, D.A.F.G., Santana, M.B.S., Holanda, F.S.R. & Santos, M.J.C.** 2012. Caracterização estrutural de bosques de mangue: Estuário do São Francisco. *Scientia Plena* 8: e047315.
- Sarraff, L.C.** 2022. Saberes hídricos em comunidade ribeirinha de várzea em Parintins (AM): Construções educativas para a gestão dos recursos hídricos. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus.
- Schaeffer-Novelli, Y.** 2024. Considerações gerais. In: *Junk, W. & Nunes da Cunha, C. (orgs.) Inventário das áreas úmidas brasileiras: Distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento*. Cuiabá: Carlini & Caniato Editorial, pp. 44-45.
- Schaeffer-Novelli, Y., Bernini, E., Lage-Pinto, F., Almeida, R., Reis-Neto, A.S., Cunha-Lignon, M. & Bittencourt, S.** 2024. Ecossistema manguezal no Brasil: situação do conhecimento científico. In: *Junk, W. & Nunes da Cunha, C. (orgs.) Inventário das áreas úmidas brasileiras: distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento*. Cuiabá: Carlini & Caniato Editorial, pp. 46-98.
- Schaeffer-Novelli, Y., Vale, C.C. & Cintrón, G.** 2015. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: *Turra, A. & Denadai, M.R. (orgs.) Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros - Rede de Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros - ReBentos* [online]. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, pp. 62-80.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Adaime, R.R. & Camargo, T.M. de.** 1990. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. *Estuaries* 13: 204-218.
- Shutaywi, M. & Kachouie, N.N.** 2021. Silhouette Analysis for Performance Evaluation in Machine Learning with Applications to Clustering. *Entropy* 23: 759.
- Silva, M.C.M.** 2001. Diagnóstico ambiental do manguezal da baía da Babitonga, Santa Catarina, através do uso de indicadores ecológicos, parâmetros foliares e produtividade de serapilheira. Tese de doutorado, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC, Florianópolis.
- Soares, R.L.N., Cordeiro, L.S. & Loiola, M.I.B.** 2014. Flora do Ceará, Brasil: Combretaceae. *Rodriguésia* 65: 685-700.
- Soares, M.L.G.** 1999. Estrutura vegetal e grau de perturbação dos manguezais da lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 53: 503-515.
- Soares, S.R.F.** 2017. Cultivo de mudas de *Laguncularia racemosa* (L.) CF Gaertn com uso de águas hipersalinas e diferentes substratos. Tese de doutorado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.
- Souza, V.C. & Magossi, R.** 2002. Rhizophoraceae. In: *Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., Melhem, T.S., Bittrich, V., Kameyama, C. (eds.) Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo*. Instituto de Botânica, São Paulo. pp. 279-280.
- Sugiyama, M.** 1995. A flora do manguezal. In: *Schaeffer-Novelli, Y. (coord.) Manguezal ecossistema entre a terra e o mar*. São Paulo: Caribbean Ecological Research, p. 64.
- Tilman, D.** 1996. Biodiversity: population versus ecosystem stability. *Ecology* 77: 350-363.

- Trégarot, E., Caillaud, A., Cornet, C.C., Taureau, F., Catry, T., Cragg, S.M. & Failler, P.** 2021. Mangrove ecological services at the forefront of coastal change in the French overseas territories. *Science of the Total Environment* 763: 143004.
- Tureck, C.R., Haak, L., da Cunha, S.M.B., Destefani, A., Vieira, C.V., Mi kim, B.S., Trevizani, T.H., Ferreira, P.A. de L. & Figueira, R.** 2024. Qualidade de sedimentos na Baía Babitonga e sua implicação na reabertura do Canal do Linguado (SC), Brasil. *Acta Biológica Catarinense* 11: 46-61.
- Vélez-Gavilán, J.** 2023. *Talipariti tiliaceum* (sea hibiscus). *Cabi Compendium*. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.1079/cabicompendium.27132> (acesso em 19-07-2024).
- Vieira, C.V., Horn-Filho, N.O. & Melo Júnior, J.C.F.** 2021. Aspectos geológicos da Baía Babitonga, estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha* 10.
- Violle, C., Navas, M.L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. & Garnier, E.** 2007. Let the concept of trait be functional!. *Oikos* 116(5): 882-892.
- Von Linsingen, L., Cervi, A.C. & Guimarães, O.** 2009. Sinopse taxonômica da família Combretaceae R. Brown na região sul do Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 23: 738-750.
- Yong, J.W.H., Tan, P.Y., Hassan, N.F. & Tan, S.N.** 2010. *A Selection of Plants for Greening of Waterways and Waterbodies in the Tropics*. Singapore: Chung Printing.

Editor Associado: Cláudia Baider

Submissão: 19/11/2024

Aceite: 02/09/2025



Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.