

LUANE GABRIELA BOTELHO REBELO

VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA DE ATRIBUTOS FUNCIONAIS EM  
ESPÉCIES QUE OCORREM EM DIFERENTES TIPOS  
VEGETACIONAIS NA RESTINGA AMAZÔNICA

BELÉM

2021

LUANE GABRIELA BOTELHO REBELO

VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA DE ATRIBUTOS FUNCIONAIS EM  
ESPÉCIES QUE OCORREM EM DIFERENTES TIPOS  
VEGETACIONAIS NA RESTINGA AMAZÔNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Modalidade Biologia da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Biologia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Grazielle Sales Teodoro.  
Faculdade de Ciências Biológicas, ICB, UFPA.

BELÉM

2021

LUANE GABRIELA BOTELHO REBELO

VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA DE ATRIBUTOS FUNCIONAIS EM  
ESPÉCIES QUE OCORREM EM DIFERENTES TIPOS  
VEGETACIONAIS NA RESTINGA AMAZÔNICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Modalidade Biologia da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Biologia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Grazielle Sales Teodoro.

Faculdade de Ciências Biológicas, ICB, UFPA.

Avaliador: Dra. Bárbara de Carvalho Barbosa.

Avaliador: Msc. Mateus Cardoso Silva.

BELÉM

2021

*“A ciência me ensinou que tudo é mais complicado do que achamos inicialmente e que ser capaz de obter felicidade de uma descoberta é a receita para uma vida bela.”*

- Hope Jahren, Lab Girl.

*Dedico este trabalho a pessoa que eu  
mais amo nessa vida e que não economizou  
esforços para me trazer até aqui: minha mãe.*

## AGRADECIMENTOS

Não só esse trabalho, mas todos esses 5 anos de faculdade só foram possíveis com a colaboração de diversas pessoas, que aqui eu agradeço com todo o amor e gratidão que existe dentro do meu coração:

A Deus e Nossa Senhora de Nazaré, por cuidarem tão bem de mim e encherem a minha vida de pessoas incríveis, e por não cansarem de todas as minhas promessas, propósitos e orações.

A minha mãe, Diene, a qual não só esse trabalho, mas como toda a minha vida é dedicada a ela, que está mais ao meu lado do que eu mesma, nunca deixou de acreditar em mim e nos meus sonhos (que ela sonha comigo), apoia todas as minhas decisões, até as erradas, e confia em mim de olhos fechados, além de encher de amor todos os dias da minha vida, eu nem sei se mereço tanto. Sem ela, eu nada seria.

A minha família, em especial a minha avó, Dona Dora, minha tia Daize e meus primos Adria e Danilo, e de novo a minha mãe, que são a minha casa e a minha vida, de onde vem toda minha força, coragem e felicidade. E a todo os meus outros familiares: tias, tios, bisá, pai, primos, por torcerem sempre por mim e acreditarem nos meus sonhos.

Ao meu avô, que é responsável por grande parte do que sou, e tenho certeza que de onde ele estiver, está muito orgulhoso de ver onde eu cheguei e quem eu me tornei.

À Grazi, minha orientadora, por ter sido a minha primeira porta aberta dentro da faculdade, por não desistir de mim e acreditar tanto no meu trabalho. Obrigada pela preocupação, pelo cuidado, carinho, atenção, paciência, confiança, por compartilhar todo o seu conhecimento comigo e com todos. Com ela eu aprendi a dar os meus primeiros passos na vida acadêmica, e espero seguir caminhando ao seu lado na ciência por muitos anos. Obrigada por tudo.

À Andrea, que é minha amiga, professora e também minha mãe. Obrigada pela paciência, cuidado, atenção, carinho, amor, orientação, pelos ensinamentos da biologia e da vida, pelos puxões de orelha e por toda assistência. Por ter me dado de brinde uma outra família. Obrigada por tudo e por tanto.

Aos meus professores, por todo conhecimento compartilhado com excelência nesses anos de curso, por mostrarem quão linda é a Biologia, e me ensinarem a amar e respeitar todos os seres, “se eu vi mais longe foi por estar sobre ombros de gigantes”.

À minha panelinha, Marceli, Lia e Beatriz, pelo apoio, abrigo, incentivo, paciência, cuidado e parceria nesses anos de curso. Obrigada por compartilharem a vida e o dia a dia comigo. Aprendi e continuo aprendendo muito com vocês. Vocês são incríveis!

A poli(panelinha), Rayssa, Geraldo, Maxcyne, Matheus e Jhey. Obrigada pelos risos, gargalhadas, choros, glórias e lutas compartilhadas. A faculdade não teria sido tão leve e alegre sem vocês. E ao restante dos meus colegas de classe, obrigada por todas as histórias e experiências compartilhadas.

Às minhas parceiras de laboratório e de vida: Karol, Rayssa e Leandra. Obrigada por todo incentivo e amor, e por me ensinarem que desistir nunca é uma opção. Nós vamos dominar o mundo, cérebros!

À Marceli, Karla, Luana, Taina e seus respectivos pets, por deixarem minha vida mais feliz, tranquila, leve e confortável. Por me ensinarem mesmo sem saber, que o amor está nos pequenos detalhes.

Às minhas amigas da república, Cassandra, Beatriz, Rafa e Nelma. Que me ensinaram quase sem querer a ser mais paciente e compreensiva, a olhar com mais cuidado o próximo e respeitar a individualidade e sentimentos de cada um.

Às minhas amigas da vida: Dani, que muito mais que minha amiga, também foi a minha casa, obrigada pelo apoio, confiança e carinho de sempre. Letícia, que mesmo longe, sempre esteve pertinho, torcendo e vibrando com todas as minhas vitórias e conquistas. Thaiza e Lauri, por todo apoio, e por todos os momentos e experiências vividas, que foram sempre de muito aprendizado e também de muitas felicidades. E a todos os meus amigos que em alguns meses dos anos, especialmente fevereiro, vivem comigo uma maratona de felicidade e loucura, que claro, só tem graça por causa deles.

E por último, mas não menos importante, ao meu primo Charles, que me deixou no meio do caminho, mas que enquanto esteve nessa vida comigo nunca deixou de acreditar e cuidar de mim. Saudades eternas, eu te amo.

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	3
2.1 ÁREA DE ESTUDO .....	3
2.2 SELEÇÃO DE ESPÉCIES E COLETA DE DADOS .....	5
2.3 ANÁLISE DOS DADOS .....	8
<b>3. RESULTADOS</b> .....	9
<b>4. DISCUSSÃO</b> .....	13
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	16
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	17

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa da Área de Proteção Ambiental (APA) localizado no município de Maracanã, na Ilha de Algodal – Maiandeuá, no Estado do Pará, Brasil. ....	3
<b>Figura 2.</b> Área de Dunas na ilha de Algodal, Maracanã. Fonte: arquivo pessoal.....	4
<b>Figura 3.</b> Área de Arbustos na ilha de Algodal, Maracanã. Fonte: arquivo pessoal. ....	5
<b>Figura 4.</b> Área de Floresta de Restinga na ilha de Algodal, Maracanã. Fonte: arquivo pessoal. ....	5
<b>Figura 5.</b> Análises de variância (ANOVA) com teste post-hoc de Tukey para atributos morfológicos e de madeira em <i>C. grandiflora</i> . O hábitat (A) refere-se a Dunas, (B) as áreas Arbustivas e (C) as áreas de Floresta. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca foliar (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA) e e) densidade da madeira (WD). ....	9
<b>Figura 6.</b> Análises de variância (ANOVA) com teste post-hoc de Tukey para atributos morfológicos e de madeira em <i>A. occidentale</i> . O hábitat A refere-se a Dunas, B as áreas Arbustivas e C as áreas de Floresta. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca foliar (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA) e e) densidade da madeira (WD). ....	10
<b>Figura 7.</b> Regressão linear de <i>C. grandiflora</i> . Onde WD refere-se à densidade da madeira. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca foliar (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA). ....	11
<b>Figura 8.</b> Regressão linear de <i>A. occidentale</i> . Onde WD refere-se à densidade da madeira. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca foliar (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA). ....	12

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características morfofisiológicas foliares e de madeiras avaliadas nas áreas de Restinga. ....	6
--	---

## RESUMO

Os atributos funcionais são características morfo-fisiológicas que influenciam o estabelecimento, crescimento e sobrevivência dos organismos. Os atributos foliares e da madeira podem explicar a distribuição e abundância de plantas ao longo de gradientes de água, luz e nutrientes. Apesar da restinga se composta por diversos tipos vegetacionais, como dunas, as fisionomias arbustivas e as florestas, onde uma mesma espécie pode ocorrer nos distintos tipos de vegetação. Logo, a restinga representa um excelente modelo para testar se os atributos foliares e da madeira variam intraespecificamente em função do habitat onde os indivíduos ocorrem. Nesse estudo analisamos a variação da área foliar específica (SLA), área foliar (LA), matéria seca da folha (LDMC), espessura foliar (LTh) e densidade da madeira (WD) em indivíduos de *Clusia grandiflora* Split. (Clusiaceae) e *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) entre uma fisionomia florestal, arbustiva e de duna em uma restinga no Pará. O SLA de *A. occidentale* foi maior na fisionomia florestal ( $f = 14.05$ ,  $p = 0.005$ ), quando comparado as dunas e aos arbustos. E o LDMC também diferiu entre os ambientes ( $f = 14.05$ ,  $p = 0.005$ ), apresentando menor média em indivíduos da floresta de restinga em comparação com os de formação arbustiva ( $p = 0.004$ ) e de planície de dunas ( $p = 0.04$ ). Todavia, não houve diferença significativa para os demais atributos medidos em *A. occidentale* e nenhum atributo medido em *C. grandiflora* entre as fisionomias estudadas. Além disso houve uma relação positiva entre LA e SLA com a WD em *A. occidentale*, e apenas uma relação negativa entre LTh e WD em *C. grandiflora*. Nossos resultados sugerem que as espécies respondem de forma diferentes as limitações impostas pelos ambientes, e que características de folha e madeira são complexas e demandam uma investigação mais aprofundada.

## 1. INTRODUÇÃO

As características funcionais morfofisiológicas são fundamentais na vida das plantas e influenciam de forma direta ou indireta no crescimento, estabelecimento e sobrevivência dos indivíduos (Violle *et al.* 2007). As características foliares são ótimos descritores de estratégias ecológicas das plantas, por estarem relacionados a importantes processos como o ganho de carbono, taxa de decomposição, disponibilidade luminosa e uso recursos (Poorter *et al.* 2009; Reich *et al.* 2014). Também podem ser bons descritores dessas características funcionais o caule, como a densidade da madeira, que pode informar sobre a resistência física, suporte mecânico e transporte hídrico (Chave *et al.* 2009).

A heterogeneidade ambiental impulsiona a vegetação a apresentar mudanças em suas estratégias ecológicas (Araújo *et al.* 2021). Estratégias aquisitivas são mais encontradas em ambientes que não apresentam limitação em recursos (Maracahipes *et al.* 2018), onde as plantas aumentam a sua produtividade e apresentam rápido crescimento (Hoffman *et al.* 2012). Enquanto estratégias conservadoras estão mais relacionadas às áreas com menor disponibilidade de recursos (Lamont *et al.* 2002; Maracahipes *et al.* 2018). Cada uma das estratégias conferem benefícios de ocorrência e sobrevivência das plantas em determinadas condições ambientais.

Indivíduos de uma espécie que ocorrem em tipos vegetacionais distintos podem apresentar variações em seus atributos funcionais em resposta as variações ambientais (Araújo *et al.* 2021). A variação intraespecífica é fundamental para uma planta ocupar diferentes tipos de ambientes, já que possibilita a melhor distribuição e abundância das espécies (Jung *et al.* 2010), mesmo que ainda haja uma compreensão limitada dos padrões dessas variações dentro e entre os ecossistemas (Hulshof *et al.* 2013). Sendo assim, a variação nos atributos pode revelar ajustes estruturais por parte das plantas, para tolerância e resistência em ecossistemas com restrições e, assim, atuar diretamente no desempenho das espécies e na sua sobrevivência (Simioni *et al.* 2020).

A restinga apresenta diversos tipos vegetacionais e algumas espécies que ocorrem em diversas fisionomias. Portanto, representa um excelente modelo para avaliar se indivíduos de uma mesma espécie apresentam variação intraespecífica em suas características funcionais. A restinga trata-se de um complexo de vegetações que ocupa

as planícies litorâneas da Amazônia até a região Sul do Brasil, ocorrendo sobre sedimentos arenosos pleistocênicos, holocênicos de origem marinha e quaternária (Silva *et al.* 2010). Na restinga amazônica, no Pará, a cobertura vegetal varia desde tipologias abertas, herbáceo-arbustivas, localizadas próximas às praias, até florestas com árvores altas em direção ao interior do continente (Amaral *et al.* 2008). Nesse gradiente há uma variação acentuada na disponibilidade de recursos, como luz e nutrientes no solo.

As formações vegetais das dunas ocorrem mais próximas à praia, apresentam uma dinâmica intensa, regulada pela ação de marés, ondas e ventos (Amaral *et al.* 2008). Nessa vegetação há alta incidência luminosa, solo com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e maior teor de sódio devido à maior proximidade das praias. Já a formação arbustiva ocorre um pouco mais distante das praias, há o predomínio de plantas de hábito herbáceo e arbustivo, mas também pode ocorrer algumas espécies arbóreas (Bastos *et al.* 1996; Amaral *et al.* 2008). A fisionomia de floresta de restinga ocorre mais distante das praias. Nas áreas de floresta, há uma maior deposição de matéria orgânica, o que contribui para a ciclagem de nutrientes (Amaral *et al.* 2008). Nessas áreas de floresta, devido a formação de um dossel, há menor incidência luminosa para as espécies de sub-bosque e herbáceas quando comparado às formações abertas.

Mesmo com a variação na disponibilidade de recursos entre as fisionomias da restinga, *Clusia grandiflora* Split. (Clusiaceae) e *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) ocorrem desde formações abertas (planície de dunas e vegetação arbustiva) a vegetação florestal. Diante disso, entendendo que podem ocorrer variações nas características funcionais de folha e caule de espécies coocorrentes em diferentes tipos vegetacionais, testamos a hipótese de que o gradiente ambiental influencia na variação intraespecífica das características funcionais de duas espécies abundantes na restinga amazônica. Esperamos que (i) indivíduos em ambientes mais adversos, apresentem atributos mais conservadores nas dunas, por apresentarem uma dinâmica mais intensa, regulada pela ação de marés, ondas e ventos, com solo mais arenoso e de baixa capacidade de retenção de água e nutrientes; (ii) devido a limitação de recursos nas fisionomias da restinga, esperamos um trade-off na alocação de recursos entre os atributos foliares e a densidade da madeira.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em áreas de restinga da Área de Proteção Ambiental (APA) da Ilha de Algodoal, Maracanã, município do litoral do Estado do Pará, sob as coordenadas geográficas 00°38'29" S e 47°31'54" W (Figura 1). A área é constituída por um Unidade de Conservação de Uso Sustentável (UC). No Pará, a cobertura vegetal nas restingas encontra-se distribuída entre praias, cordões arenosos, florestas, dunas e depressões (Bastos *et al.* 1996). Inclui desde tipologias abertas, herbáceo-arbustivas, localizadas próximas às praias, até florestas com árvores altas em direção ao interior do continente, ou arbustos sobre dunas litorâneas (Amaral *et al.* 2008).



**Figura 1.** Mapa da Área de Proteção Ambiental (APA) localizado no município de Maracanã, na Ilha de Algodoal – Maiandeuá, no Estado do Pará, Brasil.

A região possui clima tropical úmido, com temperatura máxima anual de 31,7 °C e mínima de 25,2 °C, com índice pluviométrico anual acumulado em torno de 2.800 mm. Três tipos de vegetação foram selecionados para realizar este estudo: Dunas, que possuem diferentes formas e tamanhos. As dunas podem ser caracterizadas em dois tipos, como

móveis, que são ausentes da cobertura vegetal e como dunas fixas, compostas por uma vegetação diversa, com predomínio de espécies herbáceas (Figura 2) (Amaral et al. 2008). Formação arbustiva aberta, caracterizada pela presença de vegetação organizada em matagais, que são compostos por arbustos, árvores e herbáceas e intercalados por áreas de vegetação predominantemente herbácea ou sem vegetação (Figura 3) (Bastos et al. 1995). i) Floresta de restinga, que possui copas contínuas, mas não densas, permitindo que a luz penetre em algumas seções (Figura 4) (Bastos et al. 1995).



**Figura 2.** Área de Dunas na ilha de Algodão, Maracanã. Fonte: arquivo pessoal.



**Figura 3.** Área de Arbustos na ilha de algodoal, Maracanã. Fonte: arquivo pessoal.



**Figura 4.** Área de Floresta de Restinga na ilha de algodoal, Maracanã. Fonte: arquivo pessoal.

## 2.2 SELEÇÃO DE ESPÉCIES E COLETA DE DADOS

Foram selecionadas para o estudo, indivíduos de *Clusia grandiflora* Split. (Clusiaceae) e *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae) que são espécies de ampla ocorrência nas formações vegetacionais de restinga (Bastos *et al.* 1995). *C. grandiflora* é

uma árvore de substrato terrícola, ocorre em toda região norte, nordeste, centro-oeste e sudeste do Brasil, mas não é endêmica do país (Flora do Brasil, 2020). Espécies do gênero *Clusia* pertencem a um pequeno grupo de árvores dicotiledôneas que realizam tanto metabolismo C<sub>3</sub> quanto CAM (Herzog *et al.* 1999; Roberts *et al.* 1998). Franco *et al.* (1990) afirmaram que essa flexibilidade no processo fotossintético possibilitou a dispersão geográfica deste gênero pelos trópicos, apesar disso, a espécie apresenta poucos estudos sobre sua dinâmica vegetativa.

*A. occidentale*, popularmente conhecida como cajueiro, também é uma árvore de substrato do Brasil, não é nativa do país e ocorre em diversas regiões do Brasil, exceto no sul. É uma espécie de grande importância nas áreas da agroindústria e farmacêuticas, devido aos seus subprodutos, é também uma excelente fonte de vitamina C, A e do complexo B. Além disso, é uma planta de grande relevância econômica nas suas regiões de ocorrência (Flora do Brasil, 2020).

Os dados foram coletados em março de 2018, durante a estação chuvosa da região, que tem início em dezembro e fim em maio (Moraes *et al.* 2005). Nós amostramos três indivíduos por espécie em cada fisionomia. De cada indivíduo foram coletados ramos com folhas e calculados cinco (5) atributos funcionais (Tabela 1).

Tabela 1. Características morfofisiológicas foliares e de madeiras avaliadas nas áreas de Restinga.

Característica	Acrônimo	Unidade	Significância Funcional
<b>Área foliar</b>	LA	mm <sup>2</sup>	Controle de temperatura, autossombreamento da copa, equilíbrio hídrico, captação de luz e trocas gasosas da planta (Wright <i>et al.</i> 2017; Baird <i>et al.</i> 2021).
<b>Área foliar específica</b>	SLA	m <sup>-2</sup> g <sup>-1</sup>	Produtividade primária, ciclagem de nutrientes, fertilidade do solo, competição por recursos, tolerância ambiental (Wright <i>et al.</i> 2004; Díaz <i>et al.</i> 2016).
<b>Espessura foliar</b>	LTh	mm	Resistência física das folhas, capacidade fotossintética, quantidade de luz absorvida pelas folhas (Pérez-Harguindeguy <i>et al.</i> 2013; Niinemets <i>et al.</i> 2001).

<b>Teor de matéria seca da folha</b>	LDMC	mg g <sup>-1</sup>	Resistência a perigos físicos e eventos extremos (Ex: herbivoria, vento, granizo), tempo de vida da folha e investimento em carbono (Pérez-Harguindeguy <i>et al.</i> 2013; Hodgson <i>et al.</i> 2011).
<b>Densidade da madeira</b>	WD	g cm <sup>3</sup>	Estabilidade, defesa, arquitetura hidráulica, potencial de crescimento da planta, armazenamento de carbono, resistência contra patogénos (Chaves <i>et al.</i> 2009; Zanne <i>et al.</i> 2010).

Para a mensuração dos atributos morfológicos, foram utilizadas 15 folhas de cada indivíduo para cada espécie. A área foliar (LA) (mm<sup>2</sup>) foi obtida através da obtenção da face adaxial das 15 folhas com escala (régua) fotografadas com uma câmera digital e calculadas no software *ImageJ*. A área foliar específica (SLA) (m<sup>-2</sup> g<sup>-1</sup>) é a razão entre a área foliar e a massa seca da folha. As folhas foram secas em uma estufa à 70° C por 48h e pesadas em uma balança digital com precisão de 0,0001g. A espessura foliar (LTh) (mm) foi mensurada através das medidas das folhas em três partes (base, meio e ápice) do limbo, com um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm), evitando-se as nervuras principais.

As folhas selecionadas foram colocadas para hidratar por 24h e pesadas em balança digital de precisão de 0,001g para obtenção do peso fresco túrgido, depois secas em estufa por 48h a 70 °C e pesadas novamente para mensuração do teor de matéria seca foliar (LDMC). O LDMC foi determinado pela razão da massa seca foliar (mg g<sup>-1</sup>) pela massa fresca foliar (g) e expressa em mg g<sup>-1</sup> (Witkowski & Lamont, 1991).

Para a mensuração dos atributos da madeira, foram separadas duas seções de 5 cm de ramos coletados dos indivíduos, das quais a casca foi retirada e submersa em água por 48h para a reidratação. A espessura dos ramos foi medida com paquímetro digital (0,01g) e em seguida, o peso túrgido foi medido em balança de precisão (0,001g). O volume foi estimado pelo princípio de Arquimedes, onde cada segmento foi imerso em um recipiente com água e o incremento de massa medido em g corresponde ao volume de água deslocado e, portanto, ao volume do ramo em g cm<sup>3</sup>. A massa seca dos fragmentos dos

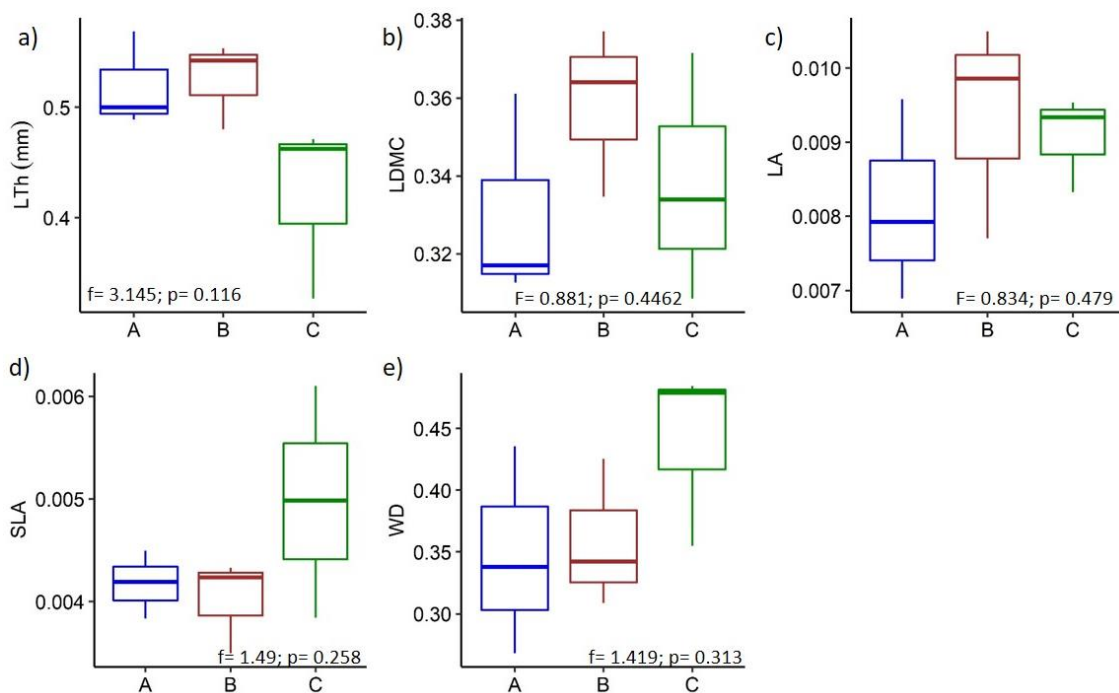
ramos foi determinada após secagem em estufa a 70° C por 48h. A densidade da madeira (WD) (g cm<sup>3</sup>) foi obtida a partir da divisão da massa seca pelo volume do ramo deslocado.

### 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

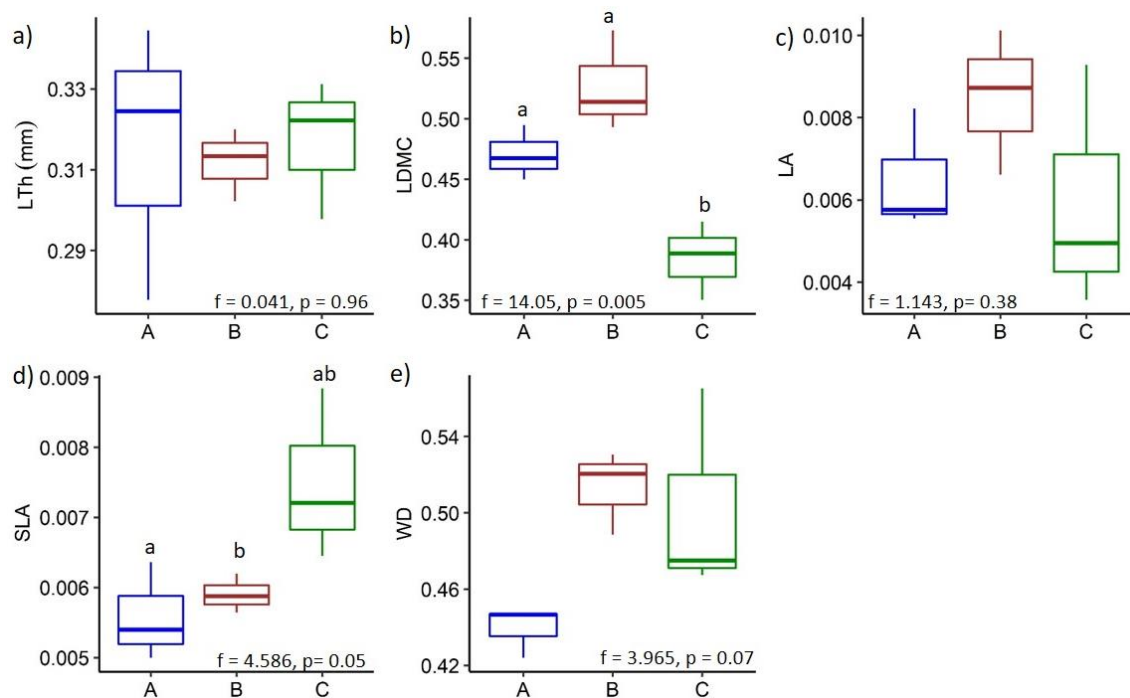
Os testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade das variâncias (teste de Levene) dos dados foram aplicados de acordo com os pressupostos para a utilização de análises paramétricas. Para avaliar se as espécies apresentam variação em suas características funcionais, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) com o teste post-hoc de Tukey para comparar os atributos funcionais da folha e da madeira entre as espécies, considerando um nível de significância de  $\alpha = 0,05$ . Para avaliar os possíveis trade-offs na alocação de recursos entre os atributos funcionais foliares e de madeira, realizamos uma regressão linear simples e uma correlação. Todas as análises estatísticas e gráficas foram realizadas com o software R (R Core Team, 2020).

### 3. RESULTADOS

*C. grandiflora* apresentou valores semelhantes para todas as características funcionais entre os tipos de vegetação estudadas (Figura 5). Em *A. occidentale*, o SLA diferenciou entre as vegetações ( $f = 4.586$ ,  $p = 0.05$ ), no qual os indivíduos ocorrentes nas planícies de dunas apresentaram menor SLA em comparação com os indivíduos da floresta de restinga ( $p = 0.05$ ). O LDMC também diferiu entre os ambientes ( $f = 14.05$ ,  $p = 0.005$ ), apresentando menor média em indivíduos da floresta de restinga em comparação com os de formação arbustiva ( $p = 0.004$ ) e de planície de dunas ( $p = 0.04$ ). O LTh ( $f = 0.041$ ,  $p = 0.96$ ) e o LA ( $f = 1.143$ ,  $p = 0.38$ ) não apresentaram diferenças significativas entre os três tipos vegetacionais. No entanto, A densidade da madeira (WD) não diferiu entre os ambientes ( $f = 3.965$ ,  $p = 0.07$ ) (Figura 6).

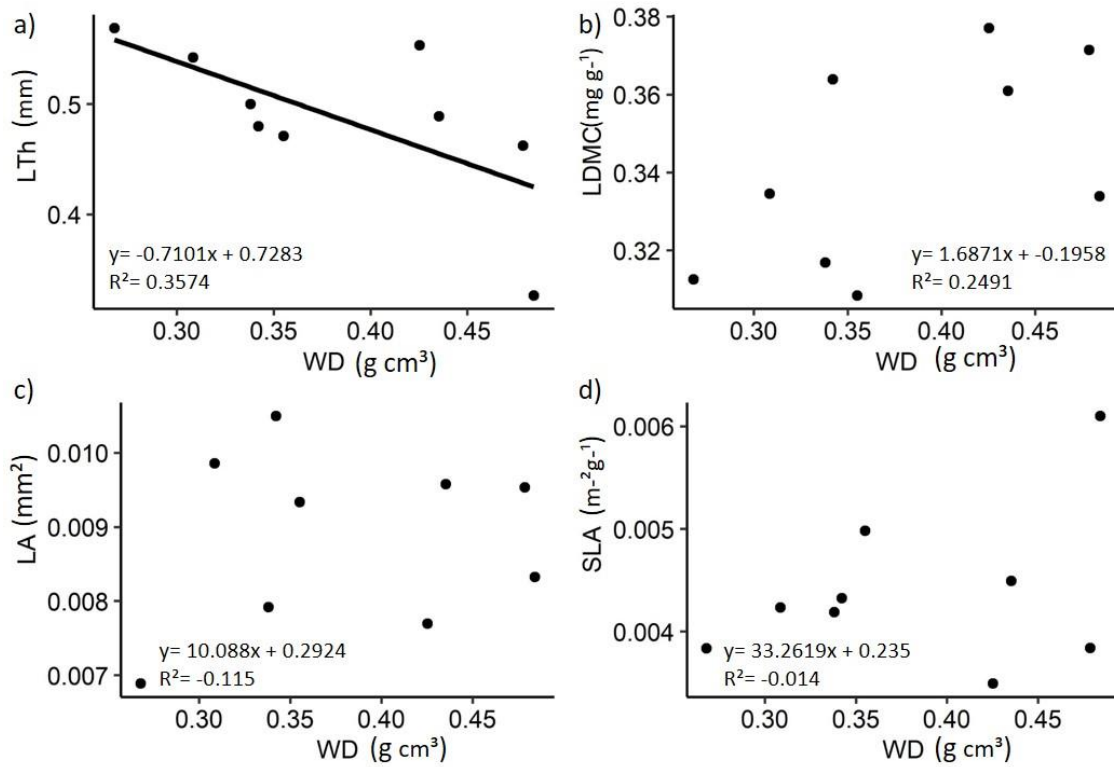


**Figura 5.** Análises de variância (ANOVA) com teste post-hoc de Tukey para atributos morfológicos e de madeira em *C. grandiflora*. O hábitat (A) refere-se a Dunas, (B) as áreas Arbustivas e (C) as áreas de Floresta. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca foliar (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA) e e) densidade da madeira (WD).

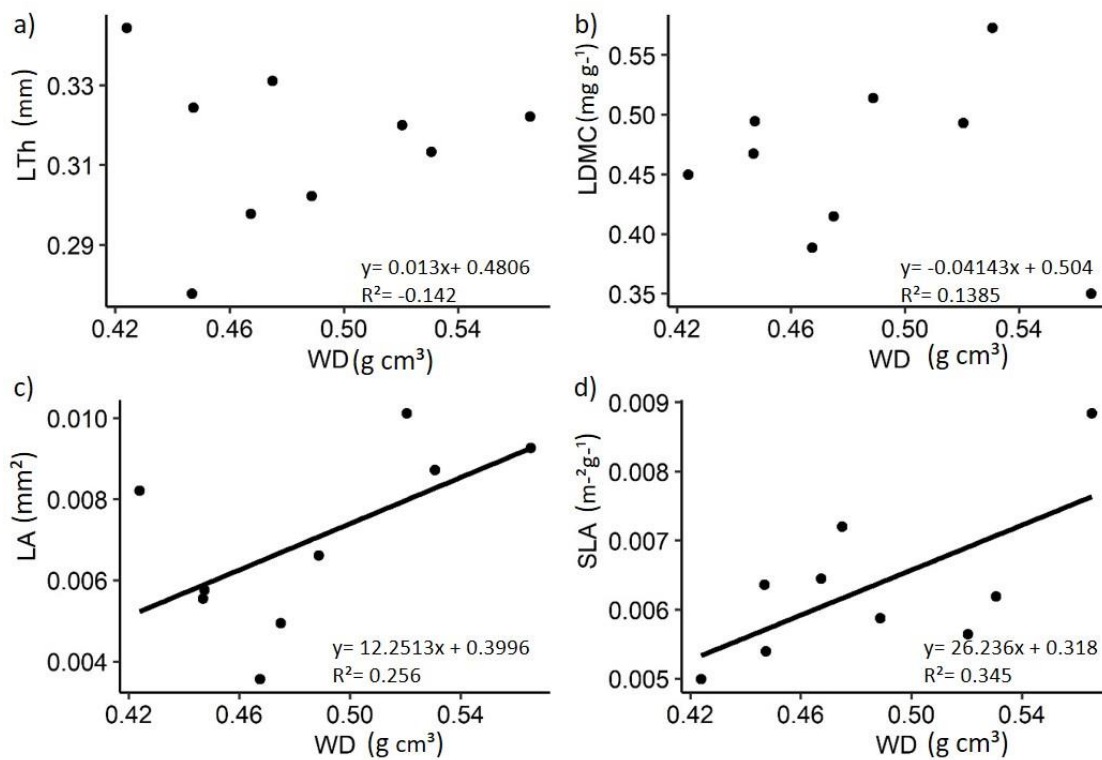


**Figura 6.** Análises de variância (ANOVA) com teste post-hoc de Tukey para atributos morfológicos e de madeira em *A. occidentale*. O hábitat A refere-se a Dunas, B as áreas Arbustivas e C as áreas de Floresta. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca folia (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA) e e) densidade da madeira (WD).

A densidade da madeira, em *C. grandiflora*, foi negativamente relacionada com LTh ( $p=0.05$ ), e não houve nenhuma relação com LDMC, LA e SLA (Figura 7). Em contraste, em *A. occidentale*, não houve relação entre a densidade da madeira e LTh e entre LDMC. Entretanto, a densidade da madeira foi positivamente relacionada com a área foliar e área foliar específica (Figura 8).



**Figura 7.** Regressão linear de *C. grandiflora*. Onde WD refere-se à densidade da madeira. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca foliar (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA).



**Figura 8.** Regressão linear de *A. occidentale*. Onde WD refere-se à densidade da madeira. a) espessura foliar (LTh), b) teor de matéria seca foliar (LDMC), c) área foliar (LA), d) área foliar específica (SLA).

#### 4. DISCUSSÃO

As duas espécies apresentaram diferentes respostas à variação de recursos, no qual, *Clusia grandiflora* não diferiu entre os ambientes analisados. Já *Anacardium occidentale* apresentou variação intraespecífica. Além disso, em *A. occidentale* há um trade-off entre investimento em madeira (densidade) e folha (área foliar específica).

A área foliar específica e o teor de matéria seca da folha retratam um trade-off essencial da planta, entre uma eficiente produção de biomassa (alto SLA e baixo LDMC) e uma conservação eficiente de nutrientes (baixo SLA e alto LDMC) (Garnier *et al.* 2001). *Anacardium occidentale* mostrou uma diferença significativa especialmente nesses atributos, onde SLA foi menor nas dunas em comparação com as florestas de restinga, e o LDMC foi menor na floresta em comparação com dunas e arbustos, o que pode ser um indicativo de que os indivíduos das dunas apresentam estratégias mais conservativas em relação aos indivíduos das florestas, corroborando com a nossa hipótese inicial. Folhas com alto LDMC tendem a ser relativamente resistentes, portanto, são consideradas mais resistentes a perigos físicos (por exemplo, herbivoria, vento, granizo) do que as folhas com baixo LDMC (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013), o que pode ser relevante para os indivíduos de floresta, já que possivelmente podem estar mais expostos a herbívoros, mas um pouco menos expostos aos ventos, como os indivíduos em áreas abertas.

Além disso, o SLA é consideravelmente mais alto e o LDMC mais baixo em locais mais férteis (Cunningham *et al.* 1999; Poorter & de Jong, 1999), o que também condiz com os nossos resultados, uma vez que nas florestas há maior deposição de matéria orgânica, o que pode contribuir para uma maior fertilidade quando comparado às áreas abertas. Essa relação entre SLA e LDMC também foi mostrada por Garnier *et al.* 2001, sugerindo que ocorra uma plasticidade fenotípica ou variação genotípica, devido a distância entre os ambientes. Esses resultados sugerem que possivelmente os indivíduos nas dunas da espécie *Anacardium occidentale* utilizam estratégias mais conservativas quando comparados com os indivíduos das florestas, que apresentaram características mais aquisitivas (Wright *et al.* 2004), o que confere uma vantagem aos indivíduos das dunas, já que estratégias mais conservativas aumentam a tolerância da planta em condições estressantes (Pooter *et al.* 2009). Os resultados condizem com os encontrados por Costa *et al.* 2020, em que *A. occidentale* apresentou estratégias mais aquisitivas nas florestas de restinga quando comparada com outras espécies ocorrentes na área. Esses resultados

diferem dos encontrados em *Clusia grandiflora*, que não apresentou nenhuma diferença em todos os atributos estudados, expondo uma baixa plasticidade, que pode ser relacionado a diversos fatores, como a rota fotossintética dessa planta (Herzog *et al.* 1999) ou pelo número de amostras. No entanto, mais estudos precisam ser realizados para uma melhor compreensão da ecofisiologia dessa espécie.

A variação intraespecífica em LA tem sido relacionada a diversos fatores, entre eles as variações climáticas, geológicas, de altitude e latitude, resposta ao frio e calor, seca, nutrientes e alta radiação (Pérez-Harguindeguy *et al.* 2013). No qual, todos esses fatores tendem a selecionar folhas relativamente pequenas. Entretanto, nossas espécies não apresentaram diferenças nesse atributo entre os ambientes, diferente dos resultados encontrados por Wright *et al.* (2017) que afirma que o tamanho da folha tende a diminuir em ambientes mais secos e quentes, e por Grime *et al.* (2001) que sugerem que espécies que ocorrem em florestas que diferem na disponibilidade hídrica, tendem a apresentar uma maior área foliar para manter as trocas gasosas e adquirir uma melhor eficiência na aquisição de água e nutrientes.

A espessura foliar pode variar muito dentro de uma mesma espécie em resposta as diferenças ambientais (Niinemets *et al.* 1999) e em mudanças temporais na disponibilidade recursos (Kappen *et al.* 1975). Porém, nossos resultados não mostraram diferenças na espessura foliar, independente do hábitat que ocorrem na restinga. Nossos resultados diferem de Pérez- Harguindeguy *et al.* (2013) e Terashima *et al.* (2011), os quais sugerem que o LTh deve ser maior em habitats mais ensolarados, secos e menos férteis, que condiz com Silva *et al.* (2019), que mostraram em seu estudo de relações intraespecíficas em ecótonos de floresta-savana, onde as folhas foram mais finas nas florestas, o que provavelmente foi resultado da aclimação à luz.

A densidade da madeira relaciona-se principalmente aos fatores físicos das plantas. Estudos sugerem que a alta densidade da madeira está relacionada a uma maior resistência, custos de construção mais elevados e crescimento mais lento, e o inverso é apresentado para espécies de baixa densidade (Muller-Landau 2004; Van Gelder *et al.* 2006; Lüttge, U. 2007). Entretanto, nossos resultados não mostraram diferenças relevantes da densidade da madeira nas espécies estudadas entre os diferentes tipos vegetacionais.

Geralmente a densidade da madeira está negativamente relacionada a área foliar específica e a área foliar (Chave *et al.* 2009; Wright *et al.* 2007). Plantas com essas estratégias apresentam uma menor taxa de mortalidade quando expostas ao estresse hídrico (Greenwood *et al.* 2017). Porém, o oposto foi observado nos nossos resultados, onde WD foi positivamente relacionada a LA e SLA na espécie *Anacardium occidentale*.

Nos indivíduos da espécie *Clusia grandiflora*, nenhuma relação foi encontrada. *C. grandiflora* apresentou apenas uma relação negativa com a espessura foliar. Portanto, é difícil encontrar padrões de características funcionais que seriam adequadas para as plantas, principalmente quando essas são relacionados a madeira, já que diversas estratégias ecológicas e relações são relatados (Chave *et al.* 2009; Greenwood *et al.* 2017; Larjavaara, & Muller-Landau 2010; Wright *et al.* 2007). Esses resultados mistos sugerem que as relações entre folha e madeira são de certa forma enigmáticos, e requerem uma investigação mais aprofundada (Chave *et al.* 2009)

## 5. CONCLUSÃO

*Clusia grandiflora* não variou entre as fisionomias estudadas *Anacardium Occidentale* apresentou estratégias mais aquisitivas na floresta e mais conservativas nas áreas das dunas. *C. grandiflora* apresentou uma relação negativa entre a espessura foliar e a densidade da madeira, e *A. occidentale* a densidade da madeira foi positivamente relacionada a área foliar e a área foliar específica.

Nossa I hipótese foi corroborada e a II hipótese foi parcialmente corroborada, nossos resultados mostraram que as espécies respondem de forma diferentes às limitações impostas pelos ambientes, uma com estratégias mais aquisitivas em alguns ambientes, como a floresta de restinga e estratégias mais conservativas em outros, como as dunas. Já outra espécie apresenta baixa variação intraespecífica, precisando de mais investigações para a melhor compreensão da distribuição dos indivíduos nesses ambientes.

## 6. REFERÊNCIAS

- AMARAL, D. D.; PROST, M. T.; BASTOS, M. N. C.; NETO, S. V. C. & SANTOS, J. U. M. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. **Bol. Mus. Para Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, 3:** 35-67, 2008.
- ARAÚJO, B. S.; MARIMON, M. C.; SCALON, S.; FAUSET, B. H. M.; JUNIOR, R.; TIWARI, M. U. Trees at the Amazonia–Cerrado transition are approaching high temperature thresholds. **Environmental Research Letters, 16:** 1-8, 2021.
- BASTOS, M. N. C.; ROSÁRIO, C. S. & LOBATO, L. C. B. Caracterização fitofisionômica da restinga de algodoal - maracanã, Pará, Brasil. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, 11:** 2, 1995.
- BASTOS, M.N.C. & LOBATO, L.C.B. Estudos fitossociológicos em áreas de bosque de mangue na praia do Crispim e ilha de Algodoal, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Ciências da Terra, Belém, 8:** 157-167, 1996.
- CHAVE, J.; COOMES, D.; JANSEN, S.; LEWIS, S. L.; SWENSON, N. G.; ZANNE, A. E. Towards a worldwide wood economics spectrum. **Ecology Letters, 12:** 351–366, 2009.
- CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; DÍAZ, S.; BUCHMANN, N.; GURVICH, D. E.; REICH, P. B.; TER STEEGE, H.; MORGAN, H.D.; VAN, D. E. R.; HEIJDEN, M. G. A.; PAUSAS, J. G.; POORTER, H. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany, 51:** 335– 380, 2003.
- COSTA, H. J. A.; GURGEL, E. S. C.; AMARAL, D. D.; VASCONCELOS, L. V.; REBELO, L. G. B. & TEODORO, G. S. CSR ecological strategies, functional traits and trade-offs of woody species in Amazon sandplain forest. **Flora, 273.** 2020.
- CUNNINGHAM, S. A.; SUMMERHAYES, B. E. & WESTOBY, M. Evolutionary divergences in leaf structure and chemistry, comparing rainfall and soil nutrient gradients. **Ecological Monographs, 69:** 569-588, 1999.
- DA COSTA, H. D. J. A.; GURGEL, E. S. C.; AMARAL, D. D.; VASCONCELOS, L. V.; REBELO, L. G. B. & TEODORO, G. S. CSR ecological strategies, functional traits and trade-offs of woody species in Amazon sandplain forest. **Flora, 273:** 151-710, 2020.
- DANTAS, V.L.; BATALHA, M.A.; PAUSAS, J.G. Fire drives functional thresholds on the savanna–forest transition. **Ecology, 94:** 2454-2463, 2013.
- DÍAZ, S.; KATTGE, J.; CORNELISSEN, J. H.; WRIGHT, I. J.; LAVOREL, S.; DRAY, S.; REU, B.; KLEYER, M.; WIRTH, C.; PRENTICE, I. C.; GARNIER, E.; BÖNISCH, G.; WESTOBY, M.; POORTER, H.; REICH, P. B.; MOLES, A. T.; DICKIE, J.; GILLISON, A. N.; ZANNE, A. E.; CHAVE, J.; WRIGHT, S. J.; SHEREMET'EV, S. N.; JACTEL, H.; BARALOTO, C.; CERABOLINI, B.; PIERCE, S.; SHIPLEY, B.; KIRKUP, D.; CASANOVES, F.; JOSWIG, J. S.; GÜNTHER, A.; FALCZUK, V.;

RÜGER, N.; MAHECHA, M. D. & GORNÉ, L. D. The global spectrum of plant form and function. **Nature**. 14: 167-71. 2016.

FRANCO, A. C.; BALL, E. & LÜTTGE, U. Patterns of gas Exchange and organic oscillations in tropical trees of the genus *Clusia*. **Oecologia**, **85**: 108-114. 1990.

GARNIER, E.; SHIPLEY, B.; ROUMET, C. & LAURENT G. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. **Functional Ecology** **15**: 688–695, 2001.

GLEASON, S. M.; WESTOBY, M.; JANSEN, S.; CHOAT, B. & HACKE, U. G. Weak tradeoff between xylem safety and xylem-specific hydraulic efficiency across the world's woody plant species. **New Phytology**, **209**: 123– 136, 2016.

GREENWOOD, S.; RUIZ-BENITO, P.; MARTÍNEZ-VILALTA, J.; LLORET, F.; KITZBERGER, T.; ALLEN, C.D.; FENSHAM, R.; LAUGHLIN, D. C.; KATTGE, J.; BÖNISCH, G.; KRAFT, N. J. B. & JUMP, A. S. Tree mortality across biomes is promoted by drought intensity, lower wood density and higher specific leaf area. **Ecol Lett**, **20**: 539-553, 2017.

GRIME, J. P. **Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties**, 2nd edn. Wiley, Chichester. 2001.

HERZOG, B.; GRAMS, T. E. E.; HAAG-KERWER, A.; BALL, E.; FRANCO, A. C. & LÜTTGE, U. Expression of modes of photosynthesis (C-3, CAM) in *Clusia criuva* Camb. In a Cerrado gallery forest transect. **Plant Biology**, **1**: 357-364. 1999.

HODGSON, J. G.; MONTSERRAT-MARTÍ, G.; CHARLES, M.; JONES, G.; WILSON, P.; SHIPLEY, B. & ROYO PLA, F. Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area?. **Annals of botany**, **108**: 1337-1345, 2011.

HOFFMANN, W. A.; GEIGER, E.L.; GOTSCH, S.G.; ROSSATTO, D.R.; SILVA, L.C.R.; LAU, O.L.; HARIDASAN, M.; FRANCO, A.C. Ecological thresholds at the savanna-forest boundary: how plant traits, resources and fire govern the distribution of tropical biomes. **Ecol. Lett.**, **15**: 759-768, 2012.

HULSHOF, C. M.; VIOLLE, C.; SPASOJEVIC, M. J.; MCGILL, B.; DAMSCHEN, E.; HARRISON, S. & ENQUIST, B. J. Intra-specific and inter-specific variation in specific leaf area reveal the importance of abiotic and biotic drivers of species diversity across elevation and latitude. **Journal of Vegetation Science**, **24**: 921-931, 2013.

JUNG, V., VIOLLE, C., MONDY, C., HOFFMANN, L. & MULLER, S. Intraspecific variability and trait-based community assembly. **Journal of Ecology** **98**: 1134–1140, 2010.

KAPPEN, L.; OERTLI, J. J.; LANGE, O. L.; SCHULZE, E-D.; EVENARI, M. & U. BUSCHBOM. Seasonal and diurnal courses of water relations of the arido-active plant *Hammada scoparia* in the Negev Desert. **Oecologia** **21**: 175– 192, 1975.

LAMONT, B. B.; GROOM, P. K., & COWLING, R. M. High leaf mass per area of related species assemblages may reflect low rainfall and carbon isotope discrimination rather than low phosphorus and nitrogen concentrations. **Functional Ecology**, **16**: 403-412, 2002.

LARJAVAARA, M. & MULLER-LANDAU H.C. Rethinking the value of high wood density. **Functional Ecology**. **24**: 701-705, 2010.

LEIGH, A.; SEVANTO, S.; CLOSE, J. D. & NICOTRA, A. B. The influence of leaf size and shape on leaf thermal dynamics: does theory hold up under natural conditions?. **Plant, Cell & Environment**, **40**:237-248, 2017.

LÜTTGE, U. **Physiological Ecology of Tropical Plants**. Springer, Berlin. 2007.

MACKAY, S. J.; JAMES, C. S. & ARTHINGTON, A. H. Macrophytes as indicators of stream condition in the wet tropics region, Northern Queensland, Australia. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 2, p. 330–340, 2010.

MARACAHIPES, L.; CARLUCCI, M. B.; LENZA, E.; MARIMON, B. S.; MARIMON JR, B. H.; GUIMARÃES, F. A. & CIANCIARUSO, M. V. How to live in contrasting habitats? Acquisitive and conservative strategies emerge at inter-and intraspecific levels in savanna and forest woody plants. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 34, 17-25, 2018.

MORAES, B.C.; COSTA, J.M.N.; COSTA, A.C.L. & COSTA, M.H. Variação espacial e temporal da precipitação no Estado do Pará. **Acta Amazonica** **35**: 207-214. 2005.

MULLER-LANDAU, H.C. Interspecific and inter-site variation in wood specific gravity of tropical trees. **Biotropica**, **36**, 20–32, 2004.

NASCIMENTO JR, J.E. & ALENCAR, A.C. 2020. *Clusia* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB81794>>. Acesso em: 21 mai. 2021.

NIINEMETS, Ü. Global-scale climatic controls of leaf dry mass per area, density, and thickness in trees and shrubs. **Ecology**, **82**: 453-469, 2001.

NIINEMETS, Ü.; KULL, O. & TENHUNEN, J. D. Variability in leaf morphology and chemical composition as a function of canopy light environment in co-existing trees. **International Journal of Plant Sciences** **160**: 837– 848, 1999.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; DÍAZ, S.; GARNIER, E.; LAVOREL, S.; POORTER, H.; JAUREGUIBERRY, P.; BRET-HARTE, M. S.; CORNWELL, W. K.; CRAINE, J. M. ; GURVICH, D. E.; URCELAY, C.; VENEKLAAS, E. J.; REICH, P. B.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J.; RAY, P.; ENRICO, L.; PAUSAS, J. G.; BUCHMANN, A. C. DE VOS, N.; FUNES, G.; QUÉTIER, F.; HODGSON, J. G.; THOMPSON, K.; MORGAN, H. D.; STEEGE, H. TER; HEIJDEN, M.G. A. VAN DER; SACK, L.; BLONDER, B.; POSCHLOD, P.; VAIERETTI, M. V.; CONTI, G.; STAVER, A. C.; AQUINO S. & CORNELISSEN J. H. C. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of botany**, **61**: 167-234, 2013.

POORTER, H. & DE JONG, R.A. comparison of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. **New Phytologist**, **143**: 163-176, 1999.

POORTER, H.; NIINEMETS, U.; POORTER, L.; WRIGHT, I. J. & VILLAR, R. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): A meta-analysis. **New Phytol.**, **182**: 565-588, 2009.

R Development Core Team, 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing, <http://www.r-project.org/>.

REICH PB. The world-wide 'fast-slow' plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology** **102**: 275– 301, 2014.

ROBERTS, A.; BORLAND, A. M.; MAXWELL, K. & GRIFFITHS, H. Ecophysiology of the C-3-CAM intermediate *Clusia minor* L. in Trinidad: seasonal and short-term photosynthetic characteristics of sun shade leaves. **Journal of Experimental Botany**, **49**: 1563-1573, 1998.

SILVA, R. M.; MEHLIG, U.; SANTOS, J. U. M. & MENEZES, M. P. M. The coastal restinga vegetation of Pará, Brazilian Amazon: a synthesis. **Revista Brasileira de Botânica** **33**: 563-573, 2010.

SILVA, C. M.; TEODORO, G. S.; BRAGION, E. F. A. & BERG, E. V. D. The role of intraspecific trait variation in the occupation of sharp forest-savanna ecotones. **Flora**. **253**: 35-42. 2019.

SILVA-LUZ, C.L.; PIRANI, J.R.; PELL, S.K. & MITCHELL, J.D. 2020. *Anacardiaceae* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB4381>>. Acesso em: 21 mai. 2021.

SIMIONI, P.; CAMPBELL, G.; PINTO, V. D.; CASTELAR, J. V. D. S.; PESSOA, M. J. G.; SILVA, I. V. D. & DA CUNHA, M. Do anatomical wood traits suggest adjustments in the hydraulic architecture of dominant species in Amazonian savannah?. **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, 1-12, 2020.

TERASHIMA, I.; HANBA, Y. T.; THOLEN, D., & NIINEMETS, Ü. Leaf functional anatomy in relation to photosynthesis. **Plant physiology**, **155**: 108-116, 2011.

VAN GELDER, H.A.; POORTER, L. & STERCK, F.J. Wood mechanics, allometry, and life-history variation in a tropical rain forest tree community. **New Phytologist**, **171**: 367– 378, 2006.

VIOLLE, C.; NAVAS, M-L.; VILE, D.; KAZAKOU, E.; FORTUNEL, C.; HUMMEL, I. & GARNIER, E. Let the concept of trait be functional!. **Oikos**, **116**: 882-892, 2007.

ZANNE, A. E.; WESTOBY, M.; FALSTER, D.S.; ACKERLY, D. D.; LOARIE, S. R.; ARNOLD, S. E. J. & COOMES, D. A. Angiosperm wood structure: Global patterns in

vessel anatomy and their relation to wood density and potential conductivity. **American Journal of Botany**, 97: 207-215. 2010.

WITKOWSKI, E. T. F. & B. B. LAMONT. Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. **Oecologia** 88: 486– 493, 1991.

WRIGHT I. J.; REICH, P. B.; WESTOBY, M.; ACKERLY, D. D.; BARUCH, Z.; BONGERS, F.; CAVENDER-BARES, J.; CHAPIN, T.; CORNELISSEN, J. H.; DIEMER, M.; FLEXAS, J.; GARNIER, E.; GROOM, P. K.; GULIAS, J.; HIKOSAKA, K.; LAMONT, B. B.; LEE, T.; LEE, W.; LUSK, C.; MIDGLEY, J. J.; NAVAS, M. L.; NIINEMETS, U.; OLEKSYN, J.; OSADA, N.; POORTER, H.; POOT, P.; PRIOR, L.; PYANKOV, V. I.; ROUMET, C.; THOMAS, S. C.; TJOELKER, M. G.; VENEKLAAS, E. J. & VILLAR R. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**. 821-7, 2004.

WRIGHT, I. J.; DONG, N.; MAIRE, V.; PRENTICE, I. C.; WESTOBY, M.; DÍAZ, S.; GALLAGHER, R.V.; JACOBS, B.F.; KOOYMAN, R.; LAW, E.A; LEISHMAN, M.R.; NIINEMETS, Ü.; REICH, P.B.; SACK, L.; VILLAR, R.; WANG, H. & WILF, P. Global climatic drivers of leaf size. **Science**, 80: 917-921, 2017.