



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ADNA RODRIGUES MORAES

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, MORFOLÓGICAS E
FISIOLÓGICAS DE FOLHAS DE SOL E DE SOMBRA DE *sapoti*
(*Manilkara zapota* L.)

SÃO LUÍS -MA

2022

ADNA RODRIGUES MORAES

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, MORFOLÓGICAS E
FISIOLÓGICAS DE FOLHAS DE SOL E DE SOMBRA DE sapoti
(*Manilkara zapota* L.)**

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

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Ilisandra Zanandrea
Co-orientador: Prof. Dr. Juliano dos Santos

SÃO LUÍS - MA

2022

ADNA RODRIGUES MORAES

**CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS, MORFOLÓGICAS E
FISIOLÓGICAS DE FOLHAS DE SOL E DE SOMBRA DE sapoti
(*Manilkara zapota* L.)**

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Ilisandra Zanandrea – (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof^ª. Dr^ª. Alana das Chagas Ferreira Aguiar – (Titular)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Larissa Raquel Carvalho Dias – (Titular)
Mestre em Agroecologia

Lukas Allain Diniz Corrêa – (Suplente)
Mestre em Agroecologia

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por sempre me proteger e guiar. Estou ancorada no seu amor e na sua bondade.

Aos meus orientadores Ilisandra e Juliano por acreditarem na minha pesquisa e por todo empenho, empatia e humanidade.

Ao Laboratório de Anatomia e Fisiologia Vegetal da Universidade Federal do Maranhão por toda ajuda durante a realização do trabalho, especialmente, a Joice que foi essencial e uma grande parceira na minha pesquisa.

Não poderia deixar de agradecer ao Jhony e Kerliane que abriram as portas da sua casa para que eu fizesse a coleta das folhas de Sapoti em São Luís e agradeço à minha amiga Izadora que me ajudou com a coleta das folhas em Bacurituba

Aos meus pais que nunca mediram esforços para me ajudar e sempre priorizam os estudos na minha criação. Colheremos os frutos juntos, eu amo a nossa família. As minhas tias Rosicleia e Maria, mulheres fortes e inspiradoras, que estão sempre ao meu lado. Ao meu namorado, Augusto Lopes, por todo o apoio, incentivo e dedicação.

Aos meus supervisores técnicos e docentes do estágio I e II que foram essenciais no meu desabrochar profissional. A minha gratidão se estende a cada aluno das salas que eu estagiei. Aos amigos que fiz na Universidade, como sou grata, obrigada por toda partilha, por dividirem alegrias, tristezas, sonhos e filas intermináveis do RU. A vida acadêmica foi mais leve com vocês.

1. INTRODUÇÃO

O sapotizeiro (*Manilkara zapota* (L.) é uma espécie frutífera muito conhecida da família Sapotaceae, originário das regiões quentes e úmidas da América Tropical, mais precisamente no Sul do México. Demonstra uma tolerância maior à seca e o desenvolvimento em regiões com pluviosidade entre 1.250 e 2.500 mm (MORTON, 1987; HEATON, 1997).

O sapotizeiro (*Manilkara zapota* (L.), possui bastante relevância no Brasil especialmente, no nordeste do país, suas características possibilitaram uma excelente adaptação e condições de cultivo. Segundo Silva Junior *et al.* (2014), no Brasil, a região nordeste se destaca na produção de sapoti e tais características são importantes para a compreensão do exitoso cultivo da espécie no Brasil, especialmente, no Nordeste, que oferece excelentes condições climáticas para o desenvolvimento do sapotizeiro, tornando- se uma produção bem rentável nesta região.

Apresenta diversos usos, sua produção mais significativa é voltada para os frutos comestíveis, cultivo ocorrendo em pequenas propriedades, que abastecem o mercado local. O fruto (sapoti) é uma baga, possui um sabor adocicado e sua polpa é utilizada para fazer doces, geleias, sucos e pode ser consumida in natura (Silva Junior *et al.* 2014).

Segundo Lederman *et al.* (2001), o sapoti é uma fruta que apresenta um grande potencial para exploração econômica, fato que vem sendo demonstrado pelo aumento do seu cultivo nas regiões úmidas do litoral e nas áreas irrigadas do semiárido nordestino. A extração do látex também tem destaque econômico, pois já foi muito utilizado como matéria-prima na produção de goma de mascar (Morais *et al.* 2006).

Apesar da sua potencialidade para exploração comercial não existem muitos estudos sobre a influência que os fatores abióticos podem causar no metabolismo da planta. Estudos que relacionem aspectos morfológicos e fisiológicos de plantas em relação à interferência do ambiente de luz no cultivo são escassos.

Tal carência de informações inibe uma compreensão mais definida do grau de plasticidade morfofisiológica apresentada pelas diferentes espécies em resposta à luz (MATTIUZ *et al.*2006). Pesquisar sobre a potencialidade dos mecanismos de adaptação que cada planta pode desenvolver, mediante a estímulos ambientais como a variação da incidência da luz solar nas folhas, é bastante necessário para compreender a dinâmica das mudanças físicas, morfológicas e anatômicas de uma determinada espécie, quando são estimulados por fatores abiótico de estresse.

Compreender essa variável em conjunto com as possíveis mudanças e fatores ambientais de duas localidades distintas enriquece a análise e o entendimento das respostas morfofisiológicas e anatômicas, que podem ser desenvolvidas pelo sapotizeiro quando estimuladas.

O sapotizeiro é uma árvore de porte elevado, podendo atingir até 15 m de altura, caracteriza-se por crescimento lento, com ramos numerosos e resistentes. Apresenta estilação de látex branco em todas as suas partes. O tronco possui muitas rachaduras e uma coloração que pode variar entre cinza-claro a marrom-escuro, com diâmetro de 1,25 a 3,50 m, apresentando. Uma árvore encorpada, de copa densa e bem distribuída, com um formato mais piramidal, principalmente quando mais jovens (BANDEIRA *et al.* 2003).

As folhas apresentam uma única coloração- verde escuro- sendo classificadas em: simples, alternas, apresentando uma estrutura bastante espessa, que são típicas de

folhas das áreas de climas mais quentes, são inteiras e elíptico-lanceoladas. Possuem propriedades medicinais sendo usadas para tratamento de resfriados, diarreia e tosse (Schiassi *et al.* 2018).

Os mais diversos fatores ambientais podem influenciar a fisiologia e morfologia das plantas, tais como o relevo, solos, precipitações, disposição de água, temperatura etc. Dessa forma as plantas passam por um processo de adaptação em ambientes que sejam mais vantajosos para o seu desenvolvimento, além disto possuem uma rápida capacidade de resposta aos estímulos ambientais. A luminosidade se destaca nos estudos sobre o efeito das variáveis ambientais nos processos fotossintéticos, pois a luz é um estímulo essencial para o desenvolvimento da planta. De acordo com Atroch *et al.* (2001), as modificações nos níveis de luminosidade aos quais uma espécie está adaptada podem suceder uma série de reações fisiológicas em seus aspectos bioquímicos, anatômicos e no crescimento.

A resposta fotossintética e a quantidade de luz absorvida pela copa de uma árvore em diversas condições de luminosidade constituem um importante comportamento da dinâmica fisiológica das árvores. A dinâmica do aumento nas taxas fotossintéticas como resposta ao aumento dos níveis de luminosidade pode não ser uma possibilidade tão provável, pois existem plantas adaptadas a ambientes de pouca luz, onde a saturação da fotossíntese ocorre entre irradiâncias de 80 e 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Assim, se por um lado a luz em excesso prejudica o crescimento, o desenvolvimento e a produção das plantas, por outro, plantas crescendo continuamente sob baixa luminosidade podem também sofrer reduções na capacidade fotossintética, portanto, na taxa de crescimento (YONG & HEW, 1995).

A absorção da luz pelas folhas é efetuada por estruturas específicas, das quais as propriedades do mesofilo, principalmente as do parênquima paliçádico, garantem a absorção uniforme da luz. (Nascimento *et al.* 2006). As células paliçádicas têm propriedades, que propiciam a passagem direta da luz, e as células do parênquima esponjoso possuem estruturas, que servem à dispersão luminosa, determinam uma absorção luminosa mais uniforme através da folha (Taiz and Zeiger 2004).

As folhas de sol e folhas de sombra possuem uma adaptação à luz solar em diferentes níveis, portanto, podem haver diferenças na estrutura e no metabolismo. Folhas de sol são mais ambientadas ao processo, no que lhe concerne as de sombra são mais sensíveis e colhem a energia solar em níveis mais baixos (Gratani *et al.* 2006).

As adaptações fisiológicas responsáveis pelas diferenças entre plantas que estão mais adaptadas à sombra e ao sol ainda são pontos que precisam de um maior estudo e precisam de mais esclarecimento. Observa-se que as folhas de espécies adaptadas à sombra geralmente contêm mais clorofila, em base de peso e menos por área, pois geralmente são mais finas. Essa elevação dos teores de clorofila em folhas de plantas adaptadas ao sombreamento, combinada com a redução da espessura da folha, pode tornar mais eficiente a utilização da luz. Durante o crescimento, a elevação no nível de luz proporciona aumentos da espessura da folha, da massa foliar específica, do desenvolvimento da epiderme e do parênquima e do número total de células das folhas (Taiz and Zeiger 2009).

As características observadas nas folhas que crescem com maior luminosidade são a presença de abundante cutícula, paredes celulares mais espessas, endoderme mais espessa, além de se verificar folhas pequenas e compactas, parênquima paliçádico mais

desenvolvido que o parênquima lacunoso, grande frequência de estômatos, e algumas vezes, células menores e abundante esclerênquima (Dardengo *et al.* 2017).

Uma análise de folhas de sol e sombra da mesma espécie, em localidades distintas é importante para a observação de diferenças, semelhanças, adaptações e como o fator clima se relaciona com esses aspectos. A cobertura vegetal do Maranhão possui à influência das condições de transição climática, entre o clima amazônico e o semiárido nordestino, estado se encontra em uma zona de transição dos climas semiáridos, do interior do Nordeste, para o úmido equatorial, da Amazônia, apresentando diferenças climáticas e pluviométricas. A taxa de chuva em regiões litorâneas como a capital São Luís são mais abundantes se comparado com regiões mais centrais. As variações de clima, de relevo e de solo do território maranhense permitem o desenvolvimento de uma grande diversidade de espécies. (Feitosa and Trovão 2006)

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar as características anatômicas, morfológicas e fisiológicas de folhas de sol e de sombra do sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.), em duas regiões distintas do estado do Maranhão.

Artigo a ser submetido para a Revista Acta Amazonica

Características anatômicas, morfológicas e fisiológicas de folhas de sol e de sombra de *Manilkara zapota* (L.)

RESUMO

Este trabalho objetivou analisar e comparar características anatômicas, morfológicas e fisiológicas de folhas de sol e de sombra de sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.), coletadas em São Luís e Bacurituba, Maranhão. Foram avaliados: índice de clorofilas, comprimento e largura das folhas, estimativa de área foliar e anatomia foliar. Nas folhas de sapotizeiro coletadas em São Luís e Bacurituba, o comprimento, a largura e a estimativa de área foliar nas plantas de sombra foram maiores que nas folhas de sol. Os índices de clorofila a e clorofila total foram maiores nas folhas de sombra coletadas em Bacurituba. Nas plantas coletadas em São Luís os índices de clorofila a, clorofila b e total foram maiores nas plantas de sombra. Houve diferença na espessura dos tecidos das folhas, dependendo da intensidade luminosa sob as quais as folhas se desenvolveram. Folhas de sol apresentaram cutícula e limbo mais espessos que folhas de sombra, tanto nas plantas coletadas em São Luís quanto em Bacurituba. A diferença no tamanho das folhas, conteúdo de clorofila e alterações constatadas nas análises anatômicas entre as folhas de sol e de sombra em *M. zapota* demonstram que esta espécie apresenta alta plasticidade fenotípica, sugerindo elevada capacidade de adaptação e ambientes com diferentes intensidades luminosas.

Palavras-Chave: Área foliar; Clorofila; Fotossíntese; Plasticidade Fenotípica.

ABSTRACT

This work aimed to analyze and compare anatomical, morphological and physiological characteristics of sun and shade leaves of sapota (*Manilkara zapota* L.), collected in São Luís and Bacurituba, Maranhão. The following were evaluated: chlorophyll index, leaf length and width, leaf area estimation, leaf anatomy. In the leaves of sapota trees collected in São Luís and Bacurituba, the length, width and estimated leaf area in shade plants were higher than in sunny leaves. Chlorophyll a and total chlorophyll indices were higher in shade leaves collected in Bacurituba. In the plants collected in São Luís, the levels of chlorophyll a, chlorophyll b and total were higher in the shade plants. There was a difference in leaf tissue thickness, depending on the light intensity under which the leaves developed. Sun leaves showed thicker cuticle and blade than shade leaves, both in plants collected in São Luís and in Bacurituba. The difference in leaf size, chlorophyll content and changes observed in the anatomical analyzes between sun and shade leaves in *M. zapota* demonstrate that this species has high phenotypic plasticity, suggesting a high adaptability and environments with different light intensities.

Key-words: Leaf area; Chlorophyll; Photosynthesis; Phenotypic Plasticity.

Key words: Leaf area; Chlorophyll; Photosynthesis; Maranhão.

INTRODUÇÃO

O sapotizeiro (*Manilkara zapota* (L.) é uma espécie frutífera muito conhecida da família Sapotaceae, originário das regiões quentes e úmidas da América Tropical, mais precisamente no Sul do México. Apresenta diversos usos, sua produção mais significativa é voltada para os frutos comestíveis, cultivo ocorrendo em pequenas propriedades, que abastecem o mercado local possui bastante relevância no Brasil especialmente, no nordeste do país.(Silva Junior *et al* . 2014).

Apesar da sua potencialidade para exploração comercial não existem muitos estudos sobre a influência que os fatores abióticos podem causar no metabolismo da planta. Estudos que relacionem aspectos morfológicos e fisiológicos de plantas em relação à interferência do ambiente de luz no cultivo são escassos.

Tal carência de informações inibe uma compreensão mais definida do grau de plasticidade morfofisiológica apresentada pelas diferentes espécies em resposta à luz (Mattiuz *et al*. 2006). Pesquisar sobre a potencialidade dos mecanismos de adaptação que cada planta pode desenvolver, mediante a estímulos ambientais como a variação da incidência da luz solar nas folhas, é bastante necessário para compreender a dinâmica das mudanças físicas, morfológicas e anatômicas de uma determinada espécie, quando são estimulados por fatores abiótico de estresse.

Os mais diversos fatores ambientais podem influenciar a fisiologia e morfologia das plantas, tais como o relevo, solos, precipitações, disposição de água, temperatura etc. Dessa forma as plantas passam por um processo de adaptação em

ambientes que sejam mais vantajosos para o seu desenvolvimento, além disto possuem uma rápida capacidade de resposta aos estímulos ambientais. A luminosidade se destaca nos estudos sobre o efeito das variáveis ambientais nos processos fotossintéticos, pois a luz é um estímulo essencial para o desenvolvimento da planta. De acordo com Atroch et al. (2001), as modificações nos níveis de luminosidade aos quais uma espécie está adaptada podem suceder uma série de reações fisiológicas em seus aspectos bioquímicos, anatômicos e no crescimento.

A resposta fotossintética e a quantidade de luz absorvida pela copa de uma árvore em diversas condições de luminosidade constituem um importante comportamento da dinâmica fisiológica das árvores. A dinâmica do aumento nas taxas fotossintéticas como resposta ao aumento dos níveis de luminosidade pode não ser uma possibilidade tão provável, pois existem plantas adaptadas a ambientes de pouca luz, onde a saturação da fotossíntese ocorre entre irradiâncias de 80 e 100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Assim, se por um lado a luz em excesso prejudica o crescimento, o desenvolvimento e a produção das plantas, por outro, plantas crescendo continuamente sob baixa luminosidade podem também sofrer reduções na capacidade fotossintética, portanto, na taxa de crescimento (Yong and Hew 1995).

A absorção da luz pelas folhas é efetuada por estruturas específicas, das quais as propriedades do mesofilo, principalmente as do parênquima paliçádico, garantem a absorção uniforme da luz. (Nascimento et al. 2006). As folhas de sol e folhas de sombra possuem uma adaptação à luz solar em diferentes níveis, portanto, podem haver diferenças na estrutura e no metabolismo. Folhas de sol são mais ambientadas ao processo, no que lhe concerne as de sombra são mais sensíveis e colhem a energia solar em níveis mais baixos (Gratani et al. 2006).

As adaptações fisiológicas responsáveis pelas diferenças entre plantas que estão mais adaptadas à sombra e ao sol ainda são pontos que precisam de um maior estudo e precisam de mais esclarecimento. Observa-se que as folhas de espécies adaptadas à sombra geralmente contêm mais clorofila, em base de peso e menos por área, pois geralmente são mais finas. Essa elevação dos teores de clorofila em folhas de plantas adaptadas ao sombreamento, combinada com a redução da espessura da folha, pode tornar mais eficiente a utilização da luz. Durante o crescimento, a elevação no nível de luz proporciona aumentos da espessura da folha, da massa foliar específica, do desenvolvimento da epiderme e do parênquima e do número total de células das folhas (Taiz and Zeiger 2009).

As características observadas nas folhas que crescem com maior luminosidade são a presença de abundante cutícula, paredes celulares mais espessas, endoderme mais espessa, além de se verificar folhas pequenas e compactas, parênquima paliçádico mais desenvolvido que o parênquima lacunoso, grande frequência de estômatos, e algumas vezes, células menores e abundante esclerênquima (Dardengo *et al.* 2017).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar e comparar as características anatômicas, morfológicas e fisiológicas de folhas de sol e de sombra do sapotizeiro (*Manilkara zapota* (L.), em duas regiões distintas do estado do Maranhão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de dados

Este trabalho foi realizado com plantas adultas de *Manilkara zapota* (Sapoti) em bom estado fitossanitário. Os sapotizeiros utilizados são da cidade de São Luís, cujas coordenadas geográficas são 02° 31' 47" de latitude Sul e 44° 18' 10" de latitude

Oeste, com um clima tropical e que possui uma curta época seca, enquanto na maioria dos meses do ano existe uma pluviosidade significativa. A classificação do clima é Am segundo a Köppen e Geiger. São Luís tem uma temperatura média de 26.8 °C. A média anual de pluviosidade é de 2156 mm. A outra cidade escolhida para coletar as folhas foi a cidade de Bacurituba, localizado na Mesorregião Norte Maranhense, Microrregião Litoral Ocidental, região da baixada maranhense, cujas coordenadas geográficas correspondem a 02° 42' 21" de latitude Sul e 44° 44' 16" W de longitude Oeste. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é tropical (Aw') úmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso, de janeiro a junho, com médias mensais superiores a 255 mm e outro seco, correspondente aos meses de julho a dezembro.

As folhas utilizadas para o estudo foram obtidas a partir de árvores com altura de três metros e meio acima do solo, sendo coletados ramos contendo folhas mais externas (folhas de sol) e ramos contendo folhas mais internas (folhas de sombra), totalizando 30 folhas sob cada radiação, em cada local de coleta.

Para as análises morfo-fisiológicas foram avaliados comprimento e largura das folhas (com utilização de régua milimetrada), índice de clorofila *a*, clorofila *b* e clorofila total (obtidos através de clorofilômetro – modelo Clorofilog CFL 1030, Falker) e estimativa de área foliar através da utilização da equação $\hat{A}F = 0,667.C.L$, em que: $\hat{A}F$ = estimativa da área foliar (cm²); C = maior comprimento da folha (cm); L = maior largura da folha (cm).

Para as avaliações anatômicas, folhas foram coletadas e conservadas em álcool 70%, e posteriormente utilizadas para a realização de cortes transversais do pecíolo, limbo e nervura central, e cortes paradérmicos da superfície foliar adaxial e abaxial.

Para clarificação dos cortes utilizou-se hipoclorito de sódio 2% (Kraus and Arduin 1997).

As secções foram coradas com solução de safranina e azul de Toluidina 1%. Para a montagem das lâminas utilizou-se glicerina 50%, visualizadas em microscópio óptico e fotografadas. Foram utilizados quatro campos de seis indivíduos por tratamento, para a mensuração da espessura de células e tecidos, e medida do tamanho dos estômatos. Nestas avaliações foi realizada comparação entre os diferentes tratamentos quanto à composição dos tecidos, espessura da cutícula, densidade estomática e formato das células. As determinações de espessura foram realizadas utilizando-se uma ocular micrométrica acoplada em microscópio de luz. As mensurações foram obtidas com auxílio do software ImageJ. As análises anatômicas do presente trabalho foram realizadas no laboratório de Fisiologia e Anatomia Vegetal, ambos localizados no Departamento de Biologia da UFMA.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (sol e sombra), com 30 repetições por tratamento. A unidade experimental consistiu de uma folha. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste T de Student ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As folhas de sombra de sapotizeiro coletadas em Bacurituba apresentaram comprimento e largura maiores que as folhas de sol (Tabela 1). O comprimento e a largura foram 27% e 29% maiores, respectivamente, nas folhas sombreadas. A área

foliar estimada foi 49% maior nas folhas de sombra quando comparada às folhas de sol (Tabela 1).

Tabela 1: Comprimento (cm), largura (cm) e desvio padrão (entre parêntesis) de folhas de sol e sombra de plantas de sapoti (*Manilkara zapota* L.) coletadas em Bacurituba, Maranhão.

	Comprimento	Largura	Estimativa de Área Foliar
Folha de Sol	7,83 b (1,26)	3,09 b (0,60)	16,13 b (1,23)
Folha de Sombra	10,74 a (0,79)	4,41 a (0,28)	31,59 a (3,12)

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste T ($\alpha < 0,05$)

As folhas de sombra coletadas em São Luís foram 37% mais compridas e 44% mais largas que as folhas de sol (Tabela 2). A área foliar estimada também foi 65% maior nas folhas de sombra de sapoti.

Tabela 2: Comprimento (cm), largura (cm) e desvio padrão (entre parêntesis) de folhas de sol e sombra de plantas de sapoti (*Manilkara zapota* L.) coletadas em São Luís, Maranhão.

	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Estimativa de Área Foliar
Folha de Sol	6,27 b (1,18)	2,55 b (0,61)	10,66 (2,14)
Folha de Sombra	9,93 a (1,19)	4,58 a (0,53)	30,33 (3,15)

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste T ($\alpha < 0,05$)

Os índices de clorofila a e clorofila total foram 10% e 19,6% maiores, respectivamente, nas folhas de sombra coletadas em Bacurituba, enquanto o índice de clorofila b foi semelhante em todas as folhas analisadas, independente da incidência de

radiação (Tabela 3). Nas plantas coletadas em São Luís os índices de clorofila a, clorofila b e total foram 20%, 25% e 13% maiores, respectivamente, nas plantas de sombra, quando comparadas com as folhas de sol (Tabela 4).

Tabela 3. Índice de clorofila a, clorofila b, clorofila total e desvio padrão (entre parêntesis) em folhas de sapoti (*Manilkara zapota* L.) de sol e de sombra coletadas em Bacurituba, Maranhão.

	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total
Folha de Sol	40,63 b (3,45)	15,16 a (6,68)	46,91 b (4,67)
Folha de Sombra	45,36 a (3,95)	17,32 a (5,27)	58,33 a (2,90)

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste T ($\alpha < 0,05$)

Resultados semelhantes foram encontrados por (Scalon *et al.* 2003), avaliando o efeito do sombreamento em plantas de Pau-pereira (*Platycyamus regnelli* Benth). As plantas possuem adaptações bem específicas na presença ou ausência de luz. Souza *et al.* (2008), em trabalho realizado com plantas de jamelão (*Syzygium cumini*), utilizando folhas de sol e sombra, o nível de sombreamento existente foi suficiente para causar alterações no conteúdo clorofilas, fazendo com que o índice de clorofila nas plantas sombreadas também fosse maior que nas folhas de sol, alterando também a relação entre clorofila a e b (Souza *et al.* 2008).

Tabela 4. Índice de clorofila a (Chl a), clorofila b (Chl b), clorofila total (Chl total) e desvio padrão (entre parêntesis) em folhas de sapoti (*Manilkara zapota* L.) de sol e de sombra coletadas em São Luís, Maranhão.

	Clorofila a	Clorofila b	Clorofila total
Folha de Sol	33,12 b (5,57)	13,54 a (3,65)	51,63 b (10,57)
Folha de Sombra	41,52 a (2,52)	18,07 b (2,42)	59,55 a (6,31)

*Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste T ($\alpha < 0,05$)

As plantas de sol geralmente apresentam menores concentrações de clorofilas do que as plantas de sombra, pois não precisam investir na produção de pigmentos coletores de energia luminosa, em ambientes bastante iluminados (Salisbury and Ross 1991). De acordo com Oguchi *et al.* (2005), folhas em condições de baixa luminosidade apresentam maior concentração de clorofila por unidade de área do que folhas de sol. As clorofilas têm a função da captação da luz, que posteriormente participa do processo da produção de ATP e NADPH. Segundo Almeida *et al.* (2004), a eficiência fotossintética das plantas crescimento e a adaptabilidade a diversos ambientes estão relacionadas com a concentração de clorofila na folha.

Neste trabalho a área foliar das folhas de sombra foram maiores que as folhas de sol nas duas localidades. Rossatto *et al.* 2010, observaram resultado similar no estudo com as espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal. De acordo com Evans & Poorter (2001) folhas dispostas no interior da copa tem um desenvolvimento em circunstâncias limitantes de luz, e geralmente apresentam uma maior área foliar. Quanto mais o ambiente for sombreado, mas a planta investirá em uma superfície maior para que a exposição solar seja mais eficiente, por sua vez menores áreas foliares representam menor superfície exposta ao sol, o que torna a planta como um todo menos sujeita à transpiração e elevação da temperatura, sem comprometer a fotossíntese, uma vez que a luz é um recurso abundante (Niinemets and Fleck 2002).

Em relação às características anatômicas, em vista paradérmica, as lâminas foliares de sol e de sombra do sapotizeiro coletadas em Bacurituba e em São Luís apresentam células epidérmicas com paredes de contorno sinuoso na face adaxial da folha (Figuras 1A, 1C, 2A e 2C). A epiderme abaxial apresenta células epidérmicas sinuosas, com presença de estômatos do tipo anomocítico, caracterizando essa espécie como hipoestomática, e estão localizados no mesmo nível das células epidérmicas (Figuras 1B, 1D, 2B e 2D). Os estômatos restritos à face abaxial são característicos de folhas de hipoestomáticas, aspecto observado como uma estratégia de fotoproteção contra a alta intensidade luminosa (Dickson 2000).

A nervura central é constituída de uma epiderme unisseriada, feixes vasculares contínuos em ambas as folhas (sol e sombra) apresentando um formato convexo. Foi observado a presença de estruturas como laticíferos, cristais prismáticos e muitas células lignificadas. Verificou-se presença de laticíferos preenchidos por látex de composição lipídica entre as células do xilema, observados nas nervuras e nos pecíolos, sendo mais evidentes nas folhas de sol (Figura 1E, 1F, 2E e 2F). Segundo Ramos et al. (2020) e Moura *et al.* (2019), e os laticíferos de *Manilkara zapota* estão presentes em todos os órgãos da planta, principalmente nas folhas, a presença de laticíferos é uma característica importante sendo que essas estruturas são encontradas em diversas partes da planta.

O pecíolo, em secção transversal, mostra concavidade na face adaxial e convexidade na face abaxial, com epiderme uniestratificada, e logo abaixo várias camadas de colênquima. Internamente, células parenquimáticas de tamanhos variados. Os feixes vasculares do pecíolo são semelhantes aos da nervura central, inclusive quanto ao número e tamanho dos elementos condutores (Figura 1G, 1H, 2G e 2H). Nas

folhas de sol há dois conjuntos de células esclerenquimáticas na porção mais central, sendo o restante preenchido por parênquima medular (Figura 1G e 2G). Também foram encontrados laticíferos, células lignificadas e cristais prismáticos (Figura 1G, 1H, 2G e 2H).

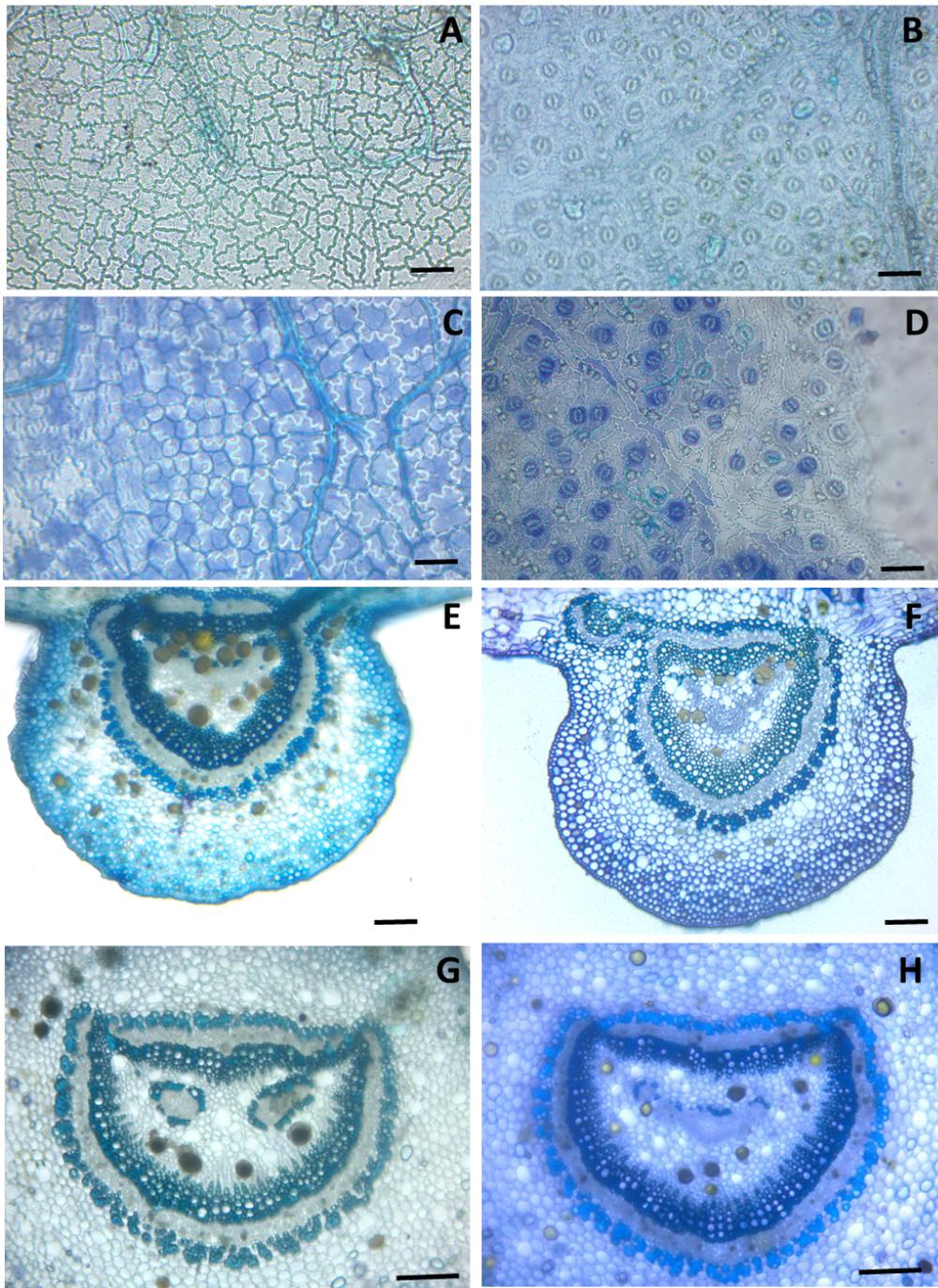


Figura 1 – Detalhes da epiderme adaxial (A), epiderme abaxial (B) de folhas de sol, epiderme adaxial (C), epiderme abaxial (D) de folhas de sombra, nervura central de folhas de sol (E), nervura central de folhas de sombra (F), pecíolo de folhas de sol (G),

pecíolo de folhas de sombra (H) de sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.) coletadas em Bacurituba, Maranhão. Escala: 100 µm.

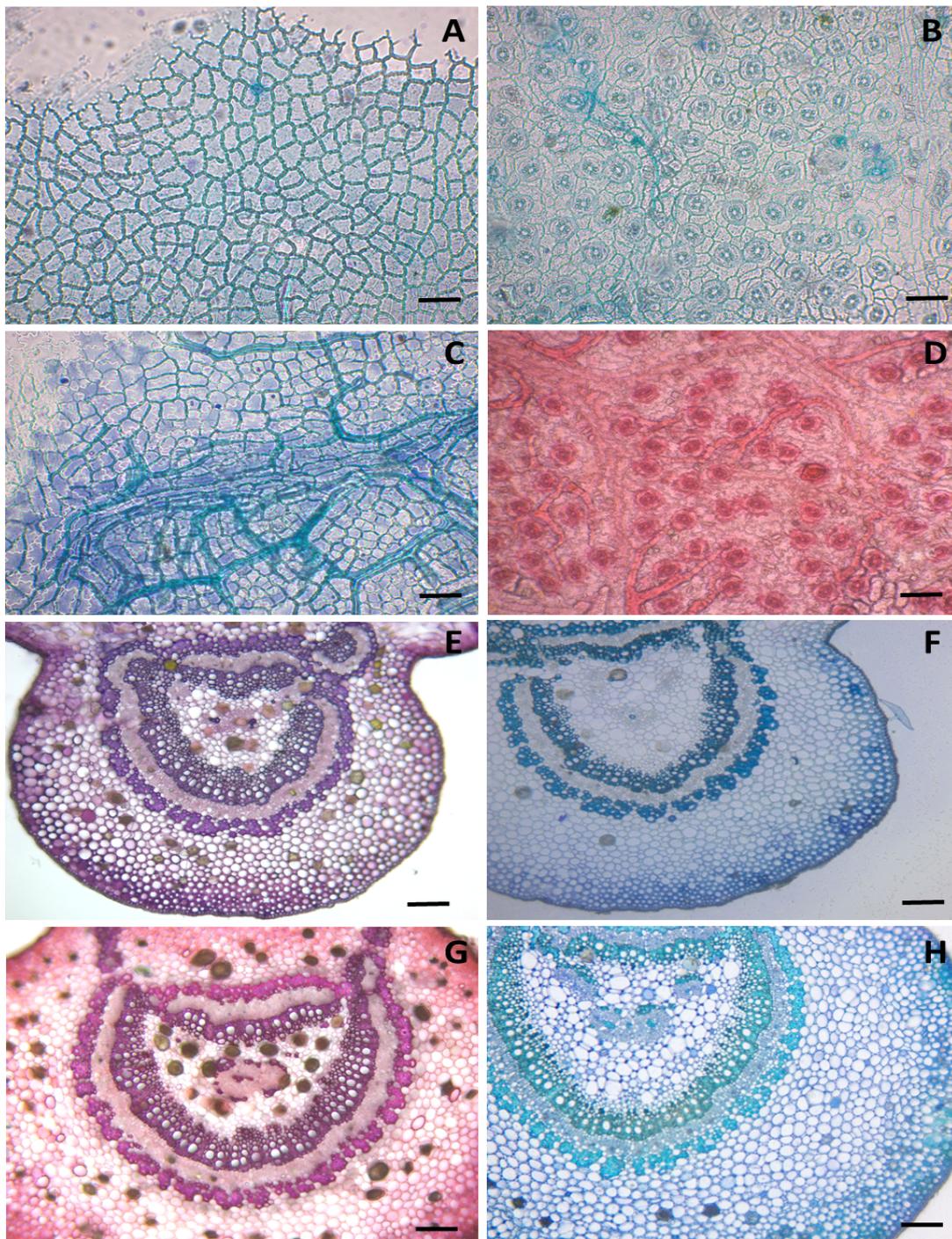


Figura 2 – Detalhes da epiderme adaxial (A), epiderme abaxial (B) de folhas de sol, epiderme adaxial (C), epiderme abaxial (D) de folhas de sombra, nervura central de

folhas de sol (E), nervura central de folhas de sombra (F), pecíolo de folhas de sol (G), pecíolo de folhas de sombra (H) de sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.) coletadas em São Luís, Maranhão. Escala: 100 μ m.

Em corte transversal, é possível observar uma epiderme uniestratificada envolta pela cutícula tanto em folhas de sol quanto de sombra (Figura 3). O parênquima paliçádico da folha de sol (Figura 3A e 3C) é espesso, com poucos espaços intercelulares, e apresenta grande quantidade de cloroplastos em suas células, sendo possível visualizar três camadas de células paliçádicas nas folhas de sol (Figura 3A e 3C) e duas camadas nas folhas de sombra (Figura 3B e 3D). Os feixes vasculares colaterais estão dispersos no mesofilo, envoltos por células esclerenquimáticas e parenquimáticas, formando bainhas que se estendem até as epidermes.

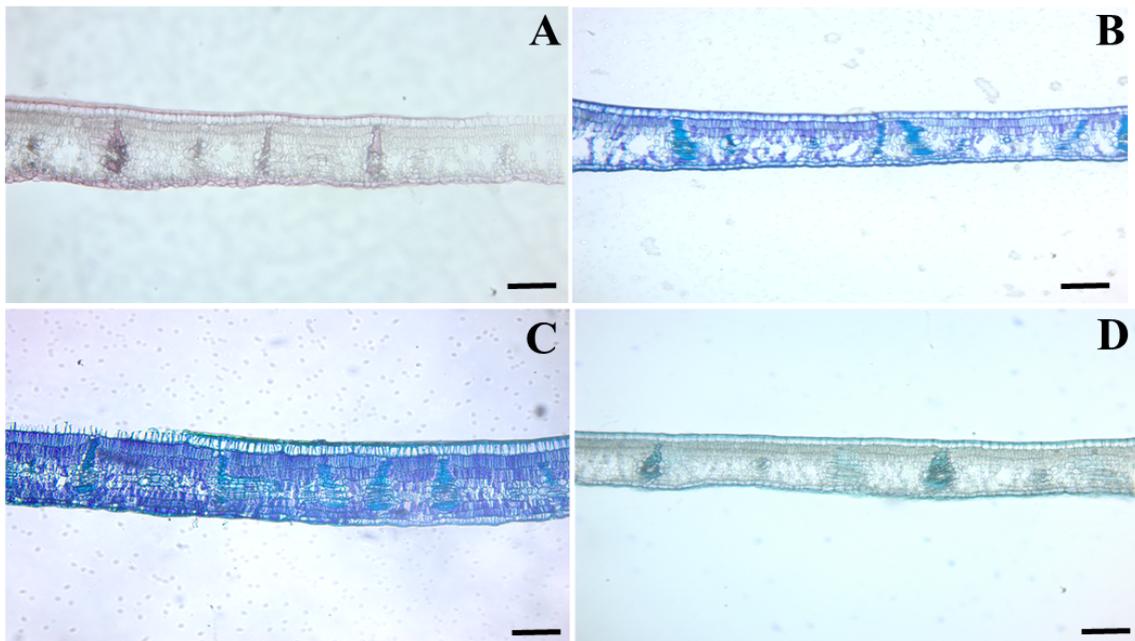


Figura 3 – Espessura na objetiva de 10 do limbo de folhas de sol (A e C) e folhas de sombra (B e D) de sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.) coletadas em Bacurituba (A e B) e São Luís (C e D), Maranhão. Mesma escala para A, B, C e D. Escala: 100 µm.

Observou-se diferença na espessura dos tecidos foliares de sapotizeiro, dependendo da intensidade luminosa incidente, maiores nas folhas de sol. Folhas de sol apresentaram limbo 8% e 15% mais espesso, e mesofilo 13% e 18% mais espesso nas folhas de sol, nas plantas coletadas em São Luís e Bacurituba, respectivamente (Tabela 5, Figura 3). A cutícula das folhas de sol foi 55% mais espessa em São Luís e 33% em Bacurituba (Tabela 5, Figura 4).

Tabela 5: Medidas obtidas em folhas de sapotizeiro (*Manilkara zapota*) de sol e de sombra coletadas em São Luís e Bacurituba, Maranhão.

Parâmetros avaliados	São Luís		Bacurituba	
	Folha de Sol	Folha de Sombra	Folha de Sol	Folha de Sombra
Espessura do Pecíolo	0,920 b	1,320 a	1,279 B	1,557 A
Espessura da Nervura Central	0,405 a	0,499 a	0,493 B	0,457 A
Espessura do Limbo	0,297 a	0,272 b	0,305 B	0,259 A
Espessura do mesofilo	0,233 a	0,202 b	0,260 B	0,214 A
Espessura da cutícula	0,009 a	0,004 b	0,006 B	0,004 A
Comprimento dos Estômatos	0,020 a	0,018 a	0,019 A	0,017 A
Largura dos Estômatos	0,017 a	0,015 a	0,013 A	0,016 A

* Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha < 0,05$). Letras minúsculas referem-se à comparação das médias de Bacurituba. Letras maiúsculas referem-se à comparação das médias de São Luís.

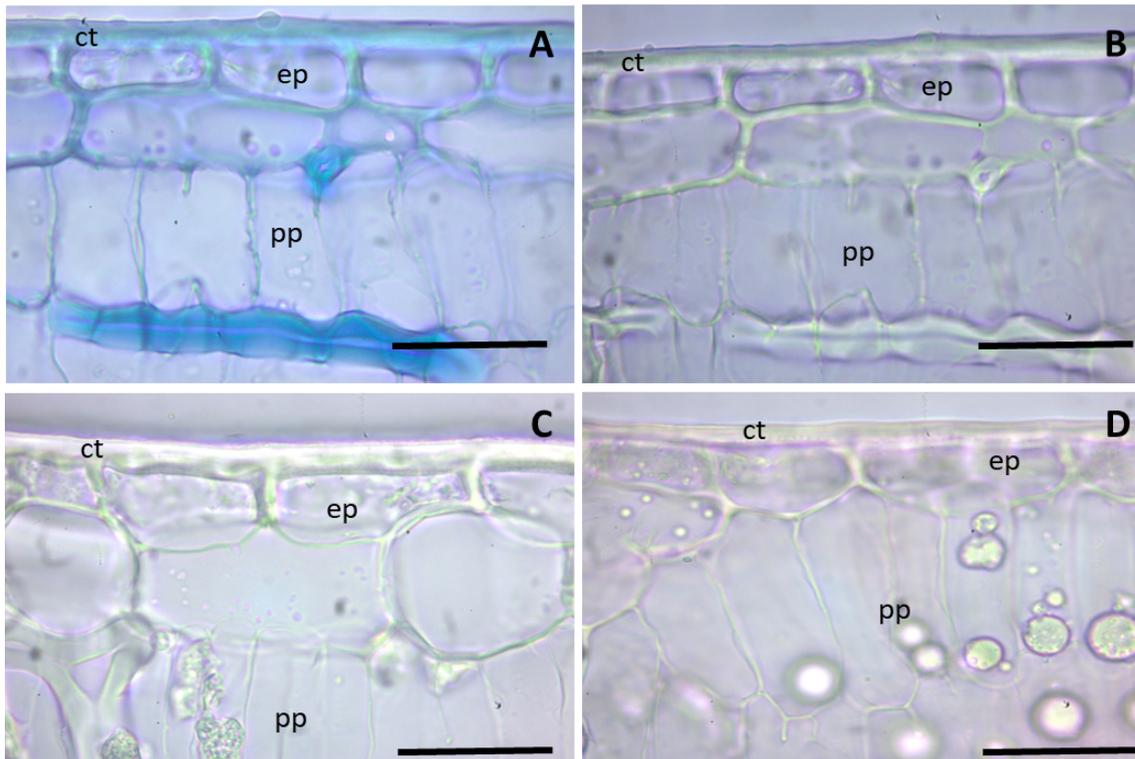


Figura 4 – Corte transversal de folhas de sol (A e C) e de sombra (B e D) de sapotizeiro (*Manilkara zapota* L.) coletadas em Bacurituba (A e B) e em São Luís (C e D), Maranhão, evidenciando cutícula (ct), epiderme (ep) e parênquima paliçádico (pp). Escala: 30 μ m.

Resultados semelhantes foram observados por Espindola Jr *et al.* (2009), ao avaliar as variações estruturais das folhas de *Mikania glomerata* em três condições de luminosidade distintas (pleno sol, meia-sombra e sombra), associadas aos ambientes de campo, vegetação pouco densa e de bosque, em que os valores médios da espessura do parênquima paliçádico foram maiores em pleno sol, enquanto o comprimento, espessura e número de camadas de colênquima do pecíolo foram maiores. Guerra *et al.* (2015), também observou essas alterações nas folhas de sombra de *Handroanthus chrysotrichus*.

A intensidade luminosa é um fator capaz de trazer alterações na morfologia e fisiologia da planta como por exemplo espessura do mesofilo (Bosabalidis and Kofidis OFIDIS 2002). Para Dickison (2000), a resposta adaptativa mais tradicional à alta intensidade luminosa, é o aumento da espessura da cutícula, do limbo foliar, da epiderme e do parênquima paliçádico, bem como do número total de células das folhas, alterações também encontradas nesta pesquisa. Essas alterações impedem a fotoinibição da fotossíntese nas folhas expostas a altas taxas de luminosidade pois permite que a luz seja irradiada de forma mais direta, impedindo o excesso de absorção na parte superior da folha.

Resultados semelhantes foram encontrados por Dardengo *et al.* (2017) nas folhas de *Theobroma speciosum* cultivadas com altas intensidades luminosas. As folhas de sol de *T. speciosum* apresentaram diferenças na constituição do mesofilo com células mais alongadas no parênquima paliçádico e com mais camadas de células no parênquima lacunoso (DARDENGO *et al.*, 2017). Maiores espaços do parênquima lacunoso em folíolos de sombra permitem um maior aproveitamento da luz incidente na porção inferior interna do indivíduo, uma vez que os espaços intercelulares geram interfaces ar-água, que refletem e refratam a luz possibilitando a difusão luminosa (MAJEROWICZ, 2004).

Os pecíolos das folhas de sombra de ambos locais estudados apresentaram diâmetro maior que os das folhas de sol (Tabela 5). Estes resultados podem ser explicados pelos dados mostrados nas tabelas 1 e 2, que mostram folhas de sombra maiores, exigindo pecíolos mais espessos para suportar seu peso. Esse mesmo resultado foi constatado nas folhas mais expostas à luz solar de outras espécies, como *Cupania vernalis* Camb (Lima Jr *et al.* 2005).

Segundo Boeger e Wisniewski (2003), as folhas de árvores de florestas tropicais mais expostas à intensidade luminosa apresentam características xeromórficas, especialmente identificadas pelo parênquima paliçádico mais espesso, parênquima lacunoso com poucos espaços intercelulares e alto grau de esclerofilia.

A plasticidade fenotípica é a capacidade que alguns genótipos possuem de responder a alterações do meio ambiente em que se encontram, modificando a sua expressão fenotípica, mediante ajustamentos anatômicos, morfológicos e fisiológicos (Schlichting 1986). A possibilidade de adaptação a stresses ambientais é um aspecto fundamental para garantir a estabilidade das espécies frente a alterações climáticas, especialmente importante no caso de plantas arbóreas.

A capacidade adaptativa diante de diferentes condições de luminosidade evidencia que *M. zapota* pode crescer com sucesso tanto em ambientes totalmente ensolarados como mais sombreados, podendo inclusive ser usada em projetos de reflorestamento ou ainda em consórcio com outras espécies mais exigentes com relação à quantidade de luz.

4. CONCLUSÕES

A diferença no tamanho das folhas, conteúdo de clorofila e alterações constatadas nas análises anatômicas entre as folhas de sol e de sombra em *M. zapota* demonstram que esta espécie apresenta alta plasticidade fenotípica, sugerindo elevada capacidade de adaptação a ambientes com diferentes intensidades luminosas.

REFERÊNCIAS

- Araújo, E. C. E.; Santos, E. P. D.; & Prado, C. H. B. D. A. 2005. Estimativa da área foliar da mangueira (*Mangifera indica* L.) cvs. Tommy Atkins e Haden, utilizando dimensões lineares. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 27, 308-309.
- Atroch, E. M. A. C. Soares, A. M.; Alvarenga, A. D.; & Castro, E. D. 2001. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link. submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia*, 25(4), 853-862.
- Bandeira, C. T., Mesquita, A. L. M., de Aquino, A. R. L., Cavalcanti Júnior, A. T., Santos, F. D. S., Oliveira, F. N. S., ... & de OLIVEIRA, V. H. (2003). O cultivo do sapatizeiro. *Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E)*.
- Barros, R. S.; Maestri, M.; Vieira, M.; & Braga Filho, L. J. 1973. Determinação de área de folhas do café (*Coffea arabica* L. cv.'Bourbon Amarelo'). *Revista Ceres*, 20(107), 44-52.
- Boeger, M. R. T.; & Wisniewski, C. 2003. Comparação da morfologia foliar de espécies arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. *Brazilian Journal of Botany*, 26, 61-72.
- Bosabalidis, A. M.; & Kofidis, G. 2002. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant science*, 163(2), 375-379.
- Campostrini, E.; & Yamanishi, O. K. 2001. Influence of mechanical root restriction on gas-exchange of four papaya genotypes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 13, 129-138.

de Freitas Encinas Dardengo, J.; Bandini Rossi, A. A.; da Silva, I. V.; Gomes Pessoa, M. J.; & da Silva, C. J. 2017. Análise da influência luminosa nos aspectos anatômicos de folhas de *Theobroma speciosum* Willd ex Spreng. (Malvaceae). *Ciência Florestal* (01039954), 27(3).

Dickison, W. C. 2000. *Integrative plant anatomy*. Academic press.

Espindola Junior, A.; Boeger, M. R. T.; Maccari Júnior, A.; Reissmann, C. B.; & Rickli, F. L. 2009. Variação na estrutura foliar de *Mikania glomerata* Spreng. (Asteraceae) sob diferentes condições de luminosidade. *Brazilian Journal of Botany*, 32, 749-758.

Evans, J.; & Poorter, H. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant, cell & environment*, 24(8), 755-767.

Feitosa, AC ; Trovão, JR 2006. *Atlas escolar do Maranhão: espaço geo-histórico cultural*. João Pessoa: Grafset.

Gratani, L.; Covone, F.; & Larcher, W. 2006. Leaf plasticity in response to light of three evergreen species of the Mediterranean maquis. *Trees*, 20(5), 549-558.

Guerra, A.; Gonçalves, L.G.; da Silva Santos, L.; & Medri, C. 2015. Morfoanatomia de folhas de sol e de sombra de *Handroanthus chrysotrichus* (MART. EX DC.) Mattos (BIGNONIACEAE). *SaBios-Revista de Saúde e Biologia*, 10(1), 59-71.

Huerta, S.A.; & Alvim, P. D. T. 1962. Índice de área foliar y su influencia en la capacidad fotosintética del café. *Cenicafé*, 13(2), 75-84.

Kraus, J.E.; & Arduin, M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*.

Kemp, C. D. 1960. Methods of estimating the leaf area of grasses from linear measurements. *Annals of Botany*, 24(4), 491-499.

- Labouriau, L. G.; OLIVEIRA, J. D.; & Salgado-Labouriau, M. L. 1961. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell) Toledo I. Comportamento na estação chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 33(2), 237-257.
- Majerowicz, N. F. 2004. In Kerbauy, *Fisiologia Vegetal*. Rio de Janeiro, RJ. Editora Guanabara Koogan SA.
- Mattiuz, C. F. M.; Rodrigues, T. D. J. D.; & Mattiuz, B. H. 2006. Aspectos Fisiológicos de Orquídeas Cortadas. *Ornamental Horticulture*, 12(1).
- Mielke, M. S.; Hoffmann, A.; Endres, L.; & Fachinello, J. C. 1995. Comparação de métodos de laboratório e de campo para a estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. *Scientia agricola*, 52, 82-88.
- Morais, P. L. D. D.; Lima, L. C. D. O.; Alves, R. E.; Filgueiras, H. A. C.; & Almeida, A. D. S. 2006. Alterações físicas, fisiológicas e químicas durante o armazenamento de duas cultivares de sapoti. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, 41, 549-554.
- Morton, J. F. 1987. Papaya. *Fruits of warm climates*, 336-346.
- Moura, B. I. D. V.; Araújo, B. P. L. D.; Sá, R. D.; & Randau, K. P. 2019. Pharmacobotanical study of *Manilkara zapota* (L.) P. Royen (Sapotaceae). *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 55.
- Nascimento, E. A. D.; Oliveira, L. E. M. D.; Castro, E. M. D.; Delú Filho, N.; Mesquita, A. C.; & Vieira, C. V. 2006. Alterações morfofisiológicas em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) consorciado com seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Ciência Rural*, 36, 852-857.

Niinemets, Ü.; & Fleck, S. 2002. Petiole mechanics, leaf inclination, morphology, and investment in support in relation to light availability in the canopy of *Liriodendron tulipifera*. *Oecologia*, 132(1), 21-33.

Rossatto, D. R.; Takahashi, F. S. C.; Silva, L. D. C. R.; & Franco, A. C. 2010. Leaf functional traits in sun and shade leaves of gallery forest trees in Distrito Federal, Brazil. *Acta Botanica Brasilica*, 24, 640-647.

Salisbury, F. B. & Ross, C. W. 1991. *Plant physiology*. 4.ed. Belmont, Wadsworth Publishing Company, 682p

Schiassi, M. C. E. V.; de Souza, V. R.; Lago, A. M. T.; Campos, L. G.; & Queiroz, F. 2018. Fruits from the Brazilian Cerrado region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. *Food chemistry*, 245, 305-311.

Schlichting, Carl D. 1986. "The evolution of phenotypic plasticity in plants." *Annual review of ecology and systematics*: 667-693.

Silva J, F. J.; Bezerra, F. E. J.; Lederman, E. I.; de Moura M. J. R. 2014 Sapodilla tree in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 36, n. 1, p. 86-99.

Silva, P. S. L.; Barbin, D.; Gonçalves, R. J. D. S.; Firmino, J. D. D. C.; & Fonseca, I. C. 2004. Leaf area estimates of custard apple tree progenies. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26, 558-560.

Taiz, L.; Zeiger, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 3.ed. 719p. XI

Yong, J. W. H.; & Hew, C. S. 1995. The patterns of photoassimilate partitioning within connected shoots for the thin-leaved sympodial orchid *Oncidium Goldiana* during different growth stages. *Lindleyana*, 10, 92-108.

ANEXO

Normas da Revista *Acta Amazonica*

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Espera-se que os manuscritos submetidos à *Acta Amazonica* sejam preparados de acordo com as Instruções aos Autores (diretrizes). Portanto, certifique-se de que seu manuscrito siga estas diretrizes antes de enviar sua submissão. Os manuscritos que não seguem as instruções da Revista são devolvidos aos autores.

1. O tamanho máximo de um arquivo individual deve ser de 2 MB.
2. Uma carta de apresentação do manuscrito (carta de apresentação) deve indicar que:
 - a) Os dados da pesquisa são originais e precisos; b) todos os autores participaram substancialmente e estão preparados para assumir responsabilidade pública por seu conteúdo; c) a contribuição apresentada a esta revista não foi publicada anteriormente, nem foi submetida para publicação em outro lugar, total ou parcialmente. Faça o upload da carta de apresentação após o envio.
3. **Os manuscritos devem ser redigidos em inglês** . A veracidade das informações contidas no manuscrito é de exclusiva responsabilidade dos autores.
4. A extensão máxima para artigos e resenhas é de 30 páginas (ou 7.500 palavras, desconsiderando a página de rosto), dez páginas (2.500 palavras) para comunicações curtas e cinco páginas para outras contribuições.
5. Os manuscritos devidamente formatados de acordo com as "Instruções aos autores" são enviados aos Editores Associados para pré-avaliação. Neste primeiro julgamento leva-se em consideração a relevância científica e inteligibilidade do manuscrito, e sua abrangência dentro do contexto amazônico. Nesta fase, contribuições fora do escopo da Revista ou de pouco valor científico são recusadas. Os manuscritos aprovados em primeiro julgamento são encaminhados a pareceristas científicos para avaliação, no mínimo dois revisores; especialistas de outras instituições que não as dos autores.
6. A aceitação dos manuscritos será baseada no conteúdo científico e na formatação correta de acordo com as diretrizes da Revista.
7. Os manuscritos que necessitem de correções serão devolvidos aos autores para revisão. A versão revisada precisa ser carregada no sistema da Revista em

DUAS semanas. Uma carta de resposta deve ser devolvida com a versão revisada. Nesta carta, por favor, detalhe as modificações feitas no manuscrito. Recomendações não incorporadas na versão revisada, se houver, precisam ser respondidas. Todo o processo é online e pode ser acompanhado no site da Revista, <http://mco4.manuscriptcentral.com/aa-scielo> .

8. Siga estas instruções para preparar e carregar o manuscrito: uma. Informações sobre autoria e manuscrito (Página de título, por favor use o formato word): Esta página deve conter o título do manuscrito, autoria (sobrenome em letra maiúscula), endereço institucional completo dos autores e e-mail do autor correspondente. NÃO abrevie nomes de instituições. Use um asterisco (*) para indicar o autor correspondente. Apenas o e-mail do autor correspondente é obrigatório na página de rosto do manuscrito.

Após o envio, faça o upload deste arquivo selecionando a opção: "Página de título".

b. Corpo principal do texto (documento principal , use o formato word). O texto do manuscrito deve seguir esta ordem: Título, Resumo, Palavras-chave, Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, Legendas das Figuras e Tabelas. Também é necessário incluir “ *Título, Resumo e Palavras-chave* ” em português OU espanhol.

Após o envio, faça o upload deste arquivo como "Documento principal".

c. Figuras. Até sete algarismos são permitidos para artigos. Cada figura DEVE ser carregada como um arquivo separado. As figuras devem estar no formato gráfico (JPG ou TIFF) e de alta qualidade e resolução (300 dpi). Use 600 dpi para ilustração de bitmap.

Faça o upload de cada um desses arquivos selecionando a opção: "Figura".

d. Tabelas. Cinco tabelas são permitidas para artigos. Use espaçamento simples e a função de tabela para digitar tabelas. Favor inserir as Tabelas ao final do texto do manuscrito (documento principal), após as "Legendas das Figuras".

9. As comunicações breves devem ser redigidas separando os tópicos (Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão e Conclusões) em parágrafos, mas sem incluir seus títulos. Devem também incluir todas as seções do artigo completo (ex: Título, autoria, afiliação, endereço eletrônico, Resumo, Palavras-chave, Agradecimentos, Referências). São permitidas três figuras e duas tabelas. Faça o upload da "página de título", "documento principal", figuras e tabelas conforme descrito anteriormente (item 8).

10. O nome completo dos autores e seus endereços institucionais e e-mails devem ser cadastrados no sistema da Revista.

11. NOTA IMPORTANTE: Manuscritos não devidamente formatados de acordo com as "Instruções aos Autores" NÃO são aceitos para publicação.

FORMATO E ESTILO

12. O manuscrito deve ser preparado com editor de texto (por exemplo, doc ou docx), digitado em fonte "Times New Roman" 12 pontos. Deve ser em espaço duplo com margens de 3 cm; páginas e linhas numeradas consecutivamente. Para tabelas ver Item 8d.

13. Título. Ajuste para a esquerda e coloque em maiúscula a primeira letra da frase. Evite usar nomes científicos.

14. **Resumo.** Deve ter até 250 palavras (150 para comunicações curtas). Inicie o Resumo com algumas linhas (racional), e depois disso indique claramente os objetivos. O Resumo deve conter de forma sucinta a metodologia, resultados e conclusões, enfatizando aspectos importantes do estudo. Deve ser inteligível por si mesmo. Os nomes científicos das espécies e outros termos latinos devem estar em itálico. Evite siglas, mas se forem necessárias dê seu significado. Não use referências nesta seção.

15. **Palavras-chave.** Devem consistir em quatro ou cinco termos. Cada termo de palavra-chave pode consistir em duas ou mais palavras. No entanto, as palavras usadas no título não podem ser repetidas como palavras-chave.

16. **Introdução.** Esta seção deve enfatizar o objetivo do estudo. Deve transmitir uma visão geral dos estudos anteriores relevantes, bem como indicar claramente os objetivos ou hipóteses a serem testados. Espera-se que esta seção não exceda 35 linhas. Não antecipe dados ou conclusões do manuscrito e NÃO inclua legendas nesta seção. Finalize a Introdução com os objetivos.

17. **Materiais e Métodos.** Esta seção deve conter informações suficientes, organizadas cronologicamente para explicar os procedimentos realizados, de forma que outras pesquisas possam repetir o estudo. Os tratamentos estatísticos dos dados devem ser descritos. As técnicas padrão só precisam ser referenciadas. As unidades de medida e suas abreviaturas devem seguir o Sistema Internacional e, quando necessário, incluir uma lista das abreviaturas utilizadas. Os instrumentos específicos utilizados no estudo devem ser descritos (modelo, fabricante, cidade e país de fabricação, entre parênteses). Por exemplo: "A fotossíntese foi determinada usando um sistema de troca gasosa portátil (Li-6400, Li-Cor, Lincoln, NE, EUA)". O material voucher (amostra para referência futura) deve ser depositado em uma ou mais coleções científicas e informado no manuscrito. NÃO use legendas nesta seção. Use negrito, mas não itálico ou letras maiúsculas para legendas.

18. **Aspectos éticos e legais:** Para estudos que requeiram permissões especiais (ex. Comitê de Ética/Comissão Nacional de Ética em Pesquisa-CONEP, IBAMA, SISBIO, CNPq, CNTBio, INCRA/FUNAI, EIA/RIMA, outros) o número de registro/aprovação (e data de publicação) devem ser informados. Os autores são responsáveis por seguir todas as normas específicas sobre este assunto.

19. **Resultados.** Esta seção deve apresentar uma descrição concisa das informações obtidas, com um mínimo de julgamento pessoal. Não repita no texto todos os dados contidos em tabelas e ilustrações. Não apresente as mesmas informações (dados) em tabelas e figuras simultaneamente. Não use legendas nesta seção. O numeral deve ser separado por um espaço das unidades. Por exemplo, 60°C e NÃO 60°C, exceto por porcentagens (por exemplo, 5% e NÃO 5%).

Unidades : Use unidades e símbolos do Sistema Internacional. Use expoentes negativos em vez de barra (/). Por exemplo: cmol kg^{-1} em vez de $\text{meq}/100\text{g}$; ms^{-1} em vez de m/s . Use espaço em vez de ponto entre os símbolos: ms^{-1} em vez de ms^{-1} . Use um traço (NÃO um hífen) para denotar números negativos. Por exemplo: -2, em vez de -2. Use kg em vez de Kg e km em vez de Km .

20. **Discussão.** A discussão deve centrar-se nos resultados obtidos. Evite mera especulação. No entanto, hipóteses bem fundamentadas podem ser incorporadas. Apenas referências relevantes devem ser incluídas.

21. Conclusões. Esta seção deve conter uma interpretação concisa dos principais resultados e uma mensagem final, que deve destacar as implicações científicas do estudo. Escreva as conclusões em uma seção separada (um parágrafo).

22. Os agradecimentos devem ser breves e concisos. Incluir agência de financiamento. NÃO abrevie nomes de instituições.

23. Referências. Pelo menos 70% das referências devem ser artigos de revistas científicas. As citações devem ser preferencialmente dos últimos 10 anos. Sugere-se não exceder 40 referências. Devem ser citados em ordem alfabética dos nomes dos autores, e devem ser restritos à citação incluída no texto. Se uma referência tiver mais de dez autores, use apenas os seis primeiros nomes e *et. al.* Nesta seção, o título do periódico NÃO é abreviado. Veja os exemplos abaixo:

a) Artigos de periódicos:

Villa Nova, N.A.; Salati, E.; Matsui, E. 1976. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônica. *Acta Amazonica* 6: 215-228.

Artigos de periódicos que não seguem a paginação tradicional:

Ozanne, CMP; Cabral, C.; Shaw, PJ 2014. Variação no uso de recursos florestais indígenas na Guiana Central. *PLoS ONE* 9: e102952.

b) Dissertações e teses:

Ribeiro, M.C.L.B. 1983. *As migrações dos jaraquis (Pisces: Prochilodontidae) no rio Negro, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 192p.

c) Livros:

Aço, RGD; Torrie, JH 1980. *Princípios e procedimentos de estatística: uma abordagem biométrica*. 2ª edição. McGraw-Hill, Nova York, 633p.

d) Capítulos de livros:

Absy, M.L. 1993. Mudanças da vegetação e clima da Amazônia durante o Quaternário. In: Ferreira, E.J.G.; Santos, G.M.; Leão, E.L.M.; Oliveira, L.A. (Ed.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. v.2. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.3-10.

e) Citação de fonte eletrônica:

CPTEC, 1999. Climanalise, 14: 1-2 (www.cptec.inpe.br/products/climanalise). Acesso em 19/05/1999.

f) Citações com mais de dez autores:

Tseng, Y.-H.; Kokkotou, E.; Schulz, TJ; Huang, TL; Winnay, JN; Taniguchi, CM; *et ai.* 2008. Novo papel da proteína morfogenética óssea 7 na adipogênese marrom e gasto energético. *Natureza* 454: 1000-1004.

24. Citações no texto. As citações das referências seguem uma ordem cronológica. Para duas ou mais referências do mesmo ano, cite de acordo com a ordem alfabética. Por favor, veja os exemplos a seguir.

a) Um autor:

Pereira (1995) or (Pereira 1995).

b) Dois autores:

Oliveira and Souza (2003) or (Oliveira and Souza 2003).

c) Três ou mais autores:

Rezende *et ai.* (2002) ou (Rezende *et al.* 2002).

d) Citações de anos diferentes (ordem cronológica):

Silva (1991), Castro (1998) e Alves (2010) ou (Silva 1991; Castro 1998; Alves 2010).

e) Citações no mesmo ano (ordem alfabética):

Ferreira *et al.* (2001) e Fonseca *et al.* (2001); ou (Ferreira *et al.* 2001; Fonseca *et al.* 2001).

FIGURAS

25. Fotografias, desenhos e gráficos devem ter alta definição, com alto contraste preto e branco. NÃO use tons de cinza em gráficos de dispersão ou gráficos de barras. Em gráficos de dispersão, use linhas pretas (sólidas, pontilhadas ou tracejadas) e símbolos abertos ou sólidos (círculo, quadrado, triângulo ou losango). Para gráficos de barras, podem ser usadas barras pretas, brancas, listradas ou pontilhadas. Contorne a área de plotagem com uma linha fina e sólida, mas NÃO use uma linha de borda na área gráfica. Rotule cada painel de uma figura composta (painéis múltiplos) com uma letra maiúscula dentro da área de plotagem, no canto superior direito.

26. Evite legendas desnecessárias na área de plotagem. NÃO use letras muito pequenas (< tamanho 10) em figuras (nos eixos de título ou dentro da área de plotagem). Nos eixos, use marcas orientadas para dentro nas divisões de escala. NÃO use linhas de grade horizontais ou verticais, exceto em mapas ou ilustrações semelhantes. Cada eixo do gráfico deve ter um título e uma unidade. Evite muitas subdivisões na escala do eixo (cinco a seis devem ser suficientes). Nos mapas, inclua uma barra de escala e pelo menos um ponto cardeal.

27. As figuras devem ser formatadas para caber dentro das dimensões da página da Revista, ou seja, dentro de uma coluna (8 cm) ou na largura de toda a página (17 cm), deixando espaço para a legenda da figura (legenda). As ilustrações podem ser redimensionadas durante o processo de produção para otimizar o espaço da Revista. As escalas devem ser indicadas por uma barra (horizontal) na figura e, se necessário, referenciadas na legenda da figura. Por exemplo, barra de escala = 1 mm.

28. Figuras no texto: As figuras podem ser citadas direta ou indiretamente (entre parênteses), com a inicial maiúscula. Por exemplo: Figura 1 ou (Figura 1). Na legenda, o número da figura deve ser seguido por um ponto. Por exemplo: "Figura 1. Análise...". O significado dos símbolos e siglas utilizados nas figuras deve ser definido na legenda da figura. As figuras devem ser autoexplicativas.

29. Para figuras que foram publicadas anteriormente, os autores devem declarar claramente no manuscrito que a permissão para reprodução foi concedida. O documento que concedeu tal autorização deve ser carregado (não para revisão) no sistema da Revista.

30. Além das figuras no formato gráfico (TIFF, JPG), podem ser carregados gráficos de barras e gráficos de dispersão gerados em Excel ou SigmaPlot. Selecione a opção arquivo suplementar NÃO para revisão.

31. Ilustrações coloridas. Espera-se que as fotografias e outras ilustrações sejam em preto e branco. Ilustrações coloridas são aceitas; no entanto, há um custo de impressão, que é cobrado dos autores. Sem custos para os autores, uma ilustração colorida pode ser utilizada na versão eletrônica da Revista; enquanto que uma versão em preto e branco da mesma figura pode ser usada na versão impressa. Quando uma fotografia colorida for utilizada apenas na versão eletrônica, mencione-a na legenda da figura. Por exemplo, adicionando esta

frase "esta figura é colorida na versão eletrônica". Esta informação é para os leitores da edição impressa.

Os autores podem ser convidados a enviar uma fotografia colorida para ilustrar a capa da revista. Neste caso, o custo de impressão será custeado pela Revista.

TABELAS

32. As tabelas devem ser bem organizadas e numeradas sequencialmente com algarismos arábicos. A numeração e o título da tabela (legenda) devem estar no topo da tabela. Uma tabela pode ter notas de rodapé. O significado dos símbolos e siglas usados na tabela (por exemplo, colunas de cabeçalho, etc.) DEVE ser definido no título da tabela. Use linhas horizontais acima e abaixo da tabela e para separar o título do corpo principal da tabela. NÃO use linhas verticais.

33. As tabelas devem ser geradas em editor de texto (ex. doc ou docx), e NÃO devem ser inseridas no manuscrito como imagem (ex. em formato JPG).

34. As citações de tabelas no texto podem ser feitas direta ou indiretamente (entre parênteses), com a inicial em maiúscula. Por exemplo: Tabela 1 ou (Tabela 1). Na legenda da tabela, o número da tabela deve ser seguido de um ponto, por exemplo: "Tabela 1. Análise...". As tabelas devem ser autoexplicativas.

LICENCIAMENTO E DIREITOS AUTORAIS

Todo o conteúdo da revista está licenciado sob a Licença Creative Commons Attribution (CC-BY). Sob CC-BY, os autores mantêm os direitos autorais de seu trabalho. A licença permite a redistribuição e reutilização do trabalho publicado com a condição de que o criador seja devidamente creditado.

INFORMAÇÃO ADICIONAL

A Acta Amazonica pode fazer pequenas correções gramaticais e de formatação no manuscrito para ajustar ao padrão editorial e de linguagem. Antes da impressão, a prova é enviada aos autores para última verificação. Nesta fase apenas erros tipográficos ou ortográficos podem ser corrigidos na prova.

NENHUMA alteração importante pode ser feita no manuscrito nesta fase, caso contrário, todo o manuscrito retornará ao processo de avaliação pelo Conselho Editorial.

A Acta Amazonica não cobra taxa de publicação. Além disso, não há cobrança de taxa para submissão e avaliação de manuscritos. Mais informações podem ser obtidas pelo e-mail acta@inpa.gov.br . Se sua consulta for sobre um envio, informe o número do envio.

Assinaturas da Acta Amazonica (versão impressa) podem ser pagas por cheque ou ordem de pagamento. Assinaturas institucionais US\$ 100,00; assinatura individual US\$ 75,00. Entre em contato pelo e-mail: acta@inpa.gov.br .

Tel.: (55 92) 3643-3236 ou fax: (55 92) 3643-3029