

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**

**CRESCIMENTO E NECESSIDADES HÍDRICAS DE MUDAS  
FLORESTAIS TROPICAIS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE  
SOMBREAMENTO**

**Emanoeli Borges Monteiro**

Engenheira Florestal

2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**

**CRESCIMENTO E NECESSIDADES HÍDRICAS DE MUDAS  
FLORESTAIS TROPICAIS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE  
SOMBREAMENTO**

**Emanoeli Borges Monteiro**

**Orientadora: Profa. Dra. Andréa  
Carvalho da Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

**Fevereiro de 2015**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**EMANOELI BORGES MONTEIRO**, nascida em 21/10/1990, em Sinop – MT, onde cursou o ensino médio no Colégio Regina Pacis. Em 2008 ingressou no curso de bacharelado em Engenharia Florestal na Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* universitário de Sinop, obtendo o título de bacharel em Engenharia Florestal em novembro de 2012. Em março de 2013 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia na Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* universitário de Sinop.

## **EPÍGRAFE**

“Tudo tem o seu tempo. Há um momento oportuno para cada coisa debaixo do céu”

**Eclesiastes, 3:1.**

## **DEDICATÓRIA**

A Lia Göedert Borges Monteiro e Manoel Messias Monteiro, meus pais, pelo amor verdadeiro, contínuo apoio e exemplo;  
A Anelize Borges Monteiro, minha irmã, pelo companheirismo e auxílio.

## **AGRADECIMENTOS**

- À DEUS, pelo dom da vida e por me suprir com amor, forças e bênçãos para superar meus desafios diariamente.

- À minha família: meus pais Lia e Manoel, que desde meu primeiro segundo de vida enchem-me de amor, dedicação e educação para que eu me torne uma pessoa cada vez melhor. À minha irmã Anelize, que sempre se mostrou apta para me ajudar e me apoiar.

- À minha orientadora, Profa. Dra Andréa Carvalho da Silva, pelos conhecimentos transmitidos, imenso auxílio prestado e infindável paciência, dedicação, apoio e zelo em todos os âmbitos de minha vida.

- Ao Prof. Dr. Adilson Pacheco de Souza pelo auxílio, paciência e disponibilidade para transmitir seus conhecimentos e contribuir com meu aprendizado.

- A todos que contribuíram com meu (árduo) trabalho: Adriana Tanaka, Thaíse Ribeiro, Cátia Cardoso, Andréia Botin, Werner Demartini, Edgar Boeing, Brena Ferneda, Janaína Schimitt, Mattheus Koelln, Frederic Koelln, Anthony Almeida, Luana Bouvié, Emanuele da Veiga, Marco Viscardi, Tamara Zamadei, Josiane Godoy, Verônica Kazama, Marcos Augusto, Maiara Lima, Anelize Monteiro, dentre muitos outros que dedicaram uma parte de seu tempo para me prestar auxílio.

- Aos professores Carlos Vinício Vieira, Juliano de Paulo dos Santos e Lee Yun Sheng, pela contribuição à minha formação acadêmica.

- As minhas queridas amigas Andréia, Djéssica, Anelize, Erna, Mariani, Elis, Carolline, Natacha e Ester, às quais pedi conselhos, dividi preocupações, tristeza e alegrias e que sempre se mostraram aptas, cada uma à sua maneira, para me ouvir e me amparar.

- A Marcos Augusto, que sempre esteve ao meu lado, me amparando, apoiando e me fazendo acreditar em meu potencial.

A todos, meus sinceros e profundos agradecimentos.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	IX
ABSTRACT .....	XI
LISTA DE TABELAS .....	XIII
LISTA DE FIGURAS .....	XX
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	22
1. INTRODUÇÃO .....	22
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	23
2.1. Fatores que influenciam o crescimento vegetal.....	23
2.2. Análise de crescimento.....	26
2.3. Produção de mudas florestais .....	27
2.4. Considerações sobre as principais espécies analisadas.....	27
3. REFERÊNCIAS.....	31
CAPÍTULO 2 - ESTIMATIVAS DA ÁREA FOLIAR DE ESPÉCIES FLORESTAIS TROPICAIS POR MEIO DE DIMENSÕES LINEARES E BIOMASSA .....	36
1. INTRODUÇÃO .....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	40
3. RESULTADOS .....	43
3.1. Aspectos morfológicos foliares .....	43
3.2. Parâmetros biométricos e biomassa.....	45
3.3. Modelos analíticos de estimativa de área foliar .....	48
3.4. Desempenho dos modelos para o Grupo I .....	49
3.5. Desempenho dos modelos para o Grupo II .....	56
3.6. Desempenho dos modelos para o Grupo III .....	61
4. DISCUSSÃO .....	68
5. CONCLUSÕES .....	75
6. REFERÊNCIAS.....	75
CAPÍTULO 3 – CRESCIMENTO INICIAL DE MUDAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS TROPICAIS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO.....	85

RESUMO.....	85
1. INTRODUÇÃO .....	85
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	87
3. RESULTADOS .....	92
3.1. Análise de crescimento não-destrutiva .....	93
3.1.1. Parâmetros não-destrutivos.....	93
3.1.2. Taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD).....	104
3.2. Análise de crescimento destrutiva .....	107
3.2.1. Parâmetros destrutivos.....	107
3.2.2. Taxas de crescimento.....	119
3.2.3. Partição da massa seca .....	129
3.3. Correlação de Pearson .....	136
3.3.1. Variáveis não-destrutivas .....	137
3.3.2. Variáveis destrutivas.....	138
3.3.3. Taxas de crescimento destrutivas .....	142
4. DISCUSSÃO .....	144
4.1. Parâmetros biométricos .....	144
4.2. Taxas de crescimento.....	150
4.3. Partição da massa seca.....	152
4.4. Correlação de Pearson .....	153
5. CONCLUSÕES .....	154
6. REFERÊNCIAS.....	155
APÊNDICES.....	161
CAPÍTULO 4 – NECESSIDADES HÍDRICAS E COEFICIENTES DE CULTIVO DE MUDAS FLORESTAIS TROPICAIS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO .....	166
RESUMO.....	166
1. INTRODUÇÃO .....	166
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	168
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	170
3.1. Parâmetros meteorológicos .....	170
3.2. Evapotranspiração e coeficiente de cultura .....	173



3.3. Análise destrutiva das mudas .....	178
4. CONCLUSÕES .....	184
5. REFERÊNCIAS.....	184
APÊNDICE .....	188

## CRESCIMENTO E NECESSIDADES HÍDRICAS DE MUDAS FLORESTAIS TROPICAIS EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

**RESUMO:** no presente estudo, o segundo capítulo gerou, validou e determinou os melhores modelos matemáticos de estimativa da área foliar de dez espécies florestais tropicais (*Tabebuia roseoalba*; *Tabebuia impetiginosa*; *Handroanthus chrysotrichus*; *Parkia pendula*; *Parkia platycephala*; *Swietenia macrophylla*; *Myracrodruon urundeuva*; *Schizolobium amazonicum*; *Adenantha pavonina* e *Cassia fistula*) baseadas nas variáveis lineares (comprimento e largura das folhas com e sem pecíolo e folíolos) e da matéria seca das folhas, coletadas no município de Sinop, Mato Grosso entre os meses de janeiro e março de 2014. Verificou-se que os modelos de melhor desempenho combinam as variáveis independentes entre si; que as espécies com folhas recompostas são melhores estimadas por modelos que contemplem as medidas de comprimento e largura das folhas; e para as demais (folhas digitadas e penadas), medidas de comprimento e largura dos folíolos. O terceiro capítulo avaliou o crescimento inicial de mudas das espécies *T. impetiginosa*, *T. roseoalba*, *H. chrysotrichus*, *P. pendula*, *P. platycephala* e *A. pavonina* em diferentes condições de luz, proporcionadas por telas de sombreamento de cores preta (35, 50 e 80% de atenuação da radiação), verde, vermelha e azul (50% de atenuação), e na ausência de sombreamento (pleno sol). Foram realizadas nove análises não-destrutivas quinzenais (contagem do número de folhas e aferição da altura e diâmetro) a partir dos 16 dias após o transplante (DAT) e seis análises destrutivas a cada 21 dias (obtenção da massa seca das folhas, caule e raiz; área foliar e volume radicular) a partir dos 31 DAT. Os resultados obtidos demonstraram que: com o aumento de luminosidade houve a diminuição da área foliar das espécies analisadas; as mudas que cresceram ao pleno sol apresentaram maiores alocação de carbono nas raízes; mudas que cresceram a 80% de sombreamento apresentaram maior alocação de massa seca nas folhas e que os diferentes níveis de sombreamento alteram os parâmetros biométricos e na partição da massa seca entre os órgãos da planta. O quarto e último capítulo determinou a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e o coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) de seis espécies florestais (*T. impetiginosa*, *T. roseoalba*, *H. chrysotrichus*, *P. pendula*, *P. platycephala* e *A. pavonina*) na fenofase muda em sete condições de sombreamento (pleno sol; telas pretas com 35, 50 e 80% de atenuação da radiação e telas coloridas: verde, vermelha e azul com 50% de atenuação) bem como as relacionou com parâmetros de crescimento do vegetal. O K<sub>c</sub> foi determinado pelo quociente entre E<sub>To</sub> (evapotranspiração de referência) e ET<sub>c</sub>, sendo que a E<sub>To</sub> foi obtida pelo método de Penman Montheit FAO-56. Os valores de ET<sub>c</sub> foram obtidos pela determinação do volume de água evapotranspirado diariamente pelas mudas (diferença entre o peso do solo saturado e o real). As pesagens foram realizadas dos 12 aos 135 DAT, e a análise destrutiva das mudas aos 135 DAT. Verificou-se que o aumento da porcentagem de sombreamento proporciona a diminuição da ET<sub>c</sub> e do K<sub>c</sub>, bem como o acréscimo dos mesmos correlaciona-se com o aumento da área foliar, parâmetros biométricos e alocação de biomassa. Os valores médios de ET<sub>c</sub> diária e K<sub>c</sub> obtidos para cada espécie foram: 8,6 mm.dia<sup>-1</sup> e

1,93 para *T. impetiginosa*; 4,88 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,10 para *T. roseoalba*; 5,06 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,15 para *H. chrysotrichus*; 4,63 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,04 para *P. pendula*; 4,03 mm.dia<sup>-1</sup> e 0,91 para *P. platycephala* e 5,09 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,14 para *A. pavonina*.

**Palavras-chave:** modelagem matemática, análise de crescimento, qualidade de luz, intensidade da luz, evapotranspiração, coeficiente de cultura

## GROWTH AND WATER'S REQUERIMENTS OF TROPICAL FOREST SEEDLING IN DIFFERENT SHADING CONDITIONS

**ABSTRACT:** In this study, at the second chapter were generated, validated and determined the best mathematical models to estimate leaf area of ten tropical forest species (*Tabebuia roseoalba*; *Tabebuia impetiginosa*; *Handroanthus chrysotrichus*; *Parkia pendula*; *Parkia platycephala*; *Swietenia macrophylla*; *Myracrodruon urundeuva*; *Schizolobium amazonicum*; *Adenantha pavonina* and *Cassia fistula*) based on linear variables (length and width of the leaves and leaflets) and on the dry matter of leaves collected at Sinop, Mato Grosso between January and March 2014. It was found that: the models with better performance combine the independent variables with themselves; that species with blended leaves are better estimated by models that include the measurement of length and width of the sheet; and to the remaining, measures of length and width of the leaflets. The third chapter evaluated the initial growth of seedlings of the species: *T. impetiginosa*, *T. roseoalba*, *H. chrysotrichus*, *P. pendula*, *P. platycephala* and *A. pavonina* in different lighting conditions, provided by black color shade screens (35, 50 and 80% of radiation attenuation); green, red and blue (50% attenuation), and in the absence of shading (full sun). Were performed nine non-destructive analyzes fortnightly (counting of leaf number and measurement of height and diameter) from 16 days after transplanting (DAT) and six destructive analysis every 21 days (obtaining the dry mass of leaves, stem and root; leaf area and root volume) from 31 DAT. The results showed that: with the increasing of light, occurred a decrease in leaf area of the examined species; the seedlings that grew to full sun had higher allocation of carbon in it roots; seedlings that grew at 80% shading showed higher allocation of dry matter in it leaves, and the different shading levels modified the plant biometric parameters and partition of dry matter between the organs of it. The fourth and final chapter determined the crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) and the crop coefficient (K<sub>c</sub>) of six forest species (*T. impetiginosa*, *T. roseoalba*, *H. chrysotrichus*, *P. pendula*, *P. platycephala* and *A. pavonina*) on their seedling phase in seven shade conditions (full sun; black screens with 35, 50 and 80% attenuation of radiation and color screens: green, red and blue with 50% attenuation) and the their relation with plant growth parameters. K<sub>c</sub> was calculated dividing E<sub>T0</sub> (reference's evapotranspiration) by ET<sub>c</sub>, and E<sub>T0</sub> was obtained by the method of Penman Montheit FAO-56. The ET<sub>c</sub> values were obtained by determining the volume of water transpired and evaporated daily by seedlings (difference between the weight of saturated soil and the real). The weighting were held from 12 to 135 DAT, and the seedlings' destructive analysis occurred the at 135 DAT. It was found that increasing the shading percentage provides the decrease in etc and K<sub>c</sub>, as well as the addition thereof correlates with increased leaf area, biometric parameters and allocation of biomass. The average values of daily ET<sub>c</sub> and K<sub>c</sub> obtained for each species were: 8,6 mm.day<sup>-1</sup> and 1,93 to *T. impetiginosa*; 4,88 mm.day<sup>-1</sup> and 1,10 to *T. roseoalba*; 5,06 mm.day<sup>-1</sup> and 1,15 to *H. chrysotrichus*; 4,63 mm.day<sup>-1</sup> and 1,04 to *P. pendula*; 4,03 mm.day<sup>-1</sup> and 0,91 to *P. platycephala* and 5,09 mm.day<sup>-1</sup> and 1,14 to *A. pavonina*.

**Keywords:** mathematical modeling, growth analysis, light quality, light intensity, evapotranspiration, crop coefficient

## LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2	Página
Tabela 1. Folhas das espécies do Grupo I: <i>H. crysotrichus</i> , <i>T. roseoalba</i> e <i>T. impetiginosa</i> ; Grupo II: <i>M. urundeuva</i> , <i>S. macrophylla</i> e <i>C. fistula</i> , e Grupo III: <i>P. pendula</i> , <i>P. platycephala</i> , <i>S. amazonicum</i> e <i>A. pavonina</i> .....	44
Tabela 2. Área foliar (AF), comprimento da folha (C), comprimento do pecíolo (CPec), comprimento do folíolo (Cf), largura da folha (L), largura do folíolo (Lf) e número de folíolos médios e desvios padrões encontrados para as folhas e empregadas para a geração e validação dos modelos matemáticos de estimativa de AF.....	46
Tabela 3. Área foliar (AF) e massa seca (MS) médias e seus respectivos desvios padrões obtidos para as folhas empregadas para a geração e validação dos modelos matemáticos de estimativa de AF.....	47
Tabela 4. Modelos analíticos gerados para os Grupos I, II e III empregando-se as variáveis lineares e massa seca (com ou sem pecíolo). .....	48
Tabela 5. Modelos analíticos baseados nas variáveis lineares com e sem pecíolo e seus respectivos valores acumulados de Vp ( $\sum Vp$ ) para as espécies do Grupo I. ...	50
Tabela 6. Coeficientes ajustados e de determinação (R <sup>2</sup> ) obtidos na geração dos melhores modelos (mod.) de regressão baseados nas variáveis lineares para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo.....	52
Tabela 7. Indicativos estatísticos e seus respectivos Vp atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo, baseados nas variáveis lineares .....	52
Tabela 8. Modelos analíticos baseados na matéria seca com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\sum Vp$ ) para as espécies do Grupo I. ..	54
Tabela 9. Coeficientes ajustados e de determinação (R <sup>2</sup> ) obtidos na geração dos modelos (mod.) de regressão baseados na massa seca para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo.....	54

Tabela 10. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados ( $V_p$ ) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo, baseados na massa seca.....	55
Tabela 11. Modelos analíticos baseados nas variáveis lineares com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\sum V_p$ ) para as espécies do Grupo II. ....	57
Tabela 12. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos melhores modelos de regressão (Mod.) baseados nas variáveis lineares para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo.....	58
Tabela 13. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados ( $V_p$ ) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo, baseados nas variáveis lineares. ....	58
Tabela 14. Modelos analíticos baseados na matéria seca com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\sum V_p$ ) para as espécies do Grupo II. ....	59
Tabela 15. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos modelos de regressão (Mod) baseados na massa seca para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo.....	60
Tabela 16. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados ( $V_p$ ) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo, baseados na massa seca.....	60
Tabela 17. Modelos analíticos baseados nas variáveis lineares com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\sum V_p$ ) para as espécies do Grupo III. ....	62
Tabela 18. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos melhores modelos (mod) de regressão baseados nas variáveis lineares para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo.....	64
Tabela 19. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados ( $V_p$ ) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo, baseados nas variáveis lineares. ....	64
Tabela 20. Modelos analíticos baseados na matéria seca com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\sum V_p$ ) para as espécies do Grupo III. ....	66

Tabela 21. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos modelos (mod.) de regressão baseados na massa seca para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo.....	66
Tabela 22. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados (Vp) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo, baseados na massa seca.....	67

### CAPÍTULO 3

Tabela 1. Valores mensais da temperatura, umidade relativa do ar; precipitação (precip.) pluvial mensal acumulada; radiação global (rad. global), insolação e evapotranspiração de referência (ETo) entre abril e setembro (Sinop, MT, 2014)....	90
Tabela 2. Valores médios dos principais elementos meteorológicos nas condições de cultivo, entre 01/05/2014 e 05/09/2014. Sinop, MT, 2014. ....	91
Tabela 3. Valores médios da altura (cm) aos 127 dias após transplântio de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	93
Tabela 4. Valores médios gerais do parâmetro altura (cm) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	94
Tabela 5. Valores médios do diâmetro (mm) aos 127 dias após transplântio de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	95
Tabela 6. Valores médios gerais do parâmetro diâmetro (mm) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	96
Tabela 7. Valores médios do número de folhas aos 127 dias após transplântio de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	97
Tabela 8. Valores médios gerais do número de folhas das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	98
Tabela 9. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot x^2$ ) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para a altura, número de folhas e diâmetro em função do tempo / dias ( $x$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.....	102



Tabela 10. Valores médios gerais para a taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD $\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	104
Tabela 11. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot x^2$ ) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para a taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD) em função do intervalo de dias ( $x$ ) das espécies florestais tropicais em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	106
Tabela 12. Valores médios gerais para a massa seca das folhas (g) das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	108
Tabela 13. Valores médios da massa seca das folhas (g) aos 134 dias após o transplântio das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	108
Tabela 14. Valores médios gerais para a massa seca do caule (g) das espécies das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	109
Tabela 15. Valores médios da massa seca do caule (g) aos 134 dias após transplântio, das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	109
Tabela 16. Valores médios gerais da massa seca das raízes (g) das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	110
Tabela 17. Valores médios da massa seca das raízes (g) aos 134 dias após transplântio, das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	111
Tabela 18. Valores médios gerais da massa seca total (g) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	112
Tabela 19. Valores médios da massa seca total (g) aos 134 dias após o transplântio das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	112
Tabela 20. Valores médios gerais da área foliar ( $\text{cm}^2$ ) das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	113

Tabela 21. Valores médios da área foliar ( $\text{cm}^2$ ) aos 134 dias após transplântio das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	114
Tabela 22. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2.x + a_3.x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para as massas secas do caule, raiz e folhas em função do tempo (dias, $x$ ) de espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	116
Tabela 23. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2.x + a_3.x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para a massa seca total e área foliar em função do tempo (dias, $x$ ) de espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	117
Tabela 24. Valores médios gerais do índice de área foliar ( $\text{m}^2.\text{m}^{-2}$ ) de florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	119
Tabela 25. Valores médios gerais da razão de área foliar ( $\text{m}^2.\text{g}^{-1}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	120
Tabela 26. Valores médios gerais da taxa de crescimento da cultura ( $\text{g}.\text{m}^{-2}_{\text{área do solo}}.\text{dia}^{-1}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	121
Tabela 27. Valores médios gerais da taxa de crescimento relativo ( $\text{g}.\text{g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	122
Tabela 28. Valores médios gerais da taxa assimilatória líquida ( $\text{g}.\text{m}^{-2}_{\text{área do solo}}.\text{dia}^{-1}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	123
Tabela 29. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2.x + a_3.x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para o índice (IAF) e a razão de área foliar (RAF) em função do tempo (dias, $x$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	124
Tabela 30. Índices de área foliar ótimos obtidos para <i>T. impetiginosa</i> , <i>H. chrysotrichus</i> e <i>A. pavonina</i> . ....	125
Tabela 31. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2.x + a_3.x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para a taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa	

de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) em função do tempo (dias, x) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	127
Tabela 32. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie <i>P. platycephala</i> em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	130
Tabela 33. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie <i>P. pendula</i> em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	132
Tabela 34. Percentuais médios de massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie <i>T. impetiginosa</i> em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	133
Tabela 35. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie <i>T. roseoalba</i> em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	135
Tabela 36. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie <i>A. pavonina</i> em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	136
Tabela 37. Coeficientes da correlação de Pearson para as variáveis não-destrutivas altura (A), diâmetro do colo (D) e número de folhas (NF), de espécies florestais tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	138
Tabela 38. Coeficientes da correlação de Pearson para variáveis destrutivas massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), área foliar (AF) e volume de raízes (VR), para espécies florestais tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	140
Tabela 39. Coeficientes da correlação de Pearson para variáveis destrutivas massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), área foliar (AF) e volume de raízes (VR), para espécies florestais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	141
Tabela 40. Coeficientes da correlação de Pearson entre o índice (IAF) e a razão de área foliar (RAF) para espécies tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	142

Tabela 41. Coeficientes da correlação de Pearson para a taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) das espécies florestais tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	144
---	-----

#### CAPÍTULO 4

Tabela 1. Valores mensais da temperatura, umidade relativa do ar; precipitação (precip.) pluvial mensal acumulada; radiação global (rad. global), insolação e evapotranspiração de referência (ET <sub>o</sub> ) entre abril e setembro (Sinop, MT, 2014)..	171
Tabela 2. Valores médios dos principais elementos meteorológicos nas condições de cultivo, entre 01/05/2014 e 06/09/2014. Sinop, MT, 2014. ....	172
Tabela 3. Evapotranspiração da cultura (ET <sub>c</sub> ) acumulada para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo dos 12 aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014.....	174
Tabela 4. Área foliar e evapotranspiração da cultura para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014. ....	175
Tabela 5. Evapotranspiração e coeficientes da cultura médios para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2014.....	177
Tabela 6. Altura (cm), diâmetro (mm), número de folhas e volume de raiz (cm <sup>3</sup> ) das mudas de espécies florestais tropicais empregadas na determinação da evapotranspiração diária aos 135 dias após o transplântio.....	179
Tabela 7. Massas fresca (MF) das folhas, caule, raízes e total (g) e conteúdo de água (%) das mudas de espécies florestais tropicais da determinação da evapotranspiração diária aos 135 dias após o transplântio.....	182
Tabela 8. Massas seca das folhas, caule, raízes e total (g) obtidas para as mudas empregadas na determinação da evapotranspiração diária aos 135 dias após o transplântio.....	183

## LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3	Página
Figura 1. Valores diários da temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B), radiação global, insolação (C) e precipitação pluviométrica (D), entre 24/04/2014 e 05/09/2014, em Sinop, MT. ....	91
Figura 2. Evolução da iluminância (Lúmen.m <sup>-2</sup> ) ao longo de um dia para as diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2014. ....	92
Figura 3. Polinômios ajustados para o número de folhas e seus coeficientes de determinação (R <sup>2</sup> ) para a espécie <i>T. Impetiginosa</i> nos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	99
Figura 4. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie <i>P. platycephala</i> em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	129
Figura 5. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie <i>P. pendula</i> em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	131
Figura 6. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie <i>T. Impetiginosa</i> em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	132
Figura 7. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie <i>T. roseoalba</i> em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	134
Figura 8. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie <i>A. pavonina</i> em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015. ....	136
Figura 9. Morfologia foliar das espécies florestais tropicais, empregadas no estudo. Sinop, MT, 2015. ....	147

## CAPÍTULO 4

Figura 1. Valores diários da temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B), radiação global, insolação (C) e precipitação pluviométrica (D), entre 24/04/2014 e 06/09/2014, em Sinop-MT.....	172
Figura 2. Evolução da iluminância (Lúmen.m <sup>-2</sup> ) ao longo de um dia para as diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2014.....	173
Figura 3. Evapotranspiração da cultura (ET <sub>c</sub> ) para as espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo dos 12 aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014.....	175
Figura 4. Coeficientes de cultura (K <sub>c</sub> ) para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo dos 12 aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014.....	176

## **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

A conservação dos ecossistemas tropicais tem sido uma temática amplamente discutida, tendo em vista que os mesmos são reconhecidos por abrigarem a maior biodiversidade biológica e genética da comunidade terrestre. A maciça alteração e destruição destes ecossistemas têm ocorrido quando os conhecimentos de fatores como organização, fisiologia, dinâmica, ecofisiologia e taxonomia de muitas espécies ainda são incipientes.

Tendo em vista o panorama de exploração dos recursos naturais, existe uma grande pressão direcionada sobre os remanescentes florestais, aos quais devem ser manejados e preservados de forma a atender as necessidades ambientais e sociais (GONÇALVES; BENEDETTI, 2000). Neste sentido, o fortalecimento do setor produtivo de sementes e mudas nativas é essencial para propiciar a preservação dos ambientes naturais, bem como fazer uso do vasto potencial de utilização oferecido pelas espécies tropicais e nativas.

No Brasil, além das florestas plantadas representarem uma pequena fração da ocupação territorial (0,8%), dos cerca de 6,8 milhões de hectares ocupados pelas mesmas, 93% referiram-se ao eucalipto e pinus no ano de 2011 (SILBERNAGEL, 2013). Devido ao maior destaque ter sido destinado às espécies exóticas e as nativas terem despertado interesse somente na última década, o setor produtivo de destas essências florestais brasileiras encontra-se com uma defasagem tecnológica em mais de trinta anos (SCREMIN-DIAS et al., 2006). Desde modo, considerando-se o grande número de espécies de interesse florestal e deste atraso no setor, os parâmetros técnicos ideais para a produção e comercialização das mudas para a maioria destas espécies são desconhecidos.

A produção bem sucedida de mudas em viveiro depende diretamente de fatores como escolha e preparo do substrato, manejo de irrigação, adubação, condições de luminosidade e manutenção das mesmas até o transplante (SCREMIN-DIAS, 2006). A formação de mudas vigorosas, as quais possuem maior

potencial de estabelecimento em campo, pode ser alcançada observando-se seus parâmetros morfológicos (FONSECA et al., 2002) ou por meio de análises de crescimento em mudas sob diferentes condições de água, luz e nutrientes (LIMA et al., 2008).

Considerando-se que os conhecimentos acerca dos processos relacionados ao comportamento fisiológico das mudas florestais e de suas exigências para o estabelecimento são essenciais para qualquer tipo de ação que se pretenda estabelecer com as mesmas, o presente estudo objetivou verificar diferentes metodologias de estimativa da área foliar de dez espécies florestais tropicais, bem como avaliar o comportamento das mudas de seis destas espécies em diferentes condições de sombreamento quanto seu ao crescimento e exigências hídricas e luminosas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Fatores que influenciam o crescimento vegetal**

O crescimento das plantas é conceituado por Taiz e Zeiger (2013) como aumento irreversível de volume, tendo a expansão celular como seu maior componente, onde, devido à pressão de turgor, as células aumentam várias vezes em volume e tornam-se altamente vacuoladas. O crescimento envolve sempre desenvolvimento, ou seja, mudança (s), nas relações internas de células, tecidos, órgãos da planta inteira, modificando também as relações com o meio externo (BENINCASA; LEITE, 2004).

O crescimento e a produtividade das espécies vegetais relacionam-se às suas respostas fisiológicas mediante a interação de fatores bióticos e abióticos do ambiente onde estão inseridas, portanto, sua forma e direção, de acordo com Benincasa e Leite (2004), dependem das interações entre o potencial genético da planta e o ambiente, sendo que o metabolismo de cada parte de uma planta é dependente das relações internas interagindo com o meio, com o qual troca matéria e ou/energia.



Carmo, Resende e Silva (1990) consideram que os fatores do meio físico que mais afetam a capacidade produtiva das espécies florestais são o clima, fisiografia e o solo. Os agentes atmosféricos exercem grande influência sobre o desenvolvimento das espécies arbóreas (SOARES; BATISTA, 2004), sendo que dentre estes destacam-se a radiação, temperatura e a precipitação (JACOB, 1989). Como o crescimento vegetal responde à combinação destes elementos, os mecanismos que regulam o crescimento das plantas podem ser influenciados mais fortemente por um ou mais destes fatores em detrimento dos outros (IWASAKIMAROCHI, 2007).

Por desencadear todos os fenômenos meteorológicos, afetando todos os outros elementos como temperatura, pressão, vento, umidade e chuva, a radiação constitui-se como o principal elemento meteorológico (GUISELINI, 2002). Além disto, a mesma trata-se da fonte primária de energia para processos biológicos e físicos (RIVINGTON et al., 2005), já que fornece toda a energia necessária para a realização da fotossíntese, processo que transforma o CO<sub>2</sub> atmosférico em energia metabólica (TAIZ, ZEIGER, 2014), e por isto, sua disponibilidade é um dos fatores que mais limitam o crescimento e desenvolvimento vegetais.

De acordo com Montheit (1965), sob condições de suprimento hídrico e nutricionais adequados, a produção de biomassa vegetal é controlada pela radiação disponível.

Sendo assim, a radiação solar que incide sobre as folhas é um fator microclimático fundamental, uma vez que a qualidade, intensidade e duração da mesma atuam como fonte energética e estímulo regulador do crescimento vegetal (CARVALHO, 1996). Desta maneira, as condições de luminosidade onde a planta cresce são de fundamental importância, uma vez que a adaptação dos vegetais ao ambiente onde encontram-se é dependente do ajuste de seu sistema fotossintético, de forma a aproveitar esta luminosidade com a maior eficiência possível (STREIT et al., 2005).

A anatomia das folhas é influenciada pela luz desde seus primeiros estádios até a fase adulta, tendo em vista que as mesmas tratam-se de órgãos muito plásticos cuja estrutura interna se adapta às condições do ambiente (OLIVEIRA; COSTA; OLIVEIRA, 2009). Estas respostas mediante à disponibilidade de luz podem envolver alterações na espessura foliar, teor de nitrogênio, densidade

estomática, razão das clorofilas a e b, e até mesmo na proporção de tecidos fotossintetizantes com os não fotossintetizantes (POPMA; BONGERS 1991, OSUNKOYA et al. 1994).

A água consiste em uma das substâncias mais importantes para a vida na terra, sendo que a distribuição geográfica dos vegetais está diretamente relacionada com a disponibilidade da mesma (TURNER, 1986). A água se constitui como o fator mais limitante à produtividade florestal, uma vez que controla a abertura e fechamento dos estômatos, a absorção de nutrientes do solo, e por ser o meio onde ocorrem as reações químicas e fotoquímicas da fotossíntese (LANDSBERG, 2003). Kramer e Boyler (1995) acrescentam ainda a atuação da água no aumento do volume celular e crescimento vegetal, constituindo de 80 a 90% da massa verde na maioria das herbáceas, e mais de 50% em espécies lenhosas.

As fortes e recíprocas interações que se estabelecem ao longo do sistema solo-planta-atmosfera determinam o suprimento hídrico de uma cultura. Sendo assim, à medida que o solo tem seu teor de umidade reduzido, torna-se mais difícil às plantas absorverem a água do mesmo, já que a força de retenção aumenta e a disponibilidade de água às plantas diminui; entretanto, quanto maior for a demanda evaporativa da atmosfera, mais elevada será a necessidade de fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera (CARLESSO, 1995).

McDonald e Running (1988) consideram o transporte de água pela planta como um sistema de entrada e saída da mesma, onde a primeira refere-se à água do solo, e a segunda à transpiração das plantas, sendo que em condições ótimas, o volume de água transpirado deve ser repostado ao longo do dia pela raiz.

A evapotranspiração trata-se da combinação da água transpirada pela planta com a água evaporada pelo solo, e a quantidade de água perdida para a atmosfera é influenciada principalmente pela condição meteorológica e também pela própria cultura (área foliar) e disponibilidade de água no solo (PEREIRA et al., 2002). Desta maneira, alterações no sistema e ambiente de cultivo podem também influenciar a evapotranspiração das culturas e a taxa de crescimento (DOORENBOS; PRUITT, 1997).

## 2.2. Análise de crescimento

O crescimento vegetal trata-se do aumento irreversível de algum atributo do mesmo, podendo-se referir à massa, tamanho, volume e número de unidades estruturais (BENINCASA, 2003). Desta maneira, a análise de crescimento vegetal fundamenta-se na medição sequencial destes atributos, permitindo estimar a produtividade biológica vegetais, bem como avaliar os efeitos dos tratamentos que estão sendo empregados (LUCCHESI, 1984).

Tendo em vista que cerca de 90% da matéria seca acumulada ao longo do desenvolvimento de um vegetal é resultante da atividade fotossintética, torna-se possível avaliar o crescimento final da planta como um todo bem como a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total das plantas (BENINCASA, 2003; BARCELOS et al., 2007). Peixoto; Cruz e Peixoto (2011) acrescentam que a análise de crescimento constitui-se como ferramenta bastante precisa para a avaliação do desenvolvimento vegetal, bem como da influência de diferentes processos fisiológicos sobre seu desempenho nas condições ambientais aonde são submetidos.

A dinâmica do crescimento pode ser analisada por meio de fórmulas e ou graficamente (PEIXOTO; CRUZ; PEIXOTO, 2011), sendo as equações de regressão amplamente empregadas, tendo em vista que as mesmas além de corrigirem as oscilações normais dos dados, possibilitam avaliar a tendência do crescimento em função dos tratamentos testados (BENINCASA, 2003).

Neste sentido, diversos parâmetros biométricos têm sido empregados para o estudo do comportamento de plantas sob diferentes condições de luminosidade, destacando-se a altura e diâmetro do caule (SILVA, 2004) devido à maior praticidade em sua obtenção. De acordo com Farias et al. (1997), a produção da matéria seca, área foliar, bem como as relações entre a biomassa de diferentes partes dos vegetais, como aérea e radicular, também são variáveis utilizadas para a avaliação do crescimento.

### 2.3. Produção de mudas florestais

No estabelecimento de plantios florestais, a exigência de mudas de qualidade bem como aplicação de técnicas de manejo adequadas são fundamentais, tendo em vista que a qualidade superior das mudas garante melhores respostas mediante as práticas de manejo bem como na redução da mortalidade inicial, resultando em uma floresta com maior acúmulo de biomassa em menos tempo (PEREIRA et al., 2012).

A produção adequada de mudas deve envolver o fornecimento de condições ideais de luminosidade, irrigação, nutrientes e proteção contra pragas e doenças (SIMÕES, 1987). Entretanto, conforme Cunha et al. (2005), a produção de mudas de espécies florestais nativas defronta-se com a problemática do crescimento lento de muitas delas, especialmente as classificadas como tardias ou clímax, e desta maneira, protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, em menor espaço de tempo devem ser bem definidos.

Neste contexto, estudos que considerem o crescimento das espécies florestais na fase de viveiro submetidas a diferentes condições de cultivo são essenciais para o estabelecimento das práticas mais adequadas para cada espécie.

O conhecimento das necessidades hídricas das espécies florestais na fase de viveiro, onde a água provém principalmente da irrigação, possui importância considerável, tendo em vista que a principal finalidade da irrigação é atender as necessidades hídricas das mudas, de forma a proporcionar qualidade, menor tempo de produção e maior retorno econômico (IRMAK et al., 2001; MORAIS et al., 2012).

### 2.4. Considerações sobre as principais espécies analisadas

A seguir serão realizadas considerações gerais sobre as espécies analisadas nos Capítulos 3 e 4.

*Parkia platycephala* Benth. (visgueiro, faveira-de-bolota, sabiú), pertence à família Leguminosae (Mimosoideae), sendo uma espécie florestal de porte arbóreo que pode alcançar até 18 m, apresentando ocorrência na Região Nordeste do país,

áreas de transição do Cerrado ou Mata Atlântica para a Caatinga, campinas da região amazônica, e áreas elevadas de até 900 m de altitude (LORENZI, 2002).

A mesma possui potencial para arborização paisagística devido a sua exuberância, sendo que sua madeira, embora possua massa específica de 0,76 cm<sup>3</sup> (pesada), apresenta pouca durabilidade, sendo empregada para caixotaria, pequenas construções, forros, brinquedos e produção de lenha e carvão (LORENZI, 2002; PEREIRA, 2011). Suas vagens são utilizadas na suplementação alimentar de ruminantes (ALVES et al., 2007).

Conforme Pereira (2011), a conformação da copa de *P. platycephala* permite o desenvolvimento de espécies secundárias tardias até que estas atinjam a comunidade clímax, sendo classificada por Lorenzi (2002) como espécie pioneira, heliófila, seletiva xerófila (subordinada a pluviosidade entre 500 e 1000 mm/ano, de acordo com Ferreira, 2005).

*Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. (angelim-saia, vigueiro, fava-de-bolota), pertencente à família Leguminosae (Mimosoideae) e ocorre naturalmente nos Estados do Pará, Amazonas, Acre, Mato Grosso, Rondônia e Maranhão (SOUZA et al., 1997), sul da Bahia e norte do Espírito Santo, na floresta fluvial (LORENZI, 2000).

A mesma é considerada uma espécie com potencial econômico, tendo em vista que sua madeira apresenta propriedade físicas e mecânicas que favorecem seu uso comercial, possuindo alto índice de exportação (ROSSETO et al., 2009). Lorenzi (2002) complementa que sua madeira é própria para marcenaria e carpintaria, obras internas e caixotaria, sendo que a árvore indicada para fins ornamentais e recomposição de áreas degradadas, graças a seu rápido crescimento em áreas abertas.

Segundo Lorenzi (2002), *P. pendula* é classificada como mesófila (subordinada a pluviosidade entre 1000 e 2000 mm/ano, segundo Baptista, 2005), ou heliófila, característica da floresta alta da terra firme da região amazônica e da mata pluvial atlântica. O crescimento das mudas é rápido, estando as mesmas aptas para o plantio com 4 a 5 meses.

*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl. (ipê-rosa, ipê-roxo, pau-d'arco-roxo) pertence à família Bignoniaceae, e ocorre em todos estados no nordeste além

de MG, GO, SP, tanto na mata pluvial atlântica quanto na floresta semi-decídua e ocasionalmente no Cerrado (PEREIRA, 2011; LORENZI, 2002).

A espécie, que classifica-se como heliófila, apresenta porte médio, com alturas entre 8 e 12 m, mas que no interior da floresta pode alcançar até 30 m. Sua madeira é considerada muito pesada (massa específica de 0,96 g/cm<sup>3</sup>) e resistente ao ataque de insetos, sendo empregada em movelaria, construções externas (dormentes, postes, cruzetas), esquadrias, degraus para escada, carroceria e fabricação de artigos esportivos. Devido à beleza de suas inflorescências, *T. impetiginosa* é amplamente utilizada na arborização paisagística (PEREIRA, 2011; LORENZI, 2002).

Segundo Pereira (2011), sua utilização em programas de reflorestamento é variável de acordo com o padrão das mudas a serem utilizadas no plantio. Desta forma, mudas com altura acima de 50 cm podem ser empregadas na primeira fase do reflorestamento, e as mudas menores na segunda fase, de forma a proporcionar um melhor estabelecimento em campo. Lorenzi (2002) complementa que o desenvolvimento das mudas é rápido, ficando prontas para o plantio em cerca de quatro meses, apresentando desenvolvimento no campo rápido, corroborando com CESP (2000).

*Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ipê-branco, pau-d'arco, ipê-do-cerrado) pertence à família Bignoniaceae, apresentando porte arbóreo e altura entre 5 – 18 m. Distribui-se naturalmente do PA até SP, sendo encontrada mais facilmente próximo ao pantanal mato-grossense, habitando florestas estacionais semi-decíduais na bacia do rio Paraguai, sendo esparsamente encontrada na Caatinga e Cerrado (SAUERESSIG, 2014).

Sua madeira é moderadamente pesada, com boa resistência mecânica e longa durabilidade quando conservada em ambiente seco, sendo empregada geralmente na construção civil, em assoalhos, vigamentos e acabamentos internos (SAUERESSIG, 2014). Lorenzi (2002) acrescenta que devido seu exuberante florescimento, que pode ocorrer mais de uma vez por ano, a mesma é indicada para paisagismo em geral.

*T. roseoalba* trata-se de uma espécie heliófila e seletiva xerófila (SAUERESSIG, 2014), sendo que devido a sua adaptação a terrenos secos e

pedregosos, a mesma é muito útil para reflorestamentos nesse tipo de ambiente, destinados à recomposição da vegetação arbórea (LORENZI, 2002).

A espécie apresenta crescimento rápido na fase de muda (SAUERESSIG, 2014; LORENZI, 2002), entretanto, segundo CESP (2000), a mesma apresenta crescimento lento.

*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos (ipê-amarelo ipê-de-morro, ipê-amarelo-cascudo) pertence à família Bignoniaceae e apresenta porte arbóreo com altura variando em cerca de 10 m para plantas cultivadas e até 20 m na floresta (SAUERESSIG, 2014).

Por apresentar belíssima florada e porte pequeno, é muito utilizada na arborização urbana (SAUERSSIG, 2014). Backes e Irgang (2002) observam que sua madeira é considerada nobre, muito resistente e pode ser usada em várias confecções industriais, como móveis e pisos.

Ocorre naturalmente da PB à SC, na Floresta Ombrófila Densa da encosta da mata atlântica, sendo encontrada regenerando facilmente formações secundárias (SAUERESSIG, 2014). Também costuma povoar as beiras dos rios, sendo, desta forma, indicada para recomposição de matas ciliares, áreas degradadas, preservação permanente (LORENZI, 1992), bem como em reflorestamentos mistos (LORENZI, 2008). De acordo com CESP (2010), a mesma apresenta crescimento moderado.

*Adenantha pavonina* L., popularmente conhecida como falso-pau-brasil é uma planta tipicamente tropical, originária da Índia e da Malásia. A árvore, devido a seus aspectos ornamentais é recomendada para uso paisagístico, tendo suas sementes amplamente utilizadas para artesanato (LORENZI et al., 2003). Além disto, a espécie é pioneira e apresenta grande rusticidade e crescimento rápido (FONSECA et al., 2003) possuindo, desta maneira, visível potencial de utilização para recuperação de áreas degradadas, já que realiza a ocupação inicial da área, propiciando condições desejáveis para que a sucessão ecológica ocorra.

### 3. REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. SALES, R. O.; NEIVA, J. N. M.; MEDEIROS, A. N.; BRAGA, A. P.; AZEVEDO, A. R. Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p. 1045-1051, 2007.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**: guia de identificação e interesse ecológico. 2. ed. Porto Alegre: Pallotti, 2002. 326 p.

BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; MACIEL JUNIOR, V. A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 21-27, 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2003. p. 41.

BENINCASA, M. M. P.; LEITE, I. C. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2004. 169 p.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, p. 183-188, 1995.

CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.187-235.

CARVALHO, P.E.R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. Subsp. *canjerana*, *Callophyllum brasiliensi* Amb. e *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart. Ex Benth.** 1996. 151 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

CESP – Central Energética de São Paulo. **Manual de produção de mudas de essências florestais nativas. Diretoria de meio ambiente: Série Divulgação e Informação**. São Paulo: CESP, 2000. n. 244, 55 p.



CUNHA, A. O.; ANDRADE, L. A.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, J. A. L.; SOUZA, V. C. Efeitos de substratos e das dimensões dos recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex D.C.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 507-516, 2005.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204 p.

FARIAS, V. C. C.; COSTA, S. S.; BATALHA, L. F. P. Análise de crescimento de mudas de cedrorana (*Cedrelinga catenae formis* (Duke) Deike) cultivadas em condições de viveiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 193-200, 1997.

FONSECA, É. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Target seedlings of *Trema micrantha* (L.) Blume grown under different periods of shading. **Revista Árvore**, v. 26, p. 515-523, 2002

FONSECA, S. C. L.; PEREZ, S. C. J. G. A. Ação do polietileno glicol na germinação de sementes de *Adenantha pavonina* L. e o uso de poliaminas na atenuação do estresse hídrico sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2003.

GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, M. O. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 427.

GUISELINI, C. **Microclima e produção de gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura**. 2002. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

IRMAK, S.; HAMAN, D. Z.; YEAGER, T. H.; LARSEN, C. Seasonal irrigation water use efficiency of multi-pot box system. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 19, n. 1, p. 4-10, 2001.

IWASAKI-MAROCHI, C. **Anéis anuais de crescimento do cedro (*Cedrela fissilis*-Meliaceae) aplicados à avaliação da taxa de crescimento e dendroclimatologia**. 2007. 124 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

JACOBY, G. C. Overview of tree-ring analysis in tropical regions. **IAWA Bulletin NS**, Utrecht, v. 10, n. 2, p. 99-108, 1989.

KRAMES, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. New York: Academic Press, 1995. p. 495.

LANDSBERG, J.; SANDS, P. **Physiological ecology of forest production: principles, processes, and models**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2011. v. 4, 331 p.

LIMA, J. D.; SILVA e SILVA, B. M.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 2. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368 p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. de; TORRES, M. A. V.; BACHER L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003.

MACIEL, M. N. M. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R.; YAMAJI, F. M. Classificação ecológica das espécies arbóreas. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n. 2, p. 69-78, 2003.

MCDONALD, S. E.; RUNNING, S. W. Monitoring irrigation in western forest tree nurseries. In: LANDIS, T. D. **Seedling nutrition and irrigation**: the container tree nursery manual. Washington, DC: USDA Forest Service, 1988. v. 4, p. 1-8.

MONTEITH, J. L. Light distribution and photosynthesis in field crops. **Annals of Botany**, Oxford, v. 29, n. 1, p. 17- 37, 1965.

MORAIS, W. W. C.; SUSIN, F.; VIVIAN, M. A.; ARAÚJO, M. M. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69,

OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E. M.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, C. Biometric, anatomical and physiological aspects of *Artemisia vulgaris* L. grown under colored screens. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 56-62, 2009.

OSUNKOYA, O. O.; ASH, J. E.; HOPKINS, M.S; GRAHAN, A. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in northern Queensland. **Journal of Ecology**, London, v. 82, n. 1, p. 149-163, 1994. p. 23-28, 2012.

PEREIRA, A. B. A vegetação como elemento do meio físico. **Revista Nucleus**, Ituverava, v. 3, n.1, p.107-127, 2005

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, D. S. **Efeito dos tratamentos culturais e qualidade de mudas na restauração florestal de matas ciliares do Rio Tietê em Borborema, SP**. 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2012.

PEREIRA, M. S. **Manual técnico conhecendo e produzindo sementes e mudas da caatinga**. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. 60 p.

POPMA, J.; BONGERS, F. Acclimation of seedlings of three Mexican tropical rain forest tree species to a change in light availability. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 85-97, 1991.

RIVINGTON, M. Bellocchi, G.; MATTHEWS, K. B.; BUCHAN, K. Evaluation of three model estimations of solar radiation at 24 UK stations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 132, p. 228-243, 2005.

ROCHA, R. C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro**. 2007. 90 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2007.

ROSSETO, J.; ALBUQUERQUE, M. C. F.; RONDON NETO, R. M.; SILVA, I. C. O. Germinação de sementes de *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (fabaceae) em diferentes temperaturas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 47-55, 2009.

SAUERESSIG, D. **Plantas do Brasil: árvores nativas**. Irati: Plantas do Brasil, 2014. v. 1, p. 82-99.

SCREMIN-DIAS, E.; KALIFE, C.; MENEGUCCI, Z. R. H.; SOUZA, P. R. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande: Editora UFMS, 2006. 59 p.

SILBERNAGEL, E. U. **A política de floresta plantada na administração pública Federal**. 2013. 153 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SILVA, M.L.S. **Avaliação do desenvolvimento de mudas de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) sob diferentes níveis de sombreamento**. 2004. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2004.

SIMÕES, J. W. Problemática da produção de mudas em essências florestais. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 13, p. 1-29, 1987.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília: IBAMA/LPF, 1997. 157 p.

STREIT, N. M. et al. As Clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TURNER, N. C. **Adaptation to water deficits: a changing perspective**. Australian Journal Plant of Physiology, 1986. v. 43, p. 175-190.

## CAPÍTULO 2 - Estimativas da área foliar de espécies florestais tropicais por meio de dimensões lineares e biomassa

**RESUMO** - A área foliar (AF) é um parâmetro de extrema importância para estudos fisiológicos e fitotécnicos e sua obtenção de forma rápida, precisa e pouco onerosa é essencial. Neste contexto, a modelagem matemática é utilizada como ferramenta para possibilitar a estimativa da AF a partir de suas relações com parâmetros biométricos e de biomassa dos vegetais. Para tanto, objetivou-se gerar, validar e determinar os melhores modelos matemáticos de estimativa da AF a partir das variáveis lineares: comprimento (C) e largura (L) das folhas (com e sem pecíolo) e folíolos (Cf e Lf); e da matéria seca (MS) de espécies tropicais nativas (*Tabebuia roseoalba*; *Tabebuia impetiginosa*; *Handroanthus crysotrichus*; *Parkia pendula*; *Parkia platycephala*; *Swietenia macrophylla*; *Myracrodruon urundeuva* e *Schizolobium amazonicum*) e exóticas (*Adenanthera pavonina* e *Cassia fistula*), coletadas no município de Sinop, Mato Grosso entre os meses de janeiro e março de 2014. A maioria dos modelos de estimativa com melhor desempenho foram aqueles que combinam as variáveis independentes entre si em relação à variáveis simples. Além disto, modelos que empregam os valores de C e L apresentaram melhores desempenhos na estimativa de AF principalmente para as espécies de folhas recompostas (*A. pavonina*, *P. platycephala*, *P. pendula* e *S. amazonicum*), enquanto para as demais (folhas digitadas e penadas), medidas de Cf e L foram predominantes nos melhores modelos. A variável comprimento do pecíolo não influenciou diretamente o desempenho dos modelos analíticos para a maioria das espécies estudadas, com exceção de *A. pavonina*, *H. crysotrichus* e *M. urundeuva*.

**Palavras chave:** análise de regressão, indicadores estatísticos, massa foliar, medida foliar linear, modelagem matemática

### 1. INTRODUÇÃO

A área foliar trata-se de um parâmetro fisiológico de vital importância para o estudo do crescimento, desenvolvimento e produtividade vegetal, tendo em vista que a mesma correlaciona-se com processos como fotossíntese; transpiração; uso de luz, água e nutrientes; interceptação da radiação e balanço de energia (SMART, 1985; WILLIAMS, 1987; GARDNER; PEARCE; MITCHELL, 1990), permitindo avaliar a área foliar específica, taxa assimilatória líquida, intensidade de transpiração, razão de área foliar e índice de área foliar (AMARAL *et al.*, 2009).

A área foliar consiste em um importante componente da incorporação e acumulação de biomassa, sendo que em condições ideais de desenvolvimento,

grandes áreas foliares acarretam em superfícies significativas para produção de fotossintatos (TAIZ; ZEIGER, 2004). Por conseguinte, o acúmulo de biomassa por um período de tempo é resultante da interação complexa de fatores genéticos e ambientais, aos quais influenciam as taxas fotossintéticas por unidade de área foliar, a duração da área foliar ativa, a arquitetura do dossel e as taxas de respiração celular (KERBAUY, 2008). Desta maneira, como a área foliar é considerada um parâmetro indicativo da produtividade vegetal (FAVARIN, 2002), obtenções precisas da mesma são essenciais para a melhor compreensão da interação ambiente-planta, bem como para a determinação das práticas de cultivo e manejo ideais das culturas vegetais.

Diversos métodos foram desenvolvidos para mensurar e estimar a área foliar, sendo que a tomada de decisão sobre qual se empregar deve abranger quesitos como estrutura disponível, finalidade do estudo, tempo, mão-de-obra e características do material vegetal em estudo. A classificação dos métodos de estimativa de área foliar dividem-se em dois grupos (MARSHALL, 1968): 1) destrutivos e não-destrutivos e 2) diretos e indiretos.

Os métodos diretos destrutivos geralmente são mais trabalhosos, demandam mão-de-obra e tempo (TOEBE, et al., 2012), e como necessitam da retirada das folhas para a realização das medidas, acabam causando danos à estrutura do vegetal e impossibilitando coletas de medidas sucessivas na mesma planta (GIUFFRIDA et al., 2011). Os métodos diretos destrutivos usuais são a cópia heliográfica, traçado (desenho), planímetro convencional (CRISTOFORI et al., 2007), integrador de área foliar (MALDANER et al., 2009) e pesagem (MONTERO et al., 2000; PALANISWAMY; GÓMEZ, 1974). Os métodos diretos não-destrutivos (ILKAE, et al., 2011) são onerosos, uma vez que empregam equipamentos caros, mencionando-se o planímetro e o integrador de área foliar portáteis, os quais são indicados para plantas com poucas folhas (DAUGHTRY, 1990; NYAKWENDE; PAULL; ATHERTON, 1997).

Já os métodos indiretos não-destrutivos apresentam como destaque menor dispêndio em tempo (SERDAR; DEMIRSOY, 2006), maior precisão, e permitem o acompanhamento do crescimento e expansão foliar durante todo o período do ciclo ou experimento, reduzindo, portanto, a variabilidade dos dados (MARSHALL, 1968;

PEKSEN, 2007; TOEBE et al., 2012). Os mesmos são indicados para avaliações in loco, sendo úteis para estudos da atividade vegetal que necessitam de métodos não-destrutivos, como transpiração e fotossíntese (NASCIMENTO et al., 2002). Como métodos indiretos não-destrutivos citam-se a análise de fotos digitais por meio de softwares (TAVARES et al., 2002; ADAMI et al., 2008), que apesar de precisos, possuem um processamento demorado e necessitam de instalações específicas (CRISTOFORI et al., 2007); instrumentos óticos; imagens de satélite (sensoriamento remoto) (DANELICHEN et al., 2014); bem como os métodos baseados em correlações entre a área foliar real e variáveis biométricas mensuráveis das folhas (KVET; MARSHALL, 1971), constituindo os modelos de estimativa de área foliar, os quais são simples, confiáveis, baratos, e adequados para avaliações em campo.

As relações alométricas, de acordo com (NIKLAS, 1994), são determinadas empiricamente, constituindo-se a significância e a forma entre duas ou mais variáveis biológicas. Neste contexto, as análises de regressão são empregadas na estimativa das relações entre as variáveis dependentes e independentes, sendo que a análise de regressão linear (YAMADA; YAMAKURA; LEE, 2000) é a mais utilizada.

As relações matemáticas que mensuram a área foliar empregando as dimensões lineares (comprimento e largura máxima) da folha (isoladas ou combinadas) são usualmente as mais reportadas pela literatura (SMITH; KLIEWER, 1984; ELSNER; JUBB, 1988; MONTERO et al., 2000) pela simplicidade e precisão, devendo-se ressaltar que o comprimento do pecíolo também pode ser utilizado (MANIVEL; WEAVER, 1974; MONTERO et al., 2000), bem como a massa úmida ou seca da folha (SEPÚLVEDA KLIEWER, 1983; CHO et al., 2007; MONTERO et al., 2000).

Muitos dos estudos sobre a modelagem matemática na estimativa da área foliar foram desenvolvidos para espécies frutíferas, tais como videira (TSIALTAS, KOUNDOURAS; ZIOZIOU 2008; WILLIAMS III; MARTINSON, 2003; MONTERO et al., 2000); abacaxi (FRANCISCO et al., 2014); meloeiro (NASCIMENTO et al., 2002); morangueiro (PIRES FOLEGATTI; PASSOS, 1999); framboesa, groselha e amora (FALLOVO et al., 2008) e também para espécies florestais frutíferas, como

acerola (LUCENA et al., 2011); figueira (SOUZA et al., 2014); avelã (CRISTOFORI et al., 2007); castanha portuguesa (SERDAR; DEMIRSOY, 2006); cafeeiro (SCHMILDT et al., 2014; FAVARIN, 2002); jambo vermelho (PEREIRA et al., 2014); cacau (ASOMAINING; LOCKARD, 1963); mangueira (LIMA, et al., 2012) e pinhão-manso (ATCHTEN et al., 2010). Observam-se também estudos com espécies ornamentais, como margarida, dália, cravo, gerânio, petúnia (GIUFFRIDA et al., 2011); e culturas anuais como soja (ILKAE, et al., 2011; BAKHSHANDEH; KAMKA; TSIALTAS, 2011), milho (MOKHTARPOUR, et al., 2010; MONDO et al., 2009), algodoeiro (MONTEIRO et al., 2005), girassol (ROUPHAEL et al., 2007; MALDANER et al., 2009), pepino (CHO et al., 2007), feijão (LIMA et al., 2008; PEKSEN, 2007) e beterraba (TSIALTAS; MASLARIS, 2008a; TSIALTAS; MASLARIS, 2008b).

Quanto aos estudos que contemplam a estimativa de área foliar para espécies tipicamente florestais, foram encontrados estudos com as espécies nativas: *Combretum leprosum* Mart. (mofumbo) espécie medicinal de hábito arbustivo (CANDIDO et al., 2013); a frutífera *Hancornia speciosa* Gom. (mangabeira) (FONSECA e CONDÉ, 1994); juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.) forrageira, com fins medicinais e frutífera (MARACAJÁ, et al., 2008); *Schinopsis brasiliensis* (Braúna) e *Tabebuia aurea* (Craibeira), características da Caatinga (QUEIROZ; SILVA; NETO, 2013); e abieiro (*Pouteria caimito*), espécie amazônica (SILVA et al., 2014).

Tendo em vista que as informações providas pela área foliar são vitais para a análise do crescimento e desenvolvimento vegetal e portanto, seu manejo; conhecimentos morfológicos a respeito de espécies florestais tropicais tanto com cunho comercial (madeireiro, papel e celulose, fins paisagísticos e extração de substâncias) quanto para conservação da biodiversidade e recuperação de áreas degradadas são extremamente necessários e ainda incipientes, considerando-se a grande biodiversidade e potencial apresentados pelas florestas tropicais.

Desta maneira, o presente estudo objetivou gerar, validar e determinar os melhores modelos de estimativa de área foliar empregando as dimensões lineares das folhas e folíolos e a matéria seca para dez espécies florestais tropicais, sendo oito nativas: *Tabebuia roseoalba* (Rid.) Sand.; *Tabebuia impetiginosa* (Mart. Ex DC.



Standl.), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex A. DC.) Mattos, *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp., *Parkia platycephala* (Benth.), *Swietenia macrophylla* King, *Myracrodruon urundeuva* Allemão e *Schizolobium amazonicum* (Benth.) Ducke; e duas exóticas: *Adenanthera pavonina* L. e *Cassia fistula* L..

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Sinop (11°51'08"S; 55°30'56"W; 376 metros acima do nível do mar), localizado na região norte do estado do Mato Grosso (Transição Cerrado-Amazônia), cuja classificação climatológica segundo Köppen é Aw, tipo tropical quente e úmido, cujas características são possuir duas estações bem definidas, a chuvosa (entre os meses de outubro e abril) e a “seca” (de maio a setembro); apresentar baixa amplitude térmica anual (médias mensais entre 24 e 27 °C) e precipitação média anual de 1970 mm (SOUZA; CASAVECCHIA; STANGERLIN, 2012).

Durante os meses de janeiro a março de 2014, foram coletadas 250 folhas completamente expandidas, não-danificadas, sem deformações e de diferentes tamanhos das seguintes espécies florestais: *T. impetiginosa* (Ipê rosa); *T. roseoalba* (Ipê branco); *H. chrysotrichus* (Ipê amarelo); *C. fistula* (Acácia); *M. urundeuva* (Aroeira); *S. macrophylla* (Mogno brasileiro); *A. pavonina* (Falso pau Brasil); *P. platycephala* (Visgueiro); *P. pendula* (Angelim saia) e *S. amazonicum* (Pinho cuiabano). As árvores matrizes possuíam bom estado fitossanitário, tendo sido utilizadas em média 3 a 5 matrizes por espécie.

Como todas as espécies estudadas possuem folhas compostas, realizou-se a contagem de seus folíolos; além disto, com auxílio de régua e fita métrica (cm), aferiu-se o comprimento e largura máxima das folhas (C e L) e de seus folíolos (Cf e Lf), sendo que para *T. roseoalba* (espécie trifoliolada), foram medidos seus três folíolos, e para as demais espécies, cinco. Os modelos analíticos gerados consideraram a presença e a ausência do pecíolo das folhas na medida do C, sendo que para o primeiro caso, C: distância do início do pecíolo ao ápice da folha, e para o segundo, C: distância do ponto de inserção do pecíolo no limbo ao ápice da folha.

Para os folíolos, Cf: distância entre o ápice do folíolo e a sua inserção na ráquis; enquanto que as medidas da largura (L e Lf) referem-se à maior dimensão perpendicular ao eixo do comprimento (C ou Cf).

Após as aferições dos parâmetros lineares, determinou-se a área foliar real (AF), obtida por medidor fotoelétrico. Por fim, a massa seca das folhas (MS, em g), foi obtida pela pesagem em balança de precisão (0,001g) após o material vegetal ter permanecido em estufa de circulação forçada à  $65 \pm 5$  °C até a obtenção de massa constante.

As 250 folhas coletadas foram empregadas para aferição das medidas lineares e de área foliar sem pecíolo; enquanto que 50 folhas foram utilizadas para as medidas lineares e de área foliar com pecíolo, e de massa seca (com e sem pecíolo).

A partir dos dados provenientes de cada folha analisada, foram gerados e validados os modelos analíticos de estimativa de AF, sendo que 70% dos dados destinaram-se à geração, enquanto que o restante (30%) foi empregado para a validação dos mesmos e posteriores cálculos de indicativos estatísticos.

Para geração dos modelos, foram realizadas regressões lineares as quais consideraram a área foliar real (AF) como variável dependente, e as dimensões lineares (C, L, Cf e Lf) e de massa seca (MS) como variáveis independentes; para isto, utilizou-se a ferramenta de otimização Solver do Microsoft Excel.

Realizou-se o teste F entre os valores de AF observados para se verificar a homogeneidade dos dados. Para avaliar o desempenho dos modelos gerados e permitir a indicação de qual (is) deles demonstrou (aram) uma melhor estimativa da AF para as espécies analisadas, foram calculados os seguintes indicativos estatísticos: *MBE* (*means bias error* – erro médio relativo, equação 1); *RMSE* (*root mean square error*– raiz quadrada do quadrado médio do erro, equação 2); *dw* (índice de ajustamento de Willmott, equação 3); *BIAS* (erro sistemático, equação 4); *r* (coeficiente de correlação, equação 5) e *c* (índice de desempenho, equação 6) (WILLMOTT, 1981; LEITE; ANDRADE, 2002).

$$MBE = \sum_{i=1}^n (E_i - O_i) / n \quad (1)$$

$$RQME = [\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2 / n]^{0,5} \quad (2)$$

$$dw = 1 - (\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2 / [\sum_{i=1}^n (|E_i - \bar{O}|) + |O_i - \bar{O}|]^2]) \quad (3)$$

$$BIAS = (\sum_{i=1}^n E_i - \sum_{i=1}^n O_i) / \sum_{i=1}^n O_i \quad (4)$$

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})(E_i - \bar{E})}{\{[\sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2][\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2]\}^{0,5}} \quad (5)$$

$$c = r \times dw \quad (6)$$

Em que:  $E_i$ : valores estimados;  $O_i$ : valores observados;  $n$ : número de observações;  $\bar{E}$ : média dos valores estimados e  $\bar{O}$ : média dos valores observados.

O parâmetro MBE fornece um indicativo a respeito do desempenho do modelo relativo à sua superestimação (valores positivos) ou subestimação (valores negativos), apresentando a desvantagem de anular um valor positivo por um negativo, sendo que quanto menor seu valor absoluto, melhor é considerado o modelo (STONE, 1993; SOUZA et al., 2011). O RQME informa a respeito do espalhamento, estimando o erro sistemático produzido pelo modelo, desta forma, quanto menor seu valor, menor é a dispersão dos dados em relação ao modelo. Possui a desvantagem de apresentar um aumento significativo na amplitude mediante a poucos valores discrepantes (STONE, 1993).

O índice de concordância de Willmott ( $dw$ ), que expressa a exatidão do modelo, apresenta valores que variam de 0 a 1, onde zero refere-se a nenhuma concordância, e um à concordância perfeita (WILLMOTT, 1981). O índice BIAS indica o desvio médio entre valores observados e estimados, expressando, portanto, a tendência do modelo, de forma que o mesmo será considerado menos tendencioso quanto mais próximo de zero for seu valor (LEITE; ANDRADE, 2002).

O coeficiente de correlação “ $r$ ”, que varia de -1 a +1, indica o nível de associação entre duas ou mais variáveis e desta forma, quanto maior for seu valor absoluto, maior a adesão entre valores estimados e observados (LEITE; ANDRADE, 2002; SCHNEIDER, 1998). O índice de desempenho do modelo ( $c$ ) que varia de 0 a 1, indica que quanto maior seu valor, melhores são os desempenhos nas estimativas (CAMARGO; SENTELHAS, 1997).

Considerando os indicativos e no intuito de analisar com maior restrição o desempenho dos modelos gerados, empregou-se o método dos valores ponderados dos indicativos estatísticos ( $V_p$ ) (THIERSCH, 1997), o qual permite classificar e definir o melhor método para a estimativa de área foliar para as espécies estudadas. Na obtenção do  $V_p$ , atribuiu-se pesos de 1 a “ $n$ ” para cada indicador estatístico em cada modelo, onde “ $n$ ” corresponde ao número de modelos testados. Ao final, o melhor modelo considerado foi aquele que apresentou o menor somatório de pesos (menor  $V_p$  acumulado) (THIERSCH, 1997).

### 3. RESULTADOS











#### 3.1. Aspectos morfológicos foliares

As espécies estudadas (Tabela 1) possuem folhas compostas (com o limbo dividido em folíolos), e para melhor análise e interpretação dos dados, as mesmas foram agrupadas em três grupos de acordo com o padrão de suas folhas. As espécies do gênero *Tabebuia* sp. (*T. roseoalba* e *T. impetiginosa*) e *H. cysotrichus* foram reunidas no Grupo I por possuírem folhas digitadas, com três ou mais folíolos saindo do ápice do pecíolo principal, sendo as folhas de *T. roseoalba* digitadas trifolioladas (VIDAL; VIDAL, 2003).

No Grupo II reuniu-se as espécies com folhas penadas, com folíolos saindo dos dois lados, em toda a extensão do pecíolo principal ou ráquis. A espécie *M. urundeuva* possui folhas penadas imparipenadas (com um folíolo terminal), e *C. fistula* e *S. macrophylla*, folhas penadas paripenadas (par de folíolos terminal).

Por fim, o Grupo III englobou as espécies Fabáceas (*P. pendula*; *P. platycephala*; *S. amazonicum* e *A. pavonina*), as quais possuem folhas recompostas, pois suas folhas e folíolos são compostos.

Tabela 1. Folhas das espécies do Grupo I: *H. crysotrichus*, *T. roseoalba* e *T. impetiginosa*; Grupo II: *M. urundeuva*, *S. macrophylla* e *C. fistula*, e Grupo III: *P. pendula*, *P. platycephala*, *S. amazonicum* e *A. pavonina*.

Grupo I – Folhas digitadas			
<i>T. impetiginosa</i> (Ipê rosa)	<i>T. roseoalba</i> (Ipê branco)	<i>H. crysotrichus</i> (Ipê amarelo)	
			
Grupo II – Folhas penadas			
<i>C. fistula</i> (Acácia)	<i>M. urundeuva</i> (Aroeira)	<i>S. macrophylla</i> (Mogno brasileiro)	
			
Grupo III – Folhas recompostas			
<i>A. pavonina</i> (Falso pau Brasil)	<i>P. platycephala</i> (Visgueiro)	<i>P. pendula</i> (Angelim saia)	<i>S. amazonicum</i> (Pinho cuiabano)
			

### 3.2. Parâmetros biométricos e biomassa

A partir da análise dos valores de área foliar, medidas lineares e número de folíolos médios obtidos a partir das folhas avaliadas (Tabela 2), englobando as folhas utilizadas para a geração juntamente com as para a validação dos modelos, pode-se observar que dentre as espécies do Grupo I, *T. impetiginosa* apresentou o maior valor médio de comprimento do pecíolo (Cpec), C com o pecíolo, L e AF com e sem pecíolo. Já as folhas de *H. crysotrichus* foram aquelas com as menores médias das variáveis lineares (C e L) bem como de AF sem e com pecíolo. *T. roseoalba* apresentou a maior média de C sem pecíolo e a menor média de Cpec.

Quanto aos folíolos, observou-se a maior média de Cf em *T. impetiginosa* e a maior média de Lf em *T. roseoalba*. As menores dimensões médias lineares dos folíolos (Cf e Lf) referem-se à espécie *H. crysotrichus*.

Referente ao Grupo II, *C. fistula* destacou-se com as maiores médias de L, AF sem e com pecíolo e C sem pecíolo. *M. urundeuva* apresentou as menores médias de Cpec, L, AF sem e com pecíolo e C com pecíolo. Por fim, *S. macrophylla* exibiu as maiores médias de Cpec e C com pecíolo; e a menor média de C sem pecíolo.

A respeito dos folíolos do Grupo II, *C. fistula* apresentou as maiores médias de Cf e Lf; *M. urundeuva*, a menor média de Cf e *S. macrophylla*, de Lf. Em relação ao número de folíolos, *C. fistula* obteve o maior valor médio, enquanto que o menor refere-se a *M. urundeuva*.

No Grupo III, *S. amazonicum* apresentou a maior média de Cpec, das dimensões lineares da folha (C e L), e da AF sem e com pecíolo, tendo a espécie também obtido a maior média de Cf.

*P. pendula* obteve os menores valores médios de AF e C com pecíolo, L e Cpec para as folhas; e as menores médias de Cf e Lf e o maior número médio de folíolos. *P. platycephala* apresentou menores médias de AF sem pecíolo e de C sem pecíolo, e por fim, *A. pavonina* demonstrou o maior valor médio de Lf e menor número médio de folíolos.

Tabela 2. Área foliar (AF), comprimento da folha (C), comprimento do pecíolo (CPec), comprimento do folíolo (Cf), largura da folha (L), largura do folíolo (Lf) e número de folíolos médios e desvios padrões encontrados para as folhas e empregadas para a geração e validação dos modelos matemáticos de estimativa de AF.

		Folhas sem pecíolo				Folhas com pecíolo						Todas as folhas							
		AF (cm <sup>2</sup> )		C (cm)		AF (cm <sup>2</sup> )		C (cm)		CPec (cm)		Cf (cm)		L (cm)		Lf (cm)		Nº folíolos	
		Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad
<b>Esp</b>		<b>Geração dos modelos</b>																	
<b>Grupo I</b>	1	302,2	274,9	20,8	9,5	309,5	279,9	36,1	16,0	15,0	7,4	16,2	9,3	36,2	16,9	5,4	3,0	5,0	0,0
	2	142,9	47,0	24,1	4,8	145,0	64,5	27,4	7,2	2,2	1,1	10,3	2,4	19,0	4,0	6,3	1,6	3,0	0,0
	3	49,4	26,04	8,3	2,5	68,1	32,4	14,6	3,6	4,6	1,4	5,2	2,5	9,7	3,0	2,8	1,4	5,0	0,0
<b>Grupo II</b>	4	453,7	196,9	27,4	6,5	440,4	211	34,1	6,2	6,1	1,2	12,4	3,7	24,3	5,2	5,3	1,5	9,6	1,8
	5	201,4	74,3	23,2	5,0	189,9	82,3	28,5	5,9	6,0	0,7	8,2	1,6	16,7	2,9	4,1	0,9	8,9	2,0
	6	282,9	153,5	24,0	9,4	260,3	145,7	34,3	12,2	7,7	2,0	9,9	2,9	20,7	5,3	4,2	1,0	9,7	2,0
<b>Grupo III</b>	7	494,6	163,4	29,6	8,1	524,3	139	41,7	7,3	9,3	1,8	13,1	3,7	33,9	5,8	6,5	1,3	8,0	1,2
	8	193,8	130,4	21,0	8,2	189,1	122,3	23,4	8,6	3,8	1,0	6,8	2,6	16,1	5,1	1,1	0,3	26,4	6,7
	9	137,4	47,5	20,9	4,4	115,1	39,3	22,4	3,7	3,3	0,5	4,8	1,4	10,7	2,5	0,8	0,2	49,6	4,7
	10	1657,4	698,1	59,7	18,5	2146,9	751,8	75,7	21,3	17,0	5,3	19,2	4,9	48,2	8,7	5,9	1,1	23,1	7,0
<b>Esp</b>		<b>Validação dos modelos</b>																	
<b>Grupo I</b>	1	124,8	57,3	17,9	5,2	63,3	61,8	17,6	11,5	13,0	8,0	12,4	5,4	28,0	5,4	3,8	1,3	5,0	0,0
	2	119,8	47,0	22,1	4,8	72,9	79,7	18,9	7,6	2,7	1,1	9,8	2,4	17,7	4,0	5,7	1,6	3,0	0,0
	3	52,5	30,1	8,1	2,7	46,0	28,7	11,4	4,5	3,8	1,4	4,9	2,3	10,2	3,5	2,9	1,0	5,0	0,0
<b>Grupo II</b>	4	579,7	350,2	28,9	6,0	610,9	169,5	36,4	6,7	6,3	0,8	13,5	3,5	29,1	5	5,9	1,2	10,0	1,7
	5	208,5	70,8	23,9	4,7	126,1	66,3	21,2	5,2	6,4	0,8	8,4	4,6	17,4	2,4	4,2	0,8	8,8	2,0
	6	211,5	72,8	20,2	7,0	280,6	150	38,3	9,9	9,1	1,4	8,9	2,3	18,8	3,0	3,8	0,6	9,5	1,5
<b>Grupo III</b>	7	510,8	199,8	35,3	9,1	456,3	213	39,5	11,6	9,0	2,4	13,0	3,8	31,1	6,3	6,3	1,1	8,3	1,3
	8	130,1	31,5	18,7	2,9	200,0	163,3	25,6	8,4	3,8	0,8	6,3	1,7	14,5	2,3	1,1	0,6	25,9	4,0
	9	160,8	64,5	22,1	4,4	112,1	22,9	21,9	2,7	3,1	0,8	5,4	1,3	12,1	2,4	0,8	0,2	50,6	4,9
	10	1546,6	937,7	60,2	22,4	1427,3	773,8	62,7	22,5	16,0	4,9	20,0	5,7	48,1	12,9	5,7	1,2	23,6	7,7

Onde: Esp: Espécies; Méd: Médio; Desv Pad: Desvio Padrão; 1: *T. impetiginosa*; 2: *T. roseoalba*; 3: *H. crysotrichus*; 4: *C. fistula*; 5: *M. urundeuva*; 6: *S. macrophylla*; 7: *A. pavonina*; 8: *P. platycephala*; 9: *P. pendula* e 10: *S. amazonicum*.

Quanto às medidas de massa seca e área foliar obtidas (Tabela 3), observou-se que para o Grupo I, *T. impetiginosa* apresentou as maiores médias de AF e MS para folhas sem e com pecíolo; já para *H. crysotrichus*, foram encontradas as menores médias. No Grupo II, as maiores médias dos parâmetros referem-se à *C. fistula*, e as menores, à *M. urundeuva*. Por fim, *S. amazonicum* (Grupo III) obteve as maiores médias de AF e MS sem e com pecíolo; enquanto que *P. pendula* apresentou as menores médias.

Tabela 3. Área foliar (AF) e massa seca (MS) médias e seus respectivos desvios padrões obtidos para as folhas empregadas para a geração e validação dos modelos matemáticos de estimativa de AF.

		Folhas sem pecíolo				Folhas com pecíolo			
		AF (cm <sup>2</sup> )		MS (g)		AF (cm <sup>2</sup> )		MS (g)	
		Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad	Méd	Desv Pad
Espécies		Geração dos modelos							
Grupo I	<i>T. impetiginosa</i>	286,2	274,4	2,971	3,477	309,5	275,2	3,570	3,545
	<i>T. roseoalba</i>	142,8	63,5	1,385	0,854	145	63,5	1,582	0,931
	<i>H. crysotrichus</i>	67,1	32,1	0,745	0,433	68,1	32,4	0,820	0,468
Grupo II	<i>C. fistula</i>	438,1	217,5	4,594	2,476	440,4	218,2	4,904	2,509
	<i>M. urundeuva</i>	188,4	82,0	1,321	0,715	189,9	82,3	1,403	0,744
	<i>S. macrophylla</i>	258,3	144,8	1,811	1,278	260,3	145,7	1,971	1,340
Grupo III	<i>A. pavonina</i>	520,8	141,7	4,391	1,789	524,3	142,1	4,747	1,868
	<i>P. platycephala</i>	188,2	121,9	1,407	0,722	189,1	122,3	1,495	0,770
	<i>P. pendula</i>	114,4	39,1	1,030	0,379	115,1	39,3	1,107	0,403
	<i>S. amazonicum</i>	2132,1	812,7	27,656	12,716	2146,9	803,7	30,283	13,908
Espécies		Validação dos modelos							
Grupo I	<i>T. impetiginosa</i>	127,70	57,90	2,207	3,679	127,8	57,9	2,436	3,877
	<i>T. roseoalba</i>	184,20	78,80	1,731	0,918	186,9	78,8	3,976	1,021
	<i>H. crysotrichus</i>	45,10	28,40	0,495	0,316	46	28,7	0,534	0,337
Grupo II	<i>C. fistula</i>	608,00	169,70	6,216	2,330	610,9	169,5	6,681	2,472
	<i>M. urundeuva</i>	217,70	66,00	1,431	0,570	219,4	66,3	1,53	0,597
	<i>S. macrophylla</i>	278,40	149,30	1,765	1,153	280,6	150	1,993	1,124
Grupo III	<i>A. pavonina</i>	452,90	212,60	3,987	2,475	456,3	213	4,317	2,508
	<i>P. platycephala</i>	199,20	163,30	1,904	1,300	200	163,3	2,024	1,383
	<i>P. pendula</i>	111,30	22,80	1,067	0,407	112,1	22,9	1,144	0,429
	<i>S. amazonicum</i>	1.415,20	768,10	19,335	12,362	1427,3	773,8	21,361	13,825

Onde: Méd: Médio e Desv Pad: Desvio Padrão.



### 3.3. Modelos analíticos de estimativa de área foliar

O modelos analíticos gerados (54 equações) encontram-se na Tabela 4, sendo que destes, 50 empregaram as medidas lineares como variáveis independentes e 4, a massa seca.

Considerando-se a subdivisão das espécies, foram verificados 36 modelos de estimativa com base em medidas lineares para as espécies do Grupo I (*T. impetiginosa*, *T. roseoalba* e *H. crysotrichus*) e 26 modelos para os Grupos II (*C. fistula*, *M. urundeuva* e *S. macrophylla*) e III (*A. pavonina*, *P. platycephala*, *P. pendula* e *S. amazonicum*).

No que se referiu aos modelos baseados na massa seca, as dez espécies apresentaram as mesmas 4 equações.

Tabela 4. Modelos analíticos gerados para os Grupos I, II e III empregando-se as variáveis lineares e massa seca (com ou sem pecíolo).

		Medidas Lineares			
Nº	Modelo Analítico	Nº	Modelo Analítico	Grupos	
1	$AF = a1 * C$	7	$AF = a1 * C * L$	I, II e III	
2	$AF = (a1 * C) + a2$	8	$AF = (a1 * C * L) + a2$		
3	$AF = a1 * (C^b)$	9	$AF = a1 * (C + L)$		
4	$AF = a1 * L$	10	$AF = [a1 * (C + L)] + a2$		
5	$AF = (a1 * L) + a2$	11	$AF = a1 * [(C * L)^b]$		
6	$AF = a1 * (L^b)$	12	$AF = a1 * [(C + L)^b]$		
13	$AF = (a1 * Cf1) + \dots + (an * Cfn)$	25	$AF = (a1 * Lfm) + a2$	I	
14	$AF = a1 * (Cf1 + \dots + Cfn)$	26	$AF = a1 * (Lfm^b)$		
15	$AF = [a1 * (Cf1 + \dots + Cfn)] + a2$	27	$AF = a1 * (Cf1 + Lf1) + \dots + an * (Cfn + Lfn)$		
16	$AF = a1 * [(Cf1 + \dots + Cfn)^b]$	28	$AF = a1 * (Cf1 * Lf1) + \dots + an * (Cfn * Lfn)$		
17	$AF = a1 * Cfm$	29	$AF = a1 * (Cfm + Lfm)$		
18	$AF = (a1 * Cfm) + a2$	30	$AF = [a1 * (Cfm + Lfm)] + a2$		
19	$AF = a1 * (Cfm^b)$	31	$AF = a1 * [(Cfm + Lfm)^b]$		
20	$AF = (a1 * Lf1) + \dots + (an * Lfn)$	32	$AF = [a1 * (Cfm + Lfm)] + [a2 * [(Cfm + Lfm)^2]]$		
21	$AF = a1 * (Lf1 + \dots + Lfn)$	33	$AF = a1 * Cfm * Lfm$		
22	$AF = [a1 * (Lf1 + \dots + Lfn)] + a2$	34	$AF = (a1 * Cfm * Lfm) + a2$		
23	$AF = a1 * [(Lf1 + \dots + Lfn)^b]$	35	$AF = a1 * [(Cfm * Lfm)^b]$		
24	$AF = a1 * Lfm$	36	$AF = (a1 * Cfm * Lfm) + [a2 * [(Cfm * Lfm)^2]]$		
37	$AF = n * (a1 * Cfm)$	44	$AF = n * \{[a1 * (Cfm + Lfm)] + a2\}$		II e III
38	$AF = n * [(a1 * Cfm) + a2]$	45	$AF = n * \{a1 * [(Cfm + Lfm)^b]\}$		
39	$AF = n * [a1 * (Cfm^b)]$	46	$AF = n * \{[a1 * (Cfm + Lfm)] + a2 * [(Cfm + Lfm)^2]\}$		
40	$AF = n * (a1 * Lfm)$	47	$AF = n * (a1 * Cfm * Lfm)$		
41	$AF = n * [(a1 * Lfm) + a2]$	48	$AF = n * [(a1 * Cfm * Lfm) + a2]$		
42	$AF = n * [a1 * (Lfm^b)]$	49	$AF = n * \{a1 * [(Cfm * Lfm)^b]\}$		
43	$AF = n * [a1 * (Cfm + Lfm)]$	50	$AF = n * \{(a1 * Cfm * Lfm) + a2 * [(Cfm * Lfm)^2]\}$		
		Massa Seca			
Nº	Modelo Analítico			Grupos	
51	$AF = a1 * MS$			I, II e III	
52	$AF = (a1 * MS) + a2$				

$$53 \quad AF = a_1 \cdot (MS^b)$$

$$54 \quad AF = a_1 \cdot MS + a_2 \cdot (MS^2)$$

Onde: C: comprimento da folha (cm); L: largura da folha (cm); Cfn: comprimento do folíolo n (cm); Lfn: largura do folíolo n (cm); n: número de folíolos; Cfm: comprimento médio dos folíolos (cm); Lfm: largura média dos folíolos (cm); an e b: coeficientes ajustados e MS: massa seca (g).

A realização dos cálculos dos parâmetros estatísticos e atribuição dos valores ponderados possibilitou elencar os modelos de acordo com seu desempenho e assim determinar quais são os melhores e os piores para cada caso.

Com a finalidade de permitir a melhor análise dos dados, foram analisados os dez modelos com melhores desempenhos (menores valores de  $\sum VP$ ) para cada espécie e grupo, considerando as variáveis lineares e massa seca com e sem pecíolo.

### 3.4. Desempenho dos modelos para o Grupo I

O método dos valores ponderados dos indicativos estatísticos permitiu classificar e definir o melhor método de estimativa de área foliar para as espécies estudadas do Grupo I observando-se os valores de  $\sum Vp$  para os modelos validados empregando os parâmetros lineares (Tabela 5).

Nos modelos que excluíram o pecíolo, observou-se que apenas os de número 34 e 35 estimaram satisfatoriamente os valores de AF para as três espécies do Grupo I, tendo sido para *T. impetiginosa* os 5º e 7º melhores modelos ( $\sum Vp$ : 31 e 42); para *T. roseoalba*, os 7º e 8º ( $\sum Vp$ : 63 e 75) e para *H. crysotrichus*, 7º e 10º ( $\sum Vp$ : 73 e 82). Devido aos seus menores valores de  $\sum Vp$ , e conseqüentemente, melhor desempenho, o modelo 34 foi considerado o mais indicado para a estimativa de AF do Grupo I sem pecíolo.

Para a espécie *T. impetiginosa* juntamente com *T. roseoalba*, os melhores modelos comuns (seguidos de colocação) foram: 26 (1º e 3º), 23 (2º e 1º), 33 (3º e 9º), 36 (6º para ambas), 25 (8º e 4º) e 22 (9º e 2º). Para *T. impetiginosa* e *H. crysotrichus*, apenas o modelo 28 obteve um bom desempenho para ambas espécies (4º e 11º), e para *T. roseoalba* e *H. crysotrichus*, somente o modelo 10 (10º e 6º). Para *T. impetiginosa*, o melhor modelo foi o 26 ( $\sum Vp$ : 6); para *T. roseoalba*, o 23 ( $\sum Vp$ : 34) e para *H. crysotrichus*, o 8 ( $\sum Vp$ : 37).

Comparando-se os dez melhores modelos que incluíram o pecíolo no Grupo I aos obtidos para a condição sem pecíolo, observou-se que para a estimativa da AF da espécie *H. cysotrichus*, apenas o 7 foi semelhante. Na estimativa das folhas de *T. roseoalba*, sete modelos foram comuns (23, 26, 30, 33, 34, 35 e 36), e para *T. impetiginosa*, nove (22, 23, 25, 26, 28, 33, 34, 35 e 36).

Dentre as três espécies do Grupo I considerando-se o pecíolo, o modelo 32 obteve melhor desempenho, tendo se posicionado na 11<sup>o</sup> colocação para *T. impetiginosa* ( $\sum V_p$ : 77), 12<sup>o</sup> para *H. cysotrichus* ( $\sum V_p$ : 92) e 7<sup>o</sup> para *T. roseoalba* ( $\sum V_p$ : 64).

Para as espécies *T. impetiginosa* e *T. roseoalba*, dentre seus dez melhores modelos, seis foram comuns a ambas: 23 (1<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup>), 26 (2<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup>), 33 (5<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup>), 34 (4<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup>), 36 (6<sup>o</sup> e 9<sup>o</sup>) e 35 (8<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup>). Já entre *T. impetiginosa* e *H. cysotrichus*, e *T. roseoalba* e *H. cysotrichus*, nenhum modelo dentre os dez melhores foi compartilhado entre os pares.

Para cada espécie do Grupo I com pecíolo em função da classificação, os melhores modelos foram o 23 para *T. impetiginosa*, com  $\sum V_p$ : 22; para *T. roseoalba*, o de número 6 ( $\sum V_p$ : 19) e para *H. cysotrichus*, o número 3 ( $\sum V_p$ : 40).

Tabela 5. Modelos analíticos baseados nas variáveis lineares com e sem pecíolo e seus respectivos valores acumulados de  $V_p$  ( $\sum V_p$ ) para as espécies do Grupo I.

Modelos	Grupo I					
	Sem pecíolo			Com pecíolo		
	<i>I. impetiginosa</i>	<i>T. roseoalba</i>	<i>H. cysotrichus</i>	<i>I. impetiginosa</i>	<i>T. roseoalba</i>	<i>H. cysotrichus</i>
	$\sum V_p$	$\sum V_p$	$\sum V_p$	$\sum V_p$	$\sum V_p$	$\sum V_p$
1	207	139	172	190	187	60
2	174	110	162	161	159	74
3	159	102	155	165	163	40
4	190	180	74	192	122	141
5	139	149	62	118	52	156
6	128	170	49	121	19	131
7	124	100	74	100	78	87
8	101	129	37	124	82	158
9	195	151	93	158	183	121
10	146	90	69	126	120	131
11	107	118	58	131	86	113
12	84	90	45	110	98	99
13	185	131	124	189	148	82

<b>14</b>	176	191	153	154	179	77
<b>15</b>	114	125	142	119	136	88
<b>16</b>	90	171	128	116	120	71
<b>17</b>	180	177	146	182	152	90
<b>18</b>	122	131	139	103	136	78
<b>19</b>	86	153	122	100	143	57
<b>20</b>	159	134	123	168	138	140
<b>21</b>	139	99	149	148	157	150
<b>22</b>	53	35	151	59	159	167
<b>23</b>	12	34	154	22	73	123
<b>24</b>	145	106	142	121	148	126
<b>25</b>	51	50	148	49	88	152
<b>26</b>	6	41	160	25	53	121
<b>27</b>	183	120	113	187	161	125
<b>28</b>	30	94	86	29	92	95
<b>29</b>	160	137	122	147	153	139
<b>30</b>	87	58	109	80	65	122
<b>31</b>	66	99	98	76	88	105
<b>32</b>	62	99	93	77	64	92
<b>33</b>	27	84	95	30	50	107
<b>34</b>	31	63	73	29	45	158
<b>35</b>	42	75	82	54	34	111
<b>36</b>	36	61	94	36	65	109

Os coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) dos melhores modelos de regressão (identificados por meio de seus Vps acumulados) para estimativa de AF das espécies do Grupo I com e sem pecíolo constam na Tabela 6.

A Tabela 7 apresenta os indicativos estatísticos dos melhores modelos de estimativa de AF para as espécies do Grupo I (sem e com pecíolo), seguidos de seus valores ponderados (Vp) atribuídos.

Tabela 6. Coeficientes ajustados e de determinação (R<sup>2</sup>) obtidos na geração dos melhores modelos (mod.) de regressão baseados nas variáveis lineares para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo.

Grupo I sem pecíolo																						
<i>T. impetiginosa</i>								<i>T. roseo alba</i>					<i>H. crysotrichus</i>									
Mod.	Coeficientes ajustados							R <sup>2</sup>	Coeficientes ajustados				R <sup>2</sup>	Coeficientes ajustados								R <sup>2</sup>
	a1	a2	a3	a4	a5	b	a1		a2	a3	b	a1		a2	a3	a4	a5	b				
<b>8</b>	0,358	-17,079	-	-	-	-	0,908	0,215	38,571	-	-	0,718	0,383	16,586	-	-	-	-	0,507			
<b>23</b>	0,553	-	-	-	-	1,854	0,981	0,975	-	-	1,684	0,838	4,154	-	-	-	-	0,937	0,394			
<b>26</b>	10,919	-	-	-	-	1,854	0,981	6,196	-	-	1,684	0,838	18,775	-	-	-	-	0,937	0,394			
<b>34</b>	2,774	1,532	-	-	-	-	0,988	1,878	14,677	-	-	0,832	2,012	17,193	-	-	-	-	0,509			
Grupo I com pecíolo																						
<b>3</b>	28,141	11,162	-13,772	20,275	-24,778	-	0,894	5,474	1,863	7,097	-	0,753	-8,290	3,921	-1,206	5,401	12,252	-	0,747			
<b>6</b>	0,405	-	-	-	-	1,794	0,948	0,589	-	-	1,847	0,940	2,197	-	-	-	-	1,422	0,719			
<b>23</b>	0,588	-	-	-	-	1,843	0,980	0,606	-	-	1,829	0,961	1,040	-	-	-	-	1,501	0,716			
<b>32</b>	0,398	0,525	-	-	-	-	0,982	0,412	0,465	-	-	0,973	2,219	0,493	-	-	-	-	0,794			

Tabela 7. Indicativos estatísticos e seus respectivos Vp atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo, baseados nas variáveis lineares

Grupo I sem pecíolo													
<i>T. impetiginosa</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVP
<b>8</b>	43,388	<b>17</b>	54,918	16	0,850	16	0,348	17	0,934	19	0,793	16	101
<b>23</b>	7,892	<b>2</b>	16,133	2	0,975	2	0,063	2	0,977	2	0,953	2	12
<b>26</b>	7,886	<b>1</b>	16,130	1	0,975	1	0,063	1	0,977	1	0,953	1	6
<b>34</b>	11,964	<b>4</b>	19,325	4	0,970	4	0,096	4	0,964	10	0,935	5	31
<i>T. roseo alba</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVP
<b>8</b>	6,553	<b>13</b>	37,762	14	0,773	22	0,055	28	0,623	26	0,481	26	129
<b>23</b>	-0,489	<b>2</b>	35,692	2	0,819	3	-0,004	18	0,672	6	0,551	3	34

<b>26</b>	-0,488	<b>1</b>	35,692	1	0,819	4	-0,004	26	0,672	5	0,551	4	41
<b>34</b>	3,418	<b>9</b>	37,187	5	0,810	10	0,029	17	0,654	13	0,530	9	63
<i>H. crysotrichus</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVP
<b>8</b>	-1,259	6	18,216	1	0,869	5	-0,024	6	0,797	15	0,693	4	37
<b>23</b>	-2,375	10	21,211	34	0,758	35	-0,045	10	0,766	31	0,581	34	154
<b>26</b>	-2,375	11	21,211	35	0,758	36	-0,045	11	0,766	32	0,581	35	160
<b>34</b>	-4,793	22	18,923	7	0,842	14	-0,091	22	0,818	2	0,689	6	73
<b>Grupo I com pecíolo</b>													
<i>T. impetiginosa</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVP
<b>3</b>	84,783	27	149,958	33	0,642	24	0,657	26	0,933	30	0,599	25	165
<b>6</b>	34,836	14	42,113	12	0,883	15	0,270	34	0,919	31	0,811	15	121
<b>23</b>	7,550	1	18,012	3	0,972	5	0,058	8	0,980	2	0,952	3	22
<b>32</b>	20,624	8	28,598	10	0,949	10	0,160	24	0,954	15	0,905	10	77
<i>T. roseo alba</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVP
<b>3</b>	-12,345	28	37,582	23	0,927	23	-0,066	26	0,889	36	0,824	27	163
<b>6</b>	0,352	1	12,125	1	0,993	1	0,002	12	0,989	3	0,982	1	19
<b>23</b>	-8,584	22	14,766	7	0,990	7	-0,046	32	0,989	2	0,979	3	73
<b>32</b>	4,518	10	16,945	8	0,987	8	0,024	14	0,977	15	0,965	9	64
<i>H. crysotrichus</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVP
<b>3</b>	0,845	7	30,865	2	0,628	2	0,018	27	0,371	1	0,236	1	40
<b>6</b>	7,523	25	32,376	9	0,582	9	0,164	33	0,197	27	0,098	28	131
<b>23</b>	3,726	21	32,532	12	0,578	12	0,081	17	0,182	31	0,088	30	123
<b>32</b>	3,190	17	33,648	23	0,556	23	0,069	4	0,306	12	0,176	13	92

Os  $\Sigma Vp$  de todos os modelos validados empregando a massa seca como variável independente para as espécies do Grupo I com e sem pecíolo (Tabela 8), demonstraram o número 53 como o melhor modelo para *T. impetiginosa* com e sem pecíolo ( $\Sigma Vp$ : 11 e 9). Para *H. crysotrichus* com pecíolo, os modelos 52 e 53 destacaram-se com o melhor desempenho ( $\Sigma Vp$ : 11) e no caso sem pecíolo, o 53 ( $\Sigma Vp$ : 11). O modelo 52 demonstrou ser o melhor no caso com pecíolo para *T. roseoalba* ( $\Sigma Vp$ : 12), que sem pecíolo, apresentou o 54 como seu melhor modelo ( $\Sigma Vp$ : 11).

Portanto, observou-se que os modelos 52 e 53 apresentaram-se como os mais indicados para a estimativa de AF para as três espécies do Grupo I com e sem pecíolo, exceto para *T. roseoalba* sem pecíolo (modelo 54).

Tabela 8. Modelos analíticos baseados na matéria seca com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\Sigma Vp$ ) para as espécies do Grupo I.

Modelo	Grupo I					
	Sem pecíolo			Com pecíolo		
	<i>I. impetiginosa</i>	<i>T. roseoalba</i>	<i>H. crysotrichus</i>	<i>I. impetiginosa</i>	<i>T. roseoalba</i>	<i>H. crysotrichus</i>
	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$
51	16	13	17	19	13	18
52	13	14	12	14	12	11
53	11	22	11	9	20	11
54	20	11	20	18	15	20

Os coeficientes ajustados e de determinação gerados para os modelos analíticos de estimativa de AF com base na massa seca para as espécies do Grupo I com e sem pecíolo encontram-se ilustrados na Tabela 9.

Tabela 9. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos modelos (mod.) de regressão baseados na massa seca para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo.

Mod.	Grupo I sem pecíolo											
	<i>T. impetiginosa</i>				<i>T. roseoalba</i>				<i>H. crysotrichus</i>			
	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$
a1	a2	b	a1		a2	b	a1		a2	b		
51	85,025	-	-	0,887	90,623	-	-	0,319	80,411	-	-	0,292
52	153,802	-	0,718	0,947	125,490	-	0,539	0,599	82,438	-	0,566	0,502
53	143,611	-6,383	-	0,974	154,653	-28,035	-	0,600	119,509	-32,044	-	0,474
54	75,389	66,849	-	0,920	56,757	64,234	-	0,594	51,230	28,882	-	0,492
	Grupo I com pecíolo											
51	83,045	-	-	0,942	81,929	-	-	0,366	74,158	-	-	0,253

52	126,993	-	0,798	0,968	117,485	-	0,561	0,643	78,995	-	0,549	0,474
53	113,562	-3,337	-	0,972	144,166	-24,398	-	0,720	112,042	-28,781	-	0,440
54	75,920	49,884	-	0,959	52,927	61,325	-	0,594	46,232	30,156	-	0,461

Os indicadores estatísticos dos modelos de estimativa de AF com base na massa seca para as espécies do Grupo I (sem e com pecíolo), seguidos de seus valores ponderados (Vp) atribuídos constam na Tabela 10.

Tabela 10. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados (Vp) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo I sem e com pecíolo, baseados na massa seca.

<b>Grupo I sem pecíolo</b>													
<i>T. impetiginosa</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	62,852	1	259,781	4	0,480	4	0,500	1	0,921	2	0,443	4	16
52	105,379	3	229,609	2	0,500	2	0,844	3	0,926	1	0,464	2	13
53	80,411	2	205,275	1	0,538	1	0,640	2	0,921	4	0,495	1	11
54	108,438	4	243,442	3	0,482	3	0,872	4	0,921	3	0,445	3	20
<i>T. roseoalba</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	-27,300	4	36,210	1	0,947	1	-0,148	4	0,955	2	0,904	1	13
52	-21,345	1	40,025	3	0,896	3	-0,116	1	0,955	3	0,856	3	14
53	-22,508	3	47,009	4	0,851	4	-0,122	3	0,879	4	0,748	4	22
54	-21,689	2	38,440	2	0,908	2	-0,118	2	0,955	1	0,868	2	11
<i>H. crysotrichus</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	-5,326	2	30,521	3	0,589	3	-0,118	2	0,336	4	0,198	3	17
52	6,527	3	29,066	2	0,614	2	0,145	3	0,368	1	0,226	1	12
53	3,192	1	31,191	4	0,616	1	0,071	1	0,360	2	0,222	2	11
54	9,123	4	28,167	1	0,537	4	0,202	4	0,336	3	0,180	4	20
<b>Grupo I com pecíolo</b>													
<i>T. impetiginosa</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	74,559	2	270,731	4	0,470	4	0,584	2	0,923	4	0,433	4	19
52	101,657	3	243,516	3	0,489	3	0,796	4	0,926	2	0,453	3	14
53	82,284	1	228,505	2	0,513	2	0,644	3	0,924	3	0,474	2	9
54	107,086	4	39,549	1	0,907	1	-0,128	1	0,953	1	0,865	1	18
<i>T. roseoalba</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	-29,490	4	38,353	1	0,942	1	-0,146	4	0,952	2	0,897	1	13
52	-23,250	1	40,513	3	0,899	3	-0,112	1	0,953	1	0,857	3	12
53	-23,711	2	50,223	4	0,829	4	-0,114	2	0,856	4	0,711	4	20
54	-23,867	3	39,549	2	0,907	2	-0,115	3	0,952	3	0,865	2	15
<i>H. crysotrichus</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp



51	-6,409	2	30,520	3	0,592	3	-0,139	3	0,344	4	0,203	3	18
52	6,320	3	28,772	2	0,615	2	0,137	2	0,374	1	0,230	1	11
53	2,564	1	30,896	4	0,621	1	0,056	1	0,367	2	0,228	2	11
54	8,847	4	28,029	1	0,534	4	0,192	4	0,344	3	0,184	4	20

### 3.5. Desempenho dos modelos para o Grupo II

Os valores de Vp acumulados para os modelos baseados nas medidas lineares com e sem pecíolo das espécies do Grupo II com e sem pecíolo, encontram-se ilustrados na Tabela 11. A partir de sua análise, observou-se que as equações 42, 41 e 50 se destacaram como as melhores para as três espécies (*C. fistula*: 1º, 2º e 9º colocações; *M. urundeuva*: 2º, 1º e 10º; e *S. macrophylla*: 9º, 5º e 3º).

Dentre os dez modelos com melhores desempenho para *C. fistula* e *M. urundeuva*, apenas o 40 (6º e 5º) e o 7 (10º e 3º) foram partilhados entre ambas, enquanto que entre *C. fistula* e *S. macrophylla*, os modelos 39 (4º e 10º posições), 47 (5º e 1º) e 49 (8º e 4º) foram gerais. Por fim, entre *M. urundeuva* e *S. macrophylla*, nenhum modelo foi comum.

O modelo 41 apresentou-se com o melhor na estimativa de AF do Grupo II em geral sem pecíolo, bem como para *M. urundeuva* ( $\sum Vp$ : 24); enquanto que o 47 destacou-se para *S. macrophylla* ( $\sum Vp$ : 7) e o número 42 para *C. fistula* ( $\sum Vp$ : 49).

A presença do pecíolo nas espécies que compõem o Grupo II alterou o desempenho de sete dos dez melhores modelos para *M. urundeuva* (apenas os 41, 42 e 50 foram frequentes nos casos sem pecíolo). Já para *C. fistula*, seis modelos foram correntes (38, 39, 41, 47, 49 e 50) e para *S. macrophylla*, nove (39, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49 e 50).

Para o Grupo II considerando-se o pecíolo, oito dos dez melhores modelos de *C. fistula*, *M. urundeuva* e *S. macrophylla* foram compartilhados, sendo estes (seguidos da classificação): 47 (1º, 5º e 1º), 46 (2º, 9º e 7º), 49 (3º para todas), 45 (4º, 6º e 5º), 48 (5º, 7º e 9º), 50 (6º, 1º e 2º), 44 (8º, 4º e 4º) e 41 (10º, 8º e 8º). Observou-se que os dez melhores modelos de *C. fistula* e *S. macrophylla* são comuns entre si e apenas *M. urundeuva* apresentou os modelos 42 e 43 dentre seus

dez melhores.

Quanto ao desempenho dos modelos por espécie do Grupo II com pecíolo, observou-se que o modelo 47 obteve melhor desempenho para *C. fistula* ( $\Sigma Vp$ : 11) e *S. macrophylla* ( $\Sigma Vp$ : 16), sendo que o número 50 foi o melhor colocado para *M. urundeuva* ( $\Sigma Vp$ : 30). O modelo 47 apresentou-se como o mais indicado para a estimativa de AF para o Grupo II com pecíolo.

Tabela 11. Modelos analíticos baseados nas variáveis lineares com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\Sigma Vp$ ) para as espécies do Grupo II.

Modelo	Grupo II					
	Sem pecíolo			Com pecíolo		
	<i>C. fistula</i>	<i>M. urundeuva</i>	<i>S. macrophylla</i>	<i>C. fistula</i>	<i>M. urundeuva</i>	<i>S. macrophylla</i>
	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$
1	94	77	142	119	140	123
2	92	56	137	118	124	116
3	98	46	134	113	125	81
4	95	121	139	136	118	139
5	88	122	97	126	123	124
6	93	117	90	134	132	112
7	76	40	111	124	85	93
8	85	51	103	121	121	91
9	110	91	129	126	127	128
10	88	75	105	116	83	117
11	90	57	92	120	105	111
12	90	53	96	117	71	79
37	74	94	111	72	85	98
38	63	101	63	54	66	44
39	64	152	61	37	67	63
40	72	47	112	88	83	108
41	50	24	39	63	53	58
42	49	33	45	69	31	80
43	99	68	110	72	62	105
44	81	91	44	45	42	26
45	80	119	41	24	46	39
46	80	131	43	14	54	49
47	66	88	7	11	44	16
48	81	120	11	31	52	61
49	74	71	25	22	37	25
50	74	61	19	34	30	20

Os coeficientes ajustados e de determinação obtidos pelos melhores modelos de estimativa de AF (baseados nas variáveis lineares) para o Grupo II (sem e com pecíolo) encontram-se na Tabela 12.

Tabela 12. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos melhores modelos de regressão (Mod.) baseados nas variáveis lineares para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo.

Grupo I sem pecíolo												
<i>C. fistula</i>				<i>M. urundeuva</i>				<i>S. macrophylla</i>				
Mod.	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$
	a1	a2	b		a1	a2	b		a1	a2	b	
41	13,468	-25,541	-	0,793	8,517	-11,903	-	0,843	13,558	-28,288	-	0,888
42	3,400	-	1,552	0,788	2,859	-	1,473	0,838	1,983	-	1,846	0,887
47	0,657	-	-	0,832	0,657	-	-	0,869	0,649	-	-	0,942
Grupo I com pecíolo												
47	0,638	-	-	0,822	0,700	-	-	0,978	0,657	-	-	0,974
50	0,699	-0,0007	-	0,824	0,723	-0,0007	-	0,979	0,721	-0,001	-	0,977

A Tabela 13 exibe os indicativos estatísticos dos melhores modelos de estimativa de AF (baseados nas variáveis lineares) para as espécies do Grupo II (sem e com pecíolo), seguidos de seus valores ponderados (Vp) atribuídos.

Tabela 13. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados (Vp) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo, baseados nas variáveis lineares.

Grupo II sem pecíolo													
<i>C. fistula</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	$\Sigma Vp$
41	-42,168	10	329,809	11	0,458	11	-0,073	11	0,353	1	0,162	6	50
42	-41,776	9	330,389	12	0,462	9	-0,072	12	0,352	2	0,163	5	49
47	-44,693	11	337,834	23	0,498	1	-0,077	23	0,338	7	0,168	1	66
<i>M. urundeuva</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	$\Sigma Vp$
41	-0,872	8	27,091	1	0,958	1	0,021	8	0,925	5	0,884	1	24
42	-1,247	10	27,291	2	0,956	2	0,019	10	0,924	6	0,882	3	33
47	-2,263	13	55,716	19	0,861	13	-0,011	13	0,776	15	0,668	15	88
<i>S. macrophylla</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	$\Sigma Vp$
41	7,849	8	27,123	6	0,966	5	0,058	8	0,767	6	0,908	6	39
42	11,269	11	25,991	5	0,965	8	0,064	11	0,763	5	0,913	5	45
47	2,754	1	23,833	2	0,973	1	0,013	1	0,948	1	0,923	1	7
Grupo II com pecíolo													

<i>C. fistula</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
47	-37,184	3	120,001	1	0,858	1	-0,061	3	0,761	2	0,653	1	11
50	-42,392	6	122,862	4	0,843	6	-0,069	6	0,741	6	0,625	6	34
<i>M. urundeuva</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
47	5,145	13	19,640	5	0,980	5	0,023	13	0,974	3	0,954	5	44
50	4,876	11	18,262	3	0,982	3	0,022	11	0,975	1	0,957	1	30
<i>S. macrophylla</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
47	1,721	1	17,382	1	0,996	1	0,006	7	0,993	3	0,989	3	16
50	3,940	7	17,778	3	0,996	3	0,014	5	0,994	1	0,990	1	20

Para os modelos de estimativa baseados na massa seca desconsiderando-se o pecíolo (Tabela 14), o 53 constituiu-se como o melhor para o Grupo II, obtendo a 1<sup>o</sup> posição na classificação dos modelos das espécies *C. fistula* (ΣVp: 12) e *M. urundeuva* (ΣVp: 8) e a 2<sup>o</sup> para *S. macrophylla* (ΣVp: 13). Para a última espécie, o melhor modelo foi o 54 (ΣVp: 11). Considerando-se o pecíolo, o modelo 53 também apresentou o melhor desempenho para as três espécies do grupo (ΣVp: 12, 7 e 6, para *C. fistula*, *M. urundeuva* e *S. macrophylla*, respectivamente).

Tabela 14. Modelos analíticos baseados na matéria seca com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados (ΣVp) para as espécies do Grupo II.

Modelos	Grupo II					
	Sem pecíolo			Com pecíolo		
	<i>C. fistula</i>	<i>M. urundeuva</i>	<i>S. macrophylla</i>	<i>C. fistula</i>	<i>M. urundeuva</i>	<i>S. macrophylla</i>
	ΣVp	ΣVp	ΣVp	ΣVp	ΣVp	ΣVp
51	17	21	17	17	22	19
52	14	12	19	14	11	15
53	12	8	13	12	7	6
54	17	19	11	17	20	20

Seguem, na Tabela 15, os coeficientes ajustados e de determinação obtidos pelos modelos de estimativa de AF baseados na massa seca para o Grupo II (sem e com pecíolo).

Tabela 15. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos modelos de regressão (Mod) baseados na massa seca para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo.

Grupo II sem pecíolo												
Mod	<i>C. fistula</i>				<i>M. urundeuva</i>				<i>S. macrophylla</i>			
	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$
	a1	a2	b		a1	a2	b		a1	a2	b	
51	93,030	-	-	0,920	133,460	-	-	0,690	131,15	-	-	0,840
52	123,183	-	0,850	0,942	160,887	-	0,690	0,807	170,868	-	0,760	0,907
53	112,368	-2,830	-	0,948	190,273	-28,070	-	0,824	174,867	-12,460	-	0,914
54	84,784	48,550	-	0,934	101,201	54,720	-	0,784	107,362	63,900	-	0,900
Grupo II com pecíolo												
51	88,539	-	-	0,920	127,411	-	-	0,710	123,268	-	-	0,865
52	109,570	-	0,887	0,930	154,344	-	0,706	0,815	159,877	-	0,779	0,927
53	103,906	-2,170	-	0,936	178,535	-24,140	-	0,829	162,307	-10,460	-	0,936
54	83,506	30,950	-	0,924	98,322	51,960	-	0,796	103,628	56,090	-	0,911

Os indicativos estatísticos dos modelos de estimativa de AF com base na massa seca para as espécies do Grupo II (sem e com pecíolo), seguidos de seus valores ponderados (Vp) atribuídos seguem na Tabela 16.

Tabela 16. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados (Vp) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo II sem e com pecíolo, baseados na massa seca.

Grupo II sem pecíolo													
<i>C. fistula</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	$\Sigma$ Vp
51	-29,736	1	66,385	4	0,968	4	-0,049	1	0,979	3	0,948	4	17
52	-32,890	3	49,159	2	0,979	2	-0,054	3	0,980	2	0,960	2	14
53	-33,300	4	46,433	1	0,980	1	-0,055	4	0,981	1	0,962	1	12
54	-32,416	2	55,690	3	0,975	3	-0,053	2	0,979	4	0,955	3	17
<i>M. urundeuva</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	$\Sigma$ Vp
51	-26,782	4	35,294	4	0,936	4	-0,123	4	0,954	1	0,892	4	21
52	-14,881	2	25,030	2	0,955	2	-0,068	2	0,956	2	0,913	2	12
53	-11,462	1	22,585	1	0,964	1	-0,053	1	0,957	3	0,922	1	8
54	-18,222	3	26,951	3	0,950	3	-0,084	3	0,954	4	0,906	3	19
<i>S. macrophylla</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	$\Sigma$ Vp
51	-46,871	4	67,062	4	0,947	2	-0,168	4	0,945	1	0,895	2	17
52	-24,125	2	63,156	3	0,942	4	-0,087	2	0,917	4	0,864	4	19
53	-23,970	1	62,369	2	0,946	3	-0,086	1	0,917	3	0,868	3	13
54	-24,952	3	55,777	1	0,954	1	-0,090	3	0,945	2	0,902	1	11
Grupo II com pecíolo													
<i>C. fistula</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	$\Sigma$ Vp
51	-19,404	1	65,962	4	0,969	4	-0,032	1	0,975	3	0,945	4	17

52	-23,736	3	50,294	2	0,979	2	-0,039	3	0,976	2	0,956	2	14
53	-25,803	4	44,934	1	0,982	1	-0,042	4	0,978	1	0,960	1	12
54	-22,072	2	57,994	3	0,974	3	-0,036	2	0,975	4	0,950	3	17
<i>M. urundeuva</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	-24,468	4	33,765	4	0,953	3	-0,112	4	0,952	3	0,896	4	22
52	-13,953	2	24,661	2	0,964	1	-0,064	2	0,954	2	0,913	2	11
53	-10,787	1	22,685	1	0,957	2	-0,049	1	0,955	1	0,920	1	7
54	-17,024	3	26,326	3	0,941	4	-0,078	3	0,952	4	0,907	3	20
<i>S. macrophylla</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	-34,935	4	46,986	4	0,972	2	-0,124	4	0,978	3	0,950	2	19
52	-12,831	2	45,783	2	0,967	4	-0,046	2	0,979	2	0,947	3	15
53	-11,005	1	41,956	1	0,973	1	-0,039	1	0,981	1	0,955	1	6
54	-17,992	3	45,846	3	0,968	3	-0,064	3	0,978	4	0,947	4	20

### 3.6. Desempenho dos modelos para o Grupo III

Os modelos de estimativa baseados nas variáveis lineares seguidos dos valores acumulados de Vp para as condições da folha com e sem pecíolo do Grupo III estão apresentados na Tabela 17. Constatou-se que para a estimativa da AF sem pecíolo, dentre os dez considerados melhores modelos para as quatro espécies do Grupo III, apenas o 7 foi frequente para *A. pavonina* (9<sup>o</sup>), *P. platycephala* (1<sup>o</sup>), *P. pendula* (4<sup>o</sup>) e *S. amazonicum* (1<sup>o</sup>).

Dentre os melhores modelos de *A. pavonina*, os de número 47 (1<sup>o</sup>), 45 (5<sup>o</sup>) e 44 (6<sup>o</sup>), foram frequentes para *P. platycephala* (6<sup>o</sup>, 8<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup> colocações, respectivamente) e o 49 (3<sup>o</sup> colocado para *A. pavonina*) foi comum também para *P. pendula* (9<sup>o</sup>). Já seus demais melhores modelos (exceto o 7) não foram comuns às demais espécies do grupo.

Foram observados quatro modelos comuns para *P. platycephala*, *P. pendula* e *S. amazonicum*, seguidos de suas colocações: 10 (2<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup>), 8 (3<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup>), 12 (4<sup>o</sup>, 8<sup>o</sup> e 7<sup>o</sup>), 6 (9<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup>). E para *P. pendula* e *S. amazonicum*, os modelos 5 (1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup>) e 4 (3<sup>o</sup> e 10<sup>o</sup>) foram frequentes para ambas.

Individualmente, os melhores modelos para cada espécie foram: 47 para *A. pavonina* (ΣVp: 6); 7 para *P. platycephala* (ΣVp: 12); 5 para *P. pendula* (ΣVp: 15) e 7 para *S. amazonicum* (ΣVp: 16).

Considerando-se o pecíolo nos valores de comprimento, o desempenho dos modelos para *A. pavonina* em relação a ausência do pecíolo manteve apenas o 7 dentre seus dez melhores. Para *P. platycephala*, cinco modelos mantiveram-se como os melhores (6, 7, 8, 12 e 47); para *S. amazonicum*, sete (2, 3, 7, 8, 10, 11 e 12) e para *P. pendula*, sete (4, 7, 8, 9, 10, 11 e 12).

Em relação ao desempenho dos modelos entre as espécies do Grupo III incluindo-se o pecíolo, foram encontrados três melhores modelos comuns para *A. pavonina*, *P. platycephala*, *P. pendula* e *S. amazonicum* (seguidos da colocação): 7 (1º para todas), 8 (8º, 5º, 6º e 2º) e 12 (7º, 8º, 2º e 5º). O modelo 3 destacou-se entre os de melhores desempenho para *P. petraeum*, *P. pendula* e *S. amazonicum* (10º, 4º e 4º) e para *A. pavonina*, *P. pendula* e *S. amazonicum*, os modelos 11 (3º, 10º e 9º) e 10 (6º, 3º e 7º) foram comuns.

Dentre os melhores modelos de *P. pendula* e *S. amazonicum*, foram comuns os de número 1 (9º e 10º) e 2 (5º e 6º); para *P. platycephala* e *S. amazonicum*, os modelos 42 (2º e 9º) e 47 (4º e 3º); para *A. pavonina* e *P. platycephala* o 6 (4º e 9º) e entre *A. pavonina* e *P. pendula*, os modelos 9 (9º e 7º) e 4 (5º e 8º) foram frequentes.

Com base nos valores ponderados acumulados, o modelo 7 foi considerado o melhor para estimar a AF das quatro espécies do Grupo III com pecíolo, já que o mesmo obteve o melhor desempenho para as quatro espécies do Grupo, tendo obtido  $\sum Vp$  de 18 para *A. pavonina*, 12 para *P. platycephala*, 18 para *P. pendula* e 26 para *S. amazonicum*.

Tabela 17. Modelos analíticos baseados nas variáveis lineares com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\sum Vp$ ) para as espécies do Grupo III.

Modelo	Grupo III							
	Sem pecíolo				Com pecíolo			
	A. <i>pavonina</i>	P. <i>platycephala</i>	P. <i>pendula</i>	S. <i>amazonicum</i>	A. <i>pavonina</i>	P. <i>platycephala</i>	P. <i>pendula</i>	S. <i>amazonicum</i>
$\sum Vp$	$\sum Vp$	$\sum Vp$	$\sum Vp$	$\sum Vp$	$\sum Vp$	$\sum Vp$	$\sum Vp$	
1	79	124	91	74	82	136	55	71
2	100	61	87	68	103	100	40	58
3	102	78	98	56	97	73	35	52
4	129	135	26	68	35	120	52	117
5	129	73	15	35	23	95	77	108

<b>6</b>	127	65	19	21	32	69	73	110
<b>7</b>	68	12	54	16	18	12	18	26
<b>8</b>	99	31	65	37	46	48	42	36
<b>9</b>	118	118	77	68	51	135	45	93
<b>10</b>	107	21	64	35	37	93	33	64
<b>11</b>	109	35	55	35	23	76	55	66
<b>12</b>	105	33	69	37	38	64	22	56
<b>37</b>	91	111	104	131	74	121	109	102
<b>38</b>	82	90	105	134	72	84	147	99
<b>39</b>	76	85	106	136	81	91	134	106
<b>40</b>	79	146	118	99	134	125	89	97
<b>41</b>	60	138	113	88	124	53	80	72
<b>42</b>	54	144	120	86	129	16	90	68
<b>43</b>	81	113	82	121	100	115	94	102
<b>44</b>	53	69	85	127	103	79	135	84
<b>45</b>	44	61	84	129	113	85	125	88
<b>46</b>	38	72	85	131	121	83	110	96
<b>47</b>	6	53	83	103	136	46	125	50
<b>48</b>	114	73	146	80	133	84	139	134
<b>49</b>	35	96	69	99	119	42	83	80
<b>50</b>	21	69	86	92	82	61	99	71

A Tabela 18 apresenta os melhores modelos de estimativa de AF baseados nas variáveis lineares para o Grupo III com e sem pecíolo seguidos de seus coeficientes ajustados e de determinação obtidos na geração dos mesmos.

Os indicativos estatísticos calculados para os melhores modelos de estimativa de AF baseados em medidas lineares para as espécies do Grupo III encontram-se na Tabela 19, seguidos de seus valores ponderados atribuídos.



Tabela 18. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos melhores modelos (mod) de regressão baseados nas variáveis lineares para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo.

Grupo III sem pecíolo																
Mod	<i>A. pavonina</i>				<i>P. platycephala</i>				<i>P. pendula</i>			<i>S. amazonicum</i>				
	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$
	a1	a2	b		a1	a2	b		a1	a2	b		a1	a2	b	
5	17,367	-82,995	-	0,481	20,621	-139,119	-	0,646	14,076	-13,810	-	0,543	44,750	-545,259	-	0,404
7	0,461	-	-	0,383	0,447	-	-	0,641	0,536	-	-	0,053	0,514	-	-	0,514
47	0,727	-	-	0,658	0,771	-	-	0,706	0,694	-	-	0,527	0,615	-	-	0,751
Grupo III com pecíolo																
7	0,348	-	-	0,159	0,472	-	-	0,664	0,553	-	-	0,840	0,593	-	-	0,828

Tabela 19. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados ( $V_p$ ) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo, baseados nas variáveis lineares.

Grupo III sem pecíolo														
<i>A. pavonina</i>														
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	( $V_p$ )	RMSE(cm)	( $V_p$ )	dw	( $V_p$ )	BIAS	( $V_p$ )	r	( $V_p$ )	c	( $V_p$ )	$\Sigma V_p$	
5	19,038	16	159,438	24	0,701	24	0,037	16	0,606	25	0,425	24	129	
7	11,826	5	142,264	22	0,874	9	0,023	5	0,769	15	0,672	12	68	
47	-3,180	1	100,169	1	0,930	1	-0,006	1	0,868	1	0,807	1	6	
<i>P. platycephala</i>														
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	( $V_p$ )	RMSE(cm)	( $V_p$ )	dw	( $V_p$ )	BIAS	( $V_p$ )	r	( $V_p$ )	c	( $V_p$ )	$\Sigma V_p$	
5	29,696	8	42,407	13	0,727	14	0,260	8	0,810	17	0,555	13	73	
7	-6,940	2	18,783	1	0,911	1	0,416	2	0,764	5	0,777	1	12	
47	5,086	1	39,339	10	0,770	3	0,039	1	0,706	22	0,544	16	53	
<i>P. pendula</i>														
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	( $V_p$ )	RMSE(cm)	( $V_p$ )	dw	( $V_p$ )	BIAS	( $V_p$ )	r	( $V_p$ )	c	( $V_p$ )	$\Sigma V_p$	
5	-5,535	4	45,659	1	0,757	2	-0,051	4	0,331	2	0,562	2	15	
7	-16,048	22	48,110	4	0,814	1	-0,034	22	0,741	4	0,575	1	54	
47	-2,525	1	72,045	25	0,581	13	-0,013	1	0,310	23	0,180	20	83	
<i>S. amazonicum</i>														
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	( $V_p$ )	RMSE(cm)	( $V_p$ )	dw	( $V_p$ )	BIAS	( $V_p$ )	r	( $V_p$ )	c	( $V_p$ )	$\Sigma V_p$	

<b>5</b>	62,594	1	613,034	6	0,825	12	0,101	1	0,582	6	0,636	9	35
<b>7</b>	72,152	2	637,904	9	0,891	1	0,049	2	0,772	1	0,714	1	16
<b>47</b>	235,427	26	755,233	24	0,852	8	0,152	26	0,765	11	0,651	8	103
<b>Grupo III com pecíolo</b>													
<i>A. pavonina</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
<b>7</b>	-10,158	1	181,826	9	0,738	1	0,052	1	0,641	5	0,429	1	18
<i>P. platycephala</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
<b>7</b>	3,031	4	27,984	1	0,992	1	0,028	4	0,958	1	0,977	1	12
<i>P. pendula</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
<b>7</b>	-0,799	2	11,671	3	0,942	2	0,030	3	0,848	5	0,856	3	18
<i>S. amazonicum</i>													
<b>Modelo</b>	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
<b>7</b>	237,978	14	384,125	1	0,941	1	0,265	7	0,810	2	0,878	1	26

Na análise dos modelos de estimativa da AF das espécies do Grupo III com base em massa seca (Tabela 20), o modelo 51 obteve o melhor desempenho nos casos com e sem pecíolo para as espécies *A. pavonina* ( $\Sigma Vp$ : 9 e 10), *P. platycephala* ( $\Sigma Vp$ : 8 para ambos os casos) e *S. amazonicum* ( $\Sigma Vp$ : 10 e 9). Já para *P. pendula* no caso sem pecíolo, o modelo com melhor desempenho foi o 52 ( $\Sigma Vp$ : 11) e incluindo-se o pecíolo, o 53 ( $\Sigma Vp$ : 9).

Tabela 20. Modelos analíticos baseados na matéria seca com e sem pecíolo e seus respectivos valores ponderados acumulados ( $\Sigma Vp$ ) para as espécies do Grupo III.

Modelo	Grupo III							
	Sem pecíolo				Com pecíolo			
	<i>A. pavonina</i>	<i>P. platycephala</i>	<i>P. pendula</i>	<i>S. amazonicum</i>	<i>A. pavonina</i>	<i>P. platycephala</i>	<i>P. pendula</i>	<i>S. amazonicum</i>
$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	$\Sigma Vp$	
51	11	8	19	12	11	8	21	13
52	16	17	9	16	18	16	12	14
53	21	21	13	20	16	22	8	20
54	12	14	19	12	15	14	19	18

Os coeficientes ajustados e de determinação obtidos na geração dos modelos de estimativa de AF com base na massa seca para as espécies do Grupo III com e sem pecíolo, seguem na Tabela 21.

Tabela 21. Coeficientes ajustados e de determinação ( $R^2$ ) obtidos na geração dos modelos (mod.) de regressão baseados na massa seca para a estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo.

Mod.	Grupo III sem pecíolo							
	Coeficientes ajustados			$R^2$	Coeficientes ajustados			$R^2$
	a1	a2	b		a1	a2	b	
	<i>A. pavonina</i>				<i>P. platycephala</i>			
51	111,563	-	-	0,4	137,685	-	-	0,817
52	234,996	-	0,552	0,75	113,599	-	1,275	0,854
53	167,312	-9,8	-	0,693	94,438	20,29	-	0,864
54	67,903	222,62	-	0,743	152,917	-26,91	-	0,827
	<i>P. pendula</i>				<i>S. amazonicum</i>			
51	107,275	-	-	0,508	73,39	-	-	0,914
52	113,554	-	0,704	0,594	147	-	0,802	0,945
53	143,25	-27,88	-	0,591	89,974	-0,45	-	0,941
54	78,638	33,37	-	0,592	61,145	376,92	-	0,944
Grupo III com pecíolo								
	<i>A. pavonina</i>				<i>P. platycephala</i>			
51	104,499	-	-	0,438	130,483	-	-	0,837

52	219,364	-	0,57	0,746	107,889	-	1,25	0,871
53	153,88	-8,13	-	0,7	93,11	16,32	-	0,88
54	65,034	215,52	-	0,738	145,879	-28,95	-	0,848
<i>P. pendula</i>					<i>S. amazonicum</i>			
51	100,679	-	-	0,53	66,429	-	-	0,89
52	108,415	-	0,72	0,608	139,869	-	0,79	0,926
53	133,01	-23,39	-	0,61	81,23	-0,37	-	0,92
54	75,133	31,93	-	0,606	54,604	400,25	-	0,926

Os indicativos estatísticos dos modelos de estimativa de AF com base na massa seca para as espécies do Grupo III (sem e com pecíolo), seguidos de seus valores ponderados (Vp) atribuídos encontram-se na Tabela 22.

Tabela 22. Indicativos estatísticos e seus respectivos valores ponderados (Vp) atribuídos aos melhores modelos de estimativa da área foliar das espécies do Grupo III sem e com pecíolo, baseados na massa seca.

<b>Grupo III sem pecíolo</b>													
<i>A. pavonina</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	-8,091	2	88,324	3	0,964	1	-	2	0,964	1	0,930	1	10
52	30,235	3	81,374	2	0,950	3	0,067	3	0,944	3	0,896	3	17
53	2,422	1	106,167	4	0,915	4	0,005	1	0,857	4	0,784	4	18
54	40,444	4	76,838	1	0,956	2	0,089	4	0,964	2	0,922	2	15
<i>P. platycephala</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	62,858	1	71,259	1	0,956	1	0,316	1	0,984	3	0,940	1	8
52	73,863	3	128,693	3	0,907	3	0,371	4	0,986	1	0,895	3	17
53	86,052	4	180,534	4	0,857	4	0,432	3	0,986	2	0,845	4	21
54	64,938	2	79,916	2	0,950	2	0,326	2	0,984	4	0,934	2	14
<i>P. pendula</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	3,157	1	29,606	4	0,764	4	0,028	1	0,752	2	0,575	4	16
52	5,926	3	20,853	1	0,829	2	0,053	3	0,754	1	0,625	1	11
53	5,485	2	20,871	2	0,830	1	0,049	2	0,751	4	0,624	2	13
54	5,970	4	21,264	3	0,824	3	0,054	4	0,752	3	0,620	3	20
<i>S. amazonicum</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	-8,091	2	380,564	4	0,942	1	0,003	1	0,903	1	0,850	1	10
52	30,235	3	365,272	2	0,938	3	0,086	3	0,895	3	0,840	3	17
53	2,422	1	380,344	3	0,937	4	0,064	2	0,889	4	0,833	4	18
54	40,444	4	355,594	1	0,940	2	0,102	4	0,903	2	0,848	2	15
<b>Grupo III com pecíolo</b>													
<i>A. pavonina</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	6440,579	1	80,253	1	0,969	4	-	1	0,960	1	0,930	1	9
52	7208,626	3	84,904	3	0,944	2	0,070	3	0,943	3	0,890	3	17

53	10368,150	2	101,824	4	0,919	1	0,019	2	0,874	4	0,803	4	17
54	6510,220	4	80,686	2	0,951	3	0,088	4	0,960	2	0,913	2	17
<i>P. platycephala</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	64,002	1	72,335	1	0,955	1	0,320	1	0,984	3	0,940	1	8
52	73,384	3	122,806	3	0,913	3	0,367	3	0,987	1	0,900	3	16
53	84,356	4	170,313	4	0,867	4	0,422	4	0,986	2	0,855	4	22
54	66,211	2	82,027	2	0,948	2	0,331	2	0,984	4	0,933	2	14
<i>P. pendula</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	3,074	1	29,200	4	0,768	4	0,027	1	0,753	4	0,578	4	18
52	5,785	3	20,922	2	0,829	2	0,052	3	0,755	1	0,626	2	13
53	5,431	2	20,817	1	0,832	1	0,048	2	0,754	2	0,627	1	9
54	5,789	4	21,367	3	0,824	3	0,052	4	0,753	3	0,620	3	20
<i>S. amazonicum</i>													
Modelo	MBE(cm <sup>2</sup> )	(Vp)	RMSE(cm)	(Vp)	dw	(Vp)	BIAS	(Vp)	r	(Vp)	c	(Vp)	ΣVp
51	6440,579	1	363,914	4	0,949	1	0,006	1	0,915	1	0,868	2	9
52	7208,626	3	343,533	2	0,946	3	0,079	3	0,907	3	0,859	1	17
53	10368,150	2	358,207	3	0,945	4	0,052	2	0,902	4	0,852	4	17
54	6510,220	4	335,408	1	0,947	2	0,098	9	0,915	2	0,866	3	17

#### 4. DISCUSSÃO

Pela análise dos dados constatou-se que dentre os modelos baseados em medidas lineares que obtiveram os melhores desempenhos para o Grupo I na ausência do pecíolo, os que empregam o produto entre o C<sub>fm</sub> e a L<sub>fm</sub> foram os mais adequados para estimar a AF das três espécies (modelos 34 e 35). Quanto à *T. impetiginosa* (26) e *T. roseoalba* sem pecíolo (23), são indicados modelos que consideram apenas as medidas de L<sub>f</sub> e para *H. crysotrichus* sem pecíolo, o melhor modelo (8) emprega o produto entre C e L.

Com a inclusão do pecíolo no valor do comprimento da folha, o modelo de estimativa de AF com melhor desempenho para as espécies do Grupo I passou a ser o 32, o qual emprega a soma de C<sub>fm</sub> e L<sub>fm</sub>; para *T. impetiginosa*, seu melhor o modelo baseia-se nos valores de L<sub>f</sub> (23); para *T. roseoalba*, na L (6) e para *H. crysotrichus*, no C (3).

A partir do exposto, pode-se inferir que os modelos analíticos que contemplam as medidas de C<sub>fm</sub> e L<sub>fm</sub> são os mais indicados para a estimativa de

AF para as espécies do Grupo I seja com pecíolo ou não. Para *T. impetiginosa* com e sem pecíolo, destacam-se os modelos que consideram as medidas de Lf; para *H. crysotrichus*, os melhores modelos utilizam ou a variável simples de C (com pecíolo) ou o produto de C e L (sem pecíolo); e por fim, para a estimativa *T. roseoalba* são indicados os que empregam as medidas de Lf (sem pecíolo) e L (com pecíolo).

Quando o valor de mensuração do pecíolo foi incluído ao C das folhas das espécies do Grupo I, observou-se que embora *T. impetiginosa* tenha apresentado o maior valor médio de Cpec, o mesmo não alterou o desempenho de nove entre os dez melhores modelos para a espécie, enquanto que para *H. crysotrichus* (valores intermediários de Cpec), alterou nove modelos e para *T. roseoalba* (menor média de Cpec), alterou sete, demonstrando que o comprimento o pecíolo não interferiu proporcionalmente no desempenho dos modelos de estimativa de AF testados para as espécies do Grupo I. Já para os modelos baseados na MS, a presença do pecíolo na massa seca alterou o desempenho de metade dos modelos para as três espécies.

Observou-se que embora *T. impetiginosa* e *H. crysotrichus* possuam cinco folíolos, a primeira espécie mostrou maior similaridade de seus modelos baseados em medidas lineares com *T. roseoalba* (trifoliolada), já que apresentou apenas um modelo em comum com *H. crysotrichus* na condição sem pecíolo e nenhum com o pecíolo; e quatro modelos compartilhados com *T. roseoalba* sem pecíolo e cinco considerando o pecíolo.

Quanto aos modelos baseados em MS para a estimativa de AF do Grupo I, os de número 52 e 53 apresentaram os melhores desempenhos para as espécies do Grupo, incluindo-se ou não o pecíolo, exceto para *T. roseoalba* sem pecíolo, cujo melhor modelo foi o 54.

A respeito do Grupo II, o modelo analítico que melhor estima a AF de suas espécies sem pecíolo (41) considera apenas o valor de Lfm como variável independente, tendo sido também o de melhor desempenho para *M. urundeuva*. O modelo 42, mais indicado para a espécie *C. fistula*, também emprega apenas o valor de Lfm, enquanto que para *S. macrophylla*, seu melhor modelo (47) baseia-se no produto entre Cfm e Lfm.

Considerando-se o Cpec no valor de C, oito dentre os dez melhores modelos

foram comuns para as três espécies do Grupo II, aos quais apresentam ou a Lfm ou a combinação (adição ou produto) entre Cfm e Lfm como variáveis independentes. Além disto, o modelo indicado para a estimativa da AF para as espécies do Grupo II (47) com pecíolo também obteve melhor desempenho para *C. fistula* e *S. macrophylla*. Para *M. urundeuva*, a equação 50 também considera o produto entre Lfm e Cfm.

Por conseguinte, os modelos analíticos que contemplam as medidas de Lfm como variável simples ou combinada com o Cfm (produto), são os mais indicados na estiva de AF das espécies do Grupo II com ou sem pecíolo em geral.

A presença do pecíolo para o Grupo II alterou o desempenho de sete dos dez melhores modelos para *M. urundeuva* em relação a condição da estimativa sem a presença do pecíolo, embora a mesma tenha apresentado o menor valor médio de Cpec. Já para *C. fistula* (Cpec intermediário), quatro modelos foram alterados, e para *S. macrophylla* (maior média de Cpec) apenas um alterou-se, demonstrando que o Cpec não influenciou proporcionalmente no desempenho dos modelos das duas últimas espécies.

Quanto aos modelos baseados na MS, o 53 foi o mais indicado para a estimativa da AF de todas espécies do Grupo II com e sem pecíolo, exceto para *S. macrophylla* sem pecíolo (modelo 54).

Observou-se que para os modelos baseados nas medidas lineares, *C. fistula* e *S. macrophylla* mostraram maior similaridade entre seus modelos com melhores desempenhos, possivelmente por possuírem folhas penadas paripenadas, ou seja, com o mesmo padrão de disposição dos folíolos; enquanto que *M. urundeuva* (folhas imparipenadas), apresentou menor similaridade de seus melhores modelos em relação às demais espécies de seu grupo, principalmente no caso sem pecíolo. Entretanto, para os modelos baseados na MS, observou-se que *M. urundeuva* apresentou seus dois modelos com melhor desempenho similares às demais espécies do grupo, ou seja, por se considerar apenas a MS como variável independente, as diferenças na disposição dos folíolos foram irrelevantes para o performance destas equações.

O modelo 7 (produto entre C e L) foi indicado para a estimativa de AF das espécies do Grupo III sem a presença do pecíolo. Além disto, o mesmo obteve o

melhor desempenho para *P. platycephala* e *S. amazonicum*. Já o modelo 5 (emprega apenas a L da folha) apresentou melhor desempenho para *P. pendula*; e o de número 47 para *A. pavonina*, ao qual utiliza produto entre Cfm e Lfm. Considerando-se o pecíolo, o modelo 7 também foi considerado o melhor, uma vez que obteve o melhor desempenho para todas as espécies do Grupo.

Sendo assim, excetuando-se *A. pavonina* sem pecíolo (Cfm\*Lfm), para o Grupo III com ou sem pecíolo, os melhores modelos de estimativa de AF são aqueles que empregam o C e L das folhas, principalmente combinados (produto). Desta maneira, como o C e a L das folhas são suficientes para estimar a AF das espécies do Grupo III com precisão, facilita-se as operações em campo, tendo em vista que como apenas duas medidas lineares precisam ser aferidas, dispensa-se as medidas dos folíolos, as quais são mais trabalhosas e demoradas.

A inclusão do Cpec aos valores de C alterou o desempenho de apenas três dos dez melhores modelos para *S. amazonicum* (embora o mesmo tenha apresentado a maior média de Cpec) e também três para *P. pendula* (menor média de Cpec).

Para *A. pavonina*, observou-se que no caso sem pecíolo, o desempenho dos modelos baseados em medidas lineares diferiu-se do apresentado pelas demais espécies do grupo, já que nove dentre seus dez melhores empregam as medidas dos folíolos (Cf e Lf), enquanto que para a maioria do grupo, empregam as medidas das folhas (C e L). Já acrescentando-se o Cpec, nove dentre seus dez melhores modelos passam a empregar as medidas das folhas, demonstrando que, o comprimento do pecíolo alterou notavelmente o desempenho dos modelos para esta espécie, embora a mesma tenha apresentado valores intermediários do mencionado parâmetro.

No caso sem pecíolo, tais diferenças possivelmente foram causadas devido a morfologia das folhas de *A. pavonina*, que embora sejam recompostas como as demais espécies do Grupo III, diferem-se por apresentar foliólulos maiores e em menor quantidade em relação à *P. platycephala*, *P. pendula* e *S. amazonicum*, como pode ser observado nas imagens da Tabela 1.

Referente aos modelos baseados na MS, indica-se o modelo 51 para as espécies do Grupo III com e sem pecíolo em geral, excetuando-se *P. pendula* sem



(modelo 52) e com (modelo 53) pecíolo.

As espécies *P. pendula* sem pecíolo, *H. crysotrichus* e *T. Roseoalba* com pecíolo e apresentaram como melhores modelos aqueles baseados nas variáveis simples de C ou L. Para *T. impetiginosa* com e sem pecíolo, *T. roseoalba* sem pecíolo, *C. fistula* e *M. urundeuva* sem pecíolo, as variáveis independentes simples, são ou Lfn ou Lfm.

Neste contexto, Williams III e Martinson (2003) em estudos com videiras, e Maldaner *et al.* (2009) com girassóis, constataram que equações que empregam as variáveis simples de C ou L são as mais indicadas e desejáveis por evitarem problemas de colinearidade entre o C e L da folha, além de requererem medidas de apenas uma dimensão e portanto, simplificar os procedimentos de medidas em campo.

Para a folha de figueira, Souza *et al.*, (2014) concluíram que modelos que empregam somente o valor de C da folha da mencionada espécie propiciaram resultados mais precisos e adequados na estimativa de sua AF, corroborando com Campostrini e Yamanishi (2001), aos quais recomendaram a utilização de apenas o C para a figueira.

Para o girassol, Maldaner *et al.*(2009) salientam que os modelos que empregam apenas a L são mais indicados, e segundo estes, a aferição da L oferece menores riscos de ocorrerem erros experimentais do que a do C, contrastando com Schuwarz e Klaring (2001), que estudando folhas de tomateiro, não recomendam a utilização da L devido à maior dificuldade em sua obtenção e demandar mais tempo em relação ao C por ter que se alinhar os folíolos, apesar de considerarem a L mais precisa para a estimativa de AF de tomate.

Além do girassol (MALDANER *et al.*, 2009; ROUPHAEL *et al.*, 2007), a utilização da L como variável simples também foi indicada para a beterraba (TSIALTAS, e MASLARIS, 2008a), sendo considerada altamente e linearmente correlacionada com a área foliar e índice de área foliar.

Em relação às espécies abrangidas pelo presente estudo, como todas tratam-se de espécies arbóreas com folhas compostas, e que portanto apresentam folíolos, deve-se ponderar os pontos negativos e positivos apresentados para a medida da L, bem como a precisão requerida e tempo e estrutura disponíveis anteriormente à

realização de análises deste cunho.

Já os modelos que empregam o produto de C e L como variável independente (indicados para *H. crysotrichus* sem pecíolo, *A. pavonina* com pecíolo, *P. pendula* com pecíolo, *P. platycephala* e *S. amazonicum* com e sem pecíolo), tratam-se dos mais reportados pela literatura por proporcionarem melhores precisões na estimativa da AF de diversas espécies vegetais como avelã (CRISTOFORI *et al.*, 2007), mangueira (LIMA, *et al.*, 2012), plantas ornamentais (margarida, dália, cravo, gerânio, petúnia e violeta) (GIUFFRIDA *et al.*, 2011), videira (TSIALTAS; KOUNDOURAS; ZIOZIOU 2008; MONTERO *et al.*, 2000), batateira (BUSATO *et al.*, 2010), morangueiro (PIRES; FOLEGATTI; PASSOS, 1999; STRIK; PROCTOR, 1985), amendoim (CARDOZO *et al.*, 2014), cafeeiro (SCHMILDT *et al.*, 2014), sálvia (KUMAR e SHARMA, 2010), dentre outros.

Quanto às espécies florestais, modelos que utilizam o produto de C e L como variável independente foram os mais indicados para *C. leprosum* (CANDICO *et al.*, 2013), *H. speciosa* (FONSECA; CONDÉ, 1994), *Z. joazeiro* (MARACAJÁ, *et al.*, 2008), *S. brasiliensis*, *T. aurea* (QUEIROZ; SILVA; NETO, 2013) e *P. caimito* (SILVA *et al.*, 2014), sendo que Candido *et al.* (2013), Fonseca e Condé (1994), e Maracajá *et al.*, (2008) obtiveram como melhores modelos o análogo ao 7 do presente estudo ( $AF=a_1 \cdot C \cdot L$ ), ao qual foi o indicado para as espécies do Grupo III nos casos com e sem pecíolo. Para *S. brasiliensis* e *T. aurea*, Queiroz, Silva e Neto, (2013) indicam o modelo potencial análogo ao de número 11 ( $AF=a_1 \cdot (C \cdot L)^b$ ), o qual não se destacou para as espécies abrangidas neste estudo, e por fim, Silva *et al.*, (2014) determinaram que o modelo quadrático ( $AF=a_1 \cdot x^2 + a_2 \cdot x + a_3$ ) estima com mais precisão a AF de *P. caimito*, não contemplado neste trabalho.

Em relação aos modelos baseados na MS, Ma, Gardner e Selamat (1992) afirmam que é possível calcular a área foliar por meio de sua massa seca. Entretanto, deve-se destacar que embora os modelos de MS produzam bons resultados, sua principal desvantagem é a de destruir as folhas para a realização das análises e de necessitar de uma estrutura mínima para sua obtenção (estufa e balança).

Montero *et al.* (2000) consideraram o modelo análogo à  $AF=a_1 \cdot MS^b$  (53) como a melhor equação baseada em massa seca para a estimativa de AF de videira

(embora tenha sido inferior às que consideram  $C \cdot L$ ), assim como ocorreu para *H. crysotrichus*, *T. impetiginosa*, *C. fistula* e *M. urundeuva* com e sem pecíolo; *S. macrophylla* sem pecíolo e *P. pendula* com pecíolo.

Em estudo realizado com sálvia, Kumar e Sharma (2010) encontraram como melhor modelo baseado em MS o análogo à  $AF = (a_1 \cdot MS)^{a_2}$ , assim como o modelo 52, ao qual destacou-se para *T. roseoalba* com pecíolo e *P. pendula* sem pecíolo.

Diao *et al.*, (2010) empregaram valores de massa fresca como variável independente na estimativa da AF de folhas de eucalipto (*Eucalyptus grandis* × *Eucalyptus urophylla*), tendo determinado que os modelos potencial (análogo ao 53:  $AF = a_1 \cdot (MS)^b$ ) e o linear (análogo ao 52:  $AF = (a_1 \cdot MS) + a_2$ ) propiciaram maior acurácia. Os modelos 53 e 52 foram os indicados para as espécies dos Grupos I e II com e sem pecíolo.

Tanto para massa seca quanto para as variáveis lineares, Montero *et al.* (2000) salientam que deve-se tomar cuidado quanto à utilização de apenas uma variável nos modelos de estimativa de AF, pois embora a mesma possa proporcionar bons resultados, a área foliar específica não é constante, e mudanças podem ocorrer no vegetal devido ao o tempo, ciclos fenológicos e condições ambientais.

Estudos empregando as medidas dos folíolos para a estimativa de AF não são muito contemplados pela literatura. Para a estimativa da AF do feijão-vagem, Toebe *et al.* (2012) retiraram as medidas apenas de seu folíolo central (folha trifoliolada), sendo que os melhores modelos obtidos foram o quadrático ( $AF = a_1 + (a_2 \cdot x) + (a_3 \cdot x^2)$ ) e de potencial ( $AF = a_1 \cdot x^b$ ) em função da largura do folíolo central ( $x$ ). Dos modelos potenciais abrangidos pelo presente estudo, nenhum destacou-se como o mais indicado para estimativa de AF para as espécies analisadas, enquanto que o mesmo não contemplou modelos quadráticos.

Analisando folhas de feijão-caupi, Lima *et al.* (2008) aferiram as medidas de comprimento e largura dos folíolos, tendo determinado que os modelos que empregam o somatório do produto ou soma entre  $C_f$  e  $L_f$  proporcionaram os melhores resultados, principalmente quando ajustados em modelos potenciais. Os melhores modelos determinados pelo estudo foram  $AF = \sum (a_1 \cdot (C_f \cdot L_f)^b)$  e  $AF = \sum (a_1 \cdot C_f \cdot L_f) + a_2$ . O modelo potencial, conforme já mencionado, não destacou-

se no presente estudo, e quanto ao segundo, os modelos 34:  $AF=(a1*Cfm*Lfm)+a2$  e 48:  $AF=n*((a1*Cfm*Lfm)+a2)$  são os mais similares, sendo que o 34 se destacou com bom desempenho para o Grupo I sem pecíolo.

## 5. CONCLUSÕES

Para a maioria das espécies do Grupo I, os modelos de estimativa baseados em variáveis lineares com melhor desempenho foram os que empregam as medidas lineares dos folíolos (Cfm, Lfm, Cfn e Lfn), exceto para *H. crysotrichus* com pecíolo (apenas L) e *T. rose-alba* com pecíolo (apenas C). Não foi possível indicar um único modelo baseado em massa seca para a estimativa de área foliar do Grupo I, já que as espécies não apresentaram uniformidade entre seus modelos/desempenhos.

Todas as espécies do Grupo II (*C. fistula*, *M. urundeuva* e *S. macrophylla*) com e sem pecíolo apresentaram os modelos baseados nos valores médios de comprimento e largura dos folíolos (Cfm e Lfm) como os mais indicados para a estimativa de área foliar. Quanto aos modelos baseados na massa seca, o 53 foi o mais indicado para a estimativa da AF para todas as espécies do Grupo II com e sem pecíolo.

Para o Grupo III, a maioria de suas espécies apresentam como melhores modelos de estimativas, aqueles baseados nas variáveis lineares das folhas (C e L), exceto para *A. pavonina* sem pecíolo (Cfm\*Lfm), não tendo sido possível recomendar apenas um modelo baseado na massa seca para o Grupo III com e sem pecíolo.

## 6. REFERÊNCIAS

AASE, J. K. Relationship between leaf area and dry matter in winter wheat. **Agronomy Journal**, v. 70, n. 4, p.563–565, 1978. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2134/agronj1978.00021962007000040011x>>.

ACHTEN, W. M. J.; MAES, W. H.; REUBENS, B.; MATHIJS, E.; SINGH, V.P.; VERCHOT, L.; MUYS, B. Biomass production and allocation in *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. **Biomass and Bioenergy**, v.34, n.5, p.667-676, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.01.010>>.

ADAMI, M.; HASTENREITER, F. A.; FLUMIGNAN, D. L.; FARIA, R. T. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.1053-1058, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052008000400030>>.

AMARAL, J. A. T.; AMARAL, J. F. T.; SCHMILDT, E. R.; COELHO, R. I. Métodos de análise quantitativa do crescimento de plantas. In: Ferreira, A.; LIMA, A. B. P.; MATTA, F. P.; AMARAL, J. A. T.; LOPES, J. C.; PEZZOPANE, J. E. M.; FERREIRA, M. F. S.; POLANCZYK, R. A.; SOARES, T. C. B. (Org.). **Tópicos especiais em produção vegetal I**. 1ª Ed. Alegre: UFES, Centro de Ciências Agrárias, 2009. p. 259-276.

ASOMAINING, E.J. A.; LOCKARD, R. G. Note on estimation of leaf areas of cocoa from leaf length data. **Plant Science**, v. 43, n. 2, p.243-245, 1963.

BAKHSHANDEH, E.; KAMKAR, B.; TSIALTAS, J.T. Application of Linear Models for Estimation of Leaf Area in Soy-Bean (*Glycine max* L. Merr). **Photosynthetica**, v.49, n.3, p.405-416, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/S11099-011-0048-5>>.

BUSATO, C.; FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; BUSATO, C. C. M. Estimativa da área foliar da batateira, cultivar Atlantic, utilizando dimensões lineares. **Revista Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v.41, n.4, p.702-708, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1806-66902010000400026>>.

CAMARGO, A. P.; SENTELHAS, P. C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativas da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97, 1997.

CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K. Estimation of papaya leaf area using the central vein length. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p.39-42, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90162001000100007>>.

CANDIDO, W. S.; COELHO, M. F. B.; MAIA, S. S. S.; CUNHA, C. S. M.; SILVA, R. C. P. Modelo para estimar a área foliar de *Combretum leprosum* Mart. **Acta Agronômica**, Palmira, v.62, n.1, p.37-41, 2013.

CARDOZO, N. P.; PARREIRA, M. C.; PANOSSO, A. R.; VOLPE, C. A. Modelagem da área foliar de duas cultivares de amendoim em função das dimensões lineares dos folíolos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.1, p.101-107, 2014.

CHO, Y.Y.; OH, S.; OH, M. M.; SON, J. E. Estimation of individual leaf area, fresh weight, and dry weight of hydroponically grown cucumbers (*Cucumis sativus* L.) using leaf length, width, and SPAD value. **Scientia Horticulturae**, v.111, n.4, p.330–334, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.028>>.

CRISTOFORI, V.; ROUPHAEL, Y.; MENDOZA-DE GYVES, E.; BIGNAMI, C. A simple model for estimating leaf area of hazelnut from linear measurements. **Scientia Horticulturae**, v. 113, n. 2, p.221–225, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2007.02.006>>.

DANELICHEN, V. H. M.; VELASQUE, M. C. S.; MUSIS, C. R.; MACHADO, N. G.; NOGUEIRA, J. S.; BIUDES, M. S. Estimativas de índice de área foliar de uma pastagem por sensoriamento remoto no pantanal mato-grossense. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v.36, n.3, p.373–384, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5902/2179460X13168>>.

DAUGHTRY, C. S. T. Direct measurements of canopy structure. **Remote Sensing Reviews**, Basel, v.5, n.1, p. 45–60, 1990.

DIAO, J.; LEI, X. D.; HONG L. X.; RONG, J. T.; SHI, Q. Single leaf area estimation models based on leaf weight of eucalyptus in southern China. **Journal of Forestry Research**, v. 21, n.1, p. 73-76, 2010.

ELSNER, E.A.; JUBB JR, G.L. Leaf Area Estimation of 'Concord' Grape Leaves from Simple Linear Measurements. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 39, n. 1, p. 95–97, 1988.

FALLOVO, C.; CRISTOFORI, V.; MENDOZA-DE GYVES, E.; RIVERA, C. M.; REA, R.; FANASCA, S.; BIGNAMI, C.; SASSINE, Y.; ROUPHAEL, Y. Leaf area estimation model for small fruits from linear measurements. **HortScience**, v.43, p.2263–2267, 2008.

FAVARIN, J. L.; DOURADO NETO, D.; GARCÍA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a Estimativa do Índice de Área Foliar do Cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.6, p.769-773, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2002000600005>>.

FONSECA, C. E. L.; CONDÉ, R. C. C. Estimativa da área foliar em mudas de mangabeira (*Harcornia speciosa* Gom.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.4, p.593-599, 1994.

FRANCISCO, J. P.; DIOTTO, A. V.; FOLEGATTI, M. V.; SILVA, L. D. B.; PIEDADE, S. M. S. Estimativa da área foliar do abacaxizeiro cv. Vitória por meio de relações alométricas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, p.285-293, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-216/13>>.

GARDNER, F. P.; PEARCE, B. B.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crops plants**. 2. ed. Biologia Platarum: Iowa, 1990. v. 29, p.21.

GIUFFRIDA, F.; ROUPHAEL, Y.; TOSCANO, S.; SCUDERI, D.; ROMANO, D.; RIVERA, C. M.; COLLA, G.; LEONARDI, C. A simple model for nondestructive leaf area estimation in bedding plants. **Photosynthetica**, v.49, n.3, p.380-388, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-011-0041-z>>.

ILKAEI, M. N.; PAKNEJAD, F.; ZAVAREH, M.; ARDAKANI, M. R.; KASHANI, A. Prediction model of leaf area in soybean (*Glycine max* L.). **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, Saint Paul, v.6, n.1, p.110-113, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3844/ajabssp.2011.110.113>>.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 472p.

KUMAR, R.; SHARMA, S. Allometric model for nondestructive leaf area estimation in clary sage (*Salvia sclarea* L.). **Photosynthetica**, v.48, n.2, p.313-316, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-010-0039-y>>.

KVET, J.; MARSHALL, J. K. Assessment of leaf area and other assimilating plant surfaces. In: SESTÁK, Z.; EATSKY, J.; JARVIS, P. G. **Plant Photosynthetic Production: Manual of Methods**. Netherlands: The Hague, 1971, p.517-555.

LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L. A method for conducting forest inventories without using volumetric equations. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.3, p.321-328, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622002000300007>>.

LIMA, C. J. G.; OLIVEIRA, S. F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; OLIVEIRA FILHO, A. F. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.1, p. 120-127, 2008.

LIMA, R. T.; SOUZA, P. J. O. P.; RODRIGUES, J. C.; LIMA, M. J. A. Modelos para estimativa da área foliar da mangueira utilizando medidas lineares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.974-980, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000400003>>.

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

MA, L.; GARDNER, F. P.; SELAMAT, A. Estimation of leaf area and total mass measurements in peanut. **Crop Science**, Madison, v.32, n.2, p.467-471, 1992. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1992.0011183x003200020036x>>.

MALDANER, I. C.; HELDWEIN, A. B.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; GUSE, F. I.; BERTOLUZZI, M. P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1356-136, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782009000500008>>.

MANIVEL, L.; WEAVER, R. J. Biometric correlations between leaf area and length measurements of 'Grenache' grape leaves. **HortScience**, v. 9, n. 1, p. 27-28, 1974.

MARACAJÁ, P. B.; MADALENA, J. A. S.; ARAÚJO, E.; LIMA, B. G.; LINHARES, P. C. F. Estimativa da área foliar de juazeiro por dimensões lineares do limbo foliar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró v.3, n. 4, p. 1-5, 2008.

MARSHALL, J. K. Methods for leaf area measurement of large and small leaf samples. **Photosynthetica**, v. 2, n.1, p. 41-47, 1968.



MOKHTARPOUR, H.; TEH, C. B.S.; SALEH, G.; SELAMAT, A. B.; ASADI, M. E.; KAMKAR, B. Non-destructive estimation of maize leaf area, fresh weight, and dry weight using leaf length and leaf width. **Communications in Biometry and Crop Science**, Bareilly, v. 5, n. 1, p. 19–26, 2010.

MONDO, V. H. V.; CARVALHO, S. J. P.; LABONIA, V. D. S.; DOURADO NETO, D.; CICERO, S. M. Comparação de Métodos para Estimativa de Área Foliar de Plantas de Milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.8, n.3, p.233-246, 2009.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimacão da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.15-24, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052005000100002>>.

MONTERO, F. J.; DE JUAN, J. A.; CUESTA, A.; BRASA, A. Non destructive methods to estimate leaf area in *Vitis vinifera* L. **HortScience**, St. Joseph, v.35, n.4, p. 696–698, 2000.

NASCIMENTO, I. B.; FARIAS, C. H. A.; SILVA, M. C .C.; MEDEIROS, J. F.; ESNOLA SOBRINHO, J.; NEGREIROS, M. Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.555-558, 2002.

NIKLAS, K.J. **Plant allometry**: the scaling of form and process. Chicago: The University of Chicago Press, 1994. 412p.

NYAKWENDE, E.; PAULL, C. J.; ATHERTON, J.G. Non-destructive determination of leaf area in tomato plants using image processing. **Journal of Horticultural Science**, Bangalore, v. 72, n. 2, p. 225–262, 1997.

PALANISWAMY, K. M.; GOMEZ, K. A. Length–width method for estimating leaf area of rice. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n.3, p.430–433, 1974. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2134/agronj1974.00021962006600030027x>>.

PEKSEN, E. Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (*Vicia faba* L.). **Scientia Horticulturae**, v.113, n. 4, p.322-328, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.or/10.1016/j.scienta.2007.04.003>>.

PEREIRA, L. R.; SILVA, S. F.; CABANEZ, P. A.; MONTEIRO, E. C.; SOUZA, J. M. Modelos alométricos para estimativa da área foliar do jameiro vermelho (*Syzygium malaccense*) pelo método não destrutivo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.18, p. 2239. 2014.

PIRES, R. C. M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A. Estimativa da área foliar de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.17, p.86-90, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-05361999000200002>>.

QUEIROZ, J. E.; SILVA, G. H.; NETO, A. G. S. Avaliação estatística da área foliar através de modelos de equações em duas espécies florestais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 8, n. 1, p. 146-153, 2013.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.; FANASCA, S.; KARAM, F. Leaf area estimation of sunflower leaves from simple linear measurements. **Photosynthetica**, v. 45, n. 2, p. 306-308, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-007-0051-z>>.

SCHMILDT, E. R.; AMARAL, J. A. T.; SCHMILDT, O.; SANTOS, J. S. Análise comparativa de equações para estimativa da área foliar em Cafeeiros. **Coffee Science**, Lavras, v.9, n.2, p.155-167, 2014.

SCHNEIDER, P. R. **Regression analysis applied to forestry**. 2nd Edition, Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1998. p. 236.

SCHUWARZ, D.; KLARING, H. Allometry to estimate leaf area of tomato. **Journal of Plant Nutrition**, v.24, n.8, p.1291-1309, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1081/pln-100106982>>.

SEPÚLVEDA, G. R.; KLIEWER, W. M. Estimation of leaf area of two grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) using laminae linear measurements and fresh weight. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.34, n.4, p.221–226, 1983.

SERDAR, U.; DEMIRSOY, H. Non-destructive leaf area estimation in chestnut. **Scientia Horticulturae**, v.108, n.2. p.227–230, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2006.01.025>>.

SILVA, S. F.; PEREIRA, L. R.; CABANEZ, P. A.; AMARAL, J. A. T. Estimativas da área foliar de abieiros (*Pouteria caimito*) por meio de modelos alométricos. **Agrarian Academy**, Goiânia, v.1, n.1, p.202-209, 2014.

SMART, R. E. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for Yield and Quality: A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.36, n.3, p.230–239, 1985.

SMITH, R. J.; KLIEWER, W.M. Estimation of Thompson Seedless Grapevine leaf area. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.35, n.1, p.16–22, 1984.

SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. **Scientia Plena**, Aracajú, v.8, n.5, p.1-14, 2012.

SOUZA, A. P.; ESCOBEDO, J. F.; DAL PAI, A.; GOMES, E. N. Estimativas das componentes da radiação solar incidente em superfícies inclinadas baseadas na radiação global horizontal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.3, p.277-288, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662011000300009>>.

SOUZA, A. P.; SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Estimativas da área da folha de Figueiras 'Roxo De Valinhos' usando dimensões lineares do limbo foliar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.7, p.1172-1179, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20130699>>.

STONE, R. J. Improved statistical procedure for the evaluation of solar radiation estimation models. **Solar Energy**, v. 51, n. 4, p. 289-291, 1993. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0038-092x\(93\)90124-7](http://dx.doi.org/10.1016/0038-092x(93)90124-7)>.

STRIK, B. C.; PROCTOR, J. T. A. Estimating the area of trifoliolate and unequally imparipinnate leaves of strawberry. **Horticultural Science**, v. 20 n. 6, p. 1072-1074, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAVARES JUNIOR, J. E.; FAVARIN, J. L.; DOURADO NETO, D.; MAIA, A. H. N.; FAZUOLI, L. C.; BERNARDES, M. S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2,p.199-203, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0006-87052002000200013>>.

THIERSCH, A. **Efficiency of diameter distributions prognosis for the production of *Eucalyptus camaldulensis***.1997. 155 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

TOEBE, M.; FILHO, A. C.; LOOSE, L. H.; HELDWEIN, A. B.; ZANON, A. J. Área foliar de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*L.) em função de dimensões foliares. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.6 supl.1, p.2491-2500, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33supl1p2491>>.

TSIALTAS J. T.; KOUNDOURAS, S.; ZIOZIOU, E. Leaf area estimation by simple measurements and evaluation of leaf area prediction models in cabernet-sauvignon grapevine leaves. **Photosynthetica**, v.46, n.3, p.452-456, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-008-0077-x>>.

TSIALTAS, J. T.; MASLARIS, N. Leaf allometry and prediction of specific leaf area (SLA) in a sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivar. **Photosynthetica**, v.46, n.3, p.351-355, 2008a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-008-0064-2>>.

TSIALTAS, J. T.; MASLARIS, N. Nitrogen fertilization effects on leaf morphology and evaluation of leaf area and leaf area index prediction models in sugar beet. **Photosynthetica**, v.46, n.3, p.346-350, 2008b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11099-008-0063-3>>.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica Organografia**. 4ª Ed.Viçosa: UFV, 2003. 124p.

WILLIAMS III, L.; MARTINSON, T. E. Nondestructive leaf area estimation of 'niagara' and 'Dechaunac' grapevines. **Scientia Horticulturae**, v.98, n.4, p.493-498, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238\(03\)00020-7](http://dx.doi.org/10.1016/s0304-4238(03)00020-7)>.

WILLIAMS, L. E. Growth of 'Thompson Seedless' grapevines. I. Leaf area development and dry weight distribution. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.11, n.2, p. 325-330,1987.

WILLMOTT, C. J. On the validation of models. **Physical Geography**, v. 2, n. 2, p.184-194, 1981.

YAMADA, T.; YAMAKURA, T.; LEE, H. S. Architectural and allometric differences among scaphium species are related to microhabitat preference. **Functional Ecology**, Londres, v. 14, n. 6, p.731-737, 2000. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2435.2000.00479.x>>.

## CAPÍTULO 3 – Crescimento inicial de mudas de espécies florestais tropicais em diferentes condições de sombreamento

**RESUMO** – O conhecimento do comportamento e das respostas fisiológicas das espécies vegetais perante as condições ambientais são essenciais para a determinação de adequadas práticas cultivo e manejo das mesmas. Objetivou-se avaliar o crescimento inicial das mudas das espécies *Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Parkia pendula*, *Parkia platycephala* e *Adenantha pavonina* em diferentes condições de luz, proporcionadas por telas de sombreamento de cores preta (35, 50 e 80% de atenuação da radiação), verde, vermelha e azul (50% de atenuação), e na ausência de sombreamento (pleno sol). Foram realizadas nove análises não-destrutivas (quinzenais) a partir dos 16 dias após o transplântio (DAT) e seis análises destrutivas (a cada 21 dias) a partir dos 31 DAT, onde as primeiras referiram-se à contagem do número de folhas e aferição da altura e diâmetro, e as segundas, à obtenção da massa seca das folhas, caule e raiz; área foliar e volume radicular. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (tempo/análises x tratamentos x espécies) com seis repetições compostas por duas plantas cada para as análises destrutivas e cinco repetições com duas plantas cada para as destrutivas. Verificou-se que: com o aumento de luminosidade houve a diminuição da área foliar das espécies analisadas; as mudas que cresceram ao pleno sol apresentaram maiores alocação de carbono nas raízes; mudas que cresceram a 80% de sombreamento apresentaram maior alocação de massa seca nas folhas; os diferentes níveis de sombreamento alteram os parâmetros biométricos e na partição da massa seca entre os órgãos da planta.

**Palavras-chave:** análise de crescimento, qualidade de luz, intensidade da luz, produção de mudas, parâmetros biométricos

### 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por mudas de espécies florestais tropicais e nativas seja para fins de recuperação de áreas degradadas, conservação da natureza, comerciais e ornamentais defronta-se com a problemática da insuficiência de procedimentos técnicos específicos definidos para sua produção, já que, como Carvalho (2000) destaca, a ampla maioria destes refere-se às espécies que possuem maior apelo econômico.

Estudos que contemplem a adaptação e respostas das espécies florestais em seu crescimento mediante a fatores como luminosidade, temperatura, substrato,

necessidades hídricas e nutrição durante a fase juvenil são essenciais para o estabelecimento de técnicas de plantio e manejo apropriadas (LIMA et al., 2010; SILVA et al., 2007), tendo em vista que as mudanças morfogênicas e fisiológicas na estrutura e função que ocorrem nesta fase refletem diretamente em seu desempenho em campo, ou seja, no sucesso ou não de sua implantação (WHATLEY; WHATLEY, 1982; ENGEL; POGGIANI, 1990).

A luminosidade destaca-se como um fator ambiental com fundamental importância para as plantas, já que suas características como intensidade, qualidade espectral, estado de polarização e duração (REGO; POSSAMAI, 2008; SOARES; BATISTA, 2004) condicionam diferentes respostas fisiológicas nas características anatômicas, bioquímicas e crescimento vegetais (ATROCH et al., 2001). Além disto, a luz também é considerada um importante fator atuante sobre os mecanismos de regeneração e crescimento das florestas, influenciando a distribuição local das espécies nas comunidades florestais (AMO, 1985).

Neste contexto, o sombreamento artificial é um método amplamente empregado e válido para a avaliação da ecofisiologia das espécies em condições de luminosidade diferentes (CHAVES; PAIVA, 2004), apresentando os benefícios de isolar e quantificar o efeito da intensidade luminosa bem como fornecer condições uniformes de iluminação (ENGEL, 1989). Deve-se ainda destacar que a qualidade espectral da luz também pode ser manipulada por meio de telas coloridas (OREN-SHAMIR et al., 2001), sendo que a mesma influencia muitos aspectos do desenvolvimento das plantas, acarretando em respostas variáveis em função das espécies (KIM et al., 2004).

Para a determinação do padrão de qualidade das mudas, podem ser empregados parâmetros morfológicos, fisiológicos (CHAVES; PAIVA, 2004) e ecológicos (MARTINEZ-RAMOS, 1985), tendo as variáveis de crescimento se destacado (ENGEL; POGGIANI, 1990). Deste modo, a análise de crescimento dos vegetais possibilita o estudo da capacidade de adaptação dos mesmos nas condições ambientais onde foram introduzidos (BENINCASA, 2003).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento inicial de mudas de seis espécies florestais tropicais por meio de análises de crescimento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no campo experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *campus* Sinop, situado nas coordenadas geográficas de 11,9822° latitude Sul e 55,5688° longitude Oeste e altitude média de 371 m. De acordo com classificação de Köppen, o clima predominante na região Centro-Norte do Estado de Mato Grosso, onde situa-se o município de Sinop, é o Aw (tropical quente e úmido), caracterizando-se pela presença de duas estações bem estabelecidas (chuvosa entre outubro e abril, e seca de maio a setembro), por uma baixa amplitude térmica anual (médias mensais variando entre 24 e 27 °C) (SOUZA; CASAVECCHIA; STANGERLIN, 2012) e precipitação média anual de 1970 mm (SOUZA et al., 2013).

Durante os meses de agosto de 2013 e fevereiro de 2014 foram coletadas sementes provenientes de árvores matrizes localizadas no município de Sinop, as quais seguiram para o Laboratório de Análise de Sementes da UFMT/Sinop para beneficiamento, armazenamento em câmara fria (temperatura média de 10° C) e posteriores procedimentos para germinação (março e abril de 2014). As matrizes encontravam-se em bom estado fitossanitário, tendo sido utilizadas em média 3 a 5 árvores das espécies nativas: *Parkia platycephala* (Benth.) (visgueiro), *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. (angelim saia), *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ipê branco), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex. A. DC.) Mattos (ipê amarelo) e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC. Standl.) (ipê rosa) e uma tropical exótica: *Adenantha pavonina* L (falso-pau-brasil).

A germinação ocorreu em caixas tipo gerbox (papel germitest como substrato) acondicionadas em câmaras BOD sob temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 h. Assim que germinadas, as sementes seguiram para bandejas de células (acondicionadas em ambiente à sombra, sob temperatura média de 25 °C) contendo substrato comercial umedecido (composto por casca de *Pinus* spp. estabilizado, turfa vegetal, vermiculita expandida e corretivos ácidos), onde permaneceram até a emissão de pelo menos um par de folhas verdadeiras.

Posteriormente, as mudas foram transplantadas (24/04/2015) para sacos de polietileno pretos de formato cilíndrico (28,50 cm de altura x 14,50 cm de diâmetro)



com perfurações laterais para drenagem de água. O substrato utilizado consistiu-se na mistura de substrato comercial e solo de floresta (Latosolo Vermelho-Amarelo distrófico) na proporção de 3,1:1; fertilizado com 500 g.m<sup>-3</sup> de adubo granular NPK (4-14-8) de forma a atender às necessidades nutricionais básicas para todas as espécies analisadas.

Os recipientes com as mudas foram acondicionados em viveiros metálicos suspensos direcionados no sentido leste-oeste com as dimensões de 3,0 x 1,0 x 1,0 m (comprimento, largura e altura) cobertos superior e lateralmente por telas lateralmente por telas agrícolas polioefinas (exceto tratamento testemunha - pleno sol) nas cores cores azul, vermelho (Chromatinet) e verde (Frontinet) com 50% de atenuação da radiação e preta (Sombrite) com 35, 50 e 80% de atenuação, consistindo em sete tratamentos. Como suporte para as mudas foram empregadas telas metálicas que permitiram minimizar os efeitos do excesso de água, e na parte central superior das estruturas foi instalado um sistema de irrigação com microaspersores, sendo que o manejo da irrigação baseou-se na determinação da evapotranspiração diária por pesagem.

Empregaram-se nas análises de crescimento não-destrutivas todas as espécies nativas e a exótica e na análise destrutiva excluindo-se a espécie *H. chrysotrichus*. Sendo que o início do processo avaliativo ocorreu quando todas as mudas possuíam pelo menos um primeiro par de folhas verdadeiras completamente expandido.

As análises não-destrutivas (realizadas quinzenalmente) iniciaram-se aos 16 dias após o transplântio (DAT), consistindo-se na contagem de folhas; aferição do diâmetro à altura do solo (mm) com auxílio de paquímetro digital, e do comprimento da haste principal da muda (altura), medido do colo das plantas até a gema apical, com auxílio de régua graduada (cm). Totalizaram-se nove análises não-destrutivas, empregando seis repetições contendo duas mudas cada.

Nas análises destrutivas, executadas a cada três semanas (início aos 31 DAT), foram obtidas as medidas de massa seca (g) das folhas (MSF), caule (MSC), raízes (MSR) e total (MST); área foliar (AF, cm<sup>2</sup>) e volume radicular (VR, cm<sup>3</sup>) das mudas. A massa seca foi determinada em balança com precisão de 0,0001 g após o material vegetal ter permanecido em estufa de circulação forçada à temperatura de

60±5 °C até a obtenção de massa constante; a área foliar foi obtida por medidor fotoelétrico e o volume radicular por imersão das raízes em proveta graduada preenchida com volume conhecido de água. Efetuaram-se seis análises destrutivas, as quais empregaram cinco repetições contendo duas mudas cada.

Em conformidade com Benincasa (2003) e Lucchesi (1984), foram determinadas as seguintes taxas de crescimento: taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD); índice de área foliar (IAF); razão de área foliar (RAF); taxa de crescimento da cultura (TCC); taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL), descritas a seguir:

$$TCRD = \frac{\ln D_2 - \ln D_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{em mm} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}) \quad (1)$$

$$IAF = \frac{AF}{S} \quad (\text{em m}^2 \cdot \text{m}^{-2}) \quad (2)$$

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad (\text{em m}^2 \cdot \text{g}^{-1}) \quad (3)$$

$$TCC = \frac{dW}{dT} \quad (\text{em g} \cdot \text{m}^{-2} \text{área do solo} \cdot \text{dia}^{-1}) \quad (4)$$

$$TCR = \frac{\ln MST_2 - \ln MST_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{em g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}) \quad (5)$$

$$TAL = \frac{MST_2 - MST_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1} \quad (\text{em g} \cdot \text{m}^{-2} \text{área foliar} \cdot \text{dia}^{-1}) \quad (6)$$

onde:  $D_1$  e  $D_2$  são as medidas do diâmetro (mm) nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente (dias);  $AF$  é a área foliar ( $\text{m}^2$ );  $S$  é a área do solo correspondente à amostra ( $\text{m}^2$ );  $W$  representa a massa seca por unidade de área do solo ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \text{área do solo}$ );  $MST$  refere-se à massa seca total da planta (g) e  $T$ , ao tempo (dias).

O monitoramento meteorológico em condições de pleno sol foi efetuado pela Estação Meteorológica Automática Padrão (EMA), localizada a cerca de 20 m de distância do local de realização do experimento; nos demais tratamentos avaliados, foram instalados termo-higrômetros digitais para monitoramento de rotina da temperatura e da umidade relativa do ar. Com o uso do luxímetro digital foi aferida a iluminância (quantidade de luz que incide sobre uma superfície) em cada tratamento ao longo do dia. As aferições ocorreram das 7h:29min ao pôr do sol (17h:49min) a intervalos fixos de cinco minutos.

As condições meteorológicas ao decorrer do experimento (Tabela 1) apresentaram o mesmo padrão apresentado por Souza, Casavecchia e Stangerlin (2012) e Souza et al. (2013), tendo em vista que a temperatura média mensal

apresentada foi de 25,58 °C (correspondente à faixa apresentada pelos autores), e que a precipitação acumulada foi de 28,00 mm, tendo em vista que o período experimental corresponde ao período de seca na região.

Tabela 1. Valores mensais da temperatura, umidade relativa do ar; precipitação (precip.) pluvial mensal acumulada; radiação global (rad. global), insolação e evapotranspiração de referência (ETo) entre abril e setembro (Sinop, MT, 2014).

Meses	Precip. (mm)	Temperatura do Ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Rad. Global MJ.m <sup>-2</sup> .dia <sup>-1</sup>	Insolação Horas	ETo mm.dia <sup>-1</sup>
		Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.			
<b>Abr.*</b>	11,00	25,19	32,02	20,66	83,36	99,14	55,99	17,02	7,86	3,42
<b>Mai.</b>	1,25	25,16	32,57	19,43	78,15	98,28	49,17	18,25	8,80	3,52
<b>Jun.</b>	15,75	24,61	32,96	17,82	72,02	97,34	40,97	17,80	9,03	3,09
<b>Jul.</b>	0,00	24,81	33,74	17,10	64,10	93,83	32,13	19,57	9,30	3,42
<b>Ago.</b>	0,00	26,38	35,78	18,01	54,08	87,12	24,84	27,16	10,03	5,30
<b>Set.**</b>	0,00	27,33	35,82	21,08	68,53	92,52	36,70	17,34	7,78	3,82
<b>Média</b>	-	25,58	33,81	19,02	70,04	94,71	39,97	19,52	8,80	3,76

\* Período referente a 24 – 30/04. \*\* Período referente a 01 – 05/09 (135 DAT).

Na Figura 1 encontram-se os valores diários obtidos durante os 6-134 DAT para os parâmetros temperatura e umidade do ar, radiação global, insolação e precipitação pluviométrica.

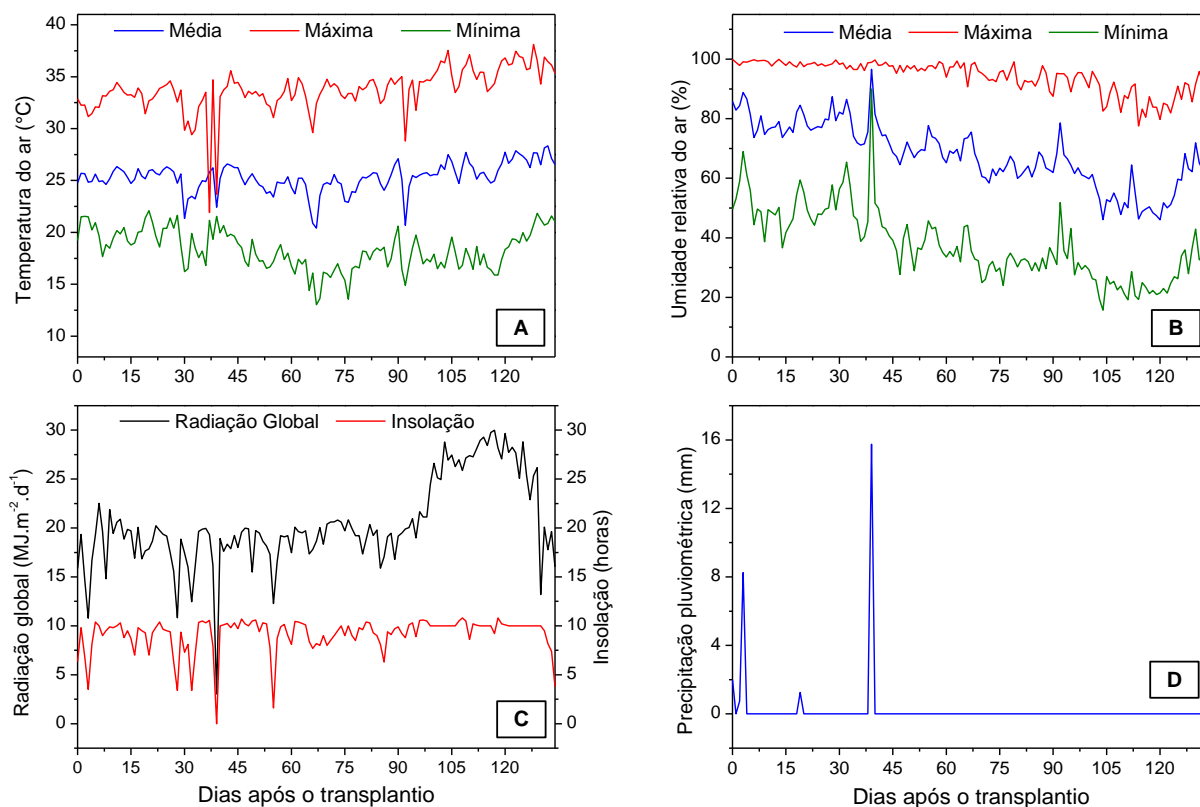


Figura 1. Valores diários da temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B), radiação global, insolação (C) e precipitação pluviométrica (D), entre 24/04/2014 e 05/09/2014, em Sinop, MT.

Por meio do monitoramento realizado pelos termo-higrômetros em cada tratamento (Tabela 2), verificou-se que a maior temperatura média aferida durante o período experimental referiu-se à tela preta 35% (26,47 °C), a qual também apresentou a menor umidade relativa (62,84%). A menor temperatura média ocorreu na tela preta 50% (24,41 °C) e a maior umidade relativa na tela verde (70,48%).

Tabela 2. Valores médios dos principais elementos meteorológicos nas condições de cultivo, entre 01/05/2014 e 05/09/2014. Sinop, MT, 2014.

Tratamentos	Temperatura (°C) e Umidade Relativa do ar (%) médios											
	Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Médias	
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)
Pleno Sol	25,15	77,85	24,61	71,64	24,79	63,10	26,36	52,98	27,29	67,48	25,64	66,61
Preta 35%	25,80	74,02	25,03	67,91	25,67	58,85	27,36	51,42	28,50	62,00	26,47	62,84
Preta 50%	23,88	79,69	23,29	73,90	23,49	65,94	25,19	56,51	26,20	70,03	24,41	69,21
Preta 80%	24,47	79,62	23,90	73,99	24,37	66,08	25,71	57,03	26,69	70,18	25,03	69,38
Verde	24,59	80,75	24,03	75,15	24,46	67,14	25,87	57,96	26,80	71,38	25,15	70,48
Vermelho	25,19	79,23	24,58	73,63	25,12	64,82	26,55	56,75	27,08	70,15	25,70	68,92
Azul	24,87	79,75	24,29	73,99	24,80	65,43	26,24	56,56	27,17	70,14	25,47	69,17
<b>Médias</b>	<b>24,85</b>	<b>78,70</b>	<b>24,25</b>	<b>72,89</b>	<b>24,67</b>	<b>64,48</b>	<b>26,18</b>	<b>55,60</b>	<b>27,10</b>	<b>68,77</b>	-	-

O padrão da iluminância em cada tratamento ao longo do dia na encontra-se na Figura 2, sendo que as quedas bruscas nas curvas referiram-se à presença de nuvens no momento das aferições. O maior pico de radiação ocorreu às 11h:44min, tendo o tratamento pleno sol apresentado 74.890 Lúmen.m<sup>-2</sup>.

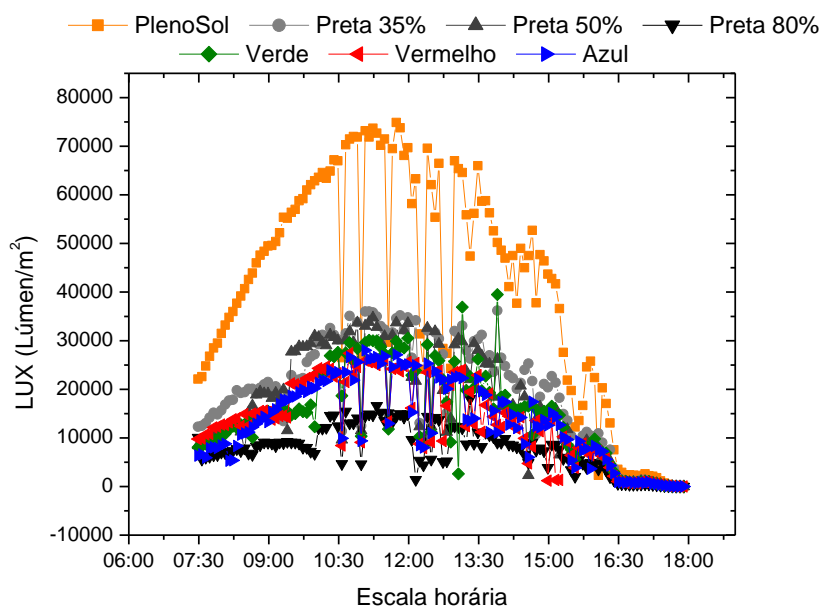


Figura 2. Evolução da iluminância (Lúmen.m<sup>-2</sup>) ao longo de um dia para as diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2014.

O delineamento experimental empregado foi o Inteiramente casualizado em esquema fatorial com seis repetições para as variáveis não-destrutivas 7 x 6 (coberturas x espécies) e com cinco repetições para as destrutivas 7 x 5 (coberturas x espécies). As avaliações dos parâmetros do experimento, quando significativas, foram apresentadas por regressões, representações gráficas e/ou análise de variância, pelo teste F e comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de significância. O programa de análises estatísticas empregados foi o Sisvar (FERREIRA, 2003), e os cálculos da correlação de Pearson entre as variáveis analisadas (parâmetros destrutivos, não-destrutivos e taxas de crescimento) foi realizada no Microsoft Office Excel.

### 3. RESULTADOS

### 3.1. Análise de crescimento não-destrutiva

#### 3.1.1. Parâmetros não-destrutivos

A partir da realização das análises estatísticas da variável altura (análise de variância no Apêndice A, Tabela 1A), constatou-se que os valores médios gerais dos tratamentos e das espécies foram crescentes em função do tempo (DAT); aos 16 DAT encontrou-se valor médio de 4,02 cm e aos 127 DAT, as plantas estavam com 15,54 cm de altura. Os valores do incremento em altura foram maiores nos tratamentos com tela colorida azul e na cor preta com 35% de atenuação da radiação, nos demais tratamentos o aumento da altura foi menor, tendendo a estabilização.

Nas avaliações iniciais (16 e 30 DAT), as mudas de todos os tratamentos apresentaram valores do parâmetro altura estatisticamente iguais entre si, sendo que o tratamento pleno sol proporcionou as menores medidas (3,78 e 4,63 cm), respectivamente. Entre os 43 e 58 DAT de avaliação, os tratamentos pleno sol (5,72 e 7,24 cm) e vermelho (6,38 e 8,28 cm) diferiram-se estatisticamente dos demais e estabeleceram-se com os menores valores médios. Da quinta avaliação (71 DAT) a última (127 DAT, Tabela 3), o tratamento pleno sol destacou-se com os menores valores médios de altura, os quais foram estatisticamente iguais aos dos tratamentos tela na cor preta com 80% de sombreamento e na cor vermelha.

Para a maioria das avaliações os maiores valores médios do tamanho expresso em altura ocorreram no tratamento de tela com a cor verde, tendo sido, na sua maioria, estatisticamente iguais às da tela de coloração azul (exceto na segunda avaliação, cujo maior valor médio ocorreu na tela preta com 50% de sombreamento).

Tabela 3. Valores médios da altura (cm) aos 127 dias após transplântio de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Média
<i>T. impetiginosa</i>	26,20 ABd	26,97 Bd	28,97 Bd	22,73 Ac	28,57 Bc	26,07 ABd	28,13 Bd	26,80
<i>T. roseoalba</i>	9,62 Aab	10,83 ABab	10,28 ABab	11,08 ABb	13,48 Bb	9,74 ABa	9,93 ABab	10,71
<i>H. chrysotrichus</i>	7,34 Aa	10,13 Aa	8,35 Aa	6,93 Aa	8,89 Aa	8,75 Aa	7,88 Aa	8,33
<i>P. pendula</i>	11,03 Ab	12,75 Aab	12,99 Ab	12,88 Ab	12,38 Aab	11,10 Aa	12,91 Abc	12,29
<i>P. platycephala</i>	10,62 Aab	13,81 ABb	12,90 ABb	12,11 ABb	13,00 ABb	15,13 Bb	14,18 ABc	13,11
<i>A. pavonina</i>	20,10 Ac	19,73 Ac	21,93 Abc	21,70 ABc	26,60 Cc	18,78 Ac	25,18 BCd	22,00

<b>Média</b>	14,15	15,70	15,91	14,57	17,15	14,93	16,37	-
--------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se influência das coberturas sobre o parâmetro biométrico altura dentro das espécies (Tabela 4), a tela de cor verde sobressaiu-se numericamente para as espécies *A. pavonina*, *H. chrysotrichus*, *T. roseoalba* e *T. impetiginosa*. Para *P. platycephala*, a tela que propiciou o maior valor médio da altura foi a de cor vermelha e para *P. pendula*, a de cor azul. Os menores valores da altura foram obtidos no tratamento a pleno sol para *P. platycephala*, *P. pendula*, *A. pavonina* e *H. chrysotrichus*; na tela preta com 80% de sombreamento para *T. impetiginosa* e na cor vermelha para *T. roseoalba*. Entre todas as espécies, o tratamento a pleno sol proveu a menor média geral (8,72 cm) e a tela de cor verde a maior (10,96 cm).

*H. chrysotrichus* obteve os menores valores médios de altura ao nível de tempo de avaliação (sequência dos 31 aos 137 DAT: 1,20 cm; 1,93 cm; 2,54 cm; 3,16 cm; 3,64 cm; 4,51 cm; 5,69 cm; 6,89 cm e 8,32 cm) e de tratamento (pleno sol: 3,70 cm; preta 35%: 4,44 cm; preta 50%: 4,27 cm; preta 80%: 4,07 cm; verde: 4,65 cm; vermelho: 4,07 cm e azul: 4,26 cm).

Tabela 4. Valores médios gerais do parâmetro altura (cm) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

<b>Espécies</b>	<b>Pleno Sol</b>	<b>Preta 35%</b>	<b>Preta 50%</b>	<b>Preta 80%</b>	<b>Verde</b>	<b>Vermelho</b>	<b>Azul</b>	<b>Média</b>
<i>T. impetiginosa</i>	14,90 Ae	16,99 Be	16,78 Be	14,87 Ad	17,13 Bd	16,44 Bf	16,56 Bd	16,24
<i>T. roseoalba</i>	6,35ABb	7,30 Cb	7,25 BCb	7,49 Cb	9,49 Dc	6,30 Ab	6,58 ABCb	7,25
<i>H. chrysotrichus</i>	3,70 Aa	4,44 Aba	4,27 ABa	4,07 ABa	4,65 Ba	4,07 ABa	4,26 ABa	4,21
<i>P. pendula</i>	7,54 Ac	8,44 ABCDc	8,74 BCDc	8,99 CDc	7,87 ABb	8,18 ABCc	9,31 Dc	8,44
<i>P. platycephala</i>	8,00 Ac	8,98BCc	9,12 BCc	8,76 ABc	8,93 ABc	9,82 Cd	9,59 BCc	9,03
<i>A. pavonina</i>	11,85 Ad	13,20 BCd	14,41 Dd	14,10CDd	17,70 Fd	12,58 ABe	15,89 Ed	14,25
<b>Médias</b>	8,72	9,89	10,10	9,71	10,96	9,57	10,37	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

*T. impetiginosa* predominou com os maiores valores médios aos níveis de tratamentos (pleno sol: 14,90 cm; preta 35%: 16,99 cm; preta 50%: 16,78 cm; preta 80%: 14,87 cm; verde: 17,70 cm; vermelho: 16,44 cm e azul: 16,56 cm). e a partir da terceira avaliação (sequência dos 43 aos 137 DAT: 9,74 cm; 13,55 cm; 16,87 cm; 20,60 cm; 22,83 cm; 24,88 cm e 26,80 cm). *A. pavonina* apresentou as maiores altura as 16 (6,13 cm) e 31 DAT (7,44 cm).

A sequência das espécies em ordem crescente da altura ao nível de avaliação, foi *H. chrysotrichus*, *T. roseoalba*, *P. pendula*, *P. platycephala*, *A. pavonina* e *T. impetiginosa*; assim como observado aos 127 DAT.

Quanto ao diâmetro do colo da planta (análise de variância no Apêndice A, Tabela 2A), observou-se que para todos os tratamentos, as nove avaliações diferiram estatisticamente entre si, tendo os valores médios aumentado com o tempo. Considerando-se os tratamentos e as espécies, o valor médio inicial (aos 16 DAT) ultrapassou 1,39 mm, alcançando 5,36 mm aos 127 DAT.

Considerando-se todas as espécies, dos 16 aos 86 DAT, os tratamentos que proporcionaram os menores valores médios de diâmetro foram as telas nas cores vermelha, azul e preta 80%; dos 99 aos 127 DAT (Tabela 5), foram as telas azul e preta 80% de sombreamento. Os maiores incrementos em diâmetro da primeira à última avaliação referiram-se às telas nas cores verde, preta com 35 e 50% de sombreamento.

Tabela 5. Valores médios do diâmetro (mm) aos 127 dias após transplântio de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Média
<i>T. impetiginosa</i>	8,96 Ce	7,86 Be	8,30 BCc	6,87 Ac	8,19 Bc	8,14 Bd	8,50 BCc	8,11
<i>T. roseoalba</i>	7,13 BCd	6,98 BCd	7,61 Cc	6,39 Bc	7,47 Cc	6,39 Bc	5,51 Ab	6,78
<i>H. chrysotrichus</i>	4,06 Ab	5,36 Bc	5,24 Bb	4,65 AB	5,12 Bb	4,69 ABb	4,04 Aa	4,74
<i>P. pendula</i>	3,14 Aa	3,83 Aa	3,78 Aa	3,32 Aa	3,47 Aa	3,66 Aa	3,47 Aa	3,52
<i>P. platycephala</i>	4,05 ABb	4,14 ABab	4,79 Bb	3,93 Aab	3,89 Aa	4,36 ABab	3,98 Aa	4,16
<i>A. pavonina</i>	4,93 Ac	4,78 Abc	4,84 Ab	4,34 Ab	5,08 Ab	4,84 Ab	4,96 Ab	4,82
<b>Média</b>	5,38	5,49	5,76	4,92	5,53	5,35	5,08	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Durante as três coletas de dados iniciais (16 aos 43 DAT) a espécie com menor valor médio do diâmetro foi *H. chrysotrichus*. A partir da quarta avaliação (58 DAT), os menores valores médios ocorreram para a espécie *P. pendula*. Já as maiores referiram-se à *A. pavonina* na primeira avaliação, e a partir da segunda (30 DAT), à *T. impetiginosa*. Da quarta à última avaliação (127 DAT), a sequência das espécies estabelecida (em ordem crescente de diâmetro) foi *P. pendula*, *P. platycephala*, *H. chrysotrichus*, *A. pavonina*, *T. roseoalba* e *T. impetiginosa*.

Considerando-se todas as avaliações, *H. chrysotrichus* apresentou as menores médias aos 16 (0,87 mm), 30 (1,24 mm) e 43 DAT (1,633 mm), e dos 58 aos 127



DAT, *P. pendula* apresentou as menores médias (1,90 mm; 2,24 mm; 2,56 mm; 2,90 mm; 3,19 mm e 3,52 mm). Quanto as maiores médias, aos 16 DAT destacou-se *A. pavonina* (1,88 mm) e posteriormente, dos 30 aos 127 DAT, *T. impetiginosa* (2,31 mm; 3,11 mm; 4,09 mm; 5,12 mm; 5,98 mm; 6,92 mm; 7,54 mm e 8,11 mm).

Para todos os tratamentos, *P. pendula* mostrou as menores médias de diâmetro, e *T. impetiginosa*, as maiores, as quais seguem, respectivamente: 2,26 e 5,24 mm na tela azul; 2,45 e 5,10 mm na preta 35%; 2,42 e 5,03 mm na preta 50%; 2,24 e 4,24 mm na preta 80%; 2,11 e 5,43 mm a pleno sol; 2,21 e 4,98 mm na verde e 2,30 e 4,87 mm na vermelha.

O tratamento com tela na cor preta e sombreamento de 80% propiciou (Tabela 6) os menores valores médios de diâmetro para *A. pavonina* e *T. impetiginosa* e para as espécies *H. chrysotrichus* e *T. roseoalba*, foi a tela de cor azul; para *P. platycephala* a tela verde e para *P. pendula*, a condição de pleno sol. Já os tratamentos que resultaram em maiores valores médios de diâmetro foram na tela de cor preta 35% para *P. pendula* e *H. chrysotrichus*; cor verde para *A. pavonina* e *T. roseoalba*; cor preta 50% para *P. platycephala* e o pleno sol para *T. impetiginosa*. Abrangendo-se todas espécies e avaliações, a tela na cor preta 80% apresentou a menor valor médio (3,11 mm) e a preta 35%, o maior (3,52 mm).

Tabela 6. Valores médios gerais do parâmetro diâmetro (mm) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Média
<i>T. impetiginosa</i>	5,43Ef	5,10 CDe	5,03 BCe	4,23 Af	4,98 BCe	4,87 Bf	5,24 Dd	4,98
<i>T. roseoalba</i>	4,40 Ce	4,40 Cd	4,48 Cd	3,73 Be	4,81 De	3,51 Ae	3,49 Ac	4,12
<i>H. chrysotrichus</i>	2,32 Ab	3,17 Db	2,95 Cb	2,84 Cc	2,98 CDc	2,53 Bb	2,27 Aa	2,72
<i>P. pendula</i>	2,11 Aa	2,45 Ca	2,42 BCa	2,24 ABa	2,21 Aa	2,29 ABCa	2,26 ABa	2,28
<i>P. platycephala</i>	2,58 Ac	2,59 Aa	2,87 Bb	2,57 Ab	2,47 Ab	2,66 Ab	2,51 Ab	2,61
<i>A. pavonina</i>	3,28Bd	3,39 BCc	3,31 Bc	3,05 Ad	3,58 Cd	3,24 Bd	3,32 Bc	3,31
<b>Média</b>	3,35	3,52	3,51	3,11	3,50	3,18	3,18	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

A partir da observação dos dados relativos ao número de folhas (NF) (análise de variância ilustrada no Apêndice A, Tabela 3A), foi possível constatar que exceto pela tela na cor azul (que apresentou suas médias entre a primeira e segunda análise estatisticamente iguais), a ampla maioria dos tratamentos apresentou acréscimo da variável ao longo do tempo até os 86 DAT; a partir deste período as

mudas das espécies florestais estudadas mantiveram seu NF estável, com baixo surgimento de novas folhas. Na observação geral dos tratamentos e das espécies, inicialmente (16 DAT) o valor médio do NF era de 3,93 e alcançou 11,91 aos 127 DAT.

A nível de espécie, apenas *A. pavonina* apresentou aumento do NF com o tempo, e a partir dos 99 DAT as médias foram estatisticamente iguais.

Para *H. chrysotrichus* e *T. roseoalba*, os valores médios da sétima (99 DAT) à nona avaliação foram estatisticamente iguais, porém, para ambas as espécies, o maior valor médio de NF ocorreu na oitava análise, aos 112 DAT (12,20 e 12,48, respectivamente).

Para *T. impetiginosa*, o aumento do NF nas mudas foi progressivo até a quinta avaliação (71 DAT) tendo apresentado equivalência estatística dos 86 aos 127 DAT, constatando-se o maior valor numérico (13,70) na oitava avaliação.

As espécies *P. pendula* e *P. platycephala*, embora tenham apresentado aos 127 DAT os maiores valores médios de NF (8,21 e 7,17), demonstraram uma não-linearidade entre o tempo e aumento da variável tendo em vista que para *P. pendula* os 16, 30 e 58 DAT obtiveram as menores médias (estatisticamente equivalentes) e para *P. platycephala*, estas tenham ocorrido nos 16, 58 e 71 DAT (estatisticamente iguais).

A Tabela 7 apresenta os valores médios de NF observados na última análise.

Tabela 7. Valores médios do número de folhas aos 127 dias após transplante de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Média
<i>T. impetiginosa</i>	12,33 Ac	13,25 Ab	12,75 Ab	13,50 Ab	14,67 Abc	13,58 Ab	14,00 Abc	13,44
<i>T. roseoalba</i>	11,17 Ac	12,33 Ab	12,42 Ab	12,92 Ab	12,42 Ab	12,00 Ab	12,92 Abc	12,31
<i>H. chrysotrichus</i>	10,25 Abc	12,50 ABb	13,17 Bb	12,33 ABb	12,75 ABb	12,33 ABb	11,50 ABb	12,12
<i>P. pendula</i>	8,33 Aab	8,33 Aa	8,75 Aa	7,50 Aa	7,75 Aa	8,42 Aa	8,42 Aa	8,21
<i>P. platycephala</i>	6,83 Aa	7,50 Aa	7,58 Aa	6,50 Aa	7,08 Aa	7,33 Aa	7,33 Aa	7,17
<i>A. pavonina</i>	20,50 Dd	18,58 BCDc	20,67 Dc	19,58 CDc	16,25 ABc	17,08 ABCc	14,92 Ac	18,23
<b>Média</b>	11,57	12,08	12,56	12,06	11,81	11,79	11,51	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Verificou-se aos 16 DAT, que a tela preta com 50% de sombreamento propiciou o menor valor médio de NF (3,64), e a tela na cor azul, o maior (4,36). Aos 30 DAT evidenciou-se o menor valor médio do número de folhas na tela de cor

azul (4,93) e o maior (5,54), na preta 50% de sombreamento. Entre a terceira e sexta avaliação (43 – 86 DAT), a tela na cor vermelha forneceu os menores valores de NF (6,32; 7,51; 8,93 e 9,76), e por fim, dos 99 aos 127 DAT, o menor incremento do número de folhas foi observado na tela de cor azul (10,69; 11,23 e 11,51). A cobertura na cor preta com 50% de sombreamento propiciou os maiores valores médios aos: 30, 43, 71 e 127 DAT, intercalando-se aos 58 DAT (quarta análise) com a cobertura na cor verde.

Nas duas primeiras avaliações, *H. chrysotrichus* apresentou os menores valores médios de NF, enquanto que nas análises posteriores, destacaram-se *P. platycephala* seguida de *P. pendula*. Na primeira avaliação *T. impetiginosa* apresentou os maiores valores médios, enquanto nas demais destacou-se *A. pavonina*.

Considerando-se os tratamentos ao nível das espécies (Tabela 8), os menores valores médios de NF ocorreram na tela preta 80% para *P. platycephala* e *P. pendula* (5,17 e 5,34; respectivamente); tela na cor azul para *A. pavonina* (11,05); condição a pleno sol para *H. chrysotrichus* (7,90); tela na coloração vermelha para *T. roseoalba* (8,70) e preta 50% para *T. impetiginosa* (9,99). Já as maiores médias apresentaram-se na tela preta 50% para *P. pendula* (5,82, *A. pavonina* (14,38) e *H. chrysotrichus* (8,91); pleno sol para *P. platycephala* (5,60); verde para *T. roseoalba* (9,88) e azul para *T. impetiginosa* (11,06).

Tabela8. Valores médios gerais do número de folhas das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Média
<i>T. impetiginosa</i>	10,94Cd	10,83 BCd	9,99 Ac	10,21 ABd	10,81 BCd	10,45 ABCc	11,06 Cd	10,61
<i>T. roseoalba</i>	9,70 BCc	9,46 BCc	9,81 BCc	9,25 ABCc	9,88 Cc	8,70 Ab	9,16 ABc	9,42
<i>H. chrysotrichus</i>	7,90 Ab	8,80 CDb	8,91 Db	8,12 ABb	8,58 BCdb	8,29 ABCDb	8,22ABCb	8,40
<i>P. pendula</i>	5,76 Aa	5,81 Aa	5,82 Aa	5,34 Aa	5,61 Aa	5,52 Aa	5,69 Aa	5,65
<i>P. platycephala</i>	5,60 Aa	5,59 Aa	5,58 Aa	5,17 Aa	5,52 Aa	5,54 Aa	5,42 Aa	5,49
<i>A. pavonina</i>	12,85 Ce	11,94 Be	14,38 Ed	13,59 De	12,84Ce	12,02 Bd	11,05 Ad	12,67
<b>Média</b>	8,79	8,74	9,08	8,61	8,87	8,42	8,44	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os modelos matemáticos da estimativa do NF (Figura 3) para *T. impetiginosa* com o decorrer do tempo e seus respectivos coeficientes de determinação

demonstram que o incremento do número de folhas obedece ao mesmo padrão em todos os tratamentos.

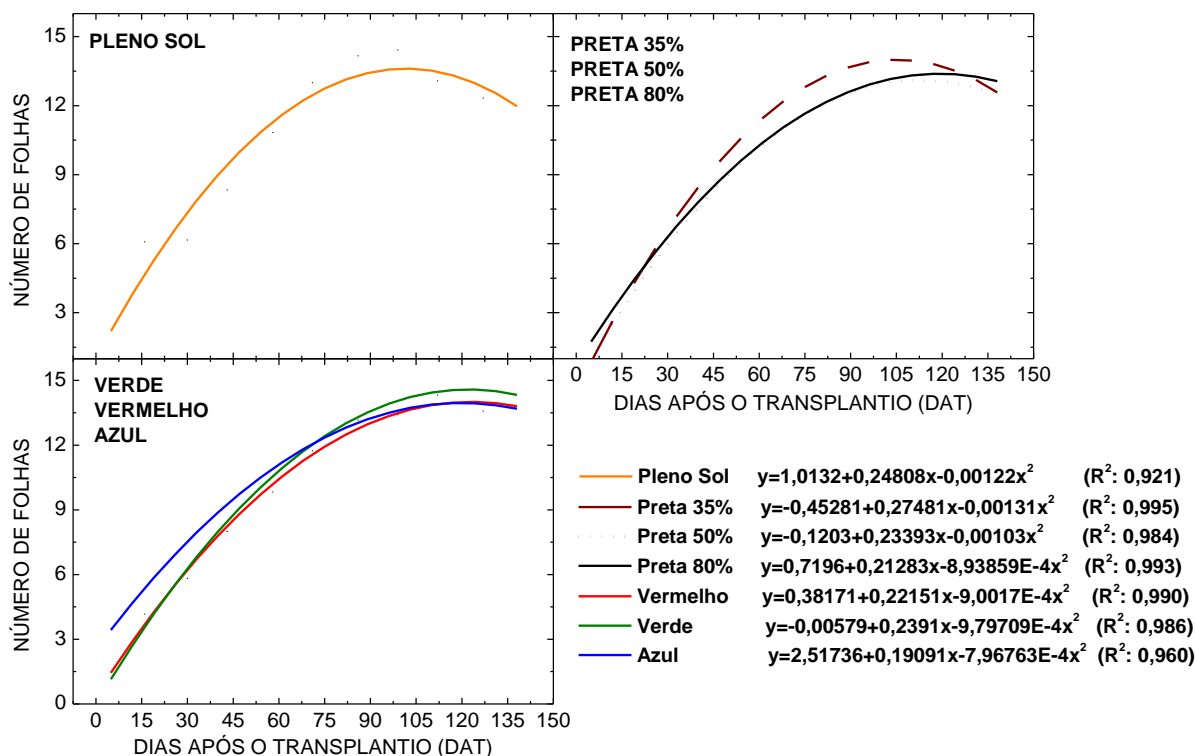


Figura 3. Polinômios ajustados para o número de folhas e seus coeficientes de determinação ( $R^2$ ) para a espécie *T. Impetiginosa* nos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

O emprego das equações de regressão além de corrigir as oscilações normais, habilita a avaliação da tendência do crescimento em cada tratamento (BENINCASA, 2003). Desta maneira, modelos polinomiais de segunda ordem foram gerados correlacionando-se as alturas, diâmetros e números de folhas médios das espécies em cada tratamento em função do período experimental (Tabela 8).

As unidades de crescimento (tamanho, massa, número de estruturas) plotadas contra o tempo resultam em curvas sigmóides, onde observam-se três fases principais: inicialmente, a logarítmica (aumento da variável exponencialmente com o tempo, apresentando taxa de crescimento lento e contínuo), posteriormente a linear (aumento constante da variável em uma taxa máxima por um certo período, com taxa de crescimento constante) e por fim, a fase de senescência (taxa de crescimento decrescente) (SALISBURY; ROSS, 2013).

A curva de padrão sigmoidal com as três fases distintas estabelecidas refere-se ao crescimento que compreende o ciclo completo de desenvolvimento dos organismos vegetais; entretanto, salienta-se que o presente estudo abrangeu apenas a fenofase muda das espécies florestais em um espaço físico (volume de solo) limitado, as quais possuem um ciclo de vida com potencial para prolongar-se por décadas quando estabelecidas no ambiente permanente, e portanto, abrangeu um breve período do crescimento das mesmas (127 DAT).

As equações geradas descrevem parábolas, e a partir de sua derivação ( $dy/dx$ ) torna-se possível determinar o ponto (x) onde o valor máximo ou mínimo local em relação a y é obtido. Sendo assim, a partir da derivação dos modelos obteve-se o valor dos dias onde as plantas alcançaram ou alcançariam os valores máximos de crescimento das variáveis.

A partir da análise da Tabela 9 foi possível verificar que na ampla maioria dos modelos gerados para o diâmetro e altura e algumas para NF, não foi possível verificar o ponto de máximo da curva, e para que o mesmo seja obtido seria necessário um período maior para a realização da coleta de dados das variáveis, já que para esses casos o período de realização do experimento referiu-se às duas fases iniciais da curva do crescimento (exponencial e linear).

A estimativa do ponto de máximo pelos modelos matemáticos demonstrou para a espécie *T. roseoalba* tempos que variam de 135 (tela de cor verde) a 202 DAT (pleno sol); para *T. impetiginosa*, de 183 (preta 80%) a 207 DAT (vermelho); para *A. pavonina*, 191 DAT (verde) e para *P. platycephala*, 210 DAT (preta 80%).

Para o NF, foi possível estimar o ponto de máximo para a maioria dos tratamentos, sendo que para grande parte desses casos, as mudas atingiram o seu número máximo de folhas no decorrer do período experimental (até os 127 DAT). Para *T. impetiginosa*, os dias que propiciam os NF máximos variaram de 105 (preta 35%) a 123 DAT (vermelho), ou seja, em todos os tratamentos, as mudas alcançaram seu ponto de máximo durante a realização do estudo. Para *T. roseoalba*, os tempos variaram de 111 (verde) a 162 DAT (azul), sendo que nos tratamentos com cobertura das cores preta com 80% de sombreamento, vermelho e azul, as mudas necessitariam permanecer em viveiro após os 127 dias analisados para alcançarem seu NF máximo.

No caso de *H. chrysotrichus*, os valores determinados pela derivada variaram de 110 (pleno sol) a 178 DAT (azul), onde exceto pelo tratamento testemunha, as plantas necessitariam permanecer em viveiro após os 127 DAT para obterem seu NF máximo. Para *A. pavonina*, excluindo-se os tratamentos nas cores verde e azul, as mudas permaneceriam em viveiro para alcançarem o NF máximo, os valores obtidos pelas derivadas variaram de 106 (verde) e 201 DAT (pleno sol).

Quanto a *P. pendula* e *P. platycephala*, em todos os tratamentos a curva de crescimento do número de folhas em relação ao tempo encontrava-se nas primeiras fases de crescimento, e portanto, seria necessário um tempo de permanência maior em viveiro, e conseqüentemente de avaliações para obter-se ajustes adequados das equações que estimem o número de folhas máximo.

No parâmetro diâmetro, apenas para *T. impetiginosa* na tela preta 35% e *T. roseoalba* na tela verde foram determinados modelos que permitiram o cálculo do ponto que propiciassem seus valores máximos, tendo sido, respectivamente 204 e 172 DAT.

Tabela 9. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2.x + a_3.x^2$ ) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para a altura, número de folhas e diâmetro em função do tempo / dias ( $x$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Altura					Número de Folhas					Diâmetro				
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$dy/dx$	$R^2$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$dy/dx$	$R^2$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$dy/dx$	$R^2$
<b>PLENO SOL</b>															
<i>T. impetiginosa</i>	-1,3982	0,2460	-2,01E-04	-	0,9930	1,0132	0,2480	-1,22E-03	101,6	0,9210	0,3218	0,0753	-4,06E-05	-	0,9920
<i>T. roseoalba</i>	0,3178	0,1080	-2,67E-04	202,2	0,9870	2,9150	0,1530	-6,43E-04	119,0	0,9270	0,3128	0,0628	-6,16E-05	-	0,9900
<i>H. chrysotrichus</i>	1,6986	-0,0073	3,95E-04	-	0,9920	-1,0807	0,2120	-9,63E-04	110,1	0,9950	0,3767	0,0220	5,79E-05	-	0,9940
<i>P. pendula</i>	5,3048	0,0022	3,27E-04	-	0,9890	5,0794	-0,0248	3,85E-04	-	0,8900	0,9459	0,0145	2,00E-05	-	0,9990
<i>P. platycephala</i>	4,3483	0,0547	-3,97E-05	-	0,9960	4,9737	-0,0066	1,72E-04	-	0,6590	0,9651	0,0177	5,55E-05	-	0,9960
<i>A. pavonina</i>	3,0776	0,0787	4,96E-04	-	0,9740	-1,7085	0,2620	-6,52E-04	200,9	0,9900	1,3116	0,0229	5,32E-05	-	0,9920
<b>PRETA 35%</b>															
<i>T. impetiginosa</i>	-1,5573	0,3430	-9,28E-04	184,8	0,9950	-0,4528	0,2750	-1,31E-03	105,0	0,9950	0,0192	0,0911	-2,23E-04	204,3	0,9840
<i>T. roseoalba</i>	0,5931	0,1260	-3,60E-04	175,0	0,9960	0,8534	0,1880	-7,51E-04	125,2	0,9940	0,4083	0,0626	-7,44E-05	-	0,9870
<i>H. chrysotrichus</i>	2,2408	-0,0403	7,98E-04	-	0,9780	-0,4609	0,1840	-6,09E-04	151,1	0,9870	0,6729	0,0302	5,40E-05	-	0,9970
<i>P. pendula</i>	4,2607	0,0435	1,70E-04	-	0,9950	4,6397	-0,0119	3,18E-04	-	0,8700	0,8151	0,0198	3,43E-05	-	0,9940
<i>P. platycephala</i>	4,4090	0,0481	1,78E-04	-	0,9850	5,4166	-0,0284	3,45E-04	-	0,7370	1,0907	0,0131	8,93E-05	-	0,9980
<i>A. pavonina</i>	2,1562	0,1830	-3,13E-04	-	0,9850	0,0202	0,2170	-5,64E-04	192,4	0,9990	1,5269	0,0273	-1,34E-05	-	0,9970
<b>PRETA 50%</b>															
<i>T. impetiginosa</i>	0,6794	0,2120	1,57E-04	-	0,9930	-0,1203	0,2340	-1,03E-03	113,6	0,9840	0,7511	0,0572	3,10E-05	-	0,9950
<i>T. roseoalba</i>	0,7441	0,1270	-3,97E-04	159,9	0,9920	0,6376	0,2100	-9,10E-04	115,4	0,9920	0,3389	0,0567	1,46E-05	-	0,9950
<i>H. chrysotrichus</i>	1,1129	0,0176	2,98E-04	-	0,9940	-1,0078	0,2000	-6,82E-04	146,6	0,9980	0,3002	0,0325	5,19E-05	-	0,9980
<i>P. pendula</i>	5,6004	0,0144	3,32E-04	-	0,9930	5,3324	-0,0375	4,98E-04	-	0,8240	0,9919	0,0144	6,20E-05	-	0,9980
<i>P. platycephala</i>	4,8887	0,0518	8,38E-05	-	0,9910	5,4801	-0,0326	3,81E-04	-	0,6840	1,0486	0,0140	1,29E-04	-	0,9940
<i>A. pavonina</i>	3,9232	0,1480	-9,37E-06	-	0,9920	-1,7437	0,3410	-1,29E-03	132,2	0,9940	1,3969	0,0256	1,30E-05	-	0,9990
<b>PRETA 80%</b>															
<i>T. impetiginosa</i>	-0,3191	0,2810	-7,68E-04	182,9	0,9980	0,7196	0,2130	-8,94E-04	119,1	0,9930	0,4611	0,0566	-4,18E-05	-	0,9970
<i>T. roseoalba</i>	0,4273	0,1310	-3,62E-04	180,9	0,9930	1,2285	0,1560	-4,88E-04	159,8	0,9950	0,5541	0,0382	7,16E-05	-	0,9940
<i>H. chrysotrichus</i>	0,7766	0,0429	3,73E-05	-	0,9910	-0,3395	0,1590	-4,54E-04	175,1	0,9970	0,2847	0,0382	-2,66E-05	-	0,9990
<i>P. pendula</i>	4,5877	0,0576	4,66E-05	-	0,9910	4,5964	-0,0224	3,68E-04	-	0,9340	0,9636	0,0156	2,59E-05	-	0,9970
<i>P. platycephala</i>	3,2801	0,0976	-2,32E-04	210,3	0,9890	5,3696	-0,0324	3,31E-04	-	0,6620	1,0818	0,0166	4,69E-05	-	0,9990
<i>A. pavonina</i>	3,9109	0,1460	-3,15E-05	-	0,9930	-0,0391	0,2760	-9,56E-04	144,4	0,9910	1,6148	0,0172	3,18E-05	-	0,9990
<b>VERDE</b>															
<i>T. impetiginosa</i>	-1,0658	0,2990	-4,91E-04	-	0,9940	-0,0058	0,2390	-9,80E-04	121,9	0,9860	0,3981	0,0711	-7,71E-05	-	0,9970
<i>T. roseoalba</i>	-0,4485	0,2080	-7,70E-04	135,1	0,9860	0,2383	0,2260	-1,02E-03	110,8	0,9920	-0,3565	0,0977	-2,84E-04	172,0	0,9880
<i>H. chrysotrichus</i>	1,0876	0,0202	3,33E-04	-	0,9980	0,2226	0,1610	-4,94E-04	163,0	0,9950	0,1105	0,0393	1,10E-05	-	0,9840
<i>P. pendula</i>	3,1013	0,0505	1,83E-04	-	0,9920	4,3669	-0,0070	2,74E-04	-	0,9330	0,7542	0,0166	4,26E-05	-	0,9870

<i>P. platycephala</i>	4,4276	0,0576	6,21E-05	-	0,9910	5,3620	-0,0240	2,93E-04	-	0,7340	0,8194	0,0196	3,89E-05	-	0,9960
<i>A. pavonina</i>	0,4165	0,3160	-8,28E-04	190,8	0,9790	-2,0966	0,3630	-1,72E-03	105,5	0,9920	1,3949	0,0332	-2,90E-05	-	0,9890

**VERMELHO**

<i>T. impetiginosa</i>	-2,0256	0,3300	-7,97E-04	207,0	0,9870	0,3817	0,2220	-9,00E-04	123,3	0,9900	0,2988	0,0668	-3,06E-05	-	0,9970
<i>T. roseoalba</i>	-0,8179	0,1360	-4,03E-04	168,7	0,9960	1,0054	0,1530	-5,09E-04	150,3	0,9840	0,1008	0,0405	8,11E-05	-	0,9950
<i>H. chrysotrichus</i>	0,6129	0,0129	3,98E-04	-	0,9900	-0,6280	0,1710	-5,15E-04	166,0	0,9860	0,2295	0,0229	1,06E-04	-	0,9930
<i>P. pendula</i>	4,7258	0,0436	5,46E-05	-	0,9980	4,1926	-0,0194	4,26E-04	-	0,9840	1,1406	0,0068	1,04E-04	-	0,9940
<i>P. platycephala</i>	3,0341	0,1010	-6,22E-05	-	0,9910	4,8016	-0,0143	2,76E-04	-	0,7910	1,1222	0,0092	1,37E-04	-	0,9900
<i>A. pavonina</i>	1,7583	0,1860	-3,86E-04	-	0,9870	0,0985	0,2400	-8,16E-04	147,1	0,9870	1,3781	0,0221	4,43E-05	-	0,9970

**AZUL**

<i>T. impetiginosa</i>	-1,3414	0,2940	-4,81E-04	-	0,9990	2,5174	0,1910	-7,97E-04	119,8	0,9590	0,5512	0,0666	-9,97E-06	-	0,9860
<i>T. roseoalba</i>	1,0764	0,0931	-1,78E-04	-	0,9950	1,1596	0,1550	-4,78E-04	162,1	0,9860	-0,0509	0,0601	-1,18E-04	-	0,9840
<i>H. chrysotrichus</i>	0,2422	0,0468	1,07E-04	-	0,9970	0,5540	0,1440	-4,04E-04	178,2	0,9520	0,2042	0,0251	4,28E-05	-	0,9900
<i>P. pendula</i>	4,6765	0,0658	-8,40E-06	-	0,9970	4,6030	-0,0229	4,28E-04	-	0,9750	0,8223	0,0188	1,43E-05	-	0,9980
<i>P. platycephala</i>	3,6488	0,0871	-4,23E-05	-	0,9980	5,0279	-0,0285	3,81E-04	-	0,9200	0,7374	0,0221	3,12E-05	-	0,9940
<i>A. pavonina</i>	3,2579	0,1830	-7,06E-05	-	0,9960	-1,1083	0,2760	-1,18E-03	116,9	0,9910	1,1982	0,0291	7,87E-06	-	0,9950



### 3.1.2. Taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD)

A TCRD expressa o incremento em mm das espécies vegetais em um intervalo de tempo em função de seu tamanho inicial.

A partir da análise dos valores médios gerais, abrangendo todas as avaliações (Tabela 10), inferiu-se que os menores incrementos relativos em diâmetro referiram-se aos tratamentos: tela preta 80% de sombreamento para as espécies *P. pendula*, *P. platycephala* e *A. pavonina*; tela preta 35% para *T. roseoalba* e *H. chrysotrichus* e cobertura azul para *T. impetiginosa*.

Os maiores valores de TCRD ocorreram no tratamento vermelho para *T. impetiginosa*, *T. roseoalba* e *H. chrysotrichus*; ao pleno sol para *A. pavonina*; na tela preta 35% para *P. pendula* e na preta 50% para *P. platycephala*.

Constatou-se que as espécies do gênero *Tabebuia* e *Handroanthus* apresentaram maior incremento médio em diâmetro na tela de cor vermelha, as espécies do gênero *Parkia*, nas telas pretas com retenção de 25 a 50% da radiação, e para *A. pavonina*, ao pleno sol.

Quanto aos valores médios de TCRD das espécies (Tabela 10), observou-se que *H. chrysotrichus* apresentou as maiores taxas nos tratamentos pleno sol, tela preta 35%, preta 50%, verde e azul; na tela preta 80% destacou-se *T. impetiginosa* e na vermelha, *T. roseoalba*. As menores taxas ocorreram para *P. pendula* a pleno sol e para *A. pavonina* nos demais tratamentos.

Tabela 10. Valores médios gerais para a taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD  $\text{mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>T. impetiginosa</i>	0,0141	0,0130	0,0135	0,0145	0,0141	0,0162	0,0129	0,0140
<i>T. roseoalba</i>	0,0135	0,0127	0,0148	0,0140	0,0150	0,0175	0,0138	0,0145
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0161	0,0138	0,0157	0,0142	0,0153	0,0173	0,0150	0,0153
<i>P. pendula</i>	0,0088	0,0102	0,0098	0,0087	0,0101	0,0098	0,0098	0,0096
<i>P. platycephala</i>	0,0101	0,0100	0,0112	0,0092	0,0105	0,0104	0,0111	0,0104
<i>A. pavonina</i>	0,0093	0,0076	0,0086	0,0073	0,0082	0,0087	0,0092	0,0084
<b>Médias</b>	0,0116	0,0109	0,0120	0,0107	0,0118	0,0127	0,0118	-

Considerando-se todas as espécies, a tela preta 80% proporcionou a menor média geral de TCRD ( $0,0107 \text{ mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), e a vermelha a maior ( $0,0127 \text{ mm}\cdot\text{mm}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ). Abrangendo-se todos os tratamentos, *A. pavonina* apresentou a

menor média geral de TCRD ( $0,0084 \text{ mm.mm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) e *H. chrysotrichus*, a maior ( $0,0153 \text{ mm.mm}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ).

Os modelos polinomiais que descrevem as taxas de crescimento relativo em diâmetro em função do tempo para todas as espécies analisadas encontram-se na Tabela 11. A partir da derivação ( $dy/dx$ ) das equações, determinou-se o ponto, ou seja, o dia (x) onde a TCRD (y) apresenta seu valor máximo.

Os casos onde não foram determinados os pontos de TCRD máxima referem-se aos modelos cujos dados coletados não possibilitaram a geração de equações que permitissem o cálculo do ponto máximo local, fazendo-se necessárias análises por um período de tempo maior do que o realizado (127 DAT) e que as mesmas se iniciem mais próximos à data de transplante (o presente estudo iniciou-se aos 30 DAT).

Sendo assim, a partir da análise da Tabela 11, verificou-se para os casos que permitiram a determinação da TCRD máxima que os valores de x situaram-se entre os 32 (*T. impetiginosa* na tela preta 35%) e 71 DAT (*P. platycephala* na tela preta 50%).

Dentre os pontos máximos estabelecidos, verificou-se que para *T. impetiginosa*, suas taxas máximas podem ser alcançadas entre os 32 (preta 35%) e 60 DAT (azul); para *T. roseoalba* entre 35 (preta 80%) e 50 DAT (preta 35%); para *H. chrysotrichus*, aos 51 DAT na a tela azul; para *P. pendula*, entre 40 (preta 80%) e 62 DAT (pleno sol); para *P. platycephala* entre 36 (verde) e 71 DAT (preta 50%) e para *A. pavonina*, entre 35 (verde) e 58 DAT (pleno sol).

Considerando-se as mudas que expressaram sua taxa de crescimento máxima dentro das condições oferecidas à mesma, após o ponto máximo ter ocorrido, a tendência é que a taxa estabilize, e que o incremento em diâmetro das mudas em função do tempo seja cada vez menos significativo. Desta maneira, levando-se em condição os demais parâmetros, tais informações devem também ser consideradas para determinar o tempo de permanência máximo no viveiro dessas espécies florestais.

Tabela 11. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2.x + a_3.x^2$ ) e seus respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para a taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD) em função do intervalo de dias ( $x$ ) das espécies florestais tropicais em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécie	Taxa de crescimento relativo em diâmetro (TCRD)				
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$dy/dx$	$R^2$
<b>Pleno Sol</b>					
<i>T. impetiginosa</i>	0,0166	1,63E-04	-2,14E-06	37,95	0,7804
<i>T. roseoalba</i>	0,0182	9,56E-05	-1,70E-06	-	0,6896
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0560	-9,05E-04	4,33E-06	-	0,7305
<i>P. pendula</i>	0,0184	-2,17E-04	1,04E-06	-	0,7339
<i>P. platycephala</i>	0,0105	6,26E-05	-7,42E-07	42,20	0,4503
<i>A. pavonina</i>	0,0066	1,63E-04	-1,41E-06	57,95	0,5784
<b>Preta 35%</b>					
<i>T. impetiginosa</i>	0,0175	1,41E-04	-2,18E-06	32,39	0,5275
<i>T. roseoalba</i>	0,0109	2,64E-04	-2,65E-06	49,94	0,7036
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0360	-4,69E-04	2,04E-06	-	0,5670
<i>P. pendula</i>	0,0056	2,22E-04	-1,79E-06	62,10	0,6196
<i>P. platycephala</i>	0,0065	1,47E-04	-1,12E-06	65,57	0,8930
<i>A. pavonina</i>	0,0084	4,39E-05	-5,98E-07	36,72	0,5227
<b>Preta 50%</b>					
<i>T. impetiginosa</i>	0,0227	-6,62E-05	-5,58E-07	-	0,9607
<i>T. roseoalba</i>	0,0233	-1,58E-05	-1,03E-06	-	0,9064
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0348	-3,30E-04	9,48E-07	-	0,7517
<i>P. pendula</i>	0,0096	6,87E-05	-7,24E-07	47,43	0,7510
<i>P. platycephala</i>	0,0029	3,00E-04	-2,12E-06	70,64	0,7665
<i>A. pavonina</i>	0,0133	-5,32E-05	-6,22E-08	-	0,7169
<b>Preta 80%</b>					
<i>T. impetiginosa</i>	0,0480	-6,95E-04	2,93E-06	-	0,7833
<i>T. roseoalba</i>	0,0166	1,04E-04	-1,51E-06	34,66	0,8221
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0376	-4,24E-04	1,38E-06	-	0,9752
<i>P. pendula</i>	0,0094	5,42E-05	-6,82E-07	39,70	0,6146
<i>P. platycephala</i>	0,0078	9,55E-05	-8,44E-07	56,59	0,5003
<i>A. pavonina</i>	0,0096	-3,68E-05	8,20E-08	-	0,4694
<b>Verde</b>					
<i>T. impetiginosa</i>	0,0298	-3,41E-04	1,13E-06	-	0,9390
<i>T. roseoalba</i>	0,0393	-5,43E-04	1,96E-06	-	0,8159
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0193	1,27E-04	-2,43E-06	-	0,6496
<i>P. pendula</i>	0,0055	2,70E-04	-2,51E-06	53,75	0,4250
<i>P. platycephala</i>	0,0111	9,04E-05	-1,26E-06	35,76	0,5615
<i>A. pavonina</i>	0,0088	8,80E-05	-1,26E-06	34,98	0,4890
<b>Vermelho</b>					
<i>T. impetiginosa</i>	0,0448	-7,74E-04	3,99E-06	-	0,8481
<i>T. roseoalba</i>	0,0302	-1,82E-04	-2,84E-07	-	0,8486
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0293	-1,97E-04	4,70E-08	-	0,8049
<i>P. pendula</i>	0,0125	-8,43E-05	5,21E-07	-	0,1002
<i>P. platycephala</i>	0,0032	3,23E-04	-2,64E-06	61,09	0,3983
<i>A. pavonina</i>	0,0073	1,27E-04	-1,32E-06	48,09	0,7609
<b>Azul</b>					
<i>T. impetiginosa</i>	0,0044	4,46E-04	-3,70E-06	60,25	0,7722
<i>T. roseoalba</i>	0,0164	2,08E-04	-2,65E-06	39,23	0,7937
<i>H. chrysotrichus</i>	0,0130	2,40E-04	-2,36E-06	50,99	0,4479
<i>P. pendula</i>	0,0147	-6,68E-05	4,36E-08	-	0,5501
<i>P. platycephala</i>	0,0138	4,06E-05	-8,25E-07	-	0,6540
<i>A. pavonina</i>	0,0079	1,25E-04	-1,20E-06	52,29	0,6599

## 3.2. Análise de crescimento destrutiva

### 3.2.1. Parâmetros destrutivos

Os dados referentes à massa seca das folhas (MSF) (análise de variância no Apêndice B, Tabela 1B) permitiram inferir que para todos os tratamentos, a variável apresentou valores crescentes com o decorrer do tempo, sendo que considerando-se todos tratamentos e espécies, a MSF iniciou-se com 0,10 g aos 31 DAT passando para 2,15 g aos 134 DAT.

De forma ampla, abrangendo todas as espécies e avaliações (Tabela 12), o tratamento tela preta com 80% de sombreamento proporcionou o menor valor médio da MSF (0,78 g), seguido das telas preta 50% (1,02); verde (1,07 g); vermelho (1,07 g); pleno sol (1,07 g); azul (1,09 g) e preta 35% (1,10 g), sendo os seis últimos tratamentos considerados estatisticamente equivalentes.

O tratamento tela preta 80% forneceu os menores valores médios de MSF (31 DAT: 0,09 g; 72 DAT: 0,59 g; 93 DAT: 1,00 g; 114 DAT: 1,25 g e 134 DAT: 1,46 g) na maioria das avaliações realizadas, exceto, aos 53 DAT, na qual referiu-se à condição a pleno sol (0,30 g). Quanto aos maiores valores médios de MSF, aos 31 e 72 DAT destacou-se a tela verde (0,12 e 0,88 g); aos 53 DAT, a preta 50% (0,46 g); aos 93 DAT, a preta 35% (1,32 g); aos 114 DAT, a vermelha (1,70 g); e na sexta e última (134 DAT), o tratamento testemunha (pleno sol, com 2,50 g).

Aos níveis de avaliações e tratamentos, a sequência das espécies em ordem crescente de MSF foi: *P. pendula*, *P. platycephala*, *T. roseoalba*, *A. pavonina* e *T. impetiginosa*.

Considerando-se os tratamentos ao nível das espécies, para todas estas a tela preta 80% forneceu os menores valores médios de MSF (*P. platycephala*: 0,37 g; *A. pavonina*: 1,03 g; *T. roseoalba*: 0,59 g e *T. impetiginosa*: 1,61 g), exceto *P. pendula* (pleno sol, com 0,21 g). Para *P. pendula* e *P. platycephala*, os maiores valores médios ocorreram na vermelha (0,36 e 0,73 g); para *A. pavonina*, na preta 35% (1,58 g); para *T. roseoalba*, a pleno sol (0,87 g) e para *T. impetiginosa*, na verde (2,39 g).

Os dados referentes à última análise (134 DAT) encontram-se na Tabela 13.

Tabela 12. Valores médios gerais para a massa seca das folhas (g) das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,56ABb	0,55 ABa	0,59 ABb	0,37 Aab	0,56 ABb	0,73 Bb	0,68 Bb	0,58
<i>P. pendula</i>	0,21 Aa	0,33 Aa	0,33 Aa	0,32 Aa	0,26 Aa	0,35 Aa	0,31 Aa	0,30
<i>T. impetiginosa</i>	2,26BCe	2,21 BCd	2,12 Bd	1,60 Ad	2,34 Cd	2,31BCd	2,25 BCd	2,20
<i>T. roseoalba</i>	0,87 Bc	0,81 ABb	0,77 ABb	0,59 Ab	0,67 ABb	0,76 ABb	0,73 ABb	0,74
<i>A. pavonina</i>	1,48BCDd	1,58 Dc	1,31 BCc	1,03 Ac	1,46 BCDc	1,22 ABc	1,51 CDc	1,37
<b>Médias</b>	1,07	1,10	1,02	0,78	1,07	1,07	1,09	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Valores médios da massa seca das folhas (g) aos 134 dias após o transplântio das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	1,83 Bb	1,32 ABa	1,46 Aba	0,73 Aa	1,35 ABa	1,74 Bab	1,48 ABa	1,42
<i>P. pendula</i>	0,498 Aa	1,15 Aa	0,91 Aa	0,76 Aa	0,76 Aa	0,83 Aa	0,81 Aa	0,82
<i>T. impetiginosa</i>	5,10 Cd	4,61 BCb	4,05 Bc	2,78 Ac	4,14 BCc	4,17 BCc	4,04 Bb	4,13
<i>T. roseoalba</i>	1,69 Ab	1,56 Aa	1,51 Aa	1,14 Aab	1,47 Aa	1,46 Aab	1,421 Aa	1,46
<i>A. pavonina</i>	3,41 Cc	2,97 BCb	2,97 BCb	1,90 Abc	3,20 BCb	2,27ABb	3,80 Cb	2,93
<b>Médias</b>	2,50	2,32	2,20	1,46	2,18	2,10	2,31	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

O acúmulo de massa seca do caule (MSC) (análise de variância no Apêndice B, Tabela 2B) ocorreu de forma crescente com o decorrer do tempo nos níveis de espécie e tratamento, tendo passado de 0,03 g aos 31 DAT para 1,21 g aos 134 DAT.

De maneira geral (Tabela 14), o tratamento tela preta 80% (assim como na MSF) proveu o menor valor médio de MSC (0,33 g), seguido (em ordem crescente) pelas telas de cor preta 35% (0,46 g); preta 50% (0,47 g); azul (0,49 g); verde (0,51 g) e vermelho (0,53 g), sendo as seis últimas estatisticamente equivalentes.

Ao nível de espécie, a tela preta 80% apresentou os menores valores médios de MSC para todas as espécies, exceto *P. pendula* (pleno sol), assim como para a MSF. Os maiores valores médios de MSC ocorreram na tela cor vermelha para *P. pendula* (0,15 g), *P. platycephala* (0,28 g) e *T. impetiginosa* (1,45 g) e no tratamento testemunha para *A. pavonina* (0,68 g) e *T. roseoalba* (0,33 g).

Quanto às avaliações, a tela cor preta 80% de sombreamento também prevaleceu com os menores valores médios de MSC, enquanto que os maiores

valores ocorreram na tela de cor vermelha aos 53, 72, 93 e 114 DAT, para a preta 35% aos 31 DAT e para o pleno sol aos 134 DAT (Tabela 15).

Abrangendo-se todas as avaliações e os tratamentos, assim como ocorreu com a MSF, a sequência das espécies em ordem crescente de MSC foi: *P. pendula*, *P. platycephala*, *T. roseoalba*, *A. pavonina* e *T. impetiginosa*.

Em relação às avaliações, apenas na primeira *T. roseoalba* apresentou o menor valor médio, sendo que as demais se referiram a *P. pendula*, enquanto que as maiores ocorreram no decorrer de todas as avaliações para *T. impetiginosa*. Em todos os tratamentos observou-se que a espécie *P. pendula* apresentou os menores valores médios de MSC e *T. impetiginosa*, os maiores valores.

Tabela 14. Valores médios gerais para a massa seca do caule (g) das espécies das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,22 Aab	0,19 Aab	0,23 Aab	0,14 Aa	0,22 Aab	0,28 Aa	0,22 Aa	0,21
<i>P. pendula</i>	0,10 Aa	0,13 Aa	0,13 Aa	0,14 Aa	0,11 Aa	0,15 Aa	0,13 Aa	0,13
<i>T. impetiginosa</i>	1,23 BCd	1,14 Bd	1,15 Bd	0,77 Ac	1,34 CDd	1,45 Dc	1,28 BCc	1,20
<i>T. roseoalba</i>	0,33 Ab	0,31 Ab	0,23 Ab	0,20 Aa	0,27 Ab	0,29 Aa	0,26 Aa	0,28
<i>A. pavonina</i>	0,68 Cc	0,55 ABCc	0,55 BCc	0,40 Ac	0,60 BCc	0,49 ABb	0,58 BCb	0,55
<b>Médias</b>	0,51	0,46	0,47	0,33	0,51	0,53	0,49	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Valores médios da massa seca do caule (g) aos 134 dias após transplântio, das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,72 Aab	0,51 Aa	0,64 Aa	0,28 Aa	0,55 Aa	0,30 Aab	0,47 Aa	0,55 B
<i>P. pendula</i>	0,25 Aa	0,40 Aa	0,32 Aa	0,32 Aab	0,28 Aa	0,30 Aa	0,29 Aa	0,30 A
<i>T. impetiginosa</i>	3,22 Bd	2,30 Bc	2,58 Bc	1,68 Ac	2,59 Bc	3,14 Bc	2,66 Bc	2,70 D
<i>T. roseoalba</i>	0,94 Ab	0,75 Aab	0,62 Aa	0,45 Aab	0,72 Aa	0,62 Aab	0,54 Aa	0,66 B
<i>A. pavonina</i>	1,78 Bc	1,23 ABb	1,44 ABb	0,95 Ab	1,60 ABb	1,11 Abb	1,54 ABb	1,40 C
<b>Médias</b>	1,38 B	1,18 B	1,12 B	0,74 A	1,15 B	1,11 B	1,10 B	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

O incremento da massa seca das raízes (MSR) (análise de variância no Apêndice B, Tabela 3B) deu-se de forma correlata com o tempo decorrido nos níveis de tratamento e espécie. De forma geral, seu valor iniciou-se com 0,0298 g aos 31 DAT e alcançou o valor médio de 1,8804 g aos 134 DAT.

Quanto ao desempenho dos tratamentos considerando-se todas as análises e espécies (Tabela 16), a tela preta 80% proveu o menor valor médio de MSR (0,42 g), seguida da preta 35% (0,66 g), verde (0,66 g), preta 50% (0,69 g), vermelho (0,72 g), azul (0,72 g) e pleno sol (0,84 g).

Ao nível das espécies, todas exceto *P. pendula* (pleno sol, com 0,08 g) apresentaram a preta 80% com os menores valores médios de MSR. O tratamento testemunha forneceu os maiores valores médios para *P. platycephala* (0,34 g), *T. roseoalba* (1,32 g) e *T. impetiginosa* (1,63 g); a vermelha para *P. pendula* (0,12 g) e a verde para *A. pavonina* (0,85 g).

Relativo às avaliações, a tela preta 80% também forneceu os menores valores médios de MSR em sua totalidade, enquanto que as maiores referiram-se ao pleno sol aos 72, 114 e 134 DAT; à preta 35% aos 31 DAT; à tela cor vermelha aos 53 DAT e à azul aos 93 DAT.

De acordo com os dados coletados (Tabela 16), *P. pendula* foi aquela que apresentou menor média de MSR alocada (0,10 g), sendo seguida por *P. platycephala* (0,26 g), *A. pavonina* (0,71 g), *T. roseoalba* (1,09 g), *T. impetiginosa* (1,22 g).

Em relação às análises, *A. pavonina* apresentou o maior valor médio de MSR aos 31 DAT (0,05 g); dos 53 aos 114 DAT, passou a ser *T. impetiginosa* (0,26 g; 0,64 g; 1,36 g e 1,99 g), e na última (134 DAT), foi *T. roseoalba* (3,18 g). Em todas as avaliações realizadas *P. Pendula* apresentou os menores valores médios.

Por fim, ao nível dos tratamentos, *P. pendula* novamente obteve os menores valores médios de MSR (azul: 0,11g, preta 35%: 0,11 g; preta 50%: 0,11 g; preta 80%: 0,09 g; pleno sol: 0,08 g; verde: 0,09 g e vermelha: 0,12 g), enquanto que os maiores referiram-se à *T. impetiginosa* para as telas azul (1,41 g), verde (1,19 g), vermelho (1,40 g) e pleno sol (1,62 g), e *T. roseoalba* nas telas pretas 35% (1,15 g), 50% (1,23 g) e 80% (0,74 g).

Tabela 16. Valores médios gerais da massa seca das raízes (g) das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,34 Ab	0,21 Aa	0,31 Aa	0,14 Aa	0,22 Aa	0,31 Aa	0,28 Aa	0,26
<i>P. pendula</i>	0,08 Aa	0,11 Aa	0,11 Aa	0,09 Aa	0,09 Aa	0,12 Aa	0,11 Aa	0,10
<i>T. impetiginosa</i>	1,63De	1,13 Bc	1,11 Bc	0,67 Abc	1,19 BCc	1,40 CDd	1,41 CDd	1,22

<i>T. roseoalba</i>	1,32Cd	1,15 BCc	1,23 BCc	0,74 Ac	1,02 Bbc	1,10 BCc	1,05 Bc	1,09
<i>A. pavonina</i>	0,83 Bc	0,70 ABb	0,69 ABb	0,48 Ab	0,85 Bb	0,65 ABb	0,77 Bb	0,71
<b>Médias</b>	0,84	0,66	0,69	0,42	0,66	0,72	0,72	

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Encontram-se na Tabela 17 os valores de massa seca das raízes obtidos na última análise, aos 134 DAT.

Tabela 17. Valores médios da massa seca das raízes (g) aos 134 dias após transplante, das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

<b>Esp.</b>	<b>Pleno Sol</b>	<b>Preta 35%</b>	<b>Preta 50%</b>	<b>Preta 80%</b>	<b>Verde</b>	<b>Vermelho</b>	<b>Azul</b>	<b>Médias</b>
<i>P. platycephala</i>	1,48 Ab	0,60 Aa	1,02 Aab	0,37 Aab	0,65 Aa	0,78 Aa	0,73 Aa	0,80
<i>P. pendula</i>	0,21 Aa	0,42 Aa	0,33 Aa	0,23 Aa	0,32 Aa	0,31 Aa	0,34 Aa	0,31
<i>T. impetiginosa</i>	4,56 Cc	3,28 Bc	2,50 ABc	1,64 Ac	2,83 Bb	3,22 Bc	3,09 Bb	3,02
<i>T. roseoalba</i>	3,96 Bc	3,20 ABc	3,94 Bd	2,27 Ac	3,45 ABb	2,98 ABbc	2,50 Ab	3,20
<i>A. pavonina</i>	2,10 ABb	2,10 ABb	2,01 ABbc	1,35 Abc	2,81 Bb	1,99 ABb	2,24 ABb	2,09
<b>Média</b>	2,47	1,92	1,10	1,71	2,01	1,86	1,78	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

O incremento da massa seca total (MST) (análise de variância no Apêndice B, Tabela 4B), assim como das MSF, MSC e MSR, aumentou com o tempo, tendo apresentado aos 31 DAT a média de 0,16 g e aos 134 DAT, 5,01 g.

De forma geral (Tabela 18), a sequência dos tratamentos, em ordem crescente de MST foi: preta 80% (1,53 g); preta 50% (2,18 g); preta 35% (2,22 g); verde (2,25 g); azul (2,31 g); vermelho (2,32 g) e pleno sol (2,43 g), sendo os cinco últimos considerados estatisticamente equivalentes.

Ao nível de avaliações, exceto aos (31 DAT), onde a tela de cor vermelha apresentou o menor valor médio de MST, todas as demais referiram-se à preta 80%. Aos 31 DAT a tela azul encontrava-se com o maior valor médio; dos 53 aos 93 DAT passou a ser a tela de cor vermelha; e aos 114 e 134 DAT (Tabela 19), a condição pleno sol; cabendo-se destacar que em todas as avaliações anteriores, o tratamento testemunha apresentou médias estatisticamente iguais aos tratamentos que se estabeleceram com os maiores valores numéricos.

Quanto às espécies, exceto *P. pendula*, onde a condição pleno sol constou com os menores valores médios de MST (0,38 g), todas as demais espécies apresentaram a tela preta 80% como tratamento com o menor valor MST. Para *P. pendula* (0,61 g), *P. platycephala* (1,31 g) e *T. impetiginosa* (5,25 g), a tela vermelha



propiciou as maiores médias; e para *A. pavonina* (2,93 g) e *T. roseoalba* (2,51 g), o pleno sol.

Abrangendo-se todos os tratamentos e avaliações (Tabela 18), as espécies, em ordem crescente de MST foram: *P. pendula*, *P. platycephala*, *T. roseoalba*, *A. pavonina* e *T. impetiginosa*. Tanto ao nível de coletas quanto de tratamentos, *P. pendula* estabeleceu-se com os menores valores médios de MST, e *T. impetiginosa* com as maiores.

Tabela 18. Valores médios gerais da massa seca total (g) de espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	1,11 Bb	0,95 ABa	1,13 ABa	0,65 Aa	0,99 ABa	1,33 Bb	1,18 ABb	1,05
<i>P. pendula</i>	0,39 Aa	0,57 Aa	0,57 Aa	0,54 Aa	0,47 Aa	0,62 Aa	0,55 Aa	0,53
<i>T. impetiginosa</i>	5,12 Dd	4,45 BCc	4,38 Bc	3,04 Ac	4,9 BCDd	5,16 Dd	4,94 CDe	4,58
<i>T. roseoalba</i>	2,52 Bc	2,23 Bb	2,27 Bb	1,54 Ab	1,96 ABb	2,15 ABc	2,04 ABc	2,10
<i>A. pavonina</i>	2,10 Bc	2,83 Bb	2,56 ABb	1,910 Ab	2,91 Bc	2,36 ABc	2,85 Bd	2,63
<b>Médias</b>	2,43	2,22	2,18	1,53	2,25	2,32	2,31	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 19. Valores médios da massa seca total (g) aos 134 dias após o transplântio das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	4,02 ABb	2,44 ABa	2,92 ABa	1,39 Aa	2,23 ABa	3,21 ABab	2,69 ABab	2,68
<i>P. pendula</i>	0,94 Aa	1,97 Aa	1,54 Aa	1,32 Aa	1,30 Aa	1,43 Aa	1,43 Aa	1,42
<i>T. impetiginosa</i>	12,90 Cd	10,73 BCc	8,55 Bc	5,96 Ab	9,16 Bc	10,15 Bc	9,79 Bc	9,60
<i>T. roseoalba</i>	6,30 Abc	5,52 Ab	6,06 Ab	3,89 Ab	5,61 Ab	4,94 Ab	4,34 Ab	5,23
<i>A. pavonina</i>	8,85 Bc	5,95 ABb	6,41 ABbc	4,12 Ab	6,30 ABb	5,46 ABb	7,59 Bc	6,10
<b>Média</b>	6,20	5,32	5,09	3,3	4,92	5,04	5,16	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

A área foliar (AF) (análise de variância no Apêndice B, Tabela 5B) das espécies analisadas apresentou aumento linear com o tempo, iniciado com 25,76 cm<sup>2</sup> aos 31 DAT e finalizado (134 DAT) com 350,14 cm<sup>2</sup>, considerando-se todos os tratamentos e espécies.

Pela ordem crescente de AF, os tratamentos testados apresentaram a sequência (Tabela 20): condição de crescimento no pleno sol (157,64 cm<sup>2</sup>), tela cor preta com 80% de sombreamento (183,89 cm<sup>2</sup>), preta 50% sombreamento (188,40

cm<sup>2</sup>), cor vermelha (199,68 cm<sup>2</sup>), preta 35% sombreamento (200,28 cm<sup>2</sup>), cores azul (204,85 cm<sup>2</sup>) e verde (213,94 cm<sup>2</sup>).

Observou-se para todas as espécies, que a condição de crescimento a pleno sol proporcionou os menores valores médios de AF, enquanto que os maiores ocorreram na tela de cor vermelha para *P. platycephala* (76,63 cm<sup>2</sup>), preta com 80% de sombreamento para *P. pendula* (44,51 cm<sup>2</sup>), verde para *T. impetiginosa* (480,22 cm<sup>2</sup>) e *A. pavonina* (343,13 cm<sup>2</sup>) e azul para *T. roseoalba* (182,78 cm<sup>2</sup>).

Analisando-se as análises, constatou-se, que a tela de cor vermelha propiciou o menor valor médio de AF aos 31 DAT (23,45 cm<sup>2</sup>), a condição a pleno sol dos 53 aos 114 DAT (63,84 cm<sup>2</sup>; 126,20 cm<sup>2</sup>; 192,61 cm<sup>2</sup> e 225,42 cm<sup>2</sup>) e a tela de cor preta 80% aos 134 DAT (307,80 cm<sup>2</sup>). Os maiores valores médios ocorreram aos 31 e 134 DAT na tela azul (30,09 e 389,04 cm<sup>2</sup>); aos 53 DAT na tela vermelha (261,47 cm<sup>2</sup>); e verde dos 72 aos 114 DAT (197,47 cm<sup>2</sup>; 261,47 cm<sup>2</sup> e 322,79 cm<sup>2</sup>).

O desempenho geral das espécies (Tabela 20) foi similar ao apresentado para parâmetro MSF, sendo a ordem crescente: *P. pendula*, *P. platycephala*, *T. roseoalba*, *A. pavonina* e *T. impetiginosa*.

Entre os tratamentos, *P. pendula* e *T. impetiginosa* apresentaram, respectivamente, as menores e as maiores médias de AF na tela azul (32,16 e 453,79 cm<sup>2</sup>), preta 35% (34,71 e 437,72 cm<sup>2</sup>), preta 50% (33,94 e 407,58 cm<sup>2</sup>), pleno sol (20,60 e 352,68 cm<sup>2</sup>), verde (31,37 e 480,22 cm<sup>2</sup>) e tela na cor vermelha (35,40 e 464,51 cm<sup>2</sup>). Para a tela na cor preta 80%, o menor valor médio numérico (42,40 cm<sup>2</sup>) ocorreu em *P. platycephala* e o maior (407,23 cm<sup>2</sup>) em *T. impetiginosa*.

Tabela 20. Valores médios gerais da área foliar (cm<sup>2</sup>) das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	30,08 Aa	60,33 ABa	38,30 ABa	42,40 ABa	59,32 ABa	76,63 Bb	57,37 ABa	52,06
<i>P. pendula</i>	20,60 Aa	34,70 Aa	33,94 Aa	44,51 Aa	31,37 Aa	35,40 Aa	32,16 Aa	33,24
<i>T. impetiginosa</i>	352,68 Ad	437,72 BCd	407,58 Bd	407,23 Bc	480,22 Dd	464,51 CDe	453,78 CDd	429,10
<i>T. roseoalba</i>	151,47 Ab	170,17 Ab	170,67 Ab	164,93 Ab	155,69 Ab	175,83 Ac	182,77 Ab	167,36
<i>A. pavonina</i>	233,35 Ac	298,47 Bc	291,51 Bc	260,41 ABd	343,13 Cc	246,01 Ad	298,19 Bc	281,58
<b>Médias</b>	157,64	200,28	188,40	183,89	213,94	199,68	204,85	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 21 demonstra os valores totais de massa seca obtidos na última análise destrutiva.

Tabela 21. Valores médios da área foliar (cm<sup>2</sup>) aos 134 dias após transplante das espécies florestais tropicais, em função dos diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	67,47 Aa	154,30 Aa	76,24 Aa	75,55 Aa	128,85 Aa	178,95 Aa	133,38 Aa	116,39
<i>P. pendula</i>	47,80 Aa	114,48 Aa	84,43 Aa	88,86 Aa	70,03 Aa	70,25 Aa	72,65 Aa	78,35
<i>T. impetiginosa</i>	734,40 ABd	807,66 Bd	755,32 ABd	645,96 Ad	778,06 Bd	731,61 ABd	747,81 ABc	742,97
<i>T. roseoalba</i>	260,97 Ab	292,47Ab	296,15 Ab	299,61 Ab	306,38 Ab	303,36 Ab	335,64 Ab	299,23
<i>A. pavonina</i>	455,20 Ac	480,90 Ac	526,16 ABc	429,04 Ac	629,56 BCc	419,60 Ac	655,73 Cc	513,74
<b>Média</b>	313,17	369,96	347,66	307,80	382,58	340,75	389,04	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Modelos polinomiais foram gerados correlacionando as massas secas do caule, raiz, folhas (Tabela 22), total e área foliar(Tabela 23)com o tempo de crescimento das espécies.

A ampla maioria das espécies apresentaram curvas do diâmetro em função do tempo (x) nas fases iniciais (exponencial ou linear) da curva sigmoideal do crescimento, impossibilitando, portanto, a determinação do ponto (x) que fornece o valor máximo do mencionado parâmetro. Desta maneira, em relação à massa seca do caule, observou-se que para todas as espécies em todos os tratamentos também não foi possível determinar os valores de x que resultem nas MSC máximas, sendo necessário um período experimental maior de avaliação do parâmetro.

Quanto à MSR, observou-se que para todas as espécies em todos os tratamentos, os valores de massa coletados durante o período experimental (134 DAT) também referiram-se às duas fases iniciais da curva de crescimento, não sendo possível determinar os pontos que propiciassem a máxima MSR, necessitando-se de um período maior de avaliações para obtê-los.

Para a MSF, determinou-se os DAT para apenas *T. impetiginosa* nas telas preta 80% (212 DAT), verde (202 DAT) e vermelha (252 DAT). Os demais casos necessitam de mais dados para ajustes adequados dos modelos polinomiais.

Tendo em vista que para o caule, raiz e folhas, os valores obtidos de massa em função do tempo descrevem curvas exponenciais ou lineares, o mesmo ocorreu para

a massa seca total, e portanto, não foi possível estimar os dias que fornecem seus valores máximos.

Apenas para alguns tratamentos das espécies que apresentaram as maiores médias de área foliar foi possível determinar os dias onde as AFs máximas podem ser obtidas, portanto, determinou-se para *T. roseoalba* na condição a pleno sol (201 DAT), *T. impetiginosa* na tela preta 80% de sombreamento (156 DAT), cores verde (164 DAT) e vermelha (144 DAT) e *A. pavonina* nas telas preta 35% (160 DAT) e 80% (190 DAT).

Tabela 22. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os pontos de máximo (dy/dx) para as massas secas do caule, raiz e folhas em função do tempo (dias, x) de espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Massa Seca do Caule					Massa Seca da Raiz					Massa Seca das Folhas				
	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	R <sup>2</sup>	dy/dx	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	dy/dx	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	dy/dx	R <sup>2</sup>
<b>Pleno Sol</b>															
<i>P. platycephala</i>	0,2928	-1,03E-02	9,61E-05	0,8920	-	0,8489	-3,12E-02	2,56E-04	-	0,8608	0,5871	-2,28E-02	2,30E-04	-	0,9290
<i>P. pendula</i>	0,0628	-2,07E-03	2,56E-05	0,9910	-	0,0535	-2,03E-03	2,45E-05	-	0,9561	0,0366	-1,62E-03	3,80E-05	-	0,9803
<i>T. impetiginosa</i>	0,3007	-1,84E-02	3,04E-04	0,9950	-	0,7987	-3,85E-02	4,96E-04	-	0,9993	-0,2038	3,60E-03	2,68E-04	-	0,9907
<i>T. roseoalba</i>	0,2198	-9,17E-03	1,07E-04	0,9940	-	1,0085	-4,24E-02	4,72E-04	-	0,9835	-0,3942	1,61E-02	-7,76E-06	-	0,9775
<i>A. pavonina</i>	0,2949	-1,18E-02	1,69E-04	0,9920	-	0,0461	-5,17E-03	1,50E-04	-	0,9830	-0,1868	2,64E-03	1,79E-04	-	0,9930
<b>Preta 35%</b>															
<i>P. platycephala</i>	0,1169	-4,07E-03	5,11E-05	0,9790	-	0,1709	-6,66E-03	7,28E-05	-	0,9794	0,1458	-5,50E-03	1,06E-04	-	0,9877
<i>P. pendula</i>	0,1587	-5,43E-03	5,21E-05	0,9470	-	0,2343	-8,28E-03	6,95E-05	-	0,9005	0,5316	-1,91E-02	1,71E-04	-	0,9217
<i>T. impetiginosa</i>	0,2224	-1,37E-02	2,54E-04	0,9970	-	0,7258	-2,99E-02	3,56E-04	-	0,9780	-0,8003	2,65E-02	1,01E-04	-	0,9906
<i>T. roseoalba</i>	0,0391	-1,77E-03	5,11E-05	0,9780	-	0,2664	-1,55E-02	2,67E-04	-	0,9458	-0,4459	1,64E-02	-1,26E-05	-	0,9820
<i>A. pavonina</i>	0,1392	-4,39E-03	9,52E-05	0,9760	-	0,7336	-2,66E-02	2,68E-04	-	0,9643	-0,7759	2,81E-02	3,88E-06	-	0,9804
<b>Preta 50%</b>															
<i>P. platycephala</i>	0,1859	-7,08E-03	7,80E-05	0,9820	-	0,3997	-1,60E-02	1,52E-04	-	0,9831	0,2281	-9,00E-03	1,37E-04	-	0,9747
<i>P. pendula</i>	0,0346	-1,31E-03	2,57E-05	0,9990	-	0,1206	-4,42E-03	4,35E-05	-	0,9730	0,1945	-8,19E-03	1,01E-04	-	0,9967
<i>T. impetiginosa</i>	-0,3266	8,89E-03	9,18E-05	0,9870	-	-0,1957	3,61E-03	1,24E-04	-	0,9996	-0,8231	3,73E-02	-1,84E-05	-	0,9749
<i>T. roseoalba</i>	-0,0418	4,67E-04	3,46E-05	0,9810	-	1,2442	-5,12E-02	5,22E-04	-	0,9846	-0,2064	9,24E-03	2,56E-05	-	0,9978
<i>A. pavonina</i>	0,2294	-9,82E-03	1,41E-04	0,9850	-	0,5866	-2,28E-02	2,46E-04	-	0,9842	0,0583	-1,18E-03	1,67E-04	-	0,9896
<b>Preta 80%</b>															
<i>P. platycephala</i>	-0,0079	6,82E-04	1,12E-05	0,9980	-	0,0832	-3,15E-03	3,86E-05	-	0,9805	-0,1024	4,52E-03	1,23E-05	-	0,9982
<i>P. pendula</i>	0,0483	-1,33E-03	2,50E-05	0,9980	-	0,0728	-2,56E-03	2,78E-05	-	0,9918	0,1193	-4,22E-03	6,74E-05	-	0,9960
<i>T. impetiginosa</i>	-0,2892	7,12E-03	5,73E-05	0,9870	-	-0,0042	-2,81E-03	1,12E-04	-	0,9985	-1,2350	4,46E-02	-1,06E-04	211,09	0,9800
<i>T. roseoalba</i>	-0,0654	1,30E-03	1,99E-05	0,9830	-	0,5509	-2,53E-02	2,83E-04	-	0,9982	-0,3693	1,18E-02	-2,08E-06	-	0,9769
<i>A. pavonina</i>	0,0137	-1,46E-03	6,23E-05	0,9950	-	0,3163	-1,20E-02	1,43E-04	-	0,9808	-0,4471	1,71E-02	7,10E-06	-	0,9849
<b>Verde</b>															
<i>P. platycephala</i>	0,1024	-3,76E-03	5,25E-05	0,9970	-	0,1744	-7,24E-03	7,97E-05	-	0,9969	0,1041	-4,48E-03	1,02E-04	-	0,9991
<i>P. pendula</i>	0,0737	-2,08E-03	2,61E-05	0,9370	-	0,1494	-5,20E-03	4,61E-05	-	0,8717	0,2021	-7,15E-03	8,08E-05	-	0,9270
<i>T. impetiginosa</i>	-1,0488	3,00E-02	-1,14E-05	0,9590	-	-0,2568	2,82E-03	1,50E-04	-	0,9929	-1,8595	6,76E-02	-1,67E-04	202,35	0,9893
<i>T. roseoalba</i>	0,1254	-5,23E-03	7,11E-05	0,9920	-	1,1790	-4,74E-02	4,65E-04	-	0,9566	0,0544	-7,40E-04	8,39E-05	-	0,9895
<i>A. pavonina</i>	0,2889	-1,11E-02	1,52E-04	0,9800	-	1,0345	-3,87E-02	3,74E-04	-	0,9418	0,0977	1,32E-03	1,54E-04	-	0,9692
<b>Vermelho</b>															
<i>P. platycephala</i>	0,0917	-3,86E-03	6,30E-05	0,9970	-	0,0559	-3,83E-03	7,10E-05	-	0,9819	0,1321	-6,22E-03	1,38E-04	-	0,9955
<i>P. pendula</i>	-0,0469	1,68E-03	6,84E-06	0,9810	-	0,0721	-2,63E-03	3,24E-05	-	0,9851	0,0392	-2,46E-03	6,37E-05	-	0,9849

<i>T. impetiginosa</i>	-0,5699	1,58E-02	8,86E-05	0,9960	-	-0,2506	4,58E-03	1,57E-04	-	0,9967	-1,4159	5,58E-02	-1,11E-04	251,83	0,9901
<i>T. roseoalba</i>	-0,0841	1,82E-03	2,72E-05	0,9700	-	0,2069	-1,49E-02	2,63E-04	-	0,9733	-0,3712	1,22E-02	1,47E-05	-	0,9633
<i>A. pavonina</i>	0,0147	-1,69E-03	7,59E-05	0,9810	-	0,5906	-2,27E-02	2,39E-04	-	0,9579	-0,7301	2,60E-02	-2,47E-05	-	0,9857
<b>Azul</b>															
<i>P. platycephala</i>	-0,0159	7,41E-04	2,21E-05	0,9820	-	0,0738	-3,87E-03	6,51E-05	-	0,9979	-0,0614	1,52E-03	7,59E-05	-	0,9970
<i>P. pendula</i>	0,0070	-1,67E-04	1,73E-05	0,9910	-	0,1315	-4,66E-03	4,49E-05	-	0,9612	0,1282	-5,40E-03	7,76E-05	-	0,9979
<i>T. impetiginosa</i>	-0,6127	1,59E-02	7,15E-05	0,9720	-	-0,5260	1,18E-02	1,19E-04	-	0,9706	-1,1929	4,72E-02	-5,81E-05	-	0,9979
<i>T. roseoalba</i>	-0,1163	3,26E-03	1,29E-05	0,9860	-	-0,1119	-4,17E-03	1,86E-04	-	0,9696	-0,3026	1,10E-02	1,47E-05	-	0,9974
<i>A. pavonina</i>	0,2478	-1,02E-02	1,45E-04	0,9870	-	0,6520	-2,41E-02	2,61E-04	-	0,9700	0,5991	-1,79E-02	2,95E-04	-	0,9411

Tabela 23. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os pontos de máximo ( $dy/dx$ ) para a massa seca total e área foliar em função do tempo (dias,  $x$ ) de espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Massa Seca Total					Área Foliar				
	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$dy/dx$	$R^2$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$dy/dx$	$R^2$
<b>Pleno Sol</b>										
<i>P. platycephala</i>	1,7288	-6,44E-02	5,83E-04	-	0,8990	-2,3495	7,24E-02	3,27E-03	-	0,9880
<i>P. pendula</i>	0,1527	-5,72E-03	8,80E-05	-	0,9800	6,6439	-1,46E-01	3,22E-03	-	0,9550
<i>T. impetiginosa</i>	0,8957	-5,33E-02	1,07E-03	-	0,9980	-46,0419	2,15E+00	2,72E-02	-	0,9820
<i>T. roseoalba</i>	0,8342	-3,55E-02	5,72E-04	-	0,9860	-73,9672	3,60E+00	-8,98E-03	200,45	0,9610
<i>A. pavonina</i>	0,1541	-1,43E-02	4,98E-04	-	0,9970	-89,2639	3,63E+00	2,75E-03	-	0,9680
<b>Preta 35%</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,4338	-1,62E-02	2,30E-04	-	0,9850	30,9000	-1,09E+00	1,48E-02	-	0,9760
<i>P. pendula</i>	0,9248	-3,28E-02	2,92E-04	-	0,9230	53,0640	-1,81E+00	1,62E-02	-	0,9030
<i>T. impetiginosa</i>	0,1478	-1,71E-02	7,11E-04	-	0,9920	-211,0603	8,54E+00	-7,24E-03	-	0,9980
<i>T. roseoalba</i>	-0,1403	-8,49E-04	3,06E-04	-	0,9650	-98,7735	4,17E+00	-9,47E-03	-	0,9970
<i>A. pavonina</i>	0,0966	-2,90E-03	3,67E-04	-	1,0000	-242,1867	9,39E+00	-2,93E-02	160,24	0,9760
<b>Preta 50%</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,8137	-3,20E-02	3,67E-04	-	0,9810	-3,7828	2,28E-01	2,87E-03	-	0,9670
<i>P. pendula</i>	0,3499	-1,39E-02	1,70E-04	-	0,9970	11,5972	-4,70E-01	7,57E-03	-	0,9930
<i>T. impetiginosa</i>	-1,3451	4,98E-02	1,98E-04	-	0,9930	-174,6999	7,82E+00	-8,06E-03	-	0,9730
<i>T. roseoalba</i>	0,9959	-4,15E-02	5,82E-04	-	0,9940	-66,4960	3,44E+00	-5,90E-03	-	0,9930
<i>A. pavonina</i>	0,8742	-3,38E-02	5,53E-04	-	0,9890	-163,0811	6,43E+00	-9,61E-03	-	0,9960
<b>Preta 80%</b>										
<i>P. platycephala</i>	-0,0272	2,05E-03	6,22E-05	-	0,9960	-10,1881	6,17E-01	1,80E-04	-	0,9950
<i>P. pendula</i>	0,2404	-8,10E-03	1,20E-04	-	0,9970	-9,8434	4,32E-01	2,30E-03	-	0,9910
<i>T. impetiginosa</i>	-1,5280	4,89E-02	6,40E-05	-	0,9890	-288,7855	1,23E+01	-3,95E-02	155,70	0,9990

<i>T. roseoalba</i>	0,1163	-1,22E-02	3,00E-04	-	0,9980	-118,0273	4,11E+00	-7,05E-03	-	0,9750
<i>A. pavonina</i>	-0,1171	3,67E-03	2,13E-04	-	0,9980	-172,3335	7,03E+00	-1,85E-02	190,00	0,9960
<b>Verde</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,3811	-1,55E-02	2,34E-04	-	0,9990	-2,1146	9,16E-02	6,65E-03	-	0,9990
<i>P. pendula</i>	0,4252	-1,44E-02	1,53E-04	-	0,9170	-4,4777	1,40E-01	3,00E-03	-	0,9920
<i>T. impetiginosa</i>	-3,1652	1,00E-01	-2,85E-05	-	0,9870	-364,1744	1,45E+01	-4,41E-02	164,40	0,9870
<i>T. roseoalba</i>	1,3587	-5,33E-02	6,20E-04	-	0,9790	-15,3130	1,16E+00	9,30E-03	-	0,9760
<i>A. pavonina</i>	1,4209	-4,84E-02	6,79E-04	-	0,9640	-236,3920	8,60E+00	-1,64E-02	-	0,9670
<b>Vermelho</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,2796	-1,39E-02	2,72E-04	-	0,9940	1,6885	-2,44E-01	1,18E-02	-	0,9950
<i>P. pendula</i>	0,0643	-3,39E-03	1,03E-04	-	0,9920	-1,9267	1,56E-01	3,02E-03	-	0,9800
<i>T. impetiginosa</i>	-2,2365	7,61E-02	1,35E-04	-	0,9970	-324,8597	1,45E+01	-5,05E-02	143,56	0,9850
<i>T. roseoalba</i>	-0,2483	-8,83E-04	3,05E-04	-	0,9760	-123,5910	4,43E+00	-8,39E-03	-	0,9560
<i>A. pavonina</i>	-0,1249	1,62E-03	2,90E-04	-	0,9890	-166,8145	6,59E+00	-1,64E-02	-	0,9970
<b>Azul</b>										
<i>P. platycephala</i>	-0,0035	-1,61E-03	1,63E-04	-	0,9970	-5,3218	8,73E-02	6,85E-03	-	0,9820
<i>P. pendula</i>	0,2666	-1,02E-02	1,40E-04	-	0,9970	2,1862	-3,32E-02	4,04E-03	-	0,9860
<i>T. impetiginosa</i>	-2,3315	7,48E-02	1,32E-04	-	0,9860	-225,1385	1,07E+01	-2,54E-02	-	0,9990
<i>T. roseoalba</i>	-0,5309	1,01E-02	2,14E-04	-	0,9850	-74,2597	3,04E+00	6,53E-04	-	0,9890
<i>A. pavonina</i>	1,4990	-5,21E-02	7,01E-04	-	0,9640	1,3710	1,12E+00	2,52E-02	-	0,9340

### 3.2.2. Taxas de crescimento

O índice de área foliar (IAF), assim como afirma Lucchesi (1984), determina a velocidade ou capacidade das partes aéreas do vegetal (área foliar) ocuparem a área de solo disponível. Desta maneira, um valor de IAF igual a 2 infere que 2 m<sup>2</sup> de área foliar estão ocupando 1 m<sup>2</sup> de solo.

A partir da análise da Tabela 24, verificou-se que as espécies com os menores valores médios de IAF foram *P. pendula* nos tratamentos pleno sol (0,13); tela preta 35% (0,21); preta 50% (0,21); verde (0,20); vermelho (0,21) e azul (0,19); e *P. platycephala* na preta 80% (0,27); enquanto as maiores ocorreram em sua totalidade para *T. impetiginosa* (pleno sol: 2,14; preta 35%: 2,65; preta 50%: 2,47; preta 80%: 2,47; verde: 2,91; vermelho: 2,81 e azul: 2,75).

O tratamento onde as plantas encontravam-se na condição a pleno sol observou-se os menores valores médios do IAF para todas as espécies; já os maiores ocorreram na tela de cor verde nas espécies *T. impetiginosa* (2,91) e *A. pavonina* (1,81), vermelha para *P. platycephala* (0,46), preta 80% para *P. pendula* (0,27) e azul para *T. roseoalba* (1,11).

O incremento em ordem crescente dos valores médios do IAF foram: tratamentos pleno sol, preta 80%, preta 50%, vermelho, preta 35%, azul e verde. E entre as espécies, a sequência foi *P. pendula*, *P. platycephala*, *T. roseoalba*, *A. pavonina* e *T. impetiginosa*.

Tabela 24. Valores médios gerais do índice de área foliar (m<sup>2</sup>.m<sup>-2</sup>) de florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,18	0,37	0,23	0,26	0,36	0,46	0,35	0,32
<i>P. pendula</i>	0,13	0,21	0,21	0,27	0,20	0,21	0,19	0,20
<i>T. impetiginosa</i>	2,14	2,65	2,47	2,47	2,91	2,81	2,75	2,60
<i>T. roseoalba</i>	0,92	1,03	1,03	0,10	0,94	1,07	1,11	1,01
<i>A. pavonina</i>	1,41	1,81	1,77	1,58	2,08	1,49	1,81	1,71
<b>Médias</b>	0,96	1,21	1,14	1,11	1,30	1,21	1,24	-

A razão de área foliar (RAF) é tida como o quociente entre o tecido assimilatório (superfície foliar) e a matéria seca total da planta (SILVA; BELTRÃO; AMORIM NETO, 2000), indicando a AF (m<sup>2</sup>) necessária para produzir 1g de MST (MAGALHÃES, 1979).



Tendo em vista as médias de RAF obtidas (Tabela 25), verificou-se que a tela preta 80% e a condição pleno sol propiciaram, respectivamente, os maiores e menores valores médios do mencionado parâmetro foi na condição a pleno sol para todas as espécies (em  $m^2 \cdot g^{-1}$  - *P. platycephala*: 0,0066 e 0,0027; *P. pendula*: 0,0082 e 0,0053; *T. impetiginosa*: 0,0134 e 0,0069; *T. roseoalba*: 0,0107 e 0,0060 e *A. pavonina*: 0,0136 e 0,0078).

Com relação as espécies, *P. pendula* apresentou os menores valores médios de RAF nos tratamentos tela de cor preta 35% e vermelha, enquanto que nos demais, *P. platycephala* destacou-se. Já os maiores valores médios de RAF ocorreram para *A. pavonina* em todos tratamentos.

Tabela 25. Valores médios gerais da razão de área foliar ( $m^2 \cdot g^{-1}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,0027	0,0064	0,0034	0,0066	0,0060	0,0058	0,0049	0,0051
<i>P. pendula</i>	0,0053	0,0061	0,0059	0,0082	0,0067	0,0058	0,0058	0,0063
<i>T. impetiginosa</i>	0,0069	0,0098	0,0093	0,0134	0,0098	0,0090	0,0092	0,0096
<i>T. roseoalba</i>	0,0060	0,0075	0,0075	0,0107	0,0079	0,0082	0,0090	0,0081
<i>A. pavonina</i>	0,0078	0,0106	0,0114	0,0136	0,0118	0,0104	0,0104	0,0109
<b>Médias</b>	0,0057	0,0081	0,0075	0,0105	0,0084	0,0078	0,0079	-

A taxa de crescimento da cultura (TCC) representa a quantidade de massa seca acumulada por unidade de área em função do tempo (PEIXOTO; CRUZ; PEIXOTO, 2011), representando a capacidade de produção de fitomassa, ou seja, a produtividade primária da cultura (SILVA; BELTRÃO; AMORIM NETO, 2000).

A partir da análise das médias de TCC obtidos (Tabela 26), verificou-se que *T. impetiginosa* apresentou em todos os tratamentos os maiores valores médios (em  $g \cdot m^{-2} \text{ área do solo} \cdot \text{dia}^{-1}$  - pleno sol: 7,73; preta 35%: 6,3; preta 50%: 5,24; preta 80%: 3,47; verde: 5,51; vermelha: 6,09 e azul: 5,52) enquanto que os menores valores médios (em  $g \cdot m^{-2} \text{ área do solo} \cdot \text{dia}^{-1}$  - pleno sol: 0,43; preta 35%: 0,5; preta 50%: 0,69; preta 80%: 0,73; verde: 0,69; vermelho: 0,81; azul: 0,79) referiram-se a *P. pendula* na totalidade dos tratamentos.

Os tratamentos que forneceram os menores valores médios de TCC foram na condição a pleno sol para as espécies *P. platycephala* e *P. pendula*, e tela preta 80% para *T. impetiginosa*, *T. roseoalba* e *A. pavonina*. Já os maiores valores da taxa

de crescimento ocorreram na tela vermelha para as espécies *Parkia*, preta 50% para *T. roseoalba*, pleno sol para *T. impetiginosa* e azul para *A. pavonina*.

No geral, a tela preta 80% forneceu os menores incrementos de MS, e a condição a pleno sol os maiores.

Tabela 26. Valores médios gerais da taxa de crescimento da cultura ( $\text{g.m}^{-2}_{\text{área do solo}} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,63	1,05	0,86	0,76	1,45	1,82	1,25	1,12
<i>P. pendula</i>	0,43	0,50	0,69	0,73	0,69	0,81	0,79	0,66
<i>T. impetiginosa</i>	7,43	6,30	5,24	3,47	5,51	6,09	5,52	5,65
<i>T. roseoalba</i>	3,04	3,23	3,50	2,25	3,29	2,91	2,55	2,97
<i>A. pavonina</i>	4,17	3,53	3,68	2,34	4,33	3,15	4,36	3,65
<b>Médias</b>	3,12	2,91	2,80	1,91	3,05	2,96	2,89	-

A taxa de crescimento relativo (TCR), assim como salientam Silva et al. (2011), trata-se do índice fisiológico mais ecologicamente significativa e útil, tendo em vista que refere-se à eficiência da produção de nova massa seca a partir de outra pré-existente. Desta maneira, a mesma é apropriada para avaliar o crescimento vegetal, o qual depende da quantidade de material acumulado gradualmente (PEIXOTO; CRUZ; PEIXOTO, 2011).

Considerando-se as médias de TCR obtidas (Figura 27), verificou-se que os maiores valores médios referiram-se à *T. impetiginosa* e os menores para *P. pendula* em todos os tratamentos testados.

Referindo-se aos tratamentos ao nível das espécies, a tela azul proporcionou os menores valores médios de TCR para *T. impetiginosa* e *T. roseoalba* e a tela preta 35% de sombreamento para *P. platycephala*, *P. pendula* e *A. pavonina*. O tratamento testemunha resultou no maior valor médio de TCR para *T. impetiginosa*; a tela preta 50% para *P. pendula* e *A. pavonina*; a preta 80% para *T. roseoalba* e a de cor vermelha para *P. platycephala*.

Observou-se de maneira geral, que a tela preta 35% apresentou o menor valor médio (em  $\text{g.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$  - *P. platycephala*: 0,0236; *P. pendula*: 0,0234; *T. impetiginosa*: 0,0353; *T. roseoalba*: 0,0361; *A. pavonina*: 0,0282) de TCR, e a tela na cor vermelha o maior (em  $\text{g.g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$  - *P. platycephala*: 0,0315; *P. pendula*: 0,0300; *T. impetiginosa*: 0,0350; *T. roseoalba*: 0,0382 e *A. pavonina*: 0,0282).

Tabela 27. Valores médios gerais da taxa de crescimento relativo ( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>P. platycephala</i>	0,0269	0,0236	0,0279	0,0256	0,0305	0,0315	0,0270	0,0276
<i>P. pendula</i>	0,0270	0,0234	0,0302	0,0272	0,0296	0,0300	0,0300	0,0282
<i>T. impetiginosa</i>	0,0353	0,0353	0,0323	0,0314	0,0339	0,0350	0,0308	0,0334
<i>T. roseoalba</i>	0,0352	0,0361	0,0352	0,0398	0,0382	0,0382	0,0351	0,0368
<i>A. pavonina</i>	0,0328	0,0282	0,0331	0,0283	0,0304	0,0327	0,0323	0,0311
<b>Médias</b>	0,0314	0,0293	0,0317	0,0305	0,0325	0,0335	0,0310	0,0314

A taxa assimilatória líquida (TAL) evidencia as alterações na biomassa formada com a energia luminosa recebida, em peso de matéria seca pela unidade de área foliar por unidade de tempo (LUCCHESI, 1984). Sendo assim, a mesma expressa a taxa de fotossíntese líquida (medida da eficiência fotossintética da planta) (BENINCASA, 2003).

No presente estudo observou-se que a espécie com maior valor médio geral (Tabela 28) de TAL foi *P. platycephala* ( $3,71 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), enquanto o menor valor ocorreu em *A. pavonina* ( $2,46 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ). Entre os tratamentos, os menores valores foram observados na tela preta 80% e os maiores na condição a pleno sol.

Observou-se considerável variabilidade dentre os tratamentos que proporcionaram as maiores taxas assimilatórias entre as espécies, tendo sido a condição a pleno sol para *T. impetiginosa* e *A. pavonina* ( $3,76$  e  $3,31 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ); tela verde para *T. roseoalba* ( $3,51 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ); vermelha para *P. platycephala* ( $4,37 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), e azul para *P. pendula* ( $3,93 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ).

Ao nível de espécie, os menores valores médios de TAL foram observados em *A. pavonina* na condição a pleno sol ( $3,31 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), tela preta 35% ( $2,28 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), preta 50% ( $2,34 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), verde ( $2,38 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) e vermelha ( $2,50 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ). Na tela preta 80% e azul, *T. impetiginosa* apresentou os menores valores médios ( $1,66$  e  $2,37 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ).

Os maiores valores médios entre as espécies ocorreram para *T. impetiginosa* na condição do pleno sol ( $3,76 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), *T. roseoalba* na tela preta 35% ( $3,23 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), *P. pendula* na azul ( $3,93 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{área do solo}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) e a *P.*

*platycephala* nos demais (em  $\text{g.m}^{-2}_{\text{área do solo} \cdot \text{dia}^{-1}}$  - preta 50%: 3,95, preta 80%: 3,14; verde: 4,02 e vermelho: 4,37).

Tabela 28. Valores médios gerais da taxa assimilatória líquida ( $\text{g.m}^{-2}_{\text{área do solo} \cdot \text{dia}^{-1}}$ ) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Taxa Assimilatória Líquida ( $\text{g.m}^{-2}_{\text{área do solo} \cdot \text{dia}^{-1}}$ )							Médias
	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	
<i>P. platycephala</i>	3,40	3,17	3,95	3,14	4,02	4,37	3,89	3,71
<i>P. pendula</i>	3,43	2,96	3,22	2,76	3,55	3,93	3,93	3,40
<i>T. impetiginosa</i>	3,76	2,62	3,02	1,66	2,45	2,66	2,37	2,65
<i>T. roseoalba</i>	3,48	3,23	3,30	2,45	3,51	3,10	2,71	3,11
<i>A. pavonina</i>	3,31	2,28	2,34	1,68	2,38	2,50	2,70	2,46
<b>Médias</b>	3,48	2,85	3,17	2,34	3,18	3,31	3,12	3,48

Os modelos polinomiais gerados para IAF e RAF encontram-se na Tabela 29, e os que referem-se a TCC, TCR e TAL, na Tabela 31.

As respostas das curvas para as taxas de crescimento diferiram entre si, sendo que a RAF apresentou uma curva exponencial ou linear decrescentes, tendo em vista que a mesma declina enquanto a planta cresce. A diminuição da RAF explica-se pelo auto-sombreamento e diminuição da AF fotossinteticamente ativa para a produção da MS (BENINCASA, 2003; PEIXOTO; CRUZ; PEIXOTO, 2011). Desta maneira, para a RAF, não foi possível encontrar o ponto de máximo da curva de crescimento.

Para o IAF, não foi possível determinar o tempo (x) que resultaria no valor máximo dessa taxa para a maioria dos casos, sendo, portanto, necessário um período maior de avaliações do crescimento para a obtenção de novos modelos matemáticos. As espécies onde os pontos (dias) foram determinados seguem: *T. impetiginosa* nas telas preta 80% (155 DAT), verde (165 DAT), vermelha (143 DAT) e azul (210 DAT); *T. roseoalba* a pleno sol (200 DAT) e tela preta 35% (220 DAT); e *A. pavonina* nas telas preta 35% (160 DAT), preta 80% (190 DAT) e vermelha (201 DAT).

Quanto ao IAF, ressalta-se que seu valor máximo não corresponde necessariamente ao IAF ótimo, ao qual é obtido quando o TCC alcança seu valor máximo (BRANDELERO et al., 2002). Benincasa (2003) complementa que geralmente o IAF ótimo ocorre nas fases iniciais do crescimento, quando o auto-sombreamento é mínimo.

Tabela 29. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2.x + a_3.x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo (dy/dx) para o índice (IAF) e a razão de área foliar (RAF) em função do tempo (dias, x) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécie	Índice de Área Foliar (IAF)					Razão de Área foliar (RAF)				
	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	dy/dx	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	dy/dx	R <sup>2</sup>
<b>Pleno Sol</b>										
<i>P. platycephala</i>	-0,0269	7,55E-04	1,98E-05	-	0,9941	-0,0042	3,66E-04	-2,21E-06	-	0,6638
<i>P. pendula</i>	0,0397	-8,63E-04	1,93E-05	-	0,9551	0,0043	1,44E-04	-1,02E-06	-	0,2972
<i>T. impetiginosa</i>	-0,2788	1,31E-02	1,65E-04	-	0,9824	0,0236	-2,46E-04	8,34E-07	-	0,9769
<i>T. roseoalba</i>	-0,4479	2,18E-02	-5,44E-05	200,32	0,9612	0,0253	-2,43E-04	6,74E-07	-	0,9829
<i>A. pavonina</i>	-0,5405	2,20E-02	1,67E-05	-	0,9676	0,0205	-1,72E-04	5,05E-07	-	0,8044
<b>Preta 35%</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,2659	-7,96E-03	9,55E-05	-	0,9856	0,0079	-2,91E-06	5,35E-09	-	0,0098
<i>P. pendula</i>	0,1672	-4,74E-03	4,85E-05	-	0,9746	0,0146	-1,40E-04	6,62E-07	-	0,9931
<i>T. impetiginosa</i>	-1,2781	5,17E-02	-4,38E-05	-	0,9982	0,0225	-1,13E-04	-5,55E-09	-	0,9189
<i>T. roseoalba</i>	-0,5981	2,53E-02	-5,74E-05	220,20	0,9973	0,0284	-3,13E-04	1,09E-06	-	0,8995
<i>A. pavonina</i>	-1,4666	5,69E-02	-1,77E-04	160,35	0,9760	0,0076	2,11E-04	-1,57E-06	-	0,8676
<b>Preta 50%</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,0421	7,35E-05	2,30E-05	-	0,9956	0,0167	-1,91E-04	8,01E-07	-	0,9127
<i>P. pendula</i>	0,1173	-3,81E-03	5,05E-05	-	0,9936	0,0147	-6,36E-05	4,76E-08	-	0,9887
<i>T. impetiginosa</i>	-1,0579	4,73E-02	-4,88E-05	-	0,9728	0,0266	-3,28E-04	1,46E-06	-	0,8654
<i>T. roseoalba</i>	-0,4026	2,08E-02	-3,57E-05	-	0,9927	0,0229	-1,08E-04	-2,31E-07	-	0,9416
<i>A. pavonina</i>	-0,9876	3,89E-02	-5,82E-05	-	0,9965	0,0120	1,80E-04	-1,56E-06	-	0,8802
<b>Preta 80%</b>										
<i>P. platycephala</i>	-0,0521	3,35E-03	3,85E-06	-	0,9963	0,0114	-2,29E-05	-1,58E-07	-	0,8521
<i>P. pendula</i>	-0,0042	1,41E-03	2,00E-05	-	0,9894	0,0133	-1,15E-05	-2,68E-07	-	0,8892
<i>T. impetiginosa</i>	-1,7488	7,43E-02	-2,39E-04	155,18	0,9993	0,0332	-2,40E-04	5,06E-07	-	0,8926
<i>T. roseoalba</i>	-0,7146	2,49E-02	-4,27E-05	-	0,9747	0,0279	-1,09E-04	-3,56E-07	-	0,9013
<i>A. pavonina</i>	-1,0437	4,26E-02	-1,12E-04	189,92	0,9955	0,0134	2,01E-04	-1,72E-06	-	0,8863
<b>Verde</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,0411	-5,40E-04	4,56E-05	-	0,9989	0,0132	-8,10E-05	1,59E-07	-	0,8979
<i>P. pendula</i>	0,0343	-4,90E-04	2,49E-05	-	0,9921	0,0150	-1,14E-04	4,22E-07	-	0,6378
<i>T. impetiginosa</i>	-2,2054	8,78E-02	-2,67E-04	164,51	0,9873	0,0349	-4,33E-04	1,77E-06	-	0,9878
<i>T. roseoalba</i>	-0,0929	7,00E-03	5,63E-05	-	0,9762	0,0235	-1,54E-04	1,58E-07	-	0,9557
<i>A. pavonina</i>	-1,4315	5,21E-02	-9,95E-05	-	0,9668	-0,0019	4,64E-04	-2,88E-06	-	0,8811
<b>Vermelho</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,0451	-2,06E-03	7,38E-05	-	0,9928	0,0076	2,30E-05	-2,90E-07	-	0,7957
<i>P. pendula</i>	0,0083	4,07E-04	2,13E-05	-	0,9789	0,0178	-1,78E-04	6,34E-07	-	0,9508
<i>T. impetiginosa</i>	-1,9674	8,76E-02	-3,06E-04	143,20	0,9850	0,0345	-4,40E-04	1,78E-06	-	0,9902
<i>T. roseoalba</i>	-0,7484	2,69E-02	-5,08E-05	-	0,9559	0,0225	-1,16E-04	-7,27E-08	-	0,9737
<i>A. pavonina</i>	-1,0101	3,99E-02	-9,95E-05	200,60	0,9968	0,0150	6,56E-05	-9,05E-07	-	0,7301
<b>Azul</b>										
<i>P. platycephala</i>	0,0517	-1,30E-03	5,07E-05	-	0,9799	0,0076	1,42E-05	-2,24E-07	-	0,5699
<i>P. pendula</i>	0,0737	-1,38E-03	3,01E-05	-	0,9895	0,0179	-1,57E-04	4,43E-07	-	0,9557
<i>T. impetiginosa</i>	-1,3633	6,47E-02	-1,54E-04	210,25	0,9993	0,0308	-3,45E-04	1,28E-06	-	0,9742
<i>T. roseoalba</i>	-0,4496	1,84E-02	3,96E-06	-	0,9895	0,0251	-1,86E-04	3,68E-07	-	0,8395
<i>A. pavonina</i>	0,0084	6,77E-03	1,53E-04	-	0,9335	0,0149	2,18E-05	-5,37E-07	-	0,9391

Em relação à TCC (Tabela 31), os modelos que propiciaram a determinação de seus valores máximos referem-se à *A. pavonina* nas telas preta 35% (258 DAT) e preta 80% (170 DAT), *T. impetiginosa* nas telas preta 50% (170 DAT), preta 80%

(100 DAT), verde (93 DAT), vermelho (115 DAT) e azul (97 DAT); e *T. roseoalba* na tela azul (105 DAT).

A partir da determinação do tempo (x) que propicia o TCC máximo, empregou-se os modelos ajustados de IAF em função do tempo e determinou-se o IAF ótimo para cada caso (Tabela 30).

De acordo com os resultados obtidos, *T. impetiginosa* obteve IAF ótimo médio de 4,06; *T. roseoalba* de 1,53 e *A. pavonina* de 2,18. É importante considerar que tais valores referem-se às espécies na fenofase muda, e assim como Benincasa (2003) destaca, este índice tem mais sentido quando aplicado a comunidades vegetais ou culturas; sendo assim, a maioria dos estudos referentes ao IAF ótimo de espécies florestais reportados na literatura abrangem o aspecto de comunidades.

Tabela 30. Índices de área foliar ótimos obtidos para *T. impetiginosa*, *H. chrysotrichus* e *A. pavonina*.

	Índice de área foliar ótimo			
	-	<i>T. impetiginosa</i>	<i>T. roseoalba</i>	<i>A. pavonina</i>
Preta 35%	-	-	-	1,40
Preta 50%	5,58	-	-	-
Preta 80%	3,28	-	-	2,96
Verde	3,65	-	-	-
Vermelho	4,06	-	-	-
Azul	3,46	1,53	-	-
<b>Médias</b>	4,01	1,53		2,18

Quanto à TCR, foi possível determinar os pontos do eixo x que fornecem os valores máximos da taxa para a ampla maioria das espécies e tratamentos. Como o maior valor determinado foi de 118 DAT, todas as espécies alcançaram seu valor máximo de TCR durante o período de realização do experimento, ao qual prolongou-se por 134 DAT.

Para cada espécie, os valores de DAT obtidos variaram de 85 (preta 80%) a 99 (preta 35%) para *P. platycephala*; de 86 (vermelho) a 118 (preta 35%) para *P. pendula*; de 72 (vermelho) a 83 (pleno sol) para *T. impetiginosa*; de 79 (preta 35%) a 88 (verde) para *T. roseoalba*, e de 81 (azul) a 92 (verde) para *A. pavonina*.

Por fim, para a TAL, foram obtidos os valores de DAT que propiciam os valores máximos da mencionada taxa para a maioria das espécies, sendo que apenas em dois casos (*P. pendula* na tela verde e *A. pavonina* na azul), as espécies

não obtiveram suas taxas máximas alcançadas durante o período de realização das análises destrutivas.

Sendo assim, observou-se que para *P. platycephala*, os DAT que propiciam os valores máximos de TAL variaram de 94 (azul) a 101 (verde); para *P. pendula* variaram de 96 (vermelho) a 175 (verde); para *T. impetiginosa*, de 76 (preta 50%) a 95 (pleno sol); para *T. roseoalba*, de 86 (azul) a 114 (pleno sol); e para *A. pavonina*, de 87 (preta 35%) a 185 (azul).

Tabela 31. Modelos polinomiais ( $y = a_1 + a_2 \cdot x + a_3 \cdot x^2$ ), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e pontos de máximo (dy/dx) para a taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) em função do tempo (dias, x) das espécies florestais tropicais, em diferentes ambientes de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Espécies	Taxa de Crescimento da Cultura (TCC)					Taxa de Crescimento Relativo (TCR)					Taxa Assimilatória Líquida (TAL)				
	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	dy/dx	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	dy/dx	R <sup>2</sup>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	dy/dx	R <sup>2</sup>
<b>Pleno Sol</b>															
<i>P. platycephala</i>	-0,2791	6,22E-03	3,56E-05	-	0,8576	-0,0426	1,62E-03	-8,53E-06	94,91	0,8866	-3,6576	1,55E-01	-7,85E-04	98,71	0,6944
<i>P. pendula</i>	0,2222	-8,21E-03	1,00E-04	-	0,9137	-0,0171	9,78E-04	-5,11E-06	95,62	0,3571	-1,3618	8,19E-02	-3,17E-04	129,25	0,5667
<i>T. impetiginosa</i>	-4,0559	1,20E-01	4,19E-05	-	0,9488	-0,0477	2,24E-03	-1,34E-05	83,29	0,6808	-4,6300	1,93E-01	-1,02E-03	94,77	0,8270
<i>T. roseoalba</i>	-0,9263	3,57E-02	6,22E-05	-	0,9056	-0,0232	1,63E-03	-1,02E-05	79,81	0,2700	-1,3814	9,05E-02	-3,97E-04	113,92	0,4354
<i>A. pavonina</i>	-1,5467	4,92E-02	1,18E-04	-	0,9545	-0,0386	1,93E-03	-1,16E-05	83,32	0,5361	-2,9367	1,46E-01	-7,91E-04	92,30	0,5099
<b>Preta 35%</b>															
<i>P. platycephala</i>	-0,0986	-4,50E-05	1,21E-04	-	0,9918	-0,0255	1,09E-03	-5,53E-06	98,57	0,8348	-3,5155	1,48E-01	-7,57E-04	97,91	0,8233
<i>P. pendula</i>	0,3134	-1,23E-02	1,38E-04	-	0,9479	-0,0147	7,06E-04	-3,00E-06	117,60	0,7147	-1,9821	8,63E-02	-3,34E-04	129,28	0,8412
<i>T. impetiginosa</i>	-1,3485	5,17E-02	2,86E-04	-	0,8217	-0,0296	1,80E-03	-1,12E-05	80,65	0,3479	-1,7399	9,89E-02	-5,27E-04	93,78	0,3498
<i>T. roseoalba</i>	0,2112	7,61E-04	2,99E-04	-	0,5377	-0,0291	1,88E-03	-1,19E-05	78,75	0,2916	-1,9473	1,15E-01	-6,05E-04	95,16	0,2180
<i>A. pavonina</i>	-1,9729	7,31E-02	-1,42E-04	257,97	0,9902	-0,0241	1,42E-03	-8,62E-06	82,34	0,3689	-1,2832	8,77E-02	-5,04E-04	86,99	0,2379
<b>Preta 50%</b>															
<i>P. platycephala</i>	0,0786	-1,75E-03	9,71E-05	-	0,8999	-0,0148	1,06E-03	-6,15E-06	86,18	0,2061	-2,0797	1,27E-01	-6,32E-04	100,13	0,3515
<i>P. pendula</i>	0,1476	-8,87E-03	1,44E-04	-	0,9781	-0,0321	1,39E-03	-7,17E-06	96,89	0,6979	-2,8922	1,19E-01	-5,24E-04	113,19	0,7713
<i>T. impetiginosa</i>	-1,9688	1,07E-01	-3,17E-04	169,67	0,6457	-0,0119	1,41E-03	-9,63E-06	73,18	0,2153	-1,0828	1,21E-01	-7,90E-04	76,32	0,1812
<i>T. roseoalba</i>	0,6843	-3,00E-02	5,83E-04	-	0,9653	-0,0290	1,66E-03	-9,80E-06	84,67	0,3805	-0,8834	5,65E-02	-1,29E-04	-	0,7242
<i>A. pavonina</i>	0,3095	-1,04E-02	4,47E-04	-	0,8717	-0,0198	1,39E-03	-8,34E-06	83,33	0,2235	-0,7694	6,59E-02	-3,39E-04	97,34	0,1885
<b>Preta 80%</b>															
<i>P. platycephala</i>	-0,4389	1,51E-02	-2,24E-05	-	0,8045	-0,0280	1,40E-03	-8,23E-06	85,07	0,3913	-2,7964	1,36E-01	-7,25E-04	93,96	0,3907
<i>P. pendula</i>	-0,1447	3,26E-03	5,92E-05	-	0,9539	-0,0240	1,22E-03	-6,70E-06	91,04	0,4858	-1,9524	9,36E-02	-4,32E-04	108,33	0,6692
<i>T. impetiginosa</i>	-4,8037	1,83E-01	-9,24E-04	99,12	0,7814	-0,0353	2,05E-03	-1,34E-05	76,42	0,4834	-2,0378	1,02E-01	-6,18E-04	82,27	0,5655
<i>T. roseoalba</i>	-1,5381	4,74E-02	-6,32E-05	-	0,9624	-0,0602	2,80E-03	-1,71E-05	81,70	0,6242	-3,1017	1,34E-01	-7,31E-04	91,44	0,6862
<i>A. pavonina</i>	-1,6650	6,13E-02	-1,80E-04	169,86	0,9211	-0,0291	1,58E-03	-9,72E-06	81,30	0,4391	-1,2996	7,42E-02	-4,26E-04	87,07	0,3388
<b>Verde</b>															
<i>P. platycephala</i>	-0,2143	3,33E-03	1,41E-04	-	0,9886	-0,0357	1,63E-03	-9,17E-06	88,91	0,6328	-3,9426	1,71E-01	-8,47E-04	100,80	0,7852
<i>P. pendula</i>	0,8150	-2,83E-02	2,60E-04	-	0,7185	0,0254	1,20E-05	1,21E-07	-	0,0084	-0,1631	5,22E-02	-1,49E-04	175,24	0,2476
<i>T. impetiginosa</i>	-9,3052	3,54E-01	-1,91E-03	92,79	0,8538	-0,0418	2,38E-03	-1,57E-05	75,59	0,5138	-3,6687	1,77E-01	-1,10E-03	80,29	0,6332
<i>T. roseoalba</i>	2,4812	-9,18E-02	9,71E-04	-	0,9223	-0,0137	1,24E-03	-7,03E-06	88,18	0,1487	-0,1944	4,15E-02	-3,86E-05	-	0,5468
<i>A. pavonina</i>	3,1460	-1,08E-01	1,16E-03	-	0,7812	-0,0147	1,04E-03	-5,65E-06	92,02	0,1842	0,1638	3,75E-02	-1,59E-04	117,89	0,1002
<b>Vermelho</b>															
<i>P. platycephala</i>	-0,5904	1,27E-02	1,31E-04	-	0,9641	-0,0406	1,78E-03	-9,96E-06	89,34	0,7917	-5,0831	2,18E-01	-1,16E-03	94,07	0,8356
<i>P. pendula</i>	-0,4289	1,21E-02	1,22E-05	-	0,9461	-0,0399	1,80E-03	-1,04E-05	86,23	0,7062	-4,8915	2,01E-01	-1,05E-03	95,82	0,8208



<i>T. impetiginosa</i>	-4,2512	1,95E-01	-8,45E-04	115,48	0,7081	-0,0168	1,71E-03	-1,18E-05	72,26	0,2631	-1,5741	1,17E-01	-7,25E-04	80,42	0,2438
<i>T. roseoalba</i>	-2,1381	6,93E-02	-1,45E-04	-	0,7506	-0,0423	2,26E-03	-1,40E-05	80,61	0,3257	-3,1914	1,52E-01	-8,40E-04	90,34	0,3252
<i>A. pavonina</i>	-0,6468	3,15E-02	8,21E-05	-	0,7436	-0,0261	1,63E-03	-1,01E-05	80,50	0,2960	-1,6974	1,01E-01	-5,70E-04	88,92	0,2613
<b>Azul</b>															
<i>P. platycephala</i>	-1,0469	3,08E-02	-5,77E-05	-	0,8685	-0,0411	1,69E-03	-9,43E-06	89,61	0,9513	-5,2041	2,12E-01	-1,13E-03	93,84	0,9085
<i>P. pendula</i>	-0,0253	-1,37E-03	9,85E-05	-	0,9856	-0,0312	1,49E-03	-8,32E-06	89,59	0,5813	-3,4987	1,45E-01	-6,48E-04	111,92	0,8805
<i>T. impetiginosa</i>	-8,6384	3,23E-01	-1,66E-03	97,14	0,7851	-0,0350	2,01E-03	-1,31E-05	76,80	0,4578	-3,1876	1,53E-01	-9,24E-04	82,61	0,5782
<i>T. roseoalba</i>	-4,1663	1,42E-01	-6,80E-04	104,65	0,8254	-0,0477	2,44E-03	-1,55E-05	78,96	0,6154	-4,2445	1,83E-01	-1,07E-03	85,67	0,8644
<i>A. pavonina</i>	3,9021	-1,30E-01	1,30E-03	-	0,8276	-0,0032	8,21E-04	-4,68E-06	87,78	0,0769	0,6207	2,67E-02	-7,22E-05	184,57	0,1212

### 3.2.3. Partição da massa seca

A partição da massa seca total (%MST), entre os órgãos: folhas (%MSF), caule (%MSC) e raízes (%MSR) na espécie *P. platycephala* (Figura 4), demonstrou que pelo menos 42,71% (pleno sol aos 31 DAT) da MST das mudas foram alocados nas folhas, tendo alcançado o máximo de 66,60% na tela preta com 50% de sombreamento aos 53 DAT. Para o caule foi alocado o mínimo de 17,08%, referente à condição pleno sol aos 134 DAT, e o máximo de 40,11% aos 31 DAT em pleno sol; para as raízes, o valor mínimo de 13,00% ocorreu aos 53 DAT na tela preta 80%, e o máximo (36,66%), aos 134 DAT a pleno sol.

Observou-se em todos os tratamentos que inicialmente o percentual da alocação da MSC foi superior ao das raízes, tendo as proporções entre estas se invertido aos 93 DAT na tela preta 50%, azul e vermelho; aos 144 DAT na condição pleno sol e preta 35%; e aos 134 DAT na tela preta 80% e verde.

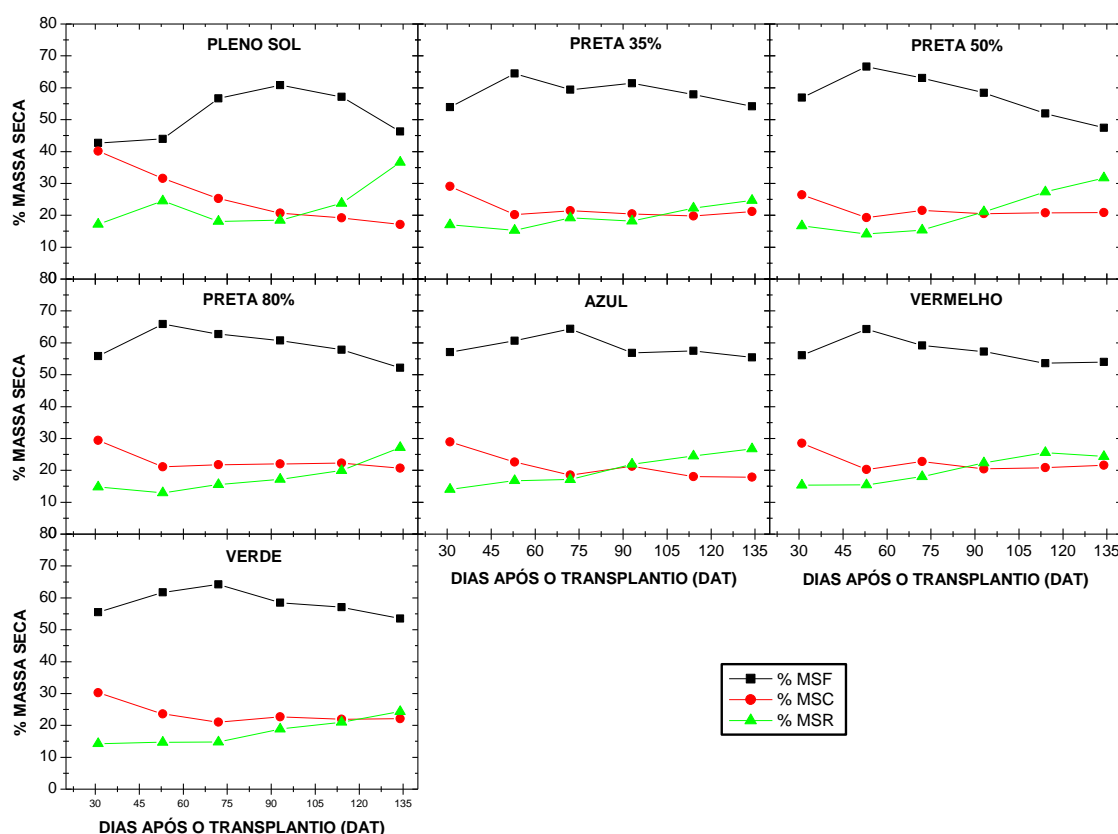


Figura 4. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie *P. platycephala* em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Os valores percentuais médios de MST alocada entre folhas, caule e raízes corresponderam, respectivamente a  $57,26 \pm 2,73\%$ ,  $22,76 \pm 1,50\%$  e  $19,98 \pm 1,80\%$ , considerando-se todos os tratamentos, sendo que os valores correspondentes a cada tratamento encontram-se na Tabela 32.

Observou-se que o maior valor médio (25,64%) de MSC ocorreu no tratamento a pleno sol, e o menor percentual (21,19), na tela azul. Além disto, o tratamento testemunha apresentou a maior media de %MSR (23,11) e a menor de %MSF (51,25), enquanto que a tela preta 80% demonstrou a maior porcentagem de MSF (59,18%) e menor na MSR (17,94 %).

Tabela 32. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie *P. platycephala* em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	%MSF	% MSC	%MSR
<b>Pleno Sol</b>	51,25	25,64	23,11
<b>Preta 35%</b>	58,54	22,02	19,43
<b>Preta 50%</b>	57,37	21,56	21,07
<b>Preta 80%</b>	59,18	22,88	17,94
<b>Azul</b>	58,63	21,19	20,18
<b>Vermelho</b>	57,41	22,41	20,18
<b>Verde</b>	58,41	23,60	17,98
<b>Médias</b>	$57,26 \pm 2,73$	$22,76 \pm 1,50$	$19,98 \pm 1,80$

Para *P. pendula* (Figura 5), os percentuais das partições mínimas e máximas observadas foram: 30,73 (tratamento azul, aos 31 DAT) e 60,28 (tela vermelha, 114 DAT) no órgão folha; 20,23 (azul, 134 DAT) e 45,84 (verde, 31 DAT) para o caule; e 13,38 (preta 80%, 72 DAT) e 28,15 (azul, 31 DAT) para as raízes.

Observou-se que aos 31 DAT, os tratamentos pleno sol, tela preta 35%, azul e verde apresentaram as porcentagens da partição MSC superior à MSF, entretanto, a partir da coleta subsequente (53 DAT), os valores percentuais de MSF foram superiores. Para a condição de pleno sol, tela preta com 35% de sombreamento, vermelha e azul, a partir dos 114 DAT, a partição de massa para as raízes das plantas foi superior ao acúmulo de massa seca no órgão caule.

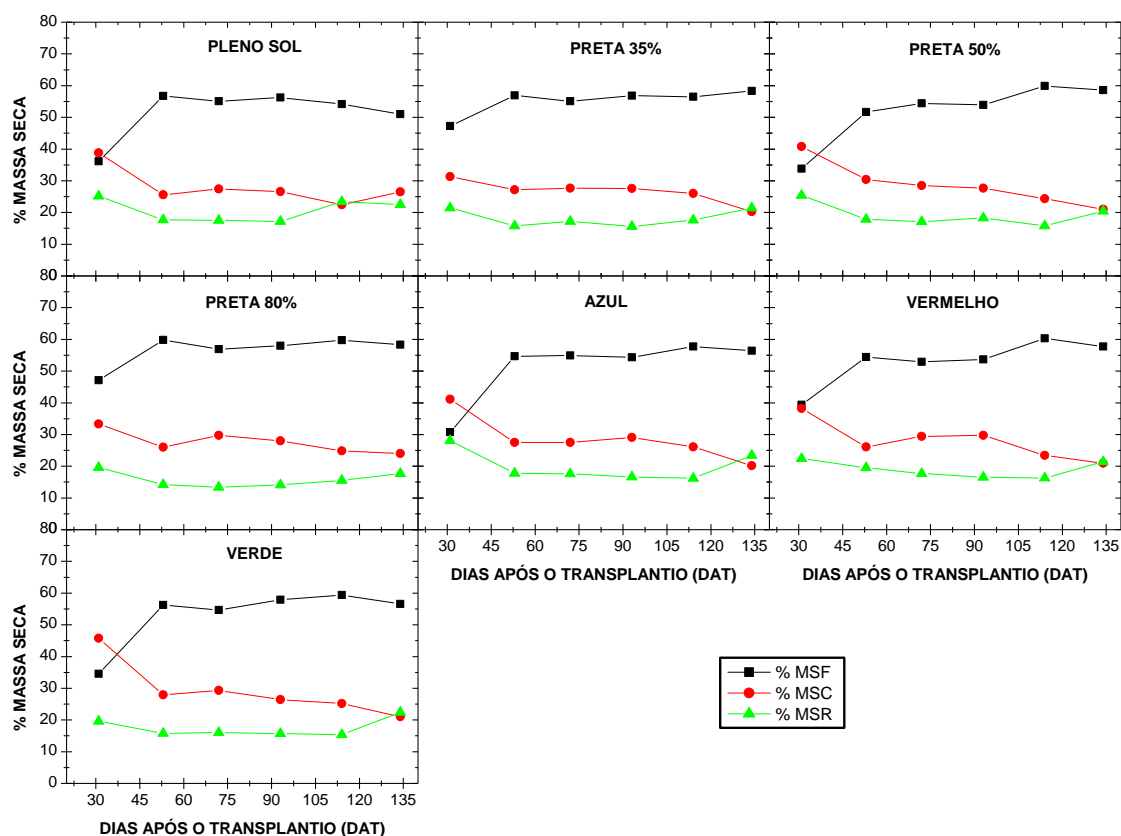


Figura 5. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie *P. pendula* em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Os percentuais médios gerais de MSF, MSC e MSR foram:  $53,31 \pm 1,93$ ,  $28,11 \pm 0,85$  e  $18,58 \pm 1,63$ ; sendo que para os tratamentos (Tabela 33), o menor valor em porcentagem de MSC ocorreu na tela cor preta 35% (26,70), e o maior (29,28) na verde. Os menores percentuais médios de MSF corresponderam à tela azul (51,47) e pleno sol (51,56), e o maior à tela preta 80% (56,62); quanto à MSR, a tela preta 80% apresentou a menor porcentagem média (15,73), e a condição pleno sol a maior (20,57).

Tabela 33. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie *P. pendula* em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	%MSF	% MSC	%MSR
Pleno Sol	51,56	27,87	20,57
Preta 35%	55,14	26,70	18,17
Preta 50%	52,07	28,77	19,16
Preta 80%	56,62	27,65	15,73
Azul	51,47	28,57	19,96
Vermelho	53,07	27,96	18,96
Verde	53,24	29,28	17,48
<b>Médias</b>	<b>53,31±1,93</b>	<b>28,11±0,85</b>	<b>18,58±1,63</b>

A massa seca das folhas para a espécie *T. impetiginosa* (Figura 6), apresentou valores percentuais entre 39,63 (tela vermelha, aos 134 DAT) e 72,31 (tela verde, aos 31 DAT); na partição caule, de 14,33% (tela preta 35%, aos 31 DAT) a 30,08% (verde, aos 114 DAT) e, com relação as raízes, de 9,57 (verde, 31 DAT) a 35,15% (pleno sol, aos 134 DAT).

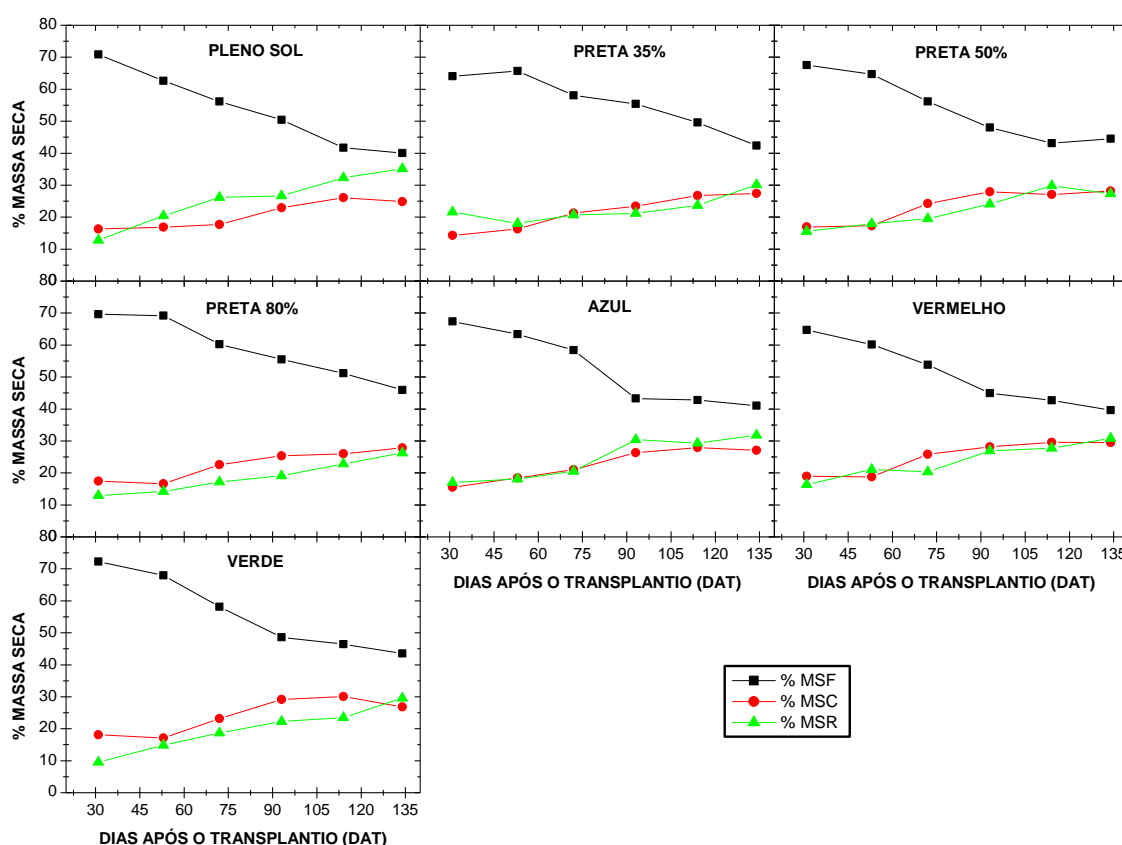


Figura 6. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie *T. Impetiginosa* em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

As proporções médias gerais para *T. impetiginosa* foram de  $54,57 \pm 2,52\%$  da massa seca alocada para as folhas,  $22,93 \pm 1,49\%$  para o caule e  $22,49 \pm 2,49\%$  para as raízes. Assim como demonstrado na Tabela 34, a tela preta 80% proporcionou o maior valor da MSF (58,61%), sendo a menor relativa ao tratamento da tela na cor vermelha (50,98 %). No órgão caule, observou-se que o tratamento pleno sol apresentou o menor percentual médio de MS (20,78) e a tela na cor vermelha, o maior valor (25,13 %), e por fim, o menor valor da MSR (18,76 %) correspondeu à tela preta 80%, e o maior ao tratamento pleno sol (25,58%).

Tabela 34. Percentuais médios de massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie *T. impetiginosa* em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	%MSF	% MSC	%MSR
<b>Pleno Sol</b>	53,64	20,78	25,58
<b>Preta 35%</b>	55,87	21,57	22,56
<b>Preta 50%</b>	54,02	23,60	22,38
<b>Preta 80%</b>	58,61	22,63	18,76
<b>Azul</b>	52,72	22,73	24,54
<b>Vermelho</b>	50,98	25,13	23,89
<b>Verde</b>	56,17	24,09	19,75
<b>Médias</b>	$54,57 \pm 2,52$	$22,93 \pm 1,49$	$22,49 \pm 2,49$

Para a espécie *T. roseoalba* (Figura 7) notou-se que os percentuais mínimos de MSF, MSC e MSR corresponderam, respectivamente, aos tratamentos tela preta 50% de sombreamento (26,09 aos 134 DAT); condição pleno sol (9,81 aos 73 DAT) e tela na cor verde (15,21 aos 31 DAT). Já os maiores percentuais médios corresponderam à tela verde (70,68 aos 31 DAT) para o órgão folha; à cobertura cor preta 35% (22,73 aos 31 DAT) para o caule; e preta 50% de sombreamento para as raízes (63,94% aos 134 DAT).

A proporção da %MSC mostrou-se praticamente constante para todos os tratamentos (desvio padrão de  $\pm 1,12\%$ ), e apenas nos tratamentos com tela de cor preta 35% (22,73) e preta 80% (17,52), os valores iniciais (31 DAT) foram superiores aos da %MSR (16,19 e 15,59, respectivamente).

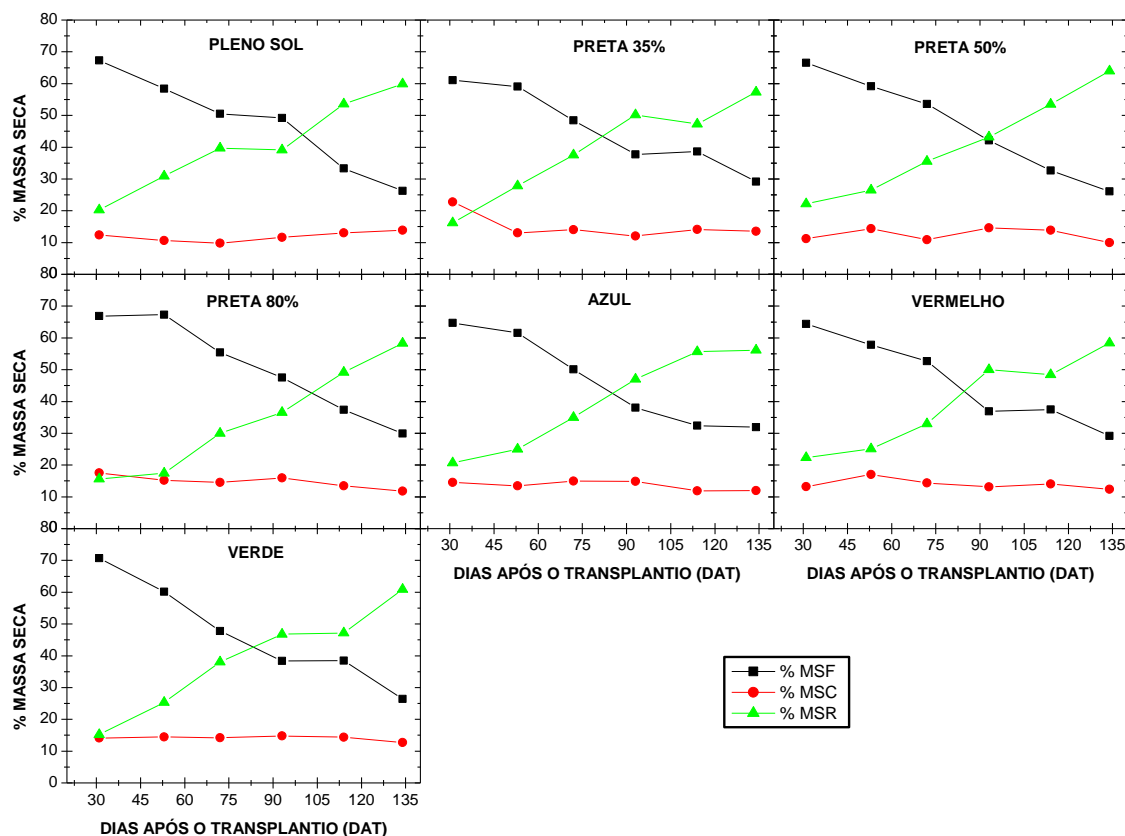


Figura 7. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie *T. rosealba* em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Considerando-se todos ambientes de cultivo, os valores dos percentuais médios da MSF, MSC e MSR foram de respectivamente  $47,21 \pm 1,65\%$ ,  $13,69 \pm 1,12\%$  e  $39,10 \pm 2,13\%$ . Entre os tratamentos (Tabela 35), a tela preta com 35% de sombreamento proporcionou o menor percentual médio da MSF ( $45,69$ ) e a tela na cor preta com 80% de sombreamento o maior ( $50,73\%$ ); quanto ao caule, o menor percentual ocorreu na condição a pleno sol ( $11,92$ ), e o maior na preta 50% ( $14,95\%$ ); para as raízes, na tela preta 80% verificou-se o menor valor de massa seca ( $34,52\%$ ) e a condição a pleno sol propiciou o surgimento do maior percentual de massa seca ( $40,59$ ).

Tabela 35. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie *T. roseoalba* em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	%MSF	% MSC	%MSR
<b>Pleno Sol</b>	47,50	11,91	40,59
<b>Preta 35%</b>	45,69	14,92	39,39
<b>Preta 50%</b>	46,69	12,49	40,82
<b>Preta 80%</b>	50,73	14,75	34,52
<b>Azul</b>	46,45	13,62	39,94
<b>Vermelho</b>	46,42	14,03	39,55
<b>Verde</b>	46,99	14,11	38,90
<b>Médias</b>	47,21 ± 1,65	13,69 ± 1,12	39,10 ± 2,13

Na partição da massa seca da espécie *A. pavonina* (Figura 8) foram observados valores de %MSF variando de 40,64 (tela verde, 134 DAT) a 69,37 (preta 35%, 93 DAT); na distribuição da %MSC de 13,26 (tela azul, 53 DAT) a 30,0 (pleno sol, 53 DAT), e de 15,29 (preta 35%, 93 DAT) a 38,26 (tela verde, 134 DAT) para a %MSR.

Em todos os tratamentos observou-se que a porcentagem da massa seca das folhas diminuiu com o decorrer do experimento, enquanto houve incremento de peso na massa do órgão raiz, aproximando-se consideravelmente dos valores encontrados no órgão folhas das plantas que estavam nos tratamentos tela de cor vermelha (MSF: 41,86 %; MSR: 36,17 %) e verde (MSF: 40,64 %; MSR: 38,26 %). Os percentuais iniciais da MSC foram similares aos encontrados para a MSR, sendo que apenas na tela verde seu valor (18,90%) foi superior ao da raiz (16,01%).

Os valores médios gerais (Tabela 36), englobando todos os tratamentos foram 56,17 ± 3,06% para as folhas; 19,87 ± 1,72% para o caule e 23,97 ± 1,54% para as raízes.

As menores e maiores médias de %MSF referiram-se, respectivamente, ao pleno sol (49,57) e tela preta 80% (58,61); para a %MSC, à azul (18,74) e ao pleno sol (23,66), e à %MSR, à tela preta 35% (22,15) e ao pleno sol (26,77).



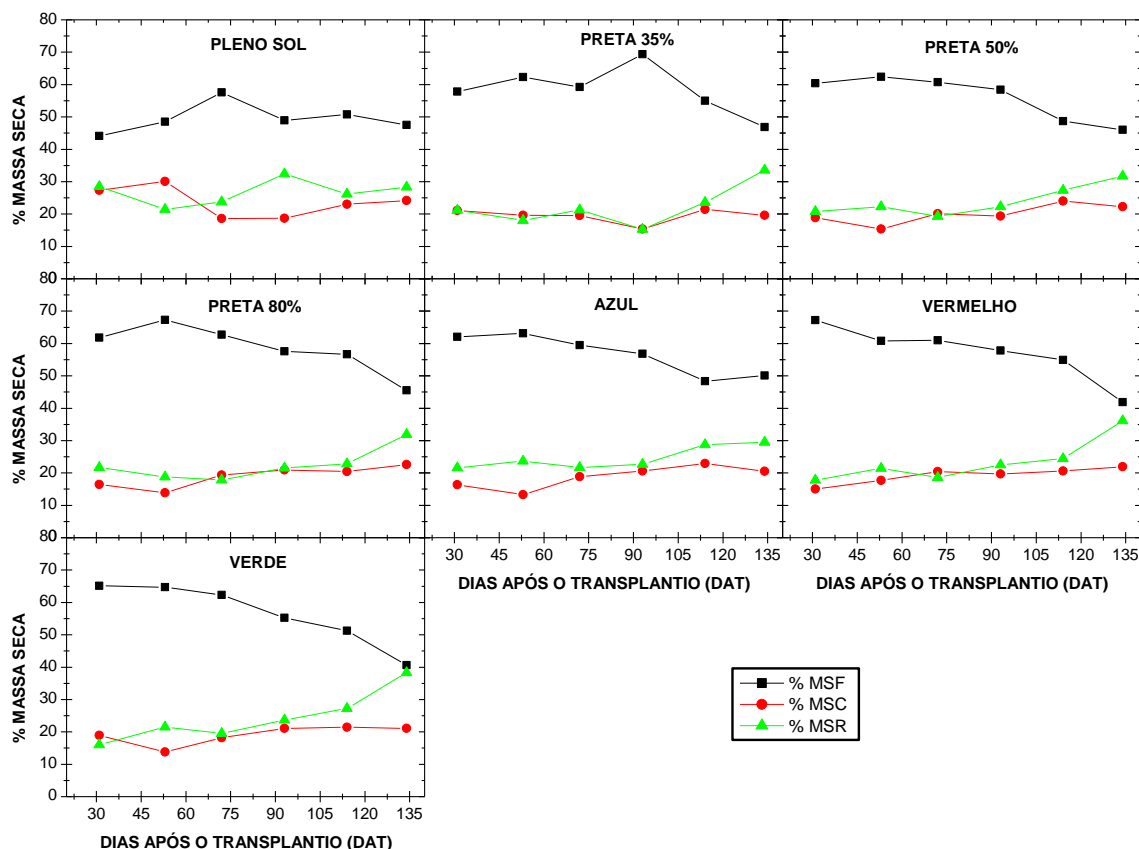


Figura 8. Distribuição da matéria seca, em percentual total da espécie *A. pavonina* em massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca das raízes (MSR) em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

Tabela 36. Percentuais médios da massa seca das folhas (MSF), caule (MSC) e raízes (MSR) particionados para a espécie *A. pavonina* em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	%MSF	% MSC	%MSR
<b>Pleno Sol</b>	49,57	23,66	26,77
<b>Preta 35%</b>	58,43	19,42	22,15
<b>Preta 50%</b>	56,08	19,98	23,94
<b>Preta 80%</b>	58,61	18,94	22,44
<b>Azul</b>	56,64	18,74	24,63
<b>Vermelho</b>	57,28	19,24	23,49
<b>Verde</b>	56,55	19,08	24,37
<b>Médias</b>	56,17±3,06	19,87±1,75	23,97±1,54

### 3.3. Correlação de Pearson

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), conforme Ribeiro Júnior (2013), mede a intensidade da manifestação da relação linear entre duas variáveis,

forneendo um valor adimensional que varia de -1 a 1, sendo que quanto mais próximo seu valor for da unidade positiva ou negativa, mais fortemente correlacionadas são as variáveis, e quanto mais próximo de zero, mais fraca é a correlação. Desta maneira, quanto mais correlacionadas estão, maior será a precisão na estimativa de uma variável em função da outra.

### 3.3.1. Variáveis não-destrutivas

A respeito dos coeficientes da correlação de Pearson obtidos a partir das relações lineares entre as variáveis não-destrutivas (Tabela 37), observou-se para a espécie *P. platycephala* que todos os tratamentos demonstraram para a variável NF os menores valores de “r”, sendo que o mesmo variou de 0,507 (na tela preta 80%) a 0,759 (na tela de cor azul) na correlação com a altura das mudas e de 0,623 (preta 80%) a 0,827 (azul) com o diâmetro das plantas. Entre a altura e o diâmetro, foram observados valores de “r” entre 0,820 (preta 80%) e 0,961 (preta 35%).

Para *P. pendula*, apenas a tela de cor vermelha apresentou valores de “r” entre as correlações NF/altura (0,879) e NF/diâmetro (0,921) superiores à relação altura/diâmetro (0,884). Nos demais tratamentos, a correlação entre as variáveis lineares foi mais forte do que as que envolveram o NF, variando de 0,826 (na tela preta 35%) a 0,968 (na tela de cor azul). O “r” entre NF e o parâmetro altura variou de 0,742 (pleno sol) a 0,879 (vermelha), e entre NF e diâmetro, de 0,742 (pleno sol) a 0,921 (vermelha).

Para *T. impetiginosa*, os valores de “r” referentes à correlação altura/diâmetro foram maiores, tendo variado de 0,921 (preta 35%) a 0,983 (verde). Entre NF e altura, o “r” situou-se entre 0,791 (preta 35%) e 0,951 (verde); e em relação ao diâmetro, entre 0,772 (pleno sol) e 0,927 (verde).

Para *T. roseoalba* nas telas preta 80% e azul, as correlações entre NF/altura (0,962 e 0,909, respectivamente) e NF/diâmetro (0,930 e 0,963) foram superiores às relações altura/diâmetro (0,884 e 0,870); na verde, a relação NF/altura (0,941) superou as demais; e nos tratamentos restantes, houve uma forte correlação entre a altura e o diâmetro. Os valores de “r” entre NF/altura variaram de 0,810 (pleno sol) a

0,962 (preta 80%); para NF/diâmetro, de 0,816 (preta 50%) e 0,963 (azul), e para altura/diâmetro de 0,884 (pleno sol e preta 80%) a 0,940 (verde).

Para *H. chrysotrichus*, a correlação altura/diâmetro mostrou-se superior às demais na condição a pleno sol (0,945), tela preta 50% (0,928) e azul (0,919); para os demais tratamentos, as variáveis com maiores correlações foram entre diâmetro e número de folhas.

Por fim, para *A. pavonina*, apenas a tela preta 35% demonstrou as relações NF/altura (0,893) e NF/diâmetro (0,956) mais fortes que entre altura e diâmetro (0,886). Os valores de “r” variaram de 0,886 (preta 35%) a 0,967 (azul) na correlação altura/diâmetro; de 0,740 (preta 50%) a 0,909 (azul) entre NF e altura; e de 0,783 (preta 50%) a 0,956 (preta 35%) entre NF e diâmetro.

Tabela 37. Coeficientes da correlação de Pearson para as variáveis não-destrutivas altura (A), diâmetro do colo (D) e número de folhas (NF), de espécies florestais tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

	Pleno Sol		Preta 35%		Preta 50%		Preta 80%		Verde		Vermelho		Azul	
	D	NF	D	NF	D	NF	D	NF	D	NF	D	NF	D	NF
<i>P. platycephala</i>														
A	0,843	0,629	0,961	0,727	0,904	0,707	0,82	0,507	0,938	0,687	0,904	0,698	0,919	0,759
D	-	0,671	-	0,716	-	0,715	-	0,623	-	0,671	-	0,773	-	0,827
<i>P. pendula</i>														
A	0,884	0,742	0,826	0,769	0,857	0,772	0,875	0,858	0,95	0,876	0,884	0,879	0,968	0,863
D	-	0,742	-	0,798	-	0,801	-	0,822	-	0,855	-	0,921	-	0,891
<i>T. impetiginosa</i>														
A	0,964	0,837	0,921	0,791	0,964	0,889	0,951	0,894	0,983	0,951	0,96	0,896	0,935	0,909
D	-	0,772	-	0,875	-	0,84	-	0,888	-	0,927	-	0,858	-	0,899
<i>T. roseo alba</i>														
A	0,884	0,81	0,907	0,811	0,903	0,822	0,884	0,962	0,94	0,941	0,913	0,89	0,87	0,909
D	-	0,818	-	0,822	-	0,816	-	0,93	-	0,924	-	0,886	-	0,963
<i>A. pavonina</i>														
A	0,941	0,877	0,886	0,893	0,932	0,74	0,943	0,903	0,898	0,873	0,932	0,872	0,967	0,909
D	-	0,928	-	0,956	-	0,783	-	0,897	-	0,83	-	0,923	-	0,884

### 3.3.2. Variáveis destrutivas

Os valores dos coeficientes de correlação de Pearson obtidos para as variáveis destrutivas encontram-se nas Tabela 38 e 39. A partir da análise das mesmas, constatou-se que para *P. platycephala*, de forma geral, as seis variáveis apresentaram uma forte correlação entre si, já que seus valores mínimos de “r”, por tratamento, foram de 0,759 (MSC/VR) a pleno sol; 0,923 (AF/VR) na tela preta 35%;

0,810 (MST/VR) na preta 50%; 0,830 (AF/VR) na preta 80%; 0,780 (MST/VR) na verde; 0,844 (MSR/VR) na azul e 0,895 (AF/VR) na vermelha.

Os maiores valores de “r” observados para cada tratamento de *P. platycephala* foram 0,985 (MSF/MST e MSR/MST) a pleno sol; 0,994 (MSF/MST) na tela preta 35%; 0,993 (MSC/MST) na preta 50%; 0,988 (MSF/MST) na preta 80%; 0,993 (MSF/MST) na verde; 0,991 (MSF/MST) na azul, e 0,993 (MSF/MST) na vermelha.

Para *P. pendula*, os valores máximos e mínimos de “r” por tratamento foram, respectivamente: 0,810 (MSR/VR) e 0,994 (MSF/MST) a pleno sol; 0,698 (MSR/VR) e 0,997 (MSF/MST) na tela preta 35%; 0,611 (MSF/VR) e 0,987 (MSF/AF) na preta 50%; 0,792 (MSR/VR) e 0,993 (MSF/MST) na preta 80%; 0,567 (AF/VR) e 0,985 (MSF/MST) na verde; 0,833 (MSR/VR) e 0,995 (MSF/MST) na azul; e 0,394 (MSR/VC) e 0,995 (MSF/MST) na vermelha.

Para a espécie *T. impetiginosa*, observou-se que os menores e maiores valores de “r” por tratamento foram 0,794 (MSC/VR) e 0,990 (MSC/MST e MSR/MST) para ao pleno sol; 0,876 (MSR/VR) e 0,985 (MSF/AF) para a preta 35%; 0,876 (MSF/VR) e 0,980 (MSR/MST) na preta 50%; 0,848 (MSR/AF) e 0,975 (MSF/MST) na preta 80%; 0,904 (MSR/VR) e 0,990 (MSC/MST) na verde; 0,719 (AF/VR) e 0,992 (MSC/MST); e 0,667 (AF/VR) e 0,987 (MSC/MST).

Para *T. roseoalba*, os valores mínimos e máximos apresentados no tratamento testemunha foram 0,647 (AF/VR) e 0,985 (MSR/MST); na tela preta 35%, foram 0,861 (MSR/AF) e 0,990 (MSC/MST); na preta 50%, 0,718 (MSC/VR) e 0,988 (MSR/MST); na preta 80%, 0,838 (MSR/AF) e 0,994 (MSF/AF); na verde, 0,696 (MSC/VR) e 0,991 (MST/AF); na azul, 0,561 (AF/VR) e 0,994 (MSR/MST); e na vermelha, 0,762 (MSC/VR) e 0,988 (MSR/MST).

Para *A. pavonina*, os tratamentos apresentaram os valores de “r” mínimos e máximos de 0,882 (MSR/AF) e 0,986 (MSF/MST) para o pleno sol; 0,756 (MSR/AF) e 0,967 (MSC/AF) na preta 35%; 0,838 (MSR/AF) e 0,994 (MSC/MST) na preta 50%; 0,849 (MSR/AF) e 0,985 (MSC/AF) na preta 80%; 0,747 (AF/VR) e 0,992 (MSC/AF) na verde; 0,717 (AF/VR) e 0,989 (MSF/MST) na azul; e 0,783 (MSR/AF) e 0,992 (MSC/MST).

Tabela 38. Coeficientes da correlação de Pearson para variáveis destrutivas massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), área foliar (AF) e volume de raízes (VR), para espécies florestais tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

	Pleno Sol					Preta 35%					Preta 50%					Preta 80%				
	MSC	MSR	MST	AF	VR	MSC	MSR	MST	AF	VR	MSC	MSR	MST	AF	VR	MSC	MSR	MST	AF	VR
<i>P. platycephala</i>																				
<b>MSF</b>	0,933	0,947	0,985	0,932	0,816	0,955	0,974	0,994	0,956	0,933	0,960	0,920	0,983	0,924	0,833	0,966	0,916	0,988	0,932	0,848
<b>MSC</b>	-	0,945	0,968	0,852	0,759	-	0,979	0,979	0,960	0,944	-	0,983	0,993	0,899	0,841	-	0,952	0,987	0,916	0,896
<b>MSR</b>	-	-	0,985	0,839	0,769	-	-	0,991	0,933	0,934	-	-	0,976	0,839	0,810	-	-	0,964	0,865	0,859
<b>MST</b>	-	-	-	0,898	0,802	-	-	-	0,960	0,944	-	-	-	0,907	0,841	-	-	-	0,927	0,877
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,830	-	-	-	-	0,923	-	-	-	-	0,846	-	-	-	-	0,830
<i>P. pendula</i>																				
<b>MSF</b>	0,934	0,959	0,994	0,935	0,825	0,954	0,988	0,997	0,957	0,75	0,895	0,902	0,986	0,987	0,611	0,943	0,948	0,993	0,917	0,801
<b>MSC</b>	-	0,892	0,960	0,945	0,921	-	0,961	0,973	0,981	0,768	-	0,933	0,95	0,914	0,737	-	0,941	0,972	0,904	0,803
<b>MSR</b>	-	-	0,971	0,885	0,81	-	-	0,994	0,97	0,698	-	-	0,955	0,917	0,634	-	-	0,971	0,866	0,792
<b>MST</b>	-	-	-	0,945	0,863	-	-	-	0,973	0,749	-	-	-	0,985	0,659	-	-	-	0,919	0,813
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,848	-	-	-	-	0,75	-	-	-	-	0,646	-	-	-	-	0,874
<i>T. impetiginosa</i>																				
<b>MSF</b>	0,960	0,955	0,985	0,959	0,838	0,944	0,936	0,985	0,985	0,904	0,906	0,933	0,978	0,973	0,876	0,920	0,876	0,975	0,963	0,933
<b>MSC</b>	-	0,981	0,990	0,938	0,794	-	0,935	0,977	0,927	0,921	-	0,948	0,969	0,886	0,922	-	0,920	0,972	0,898	0,958
<b>MSR</b>	-	-	0,990	0,925	0,798	-	-	0,975	0,900	0,876	-	-	0,98	0,926	0,952	-	-	0,952	0,848	0,883
<b>MST</b>	-	-	-	0,953	0,822	-	-	-	0,963	0,919	-	-	-	0,958	0,933	-	-	-	0,944	0,956
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,888	-	-	-	-	0,886	-	-	-	-	0,877	-	-	-	-	0,907
<i>T. roseoalba</i>																				
<b>MSF</b>	0,742	0,781	0,872	0,979	0,661	0,941	0,897	0,951	0,959	0,908	0,913	0,862	0,928	0,979	0,807	0,879	0,863	0,938	0,994	0,957
<b>MSC</b>	-	0,961	0,957	0,715	0,725	-	0,975	0,99	0,891	0,923	-	0,903	0,945	0,874	0,718	-	0,898	0,939	0,862	0,949
<b>MSR</b>	-	-	0,985	0,768	0,755	-	-	0,989	0,861	0,884	-	-	0,988	0,789	0,758	-	-	0,983	0,838	0,894
<b>MST</b>	-	-	-	0,854	0,763	-	-	-	0,910	0,915	-	-	-	0,869	0,789	-	-	-	0,919	0,953
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,647	-	-	-	-	0,871	-	-	-	-	0,761	-	-	-	-	0,944
<i>A. pavonina</i>																				
<b>MSF</b>	0,923	0,924	0,986	0,931	0,963	0,878	0,787	0,957	0,874	0,848	0,980	0,947	0,99	0,887	0,888	0,951	0,898	0,98	0,942	0,927
<b>MSC</b>	-	0,888	0,958	0,958	0,940	-	0,931	0,967	0,967	0,962	-	0,972	0,994	0,994	0,916	-	0,949	0,985	0,985	0,948
<b>MSR</b>	-	-	0,964	0,882	0,899	-	-	0,929	0,756	0,937	-	-	0,981	0,838	0,934	-	-	0,965	0,849	0,880
<b>MST</b>	-	-	-	0,931	0,965	-	-	-	0,874	0,945	-	-	-	0,887	0,92	-	-	-	0,942	0,939
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,916	-	-	-	-	0,839	-	-	-	-	0,84	-	-	-	-	0,883

Tabela 39. Coeficientes da correlação de Pearson para variáveis destrutivas massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca das raízes (MSR), massa seca total (MST), área foliar (AF) e volume de raízes (VR), para espécies florestais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	Verde					Vermelho					Azul				
	MSC	MSR	MST	AF	VR	MSC	MSR	MST	AF	VR	MSC	MSR	MST	AF	VR
<i>P. platycephala</i>															
<b>MSF</b>	0,965	0,949	0,993	0,984	0,813	0,967	0,949	0,993	0,984	0,904	0,946	0,947	0,991	0,96	0,922
<b>MSC</b>	-	0,937	0,979	0,946	0,877	-	0,959	0,985	0,963	0,906	-	0,963	0,975	0,95	0,886
<b>MSR</b>	-	-	0,975	0,901	0,879	-	-	0,977	0,937	0,961	-	-	0,979	0,972	0,844
<b>MST</b>	-	-	-	0,967	0,858	-	-	-	0,98	0,932	-	-	-	0,976	0,907
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,78	-	-	-	-	0,895	-	-	-	-	0,869
<i>P. pendula</i>															
<b>MSF</b>	0,911	0,927	0,985	0,909	0,626	0,933	0,956	0,995	0,942	0,473	0,934	0,962	0,995	0,986	0,86
<b>MSC</b>	-	0,967	0,964	0,907	0,733	-	0,906	0,957	0,939	0,478	-	0,899	0,956	0,924	0,858
<b>MSR</b>	-	-	0,974	0,828	0,7	-	-	0,973	0,879	0,394	-	-	0,975	0,941	0,833
<b>MST</b>	-	-	-	0,908	0,68	-	-	-	0,944	0,465	-	-	-	0,98	0,869
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,567	-	-	-	-	0,656	-	-	-	-	0,843
<i>T. impetiginosa</i>															
<b>MSF</b>	0,971	0,931	0,987	0,979	0,94	0,962	0,901	0,979	0,97	0,681	0,969	0,939	0,985	0,988	0,74
<b>MSC</b>	-	0,954	0,99	0,957	0,914	-	0,934	0,987	0,895	0,74	-	0,967	0,992	0,95	0,763
<b>MSR</b>	-	-	0,973	0,907	0,904	-	-	0,964	0,848	0,732	-	-	0,981	0,917	0,755
<b>MST</b>	-	-	-	0,967	0,937	-	-	-	0,93	0,732	-	-	-	0,968	0,762
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,951	-	-	-	-	0,667	-	-	-	-	0,719
<i>T. roseoalba</i>															
<b>MSF</b>	0,942	0,907	0,954	0,987	0,767	0,952	0,916	0,965	0,981	0,784	0,969	0,965	0,987	0,99	0,615
<b>MSC</b>	-	0,962	0,982	0,89	0,696	-	0,939	0,971	0,946	0,762	-	0,94	0,966	0,947	0,61
<b>MSR</b>	-	-	0,991	0,856	0,71	-	-	0,988	0,887	0,765	-	-	0,994	0,959	0,613
<b>MST</b>	-	-	-	0,911	0,737	-	-	-	0,941	0,787	-	-	-	0,978	0,62
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,786	-	-	-	-	0,791	-	-	-	-	0,561
<i>A. pavonina</i>															
<b>MSF</b>	0,925	0,794	0,951	0,878	0,798	0,946	0,845	0,966	0,917	0,864	0,952	0,914	0,989	0,954	0,783
<b>MSC</b>	-	0,945	0,992	0,992	0,818	-	0,951	0,992	0,992	0,921	-	0,876	0,964	0,964	0,788
<b>MSR</b>	-	-	0,942	0,787	0,763	-	-	0,953	0,783	0,92	-	-	0,958	0,846	0,872
<b>MST</b>	-	-	-	0,878	0,826	-	-	-	0,917	0,926	-	-	-	0,954	0,833
<b>AF</b>	-	-	-	-	0,747	-	-	-	-	0,809	-	-	-	-	0,717

### 3.3.3. Taxas de crescimento destrutivas

Os valores dos coeficientes de Pearson entre as taxas de crescimento das variáveis destrutivas encontram-se nas Tabelas 40 (IAF e RAF) e 41 (TCC, TCR e TAL).

Para a correlação entre IAF e RAF, observou-se que exceto por *A. pavonina* no tratamento verde e *P. platycephala* na tela preta 35%, todas as espécies apresentaram valores negativos em todos os tratamentos.

Observou-se que para *P. platycephala* nos tratamentos tela preta 35% (0,056) e pleno sol (-0,094), e para *A. pavonina* na tela verde (0,006), os valores de “r” foram muito próximos a zero, indicando que nesses casos praticamente não há correlação entre IAF e RAF, ou seja, seus pontos apresentaram uma grande dispersão em relação à uma reta imaginária (RIBEIRO JÚNIOR, 2013).

Exceto para os casos supracitados, verificou-se que para *P. platycephala*, os valores de “r” variaram de -0,923 (preta 80%) a -0,662 (azul); para *P. pendula*, de -0,928 (preta 50%) a -0,227 (pleno sol); para *T. impetiginosa*, de -0,991 (vermelho) a -0,809 (preta 50%); para *T. roseoalba*, de -0,987 (vermelho) a -0,897 (azul) e para *A. pavonina*, de -0,878 (azul) a -0,485 (preta 35%). Sendo assim, verificou-se de forma geral, que IAF e RAF apresentaram correções negativas para a maioria das espécies.

Tabela 40. Coeficientes da correlação de Pearson entre o índice(IAF) e a razão de área foliar (RAF) para espécies tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	<i>P. platycephala</i>	<i>P. pendula</i>	<i>T. impetiginosa</i>	<i>T. roseoalba</i>	<i>A. pavonina</i>
<b>Pleno Sol</b>	-0,094	-0,277	-0,910	-0,965	-0,796
<b>Preta 35%</b>	0,056	-0,530	-0,964	-0,954	-0,485
<b>Preta 50%</b>	-0,812	-0,928	-0,809	-0,944	-0,763
<b>Preta 80%</b>	-0,923	-0,904	-0,945	-0,971	-0,736
<b>Verde</b>	-0,904	-0,732	-0,973	-0,927	0,006
<b>Vermelho</b>	-0,842	-0,866	-0,991	-0,987	-0,787
<b>Azul</b>	-0,662	-0,874	-0,970	-0,897	-0,878

Analisando-se as correlações envolvendo as taxas TCC, TRC e TAL (Tabela 41), verificou-se que na relação TCR/TAL, apenas *T. roseoalba* na tela preta 50% (-0,330) e *P. pendula* na tela azul (-0,161) apresentaram correlação negativa entre as mencionadas taxas, as quais foram fracas.

Para *P. platycephala*, observou-se que todos os tratamentos apresentaram a correlação TCR/TAL positiva e com valores de “r” variando de 0,572 (verde) a 0,996 (preta 35%). A correlação TCR/TCC foi positiva a pleno sol (0,376) na tela preta 35% (0,123) e na azul (0,426), tendo sido negativa para os demais tratamentos e variado de -0,646 (vermelho) a -0,112 (preta 80%). Entre TCC e TAL, apenas a correlação na tela vermelha foi negativa (-0,208), para os demais tratamentos, os valores de “r” foram de 0,118 (preta 35%) a 0,481 (pleno sol).

Entre TCR e TAL para *P. pendula*, apenas a tela azul apresentou correlação negativa, sendo que para os demais tratamentos, “r” variou de 0,412 (preta 80%) a 0,914 (preta 35%). As correlações de TAL e TCC foram positivas em todos os tratamentos, tendo apresentado valores do coeficiente entre 0,248 (vermelho) e 0,880 (preta 35%). Para a relação TCC/TCR, a espécie obteve correlações negativas nas tela preta 80% (-0,487), azul (-0,626) e vermelha (-0,639), e nos tratamentos restantes, “r” variou de 0,005 (correlação muito fraca, pleno sol) a 0,780 (preta 35%).

Para *T. impetiginosa*, todas correlações entre TCC e TCR foram negativas, tendo o “r” variado de -0,819 (pleno sol) a -0,039 (verde). Já as correlações entre TCR e TAL foram todas positivas, variando entre 0,434 (pleno sol) a 0,996 (preta 50%); por fim, na relação TCC/TAL, correlações negativas ocorreram nas telas vermelha (-0,314) e pretas 50% (-0,215) e 80% (-0,040), e as positivas apresentaram seus coeficientes entre 0,043 (preta 35%) e 0,285 (verde).

Para *T. roseoalba*, apenas a tela preta 50% apresentou “r” referente à correlação TCR/TAL negativa (-0,330); para os demais tratamentos, o coeficiente variou de 0,359 (verde) a 0,896 (vermelho). Todas correlações entre TCC e TCR foram negativas, de -0,715 (preta 50%) a -0,072 (preta 35%). Na relação entre TCC e TAL, apenas a preta 80% (-0,154) e azul (-0,045) obtiveram “r” negativos, e para o restante, o mesmo variou entre 0,252 (pleno sol) e 0,887 (preta 50%).

Por fim, observou-se que *A. pavonina* apresentou a correlação TCR/TAL positiva em todos tratamentos, com “r” entre 0,882 (pleno sol) e 0,956 (preta 80%). Para TCR e TCC, apenas na tela verde encontrou-se correlação positiva (0,187), tendo as demais apresentado “r” entre -0,871 (preta 35%) e -0,031 (azul).



Tabela 41. Coeficientes da correlação de Pearson para a taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL) das espécies florestais tropicais em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2015.

-	Pleno Sol		Preta 35%		Preta 50%		Preta 80%		Azul		Vermelho		Verde	
	TCR	TAL	TCR	TAL	TCR	TAL	TCR	TAL	TCR	TAL	TCR	TAL	TCR	TAL
<i>P. platycephala</i>														
TCC	0,376	0,481	0,123	0,118	-0,315	0,163	-0,112	0,297	0,426	0,245	-0,646	-0,208	-0,589	0,307
TCR	-	0,750	-	0,996	-	0,856	-	0,9134	-	0,830	-	0,878	-	0,572
<i>P. pendula</i>														
TCC	0,005	0,741	0,780	0,880	0,062	0,651	-0,487	0,576	-0,626	0,787	-0,639	0,248	0,475	0,751
TCR	-	0,639	-	0,914	-	0,790	-	0,412	-	-0,161	-	0,565	-	0,930
<i>T. impetiginosa</i>														
TCC	-0,819	0,127	-0,544	0,043	-0,293	-0,215	-0,309	-0,040	-0,156	0,192	-0,411	-0,314	-0,039	0,285
TCR	-	0,434	-	0,811	-	0,996	-	0,959	-	0,939	-	0,995	-	0,945
<i>T. roseoalba</i>														
TCC	-0,673	0,252	-0,072	0,590	-0,715	0,887	-0,686	-0,154	-0,583	-0,045	-0,149	0,304	-0,274	0,785
TCR	-	0,495	-	0,754	-	-0,330	-	0,825	-	0,824	-	0,896	-	0,359
<i>A. pavonina</i>														
TCC	-0,744	-0,372	-0,871	-0,684	-0,362	0,050	-0,721	-0,537	-0,031	0,397	-0,295	0,061	0,187	0,386
TCR	-	0,882	-	0,952	-	0,907	-	0,956	-	0,902	-	0,933	-	0,900

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Parâmetros biométricos

O crescimento em altura trata-se de um dos aspectos do crescimento geral das espécies arbóreas, sendo influenciado de forma considerável pelas condições de luminosidade do ambiente onde se encontram (POGGIANI et al., 1992). Muroya et al. (1997), consideram a altura um ótimo parâmetro, já que as espécies apresentam diferentes padrões de respostas em função de sua adaptabilidade quanto às variações da intensidade de luz.

Verificou-se no parâmetro altura, que o tratamento pleno sol proporcionou as menores médias para as espécies *P. platycephala*, *P. pendula*, *A. pavonina* e *H. chrysotrichus*, enquanto que as maiores ocorreram na telas coloridas. Neste sentido, Aguiar et al. (2011), Rego e Possamai (2006), Scalon et al., (2002), Morais Neto et al., (2000) e Engel (1989), estudando espécies florestais, observaram a redução no crescimento inicial das mesmas quando cultivadas sob altas intensidades luminosas.

O maior crescimento das mudas, quando sombreadas, pode ser atribuído à intensidade luminosa, tendo em vista que o rápido crescimento em altura das

plantas submetidas ao sombreamento é um mecanismo de adaptação (TINOCO; VASQUES-YANES, 1985), ou seja, uma estratégia para o escape ao déficit de luz pelas espécies que não são capazes de tolerar baixa intensidade luminosa através do ajuste de suas taxas metabólicas (OLIVEIRA et al., 2009). Whatley e Whatley (1982) acrescentam que este comportamento também pode ser justificado devido ao estiolamento induzido pelas menores intensidades luminosas.

A capacidade apresentada pelos vegetais de crescerem rapidamente quando sombreadas moderadamente trata-se de um importante mecanismo de adaptação da espécie, consistindo em uma fuga à baixa disponibilidade de luz (REGO; POSSAMAI, 2006; MORAIS NETO et al., 2000). Larcher (2004) ainda afirma que esta adaptação relaciona-se com a capacidade genética da planta, fazendo com que suas folhas adaptem sua estrutura anatômica e propriedades fisiológicas de forma a capacitá-las a utilizarem efetivamente a radiação solar disponível.

Por outro lado, a redução do crescimento em altura na condição a pleno sol pode estar associada com a elevação da temperatura das folhas, fator que eleva as taxas respiratórias vegetais, ao fechamento dos estômatos, reduzindo, conseqüentemente, a fixação de carbono e aumentando o uso de fotossintatos (GRIME, 1965; KOZLOWSKI, 1991).

Aguiar et al. (2011), destacam que as diferenças entre as espécies adaptadas ou não ao sol, ainda não foram completamente estabelecidas, de forma que em florestas tropicais, os indivíduos podem germinar não se estabelecer no local e se desenvolver em outro, ou em ambientes contrastantes que se alteram, antes de atingirem o dossel.

*T. impetiginosa* apresentou menor altura sob tratamento tela preta com 80% de sombreamento, e *T. roseoalba* sob tela de cor vermelha. Salienta-se também que a restrição à luminosidade oferecida pelo tratamento com a tela na cor preta e 80% de sombreamento diminuiu a quantidade de fótons de luz para o crescimento da espécie, já que limitou o aumento das taxas fotossintéticas e, portanto, o incremento em altura das espécies avaliadas. Varela e Santos (1992), analisando mudas de *Dinizia excelsa*, também verificaram que a altura da mencionada espécie decresceu com o aumento do sombreamento, o qual justifica-se pela baixa capacidade do aparato fotossintético, ocorrendo, portanto, uma produção insuficiente de

fotoassimilados e um crescimento não satisfatório. O padrão apresentado por *T. impetiginosa* corresponde a sua classificação ecológica, já que é uma planta heliófila (LORENZI, 2002), que portanto, necessitam de grande quantidade de luz solar para se desenvolverem bem.

O maior diâmetro do caule, segundo Oliveira et al. (2009), é a característica mais desejada em espécies de mudas florestais, tendo em vista que garante uma maior sustentação e estabelecimento das mesmas quando forem destinadas ao plantio.

Como o crescimento em diâmetro do caule é causado pelo crescimento das células produzidas pelo câmbio vascular (SALIBURY; ROSS, 2012), que por sua vez é estimulado pelos fotossintatos produzidos pela fotossíntese e pela influência de hormônios translocados das regiões apicais, trata-se de um bom parâmetro indicador da assimilação líquida do vegetal (PAIVA et al., 2010), e portanto, de seu crescimento.

No presente estudo, observou-se que as coberturas que propiciaram menores valores em diâmetro foram a preta com 80% de sombreamento (*A. pavonina* e *T. impetiginosa*), azul (*H. chrysotrichus* e *T. roseoalba*), verde (*P. platycephala*) e pleno sol (*P. pendula*). E as maiores referiram-se a pleno sol (*T. impetiginosa*), preta 35% (*P. platycephala* e *H. chrysotrichus*), preta 50% (*P. pendula*) e verde (*A. pavonina* e *T. roseoalba*).

Lima et al. (2008), observaram para *Caesalpinia ferrea* a redução do diâmetro do colo com o aumento do sombreamento, assim como Rego e Possamai (2006) observaram para *Cariniana legalis*. Neste sentido, Boyer e South (19843) consideram que com o aumento do sombreamento diminui-se as taxas fotossintéticas, a produção de fotossintatos e dos reguladores de crescimento, refletindo, no menor crescimento em diâmetro. Os mesmos ainda consideram que a fotossíntese possui uma relação mais estreita com o diâmetro do que com a altura das plantas.

Quanto ao número de folhas, observou-se que o mencionado parâmetro não aumentou linearmente com o decorrer do tempo para a maioria das espécies como observado nas variáveis lineares (altura e diâmetro). Isso devido a estruturação dos limbos foliares das espécies estudadas, sendo *T. impetiginosa*, *H. chrysotrichus* e *T.*

*roseoalba* pertencentes à família bignoniácea, com folhas compostas (limbo dividido em folíolos); *P. platycephala*, *P. pendula* e *A. pavonina* à família das fabáceas, com folhas recompostas (limbo dividido em folíolos compostos por foliólulos), assim como ilustrado na Figura 9.

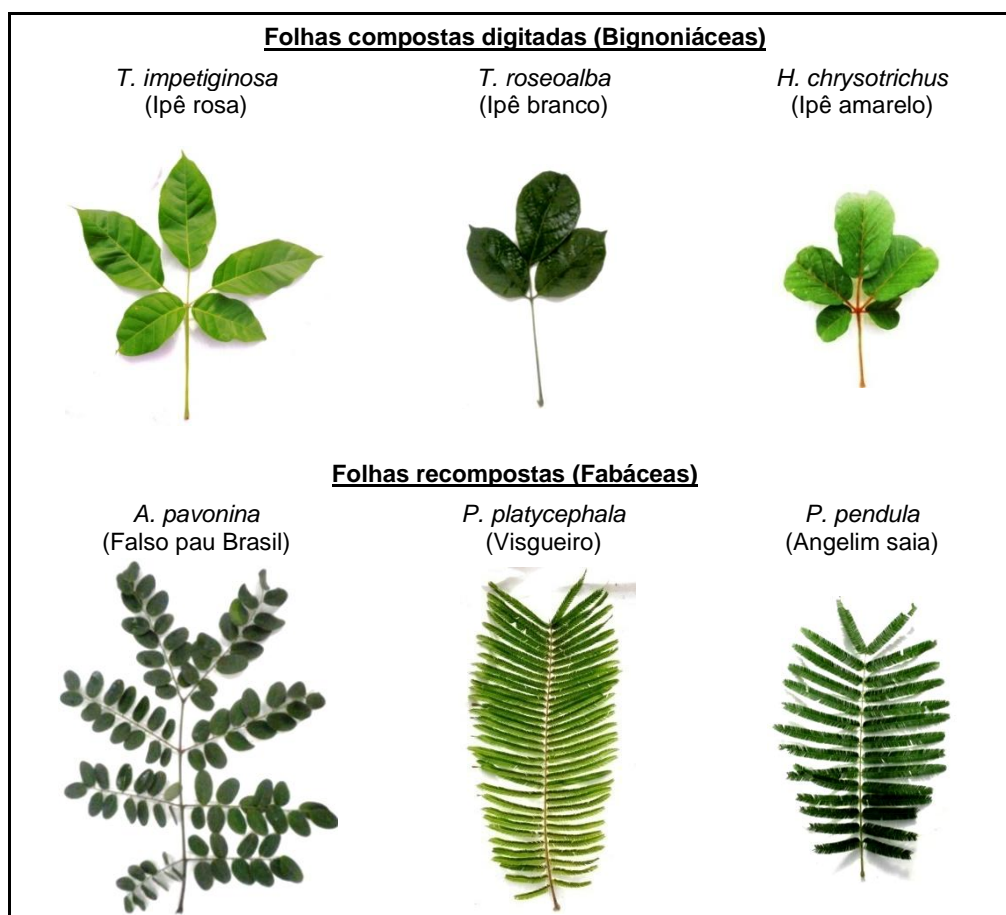


Figura 9. Morfologia foliar das espécies florestais tropicais, empregadas no estudo. Sinop, MT, 2015.

Sendo assim, observou-se no presente estudo que após emitirem seu par de folhas cotiledonares, as mudas das bignoniáceas emitem inicialmente folhas verdadeiras simples e apenas posteriormente suas folhas compostas; e as fabáceas emitem primeiramente folhas compostas e depois recompostas. Desta forma, quando uma folha simples/composta entra em processo de senescência, o vegetal necessita de um maior aporte de fotossintatos e tempo para emitir uma nova folha composta/recomposta completamente expandida (e ainda ser incluída na contagem realizada durante as avaliações), justificando a variação observada do NF entre as

análises. Entretanto, salienta-se a necessidade da realização de estudos mais aprofundados em ontogenia foliar e fenologia, para que tal comportamento seja explicado com maior precisão.

A variação numérica das folhas observada entre os tratamentos no transcorrer do período experimental, decorreu do constante processo de senescência e renovação foliar nas mudas, consequência das distintas pressões metabólicas exercidas pela condição ambiental. Desta maneira, os tratamentos que propiciaram os maiores e menores valores de NF foram variáveis entre as espécies, não sendo possível indicar apenas um deles.

Quanto a produção de fitomassa, observou-se que o tratamento pleno sol propiciou o maior valor médio de massa seca, considerando-se todas espécies e análises. O mesmo fato foi observado para Aguiar et al. (2011), em *Caesalpinia echinata* e Fanti e Perez (2003) em *Adenantha pavonina*. Segundo Larcher (2004), vegetais submetidos a maiores intensidade luminosas apresentam maiores taxas de assimilação líquida, e portanto, produzem mais matéria seca.

No presente estudo, a tela vermelha apresentou o segundo maior valor médio de MST, assim como ocorreu para o hortelã-pimenta (COSTA et al., 2012). De acordo com Shahak (2008), a maior produção da tela vermelha em relação a azul (terceira maior massa no presente estudo), pode estar relacionada com o fato da tela vermelha estimular a taxa de crescimento e vigor vegetativo, enquanto a azul pode impedir o desenvolvimento de plantas.

O maior acúmulo de massa seca nas raízes das plantas submetidas a condição pleno sol em relação ao acúmulo diminuto nos maiores teores de sombreamento também foi observada por Aguiar et al. (2011), Rego e Possamai (2006) e Campos e Uchida (2002). Para os últimos, o expressivo crescimento do sistema radicular sob condições de alta luminosidade ocorre em função da intensa absorção de água, devido às maiores taxas de evapotranspiração. Carvalho et al. (2006), complementam que esta resposta trata-se de uma estratégia que possibilita maior absorção de água e nutrientes, acarretando em maiores taxas fotossintéticas e transpiratórias.

Notou-se que o incremento em altura da espécie *T. rosealba* foi menor quando comparado com o valor do incremento no parâmetro biométrico diâmetro, já

que no último caso a espécie apresentou as segundas maiores médias, e para a altura, as segundas menores. Este resultado relaciona-se com o fato da espécie ser a que mais alocou massa seca nas raízes nos tratamentos tela preta 35%, 50% e 80%, sendo o diâmetro do colo a continuidade da raiz primária. De acordo com Claussen (1996), plantas com sistemas radiculares mais desenvolvidos possuem maior habilidade de aclimação, tendo em vista que podem absorver mais água e nutrientes, de forma a garantir maior capacidade para suportar aumentos nas taxas de fotossíntese e transpiração, as quais ocorrem nos ambientes naturais.

Observou-se para todas as espécies, que a condição onde as plantas cresceram com a máxima intensidade luminosa (pleno sol), resultou nos menores valores médios de área foliar. A relação entre o aumento da área foliar com os níveis de sombreamento, para Pedroso e Varela (1995) trata-se de uma das adaptações que possibilitam o aumento da superfície fotossintetizante assegurando um bom aproveitamento da baixa luminosidade. Além disto, a capacidade que as espécies possuem de alterar a estrutura foliar de acordo com a luminosidade do ambiente, trata-se de um atributo comum a espécies com amplo potencial de aclimação (Björkman et al., 1972).

A resposta apresentada por *P. pendula* (menores alturas, diâmetro, MSF, MSC, MSR, área foliar a pleno sol) não confirmam as informações respaldadas pela literatura, como sendo uma espécie pioneira, heliófila (LORENZI, 2002), cujo conceito refere-se à espécies que requerem luz para germinar, e cujas plântulas não sobrevivem sob sombra (MACIEL et al., 2003).

Os tempos ( $x$ ), obtidos pela derivada dos modelos de regressão, definem onde os valores máximos dos parâmetros são obtidos, e portanto, permitem a inferência do tempo de permanência ideal e momento da retirada das mudas do viveiro, tendo em vista que após o ponto máximo ter sido alcançado, a tendência da curva de crescimento é se estabilizar e decair, desta forma, recomenda-se a retirada das espécies dos viveiros a partir deste momento, tendo em vista que as mesmas alcançaram o seu máximo potencial de crescimento. Sendo assim, a partir desde instante, as mudas poderiam seguir para o campo, onde continuariam seu o processo de desenvolvimento, e em caso de permanência em viveiro, acarretariam

em gastos desnecessários com espaço físico, água e tratos culturais destinados à plantas.

Somente para os tratamentos onde as espécies apresentaram as maiores médias de área foliar foi possível determinar cronologicamente (dias), quando as AFs máximas podem ser obtidas; tratando-se portanto, de *T. roseoalba* (201 DAT), *T. impetiginosa* (144 a 164 DAT) e *A. pavonina* (160 a 190 DAT). Desta maneira, verificou-se que durante o período de realização do experimento, as mesmas não tinham atingido seu máximo valor de AF, e portanto, se fossem destinadas ao plantio definitivo, deveriam permanecer no viveiro até a data estimada.

De acordo com Scalon et al. (2003), a área foliar é considerada um índice de produtividade, tendo em vista sua importância como órgão fotossintetizante na produção biológica das plantas, portanto, indica-se a utilização deste parâmetro na determinação do tempo de permanência das mudas florestais na fase de viveiro.

#### **4.2. Taxas de crescimento**

Com relação as taxas de crescimento, verificou-se para o IAF que em decorrência dos valores da área foliar, os índices alcançados foram idênticos, e desta forma, as espécies com maiores e menores valores médios de IAF, também foram as que apresentaram os mesmos valores da AF, sendo que os menores IAF para todas as espécies ocorreram na condição a pleno sol.

A respeito da razão de área foliar, observou-se que seus maiores valores ocorreram na tela preta 80%, significando que a menor interceptação da radiação solar, ocasionada pela malha da tela, acarretou no aumento da área da folha demandada para a incorporação de 1g de matéria seca.

Os menores valores da RAF ocorreram a pleno sol. E, para Benincasa (2003), a diminuição da RAF à medida que aumenta-se a luminosidade é um fator que caracteriza a capacidade de adaptação da planta a diferentes condições de luz, dentro de certos limites. Sendo assim, quanto maior a luminosidade, menor área foliar seria necessária para a produção de 1 g de massa seca.

*P. pendula* apresentou os menores valores médios de RAF nos tratamentos tela de cor preta 35% e vermelha, enquanto que nos demais, *P. platycephala*

destacou-se. Embora as mencionadas espécies tenham demonstrado uma maior eficiência no acúmulo de massa seca em função da superfície foliar, como as mesmas apresentaram os menores valores médios de AF dentre as espécies (menor superfície fotossintetizante), as mesmas alocaram os menores valores de MST.

Os maiores valores médios de RAF ocorreram para *A. pavonina* em todos os tratamentos, dentre as espécies analisadas, foi a que necessitou da maior AF para alocar carboidratos em forma de massa seca. Entretanto, como a mesma possuiu os segundos maiores valores médios de AF em todos os tratamentos, acumulou também as segundas maiores médias de MST.

A respeito da TCR os maiores valores médios referiram-se à *T. impetiginosa* e os menores para *P. pendula* em todos os tratamentos testados. Conforme Lucchesi (1984), os vegetais com maiores valores de TCR comumente são aqueles com mais rápido desenvolvimento do IAF; sendo o parâmetro com maior influência na fase de desenvolvimento da AF. Este fato foi observado para *T. impetiginosa*, que no mesmo intervalo de tempo das demais espécies (134 DAT), estabeleceu-se com os maiores valores médios de IAF em todos os tratamentos.

A cobertura de tela com cor preta 80%, apresentou os menores valores médios de TAL para as espécies em estudo. Conforme Silva e Silva et al. (2007), a diminuição da TAL com o aumento do sombreamento infere que no ambiente, existe limitação significativa na assimilação líquida de carbono por unidade de área foliar causado pelo déficit de luz. Como os maiores valores de TAL ocorreram na condição a pleno sol, a superioridade em relação aos ambientes sombreados justifica-se pela maior disponibilidade de fótons de luz (energia luminosa) que são convertidos em energia química (NADPH e ATP) durante a etapa fotoquímica do processo fotossintético nas folhas das mudas inseridas neste tratamento.

Os tratamentos que proporcionaram as maiores TAL variaram consideravelmente entre as espécies, pela influência dos fatores genéticos intrínsecos às mesmas.



### 4.3. Partição da massa seca

Segundo Benincasa (2003), a distribuição da matéria seca entre os diferentes órgãos da planta trata-se de um comportamento inerente às espécies vegetais, refletindo sua adaptabilidade a diferentes condições ambientais. Verificou-se que para a ampla maioria das espécies, que o padrão da alocação do carbono entre os tratamentos foi muito similar, variando apenas nos tempos onde os eventos ocorreram. Entretanto, quantitativamente, foram observadas diferenças entre as partições nos diferentes tratamentos.

Desta forma, para todas as espécies o maior valor médio de MSR ocorreu para a condição a pleno sol e os menores na tela preta 80% (*P. platycephala*, *P. pendula*, *T. impetiginosa*, *T. roseoalba*) e preta 35% (*A. pavonina*); sendo que a tela preta 80% apresentou os maiores valores alocados para as folhas dentre os tratamentos avaliados, respostas justificadas pela influência das coberturas.

Sendo assim, o excesso da radiação e os valores da temperatura média do ar (Tabela 1) na condição a pleno sol fez com que as mudas investissem mais biomassa no órgão raiz e menos nas folhas, de forma a aumentar a superfície de absorção e água e diminuírem a superfície de transpiração; e na tela preta 80%, a baixa quantidade de radiação fornecida às plantas fez com que as mesmas aumentassem sua alocação nas folhas e, portanto, em sua superfície fotossinteticamente ativa, de forma que as mesmas mantivessem seu crescimento e desenvolvimento mesmo na limitada condição de luz.

O padrão de alocação da massa seca total para *T. roseoalba* diferiu-se completamente do apresentado para as demais espécies analisadas, tendo em vista que para esta espécie, todos os tratamentos apresentaram ao final do período avaliado %MSR superior à %MSF. Para as telas preta 35%, preta 50%, azul, vermelha e verde essa inversão ocorreu a partir dos 93 DAT e para o pleno sol e preta 80%, a partir dos 144 DAT. Este padrão de alocação pode representar uma vantagem adaptativa para esta espécie ao ser plantada em local definitivo.

#### 4.4. Correlação de Pearson

Pode-se constatar que os parâmetros lineares (altura e diâmetro) possuem uma correlação evidentemente positiva, entre elas mesmas e em relação ao número de folhas, entretanto, na correlação altura/diâmetro, seus valores de “r” foram de forma geral superiores aos que envolvem o NF, tendo apresentado o valor mínimo de 0,820. Embora o coeficiente de correlação para NF/altura tenha obtido valor mínimo de 0,507, o mesmo alcançou o valor máximo de 0,962; e entre NF/diâmetro, de 0,623 a 0,963, demonstrando, portanto, correlações satisfatoriamente fortes entre as mencionadas variáveis. Além disto, como todos os valores do coeficiente de correlação de Pearson foram positivos, demonstra-se a tendência de uma variável aleatória aumentar juntamente com a outra (RIBEIRO JÚNIOR, 2013).

Nas correlações entre massas fresca, seca, área foliar e volume de raiz, foi possível observar para *P. platycephala*, que as correlações que envolveram o VR foram mais fracas que as demais, principalmente as relacionadas com a AF e a MST. Já a correlação entre MSF e MST mostrou os maiores valores de “r”, tendo em vista que para a espécie, cerca de 57,26% da massa total correspondeu às folhas.

Para *T. impetiginosa*, as melhores correlações referiram-se às variáveis de massa seca, embora as demais também tenham apresentado valores de “r” próximos à unidade. Para *T. roseoalba* as correlações mais fracas foram às relacionadas com as variáveis dos diferentes órgãos da planta, e as maiores, as que utilizaram a massa seca.

Sendo assim, de forma geral, observou-se que as correlações que consideraram as variáveis dos órgãos da folha (MSF e AF) com as das raízes (MSR e VR) demonstraram menores valores de “r”. Novamente, todos os valores dos coeficientes da correlação de Pearson foram positivos, demonstrando uma relação diretamente proporcional entre os pares de variáveis considerados.

Quanto às taxas de crescimento, para a correlação entre IAF e RAF, observou-se que (exceto por *A. pavonina* no tratamento verde e *P. platycephala* na tela preta 35%), todas as espécies apresentaram valores negativos em todos os tratamentos.

De acordo com Ribeiro Júnior (2013), valores negativos de “r” significam que os altos valores de uma variável estão associados aos valores baixos da outra, e desta maneira, infere-se que os altos valores de IAF associam-se aos baixos valores de RAF.

Tal comportamento justifica-se pelo fato de que o acréscimo da biomassa em uma determinada área é dependente do desenvolvimento de sua AF, e conforme as folhas cobrem a área disponível (IAF aumenta), aumentando-se a capacidade do vegetal em interceptar e aproveitar a energia solar. Entretanto, conforme o IAF cresce, o auto-sombreamento das folhas também aumenta, e como consequência, diminui a eficiência fotossintética da planta (LUCCHESI, 1984), interferindo portanto, na incorporação de massa seca, a qual relaciona-se com a RAF.

Para a ampla maioria das correlações entre TCR/TAL foram obtidos coeficientes “r” positivos, tendo em vista que a TCR pode ser obtida pelo produto da multiplicação entre a RAF e a TAL (BENINCASA, 2003), sendo, portanto, diretamente proporcionais.

## 5. CONCLUSÕES

- Com o aumento do nível da luminosidade local ocorreu a diminuição da área foliar das plantas em estudo.
- Mudanças de espécies florestais (*Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Parkia pendula*, *Parkia platycephala* e *Adenantha pavonina*) crescendo na condição a pleno sol aumentam sua porcentagem da massa total alocada nas raízes.
- Mudanças das espécies florestais tropicais (*Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Parkia pendula*, *Parkia platycephala* e *Adenantha pavonina*) crescendo no nível de 80 % de sombreamento alocam os menores valores de matéria seca total nas raízes e os maiores no órgão folha.
- Os diferentes níveis de sombreamento causam alterações nos parâmetros biométricos da altura e diâmetro bem como na partição da matéria seca entre os diferentes órgãos das mudas.

- A espécie *T. impetiginosa* apresentou os maiores valores das taxas de crescimento relativo (média de  $0,0368 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) e da cultura (média de  $5,65 \text{ g.m}^{-2}_{\text{área do solo}}.\text{dia}^{-1}$ ), enquanto a espécie *P. platycephala* apresentou os menores valores de TCR (média de  $0,0276 \text{ g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ), e *P. pendula*, os menores valores de TCC (média de  $0,66 \text{ g.m}^{-2}_{\text{área do solo}}.\text{dia}^{-1}$ ).
- Fortes correlações positivas foram encontradas entre os parâmetros biométricos lineares e da massa seca em mudas de espécies florestais tropicais crescidas na região norte do Estado de Mato Grosso.

## 6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. F. A.; SHOEY, K.; TAVARES, A. R.; NASCIMENTO, T. D. R. do; ROCCO, F. M. Crescimento de mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), submetidas a cinco níveis de sombreamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, 2011.

AMO, S.R. Alguns aspectos de la influencia de la luz sobre el crecimiento de estados juvenis de espécies primarias. In GOMEZ-POMPA, A.L.; AMO, S.R. (Eds.). **Investigaciones sobre la regeneración de las selvas altas em Veracruz – Mexico**. México: Alhambra Mexicana, 1985. p.79-92.

ATROCH, E. M. A. C; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M, de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853–862, 2001.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.

BJÖRKMAN, O., BOARDMAN, N.K., ANDERSON, J.M., THORNE, S.W., GOODCHILD, D.J., PYLIOTIS, N.A. Effect of light intensity during growth of *Atriplex patula* on the capacity of photosynthetic reactions, chloroplast components and structure. **Carnegie Institution of Washington Yearbook**, Washington, v.71, p.115-35, 1972.

BOYER, J.; SOUTH, D. A morphological comparison of greenhouse-grown loblolly pine seedlings with seedlings grown outdoors. **Tree Planter's Notes**, v. 16, p. 15-18, 1984.

BRANDELERO, E.; PEIXOTO, C. P. M.; SANTOS, J. M. B.; MORAES, J.C.C; PEIXOTO, M. F. S. P.; SILVA, V. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. **Magistra**, Bahia, v.14, p. 77-78, 2002.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 281-288, 2002.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Initial growth of licuri plants (*Syagrus coronate* (Mart.) Becc.) under different light intensity. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, p.351-357, 2006.

CARVALHO, P. E. R. Produção de mudas de espécies nativas por sementes e a implantação de povoamentos. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília: Embrapa, 2000. p.151-174.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 65, p. 22-29, 2004.

CLAUSSEN, J. W. Acclimatation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. **Forest Ecology and Management**, v.80, n.1/3, p.245-55, 1996.

COSTA, A. G.; CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivada sob malhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.4, p. 534-540, 2012.

ENGEL, V. L. **Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia**. 1989. 202p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 1989.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, Piracicaba, v.43, n.44, p.1-10, 1990.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenantha pavonina* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, p. 49-56, 2003.

GRIME, J. P. Shade tolerance in flowering plants. **Nature**, v. 208, n. 5006, p. 161-163, 1965.

KIM, S-J.; HAHN, E-J; HEO, J-W; PAEK, K-Y. Effects of LEDs on net photosynthetic rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. **Scientia Horticulturae**, v.101, p.143-51, 2004.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. San Diego: Academic Press, 1991. 657 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima artes, 2004. 531 p.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. Ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.1, p. 5-10, 2008.

LIMA, M. A. O; MIELKE, M. S.; LAVINSKY, A. O.; FRANÇA, S.; ALMEIDA, A. A. F.; GOMES, F. P. Crescimento e plasticidade fenotípica de três espécies arbóreas com uso potencial em sistemas agroflorestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, p. 527-534, 2010.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 41, p. 181-202, 1984

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1979. v. 1, p. 331-350.

MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, S.R. del. **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México**. México: Alhambra Mexicana, 1985. v.2, p. 191-239.

MORAIS NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J. C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, p. 35-45, 2000.

MUROYA, K.; VARELA, V. P.; CAMPOS, M. A. A. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 27, n. 3, p. 197-212, 1997.

OLIVEIRA, M. I.; CASTRO, E. M.; COSTA, L. C. B.; OLIVEIRA, C. Características biométricas, anatômicas e fisiológicas de *Artemisia vulgaris* L. cultivada sob telas coloridas. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 1, n. 1, p. 56-62, 2009.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E. E.; SHPIEGEL, E.; NISSIM-LEVI, A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v.76, p.353-61, 2001.

PAIVA, L. C.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre o crescimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 134-140, 2003.

PEDROSO, S. G., VARELA, V.P. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de Sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 47-51, 1995.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 1, p. 51-76, 2011.

POGGIANI, F.; BRUNI, S.; BARBOSA, E. S. Q. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. **Revista do Instituto Florestal de São Paulo**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 564-569, 1992.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo: Embrapa Floresta, v. 53, p. 179-94, 2006.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. Análise de Correlação. In: \_\_\_\_\_. **Análises Estatísticas no EXCEL: Guia Prático**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. cap. 11, p. 253-257.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. Crescimento e desenvolvimento. In: \_\_\_\_\_. **Fisiologia das plantas**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 16, p. 351-380.

SCALON, S. de P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.

SHAHAK, Y. Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. **Acta Horticulture**, n.770, p.161-168, 2008.

SILVA, A. C.; LEONEL, S.; SOUZA, A. P.; SOUZA, M. E.; TANAKA, A. A. Crescimento de figueira sob diferentes condições de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, p. 539-551, 2011

SILVA, B. M. S.; LIMA, J. D.; DANTAS, V. A. V.; MORAES, W. S.; SABONARO, D. Z. Efeito da luz no crescimento de *Hymenaea parviflora* Huber. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. M.; AMORIM NETO, M. S. **Análise de crescimento de comunidades vegetais – Circular Técnica**, 34. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2000. 47p.



SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Efeitos dos agentes atmosféricos sobre as florestas. In:\_\_\_\_\_. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba: Editor, 2004. Cap. 10, p. 153-169.

SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, p. 1-14, 2012.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 1, p. 34-43, 2013.

TINOCO, C.; VASQUEZ-YANES, C. Diferencias en poblaciones de *Piper hispidus* bajo condiciones de luz contrastante en una selva alta perenifolia. In: GOMEZ-POMPA, A.; AMO, S.R. (Eds.). **Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Vera Cruz, México**. México: Editora Alhambra Mexicana, 1985. p.267-281.

VARELA, V.P.; SANTOS, J. dos. Influência do sombreamento na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazônica**, v. 22, n.3, p. 407-411, 1992

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo: EPU/EDUSP, 1982. 101 p.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – ANÁLISES DE VARIÂNCIA PARA OS PARÂMETROS NÃO-DESTRUTIVOS

Tabela 1A. Tabela de análise de variância para o parâmetro altura das plantas (cm).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	8	32942.645568	4117.830696	1515.827	0.0000
TELA	6	943.417982	157.236330	57.881	0.0000
ESPEC	5	38310.245702	7662.049140	2820.501	0.0000
COLETA*TELA	48	308.490210	6.426879	2.366	0.0000
COLETA*ESPEC	40	10178.781353	254.469534	93.674	0.0000
TELA*ESPEC	30	1323.115034	44.103834	16.235	0.0000
COLETA*TELA*ESPEC	240	640.725536	2.669690	0.983	0.5612
erro	1890	5134.291417	2.716556		
Total corrigido	2267	89781.712802			
CV (%) =	16.64				
Média geral:	9.9020679	Número de observações:	2268		

Tabela 2A. Tabela de análise de variância para o parâmetro diâmetro do colo das plantas (mm).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	8	4098.045867	512.255733	4556.180	0.0000
TELA	6	61.517783	10.252964	91.193	0.0000
ESPEC	5	2020.511022	404.102204	3594.225	0.0000
COLETA*TELA	48	24.436519	0.509094	4.528	0.0000
COLETA*ESPEC	40	620.472149	15.511804	137.967	0.0000
TELA*ESPEC	30	134.407065	4.480235	39.849	0.0000
COLETA*TELA*ESPEC	240	44.347476	0.184781	1.644	0.0000
erro	1890	212.494533	0.112431		
Total corrigido	2267	7216.232414			
CV (%) =	10.04				
Média geral:	3.3392769	Número de observações:	2268		

Tabela 3A. Tabela de análise de variância para o parâmetro número de folhas das plantas.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	8	16737.890873	2092.236359	1511.713	0.0000
TELA	6	111.148148	18.524691	13.385	0.0000
ESPEC	5	14980.806548	2996.161310	2164.830	0.0000
COLETA*TELA	48	105.433201	2.196525	1.587	0.0067
COLETA*ESPEC	40	5404.192460	135.104812	97.618	0.0000
TELA*ESPEC	30	460.686508	15.356217	11.095	0.0000
COLETA*TELA*ESPEC	240	497.863095	2.074430	1.499	0.0000
erro	1890	2615.791667	1.384017		
Total corrigido	2267	40913.812500			
CV (%) =	13.51				
Média geral:	8.7083333		Número de observações:	2268	

## APÊNDICE B – ANÁLISES DE VARIÂNCIA PARA OS PARÂMETROS DESTRUTIVOS

Tabela 1B. Tabela de análise de variância para o parâmetro massa seca das folhas (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	5	507.451142	101.490228	858.824	0.0000
TELA	6	11.388576	1.898096	16.062	0.0000
ESPEC	4	466.013477	116.503369	985.868	0.0000
COLETA*TELA	30	12.734601	0.424487	3.592	0.0000
COLETA*ESPEC	20	166.582024	8.329101	70.482	0.0000
TELA*ESPEC	24	11.857472	0.494061	4.181	0.0000
COLETA*TELA*ESPEC	120	23.808824	0.198407	1.679	0.0000
erro	840	99.265696	0.118173		
Total corrigido	1049	1299.101810			
CV (%) =	33.35				
Média geral:	1.0307237		Número de observações:	1050	

Tabela 2B. Tabela de análise de variância para o parâmetro massa seca do caule (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	5	153.087815	30.617563	755.410	0.0000
TELA	6	4.106148	0.684358	16.885	0.0000
ESPEC	4	157.873861	39.468465	973.783	0.0000
COLETA*TELA	30	5.146585	0.171553	4.233	0.0000
COLETA*ESPEC	20	100.656331	5.032817	124.172	0.0000
TELA*ESPEC	24	6.581849	0.274244	6.766	0.0000
COLETA*TELA*ESPEC	120	8.607932	0.071733	1.770	0.0000
erro	840	34.046083	0.040531		
Total corrigido	1049	470.106603			
CV (%) =	42.62				
Média geral:	0.4724183		Número de observações:	1050	

Tabela 3B. Tabela de análise de variância para o parâmetro massa seca das raízes (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	5	428.586154	85.717231	800.846	0.0000
TELA	6	14.130862	2.355144	22.004	0.0000
ESPEC	4	203.909372	50.977343	476.275	0.0000
COLETA*TELA	30	18.438848	0.614628	5.742	0.0000
COLETA*ESPEC	20	171.578060	8.578903	80.152	0.0000
TELA*ESPEC	24	12.337356	0.514056	4.803	0.0000

COLETA*TELA*ESPEC	120	26.295301	0.219128	2.047	0.0000
erro	840	89.908031	0.107033		
-----					
Total corrigido	1049	965.183983			
-----					
CV (%) =	48.45				
Média geral:	0.6752057	Número de observações:	1050		
-----					

**Tabela 4B. Tabela de análise de variância para o parâmetro massa seca total (g).**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	5	2942.549911	588.509982	979.726	0.0000
TELA	6	75.772221	12.628703	21.024	0.0000
ESPEC	4	2057.471696	514.367924	856.298	0.0000
COLETA*TELA	30	89.011730	2.967058	4.939	0.0000
COLETA*ESPEC	20	1023.625354	51.181268	85.204	0.0000
TELA*ESPEC	24	75.883648	3.161819	5.264	0.0000
COLETA*TELA*ESPEC	120	127.873907	1.065616	1.774	0.0000
erro	840	504.578123	0.600688		
-----					
Total corrigido	1049	6896.766590			
-----					
CV (%) =	35.90				
Média geral:	2.1586144	Número de observações:	1050		
-----					

**Tabela 5B. Tabela de análise de variância para o parâmetro área foliar (cm<sup>2</sup>) (g).**

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
COLETA	5	12758626.877573	2551725.375515	929.522	0.0000
TELA	6	304609.113405	50768.185568	18.493	0.0000
ESPEC	4	23023144.104469	5755786.026117	2096.672	0.0000
COLETA*TELA	30	167976.005805	5599.200193	2.040	0.0009
COLETA*ESPEC	20	6532619.804527	326630.990226	118.983	0.0000
TELA*ESPEC	24	366188.085718	15257.836905	5.558	0.0000
COLETA*TELA*ESPEC	120	589452.785318	4912.106544	1.789	0.0000
erro	840	2305968.882520	2745.201051		
-----					
Total corrigido	1049	46048585.659335			
-----					
CV (%) =	27.19				
Média geral:	192.6707333	Número de observações:	1050		
-----					

## CAPÍTULO 4 – Necessidades hídricas e coeficientes de cultivo de mudas florestais tropicais em diferentes condições de sombreamento

**RESUMO** – O conhecimento da necessidade hídrica de uma cultura vegetal durante o ciclo de desenvolvimento e em diferentes condições de cultivo é essencial para o estabelecimento do manejo da irrigação e a otimização do uso da água. Para tanto, objetivou-se determinar a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) e o coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) de seis espécies florestais (*Tabebuia impetiginosa*, *Tabebuia roseoalba*, *Handroanthus chrysotrichus*, *Parkia pendula*, *Parkia platycephala* e *Adenantha pavonina*) na fenofase muda em sete condições de sombreamento (pleno sol; telas pretas com 35, 50 e 80% de atenuação da radiação e telas coloridas: verde, vermelha e azul com 50% de atenuação) bem como relacioná-los com parâmetros de crescimento do vegetal. O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 7 x 6 (tratamentos x espécies) com doze repetições contendo uma muda cada. Determinaram-se os valores de K<sub>c</sub> pelo quociente entre E<sub>T0</sub> (evapotranspiração de referência) e ET<sub>c</sub>, sendo que a E<sub>T0</sub> foi obtida pelo método de Penman Montheit FAO-56. Os valores de ET<sub>c</sub> foram apurados por meio da determinação do volume de água evapotranspirado diariamente pelas mudas (diferença entre o peso do solo saturado e o real). As pesagens foram realizadas dos 12 aos 135 dias após o transplante, e a análise destrutiva das mudas aos 135 DAT. Os valores médios de ET<sub>c</sub> diária e K<sub>c</sub> obtidos para cada espécie foram: 8,6 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,93 para *T. impetiginosa*; 4,88 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,10 para *T. roseoalba*; 5,06 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,15 para *H. chrysotrichus*; 4,63 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,04 para *P. pendula*; 4,03 mm.dia<sup>-1</sup> e 0,91 para *P. platycephala* e 5,09 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,14 para *A. pavonina*. Conclui-se que o aumento da porcentagem de sombreamento proporciona a diminuição da ET<sub>c</sub> e do K<sub>c</sub>, bem como o acréscimo dos mesmos correlaciona-se com o aumento da área foliar, parâmetros biométricos e alocação de biomassa.

**Palavras-chave:** evapotranspiração, coeficiente de cultura, manejo de irrigação, área foliar, luz, mudas florestais

### 1. INTRODUÇÃO

A evapotranspiração refere-se à transferência de água na forma vapor pela superfície do solo (evaporação) e pela transpiração estomática e cuticular dos vegetais (OMETTO, 1981). A determinação da necessidade hídrica de uma cultura torna-se imprescindível para o planejamento de sua implantação e manejo de irrigação, de forma a propiciar um bom desenvolvimento e produtividade vegetal,

bem como assegurar a sustentabilidade e preservação ambiental (GOMIDE; ALBUQUERQUE, 2008).

A evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), que representa a quantidade de água requerida para as plantas darem continuidade a seu crescimento e desenvolvimento (BASSOI et al., 2001), depende da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), que corresponde às condições climáticas do local e do coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>), o qual varia ao longo do ciclo e relaciona os fatores ambientais (efeitos da evaporação do solo) aos fisiológicos da planta, como transpiração, estágio de crescimento e índice de área foliar (ALLEN et al., 1998; OMETTO, 1981; DOORENDOS; PRUITT, 1977).

A obtenção da ET<sub>o</sub> pode ser realizada por meio de métodos diretos, como em lisímetros, ou por métodos indiretos de estimação que consideram informações meteorológicas regionais (GOMIDE; ALBUQUERQUE, 2008). O método indireto considerado padrão pela FAO (Food and Agricultural Organization) para a estimativa de ET<sub>o</sub> trata-se de Penman & Monteith (ALLEN et al., 1998). O coeficiente de cultura, por representar a relação entre a evapotranspiração de referência e a da cultura, é obtido pelo quociente entre ET<sub>o</sub> e ET<sub>c</sub> (OMETTO, 1981).

O manejo hídrico na produção de mudas florestais muitas vezes é realizado com caráter empírico, o qual pode resultar em uma produtividade inferior ao potencial genético vegetal, favorecer o estabelecimento de doenças, bem como levar ao desperdício de nutrientes, água e energia (GRUBER, 2006).

Tendo em vista a grande diversidade florística das espécies florestais tropicais e nativas com múltiplos usos potenciais (madeireiros, alimentícios, medicinais, polpa e papel, ornamentais, recuperação de áreas degradadas), faz-se necessária a melhoria do processo de produção dessas mudas, de forma a assegurar boas produções, tanto em quantidade como em qualidade.

Considerando-se que na fase do desenvolvimento de mudas florestais o suprimento das necessidades hídricas é imprescindível para a formação de plantas com qualidade (LOPES, 2005), maiores potenciais de sobrevivência e bom estabelecimento em campo, o presente estudo objetivou determinar as necessidades hídricas e os coeficientes de cultura para seis espécies florestais tropicais sob diferentes condições de sombreamento, bem como verificar suas correlações com os parâmetros biométricos.



## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), *campus* Sinop, situado nas coordenadas geográficas de 11°51'0,8" latitude Sul e 55°30'56" longitude Oeste e altitude média de 371 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante da região Centro-Norte do Estado de Mato Grosso, onde situa-se o município de Sinop, é o Aw (tropical quente e úmido), caracterizado pela presença de duas estações bem estabelecidas (chuvosa entre outubro e abril, e seca de maio a setembro), por uma baixa amplitude térmica anual (médias mensais variando entre 24 e 27 °C) (SOUZA; CASAVECCHIA; STANGERLIN, 2012) e precipitação média anual de 1970 mm (SOUZA et al., 2013).

Durante os meses de agosto de 2013 a fevereiro de 2014 foram coletadas sementes provenientes de árvores matrizes localizadas no município de Sinop, as quais seguiram para o Laboratório de Análise de Sementes da UFMT para beneficiamento, armazenamento em câmara fria (temperatura média de 10° C) e posteriores procedimentos para germinação. As matrizes encontravam-se em bom estado fitossanitário, sendo utilizadas em média 3 a 5 árvores por espécie, as quais consistiram em cinco nativas: *Parkia platycephala* (Benth.) (visgueiro), *Parkia pendula* (Willd.) Benth. Ex Walp. (angelim saia), *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith (ipê branco), *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. Ex. A. DC.) Mattos (ipê amarelo) e *Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC. Standl.) (ipê rosa) e uma tropical exótica: *Adenanthera pavonina* L (falso-pau-brasil).

A germinação ocorreu em caixas tipo gerbox (papel germitest como substrato) acondicionadas em câmaras BOD sob temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 h. Assim que após germinadas, as sementes seguiram para bandejas de células (em ambiente à sombra, sob temperatura média de 25 °C) contendo substrato comercial umedecido (casca de *Pinus* spp. estabilizado, turfa vegetal, vermiculita expandida e corretivos ácidos), onde permaneceram até a emissão de pelo menos um par de folhas verdadeiras. Posteriormente, as mudas foram transplantadas (24/04/2014) para sacos de polietileno pretos de formato cilíndrico

(28,50 cm de altura x 14,50 cm de diâmetro) com perfurações laterais para drenagem de água. O substrato utilizado consistiu na mistura de solo de floresta (Latosolo Vermelho Amarelo distrófico) e substrato comercial na proporção de 3,1:1 fertilizado com  $500 \text{ g.m}^{-3}$  de adubo granular NPK (4-14-8) de forma a atender às necessidades nutricionais básicas para todas as espécies analisadas.

Os sacos com as mudas foram acondicionados em viveiros suspensos direcionados no sentido leste-oeste com as dimensões de 1,0 x 1,0 x 1,0 m (comprimento, largura e altura) cobertos superior e lateralmente por telas agrícolas polioefinas (exceto tratamento testemunha-pleno sol) de cores azul, vermelho (Chromatinet) e verde (Frontinet) com 50% de atenuação da radiação global; e preta (Sombrite) com teores de 35, 50 e 80% de atenuação, consistindo, portanto em sete tratamentos.

O monitoramento meteorológico na condição pleno sol foi efetuado durante todo o período experimental pela Estação Meteorológica Automática Padrão (EMA), localizada a cerca de 20 m de distância do local de realização do experimento. A mesma encontra-se cercada e equipada com sensores de aferição de radiação solar global (piranômetro CS300), radiação PAR (Licor S100), velocidade e direção do vento (anemômetro, 03002-L RM YOUNG), temperatura de bulbo seco e úmido (Vaisala, mod. CS 215) e pluviógrafo (TE 525), os quais se conectam a um sistema de aquisição de dados que analisa todos os sensores a cada segundo e armazena os valores médios ou integrados a cada 5 minutos. Os dados coletados pela EMA foram considerados como referência para a obtenção da evapotranspiração da cultura de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Penman Montheit FAO-56 (ALLEN et al., 1998).

Nos demais tratamentos avaliados foram instalados termo-higrômetros digitais (a partir dos 6 dias após o transplante, DAT) para monitoramento de rotina da temperatura e da umidade relativa do ar a cada dez minutos. Com o uso do luxímetro digital foi aferida a iluminância (quantidade de luz que incide sobre uma superfície) em cada tratamento ao longo do dia. As aferições ocorreram das 7h:29min ao pôr do sol (17h:49min) a intervalos fixos de cinco minutos.

Para a determinação da evapotranspiração diária das mudas, foi realizada a pesagem direta de doze plantas das seis espécies em cada tratamento em balança

digital com 0,001 g de precisão. Desta maneira, considerando-se a massa dos sacos para as mudas com solo saturado com água (em média 2300 g cada), a pesagem possibilitou a determinação do volume de água evapotranspirada no intervalo de um dia (evapotranspiração da cultura, ETc) e a partir desta, o estabelecimento dos coeficientes de cultura (Kc) deu-se em função do quociente entre a ETc de cada espécie e a ETo obtida pela EMA. A reposição hídrica foi equivalente à perda total de água no intervalo de um dia. As pesagens iniciaram-se no dia 06 de maio de 2014 (12 DAT) e prolongaram-se até os 135 DAT (06/09/2014).

Ao fim do experimento, realizou-se a análise destrutiva de todas as mudas empregadas na pesagem diária, tendo sido realizada a contagem de suas folhas; a aferição das medidas de altura (cm, medida do colo das plantas até a gema apical, com auxílio de régua graduada) e diâmetro à altura do solo (mm, com auxílio de paquímetro digital); obtenção da massa fresca e seca (g) das folhas, caule, raízes e total; área foliar (AF, cm<sup>2</sup>) e volume radicular (cm<sup>3</sup>).

As massas foram determinadas em balança com precisão de 0,0001 g, tendo sido a fresca aferida logo após as plantas terem sido retiradas do solo e lavadas; e a seca após o material vegetal ter permanecido em estufa de circulação forçada à temperatura de 60 ± 5 °C até a obtenção de massa constante; a área foliar foi obtida por medidor fotoelétrico e o volume radicular por imersão das raízes em proveta graduada preenchida com volume conhecido de água.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 7 x 6 (tratamentos x espécies) com doze repetições contendo uma muda cada. As avaliações de todos os parâmetros biométricos, quando significativas, foram apresentadas por análise de variância pelo teste F e comparadas pelo teste de Tukey, a 5 % de significância.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Parâmetros meteorológicos**

As condições meteorológicas ao decorrer do experimento (Tabela 1) apresentaram o mesmo padrão definido por Souza, Casavecchia e Stangerlin (2012) e Souza et al. (2013), tendo em vista que a temperatura média mensal apresentada foi de 25,53 °C (correspondente à faixa apresentada pelos autores), e que a precipitação acumulada foi de 28,00 mm, tendo em vista que o período experimental corresponde ao período de seca na região.

Tabela 1. Valores mensais da temperatura, umidade relativa do ar; precipitação (precip.) pluvial mensal acumulada; radiação global (rad. global), insolação e evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) entre abril e setembro (Sinop, MT, 2014).

Meses	Precip. (mm)	Temperatura do Ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Rad. Global MJ.m <sup>2</sup> .dia <sup>-1</sup>	Insolação Horas	ET <sub>o</sub> mm.dia <sup>-1</sup>
		Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.			
<b>Abr.*</b>	11,00	25,19	32,02	20,65	83,35	99,14	55,99	17,02	7,86	3,42
<b>Mai.</b>	1,25	25,16	32,57	19,43	78,15	95,12	49,17	18,25	8,80	3,52
<b>Jun.</b>	15,75	24,61	32,96	17,81	72,02	97,34	40,97	17,80	9,02	3,09
<b>Jul.</b>	0,00	24,81	33,74	17,10	64,10	93,83	32,13	19,56	9,30	3,42
<b>Ago.</b>	0,00	26,38	35,77	18,01	54,08	87,17	24,84	27,16	10,03	5,29
<b>Set.**</b>	0,00	27,03	35,15	21,06	69,78	93,13	38,41	17,43	7,48	3,59
<b>Média</b>	-	25,53	33,70	19,01	70,25	94,29	40,25	19,54	8,75	3,72

\* Período referente a 24 – 30/04. \*\* Período referente a 01 – 06/09 (135 DAT).

Na Figura 1 encontram-se os valores diários obtidos durante os 12-135 DAT para os parâmetros temperatura e umidade do ar, radiação global, insolação e precipitação pluviométrica.

Por meio do monitoramento realizado pelos termo-higrômetros em cada tratamento (Tabela 2), verificou-se que a maior temperatura média aferida durante o período experimental referiu-se à tela preta 35% (26,52 °C), a qual também apresentou a menor umidade relativa (62,42%). A menor temperatura média ocorreu na tela preta 50% (24,41 °C) e a maior umidade relativa na tela verde (70,13%).

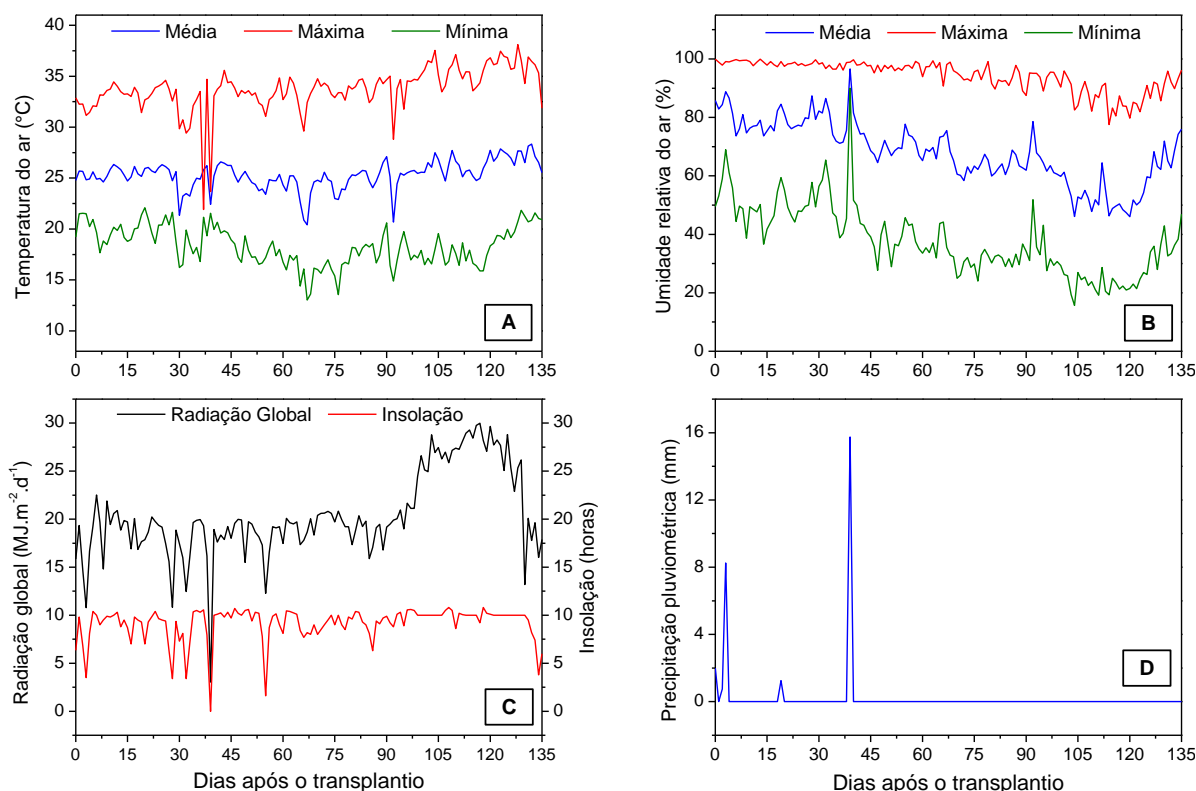


Figura 1. Valores diários da temperatura do ar (A), umidade relativa do ar (B), radiação global, insolação (C) e precipitação pluviométrica (D), entre 24/04/2014 e 06/09/2014, em Sinop-MT.

Tabela 2. Valores médios dos principais elementos meteorológicos nas condições de cultivo, entre 01/05/2014 e 06/09/2014. Sinop, MT, 2014.

Tratamentos	Temperatura do ar (°C) e Umidade relativa do ar (%)											
	Maio		Junho		Julho		Agosto		Setembro		Médias	
	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)	T (°C)	UR (%)
<b>Pleno Sol</b>	25,15	77,85	24,61	71,64	24,79	63,1	26,36	52,98	27,29	65,11	25,64	66,14
<b>Preta 35%</b>	25,80	74,02	25,03	67,91	25,67	58,85	27,36	51,42	28,72	59,9	26,52	62,42
<b>Preta 50%</b>	23,88	79,69	23,29	73,9	23,49	65,94	25,19	56,51	26,20	67,81	24,41	68,77
<b>Preta 80%</b>	24,47	79,62	23,90	73,99	24,37	66,08	25,71	57,03	26,65	68,01	25,02	68,95
<b>Verde</b>	24,59	80,75	24,03	75,15	24,46	67,14	25,87	57,96	26,69	69,64	25,13	70,13
<b>Vermelho</b>	25,19	79,23	24,58	73,63	25,12	64,82	26,55	56,75	27,28	67,82	25,74	68,45
<b>Azul</b>	24,87	79,75	24,29	73,99	24,80	65,43	26,24	56,56	27,17	67,93	25,47	68,73
<b>Médias</b>	24,85	78,70	24,25	72,89	24,67	64,48	26,18	55,60	27,14	66,60	-	-

Com a análise da Figura 2 é possível observar o padrão da iluminância em cada tratamento ao longo do dia, sendo que as quedas bruscas nas curvas referiram-se à presença de nuvens no momento das aferições. O maior pico de radiação ocorreu às 11h:44min, tendo o tratamento pleno sol apresentado 74.890 Lúmen.m<sup>-2</sup>.

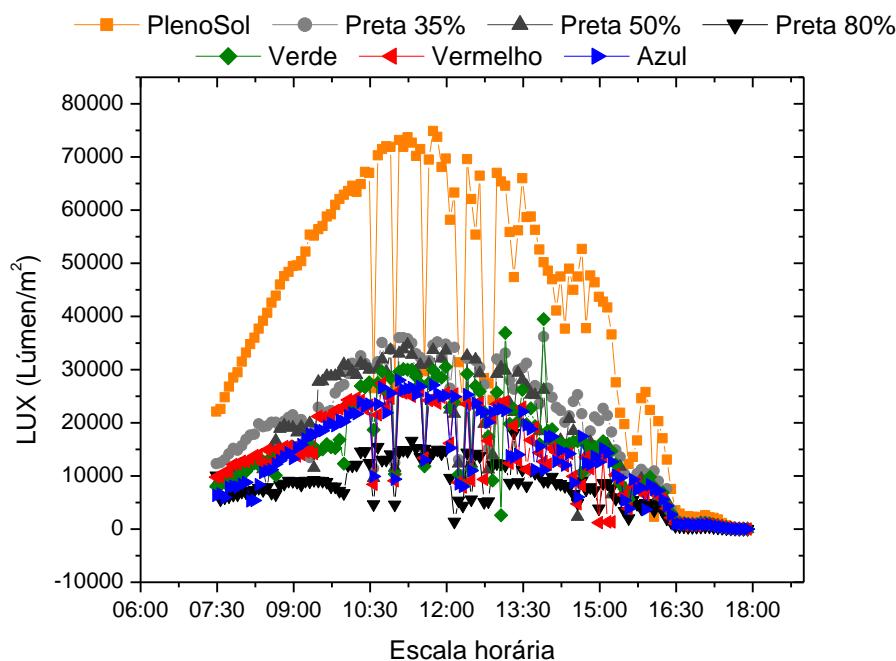


Figura 2. Evolução da iluminância ( $\text{Lúmen}\cdot\text{m}^{-2}$ ) ao longo de um dia para as diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2014.

### 3.2. Evapotranspiração e coeficiente de cultura

A partir da análise dos valores de  $\text{ET}_{\text{C}_{\text{acum}}}$  pelas espécies nos tratamentos ao longo dos 123 DAT (Tabela 3), verificou-se que *T. impetiginosa* apresentou o maior valor médio (1066,44 mm) e *P. platycephala* o menor (499,64 mm); considerando-se os tratamentos, as mudas crescidas na condição a pleno sol apresentaram a maior média de  $\text{ET}_{\text{C}_{\text{acum}}}$  (826,42 mm), e as submetidas à tela preta com 80% de sombreamento, a menor (534,70 mm).

Ao nível de espécie, observou-se que *T. impetiginosa*, *T. roseoalba*, *H. chrysotrichus* e *A. pavonina*, apresentaram os menores valores de  $\text{ET}_{\text{C}_{\text{acum}}}$  na tela de cor preta com 80% de sombreamento; para *P. pendula*, o menor valor referiu-se à tela na cor vermelha e para *P. platycephala*, à verde; já os maiores  $\text{ET}_{\text{C}_{\text{acum}}}$  ocorreram na condição pleno sol para a ampla maioria das espécies, exceto *P. platycephala* (tratamento onde a cobertura do viveiro possuiu a coloração vermelha).

Para cada espécie as  $\text{ET}_{\text{C}_{\text{acum}}}$  variaram de 710,02 a 1184,46 mm para *T. impetiginosa*; de 500,16 a 854,15 mm para *T. roseoalba*, de 488,02 a 870,43 mm

para *H. chrysotrichus*, de 447,83 a 708,10 mm para *P. pendula*, de 412,43 a 600,46 mm para *P. platycephala*, e de 540,03 a 788,65 para *A. pavonina*.

Tabela 3. Evapotranspiração da cultura (ETc) acumulada para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo dos 12 aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014.

Evapotranspiração da cultura acumulada (mm)								
Espécie	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>T. impetiginosa</i>	1184,46	1135,05	1034,29	710,02	1144,70	1108,20	1148,36	1066,44
<i>T. roseoalba</i>	854,15	634,50	541,09	500,16	551,08	523,78	627,44	604,60
<i>H. chrysotrichus</i>	870,43	550,33	630,08	488,02	544,27	493,75	818,17	627,86
<i>P. pendula</i>	708,10	539,25	513,01	518,58	606,21	447,83	684,21	573,88
<i>P. platycephala</i>	552,75	526,18	481,36	451,39	412,43	600,46	472,91	499,64
<i>A. pavonina</i>	788,65	692,89	595,41	540,03	660,87	601,95	540,16	631,42
<b>Médias</b>	826,42	679,70	632,54	534,70	653,26	629,33	715,21	667,31

As espécies que demonstraram menor requerimento de água foram *P. platycephala* na tela de cor vermelha e *P. pendula* nos demais tratamentos; e os maiores valores de  $ETc_{acum}$  ocorreram para *T. impetiginosa* em todos os tratamentos. Através da análise destrutiva das mudas aos 135 DAT (análise de variância no Apêndice, Tabela 1) (Tabela 4), observou-se que *P. pendula* e *P. platycephala* apresentaram as menores médias de área foliar (AF) (29,18 e 40,25 cm<sup>2</sup>, respectivamente) e *T. impetiginosa*, a maior (733,48 cm<sup>2</sup>), verificando-se uma tendência linear entre a ETc e a AF das mudas analisadas.

Tal comportamento também foi reportado em pomar jovem de lima ácida (COELHO FILHO et al., 2004), onde observou-se que para uma mesma ETo ocorreu o aumento da transpiração com o acréscimo de AF; para cultivares de mangueiras, onde existiu correlação linear entre a AF da planta e a medida da transpiração máxima (OLIVEIRA et al., 2009); e para flores do gênero *Zantedeschia* sp. (MUÇOUÇA et al., 2006), cuja ETc acompanhou o desenvolvimento da AF.

Tendo em vista o contexto abordado, Villa Nova et al. (1996), destacam que o índice de área foliar trata-se do fator biológico com maior importância no processo da medida da evapotranspiração, já que a mesma refere-se ao tamanho da superfície transpirante.

Tabela 4. Área foliar e evapotranspiração da cultura para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014.

Espécie	Área foliar (cm <sup>2</sup> )							
	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<i>T. impetiginosa</i>	589,91 Fb	729,46 Fc	774,19 Fd	550,94 Fa	931,90 Fg	777,06 Fe	780,92 Ff	733,48 F
<i>T. roseoalba</i>	301,52 Dg	155,50 Ce	125,69 Cd	65,77 Ca	156,94 Cf	94,99 Cb	122,12 Cc	146,07 C
<i>H. chrysotrichus</i>	172,76 Cc	239,69 Dg	193,08 De	76,45 Da	168,23 Dd	213,23 Df	113,88 Db	168,19 D
<i>P. pendula</i>	14,36 Ac	12,80 Aa	14,22 Ab	28,45 Be	23,44 Bd	55,03 Af	55,97 Ag	29,18 A
<i>P. platycephala</i>	43,46 Be	27,57 Bd	14,41 Ba	18,90 Ab	22,12 Ac	75,59 Bf	79,67 Bg	40,25 B
<i>A. pavonina</i>	408,18 Ef	345,49 Ee	300,02 Ec	165,05 Ea	341,45 Ed	246,54 Eb	441,50 E	321,18 E
<b>Médias</b>	255,03 e	251,75 d	236,93 b	150,93 a	274,01g	243,74 c	265,68 f	-
Evapotranspiração da cultura – ETc (mm.dia <sup>-1</sup> )								
<i>T. impetiginosa</i>	15,54	18,07	18,32	13,37	19,68	19,08	19,23	17,6
<i>T. roseoalba</i>	10,45	9,74	9,24	7,62	10,35	7,67	8,83	9,13
<i>H. chrysotrichus</i>	9,18	12,97	9,99	6,76	8,98	10,60	8,38	9,55
<i>P. pendula</i>	8,21	6,61	8,18	9,89	8,73	10,14	10,75	8,93
<i>P. platycephala</i>	8,28	7,57	7,27	7,32	7,52	8,48	10,19	8,09
<i>A. pavonina</i>	11,51	11,10	9,34	8,88	9,89	9,18	12,36	10,32
<b>Médias</b>	10,53	11,01	10,39	8,97	10,86	10,86	11,62	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

A evapotranspiração diária e os coeficientes de cultivo das espécies florestais em cada tratamento encontram-se ilustrados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

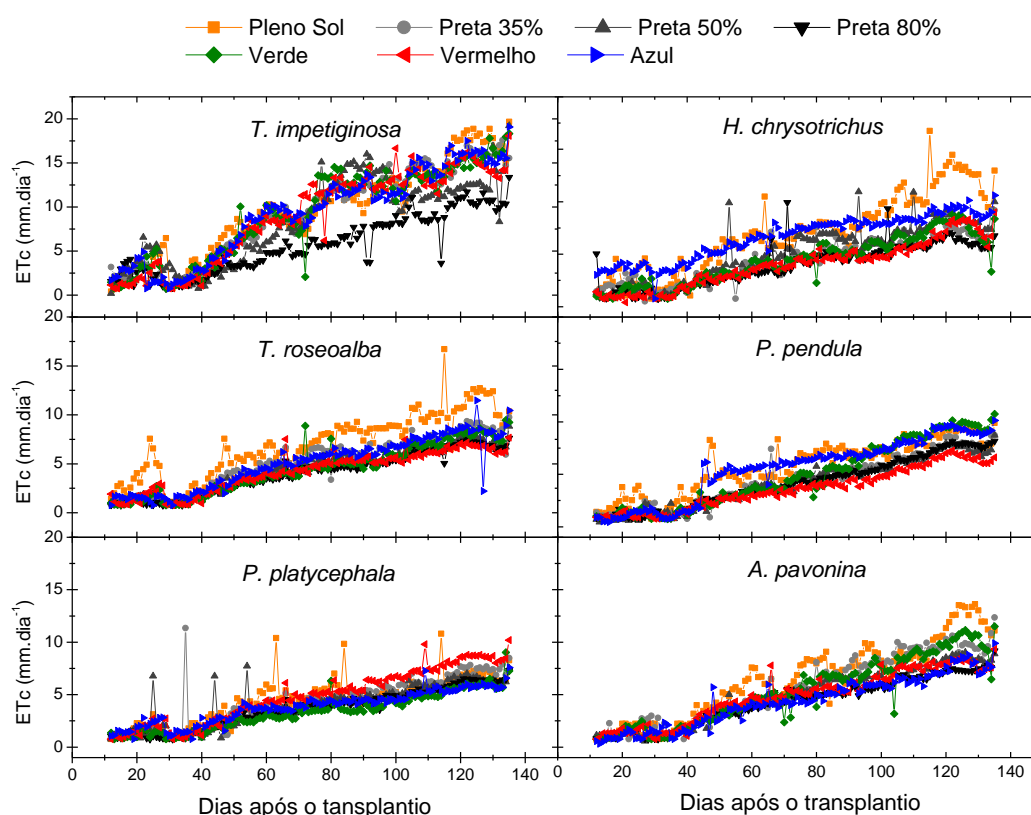


Figura 3. Evapotranspiração da cultura (ETc) para as espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo dos 12 aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014.



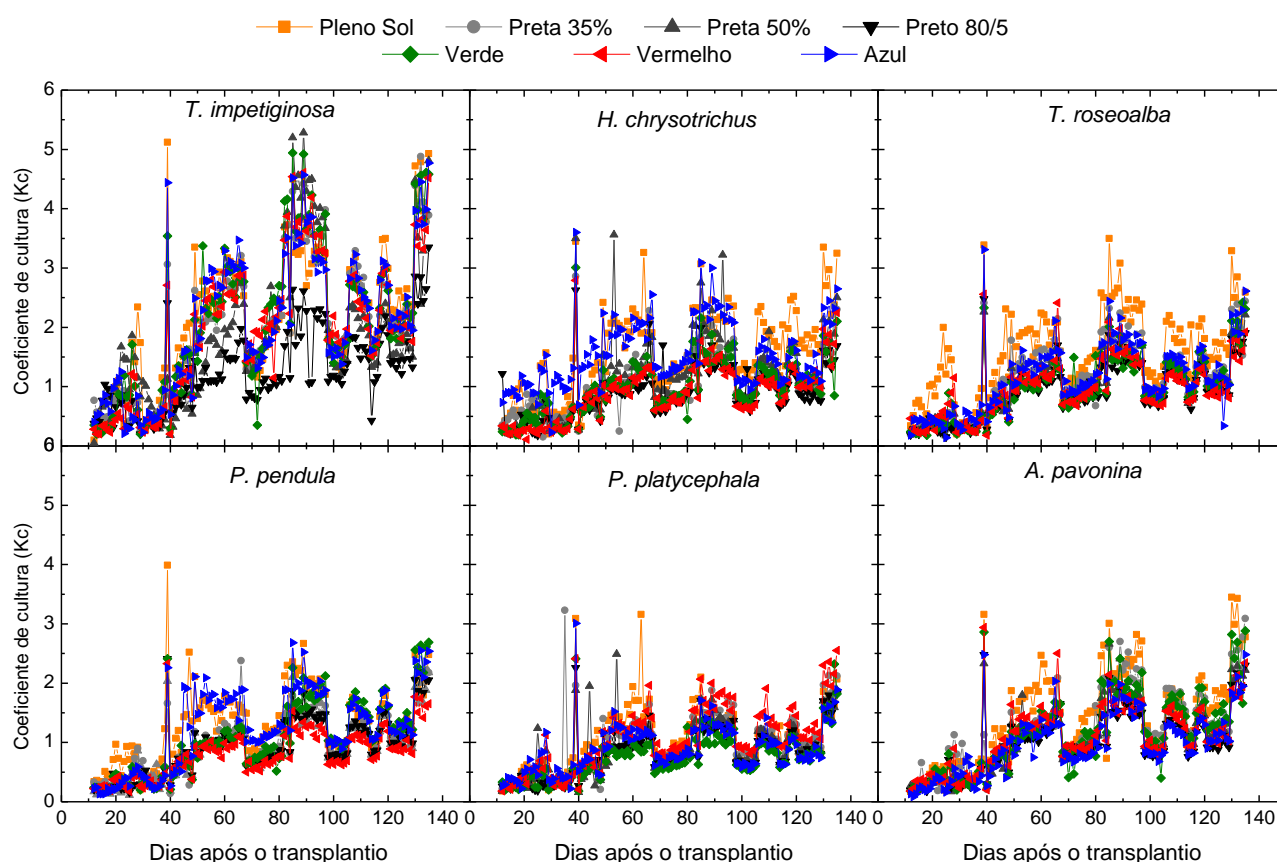


Figura 4. Coeficientes de cultura (Kc) para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo dos 12 aos 135 dias após o transplântio. Sinop, MT, 2014.

Verificou-se que os valores de  $ET_c$  para todas as espécies aumentaram com o passar dos meses, tendo em vista o desenvolvimento das mudas e um consequente aumento na área foliar das mesmas (superfície transpirante).

Sabonaro e Galbiatti (2007) observaram respostas similares ao trabalharem com mudas de *T. impetiginosa*, ou seja, a demanda hídrica variou com o estágio de crescimento das mesmas. Durante a formação de mudas cítricas, Lima (1993) constatou a variação da necessidade de água, a qual se relacionou com os estágios de desenvolvimento da planta.

Os coeficientes de cultura e consumos hídricos médios diários obtidos para cada espécie considerando-se todos os tratamentos (Tabela 5) foram: 1,93 e 8,6 mm para *T. impetiginosa*; 1,10 e 4,88 mm para *T. roseoalba*; 1,15 e 5,06 mm para *H. chrysotrichus*; 1,04 e 4,63 mm para *P. pendula*; 0,91 e 4,03 mm para *P. platycephala* e 1,14 e 5,09 mm para *A. pavonina*.

Thebaldi (2011), analisando mudas florestais cultivadas em tubetes, verificou os seguintes valores de Kc e ETc respectivamente: 3,64-7,24 mm para araucária; 2,78-5,54 mm para jerivá; 2,80-5,58 mm para cutieira; 4,52-9,0 mm para mutamba; 4,68-9,31 mm para angico vermelho e 3,74-7,44 mm para peroba rosa. Os valores de Kc e ETc das mencionadas espécies foram todos superiores aos observados no presente estudo, entretanto, o autor pondera que os altos valores estão condicionados à pequena área da seção dos tubetes. Destaca-se que o Kc é um índice dependente de muitas variáveis, tais como solo, clima e principalmente do manejo e características da espécie vegetal (ALLEN et al., 1998; PEREIRA; ALLEN, 1997).

No crescimento da frutífera perene *Prunus persica* L. para porta-enxerto após 222 dias do transplante, Mezzalana et al. (2011), obtiveram uma ETc de 0,97 mm.dia<sup>-1</sup> e Kc de 0,19, corroborando com os valores encontrados neste estudo. Assim como, ETc de 2,89 mm.dia<sup>-1</sup> e Kc de 0,98 para lima ácida com seis anos de cultivo (BARBOZA JÚNIOR, 2007); Kc entre 0,69 e 0,63 para *Jatropha curcas* (pinhão manso) na fase de formação (LENA, 2013); e Kcs entre 0,54 e 1,01 para *Hymenaea courbaril* L., de 0,35 a 0,67 para *Eugenia uniflora* L., e 0,52 a 0,85 para *Dypterix alata* Vog (SILVA, 2012).

Tabela 5. Evapotranspiração e coeficientes da cultura médios para espécies florestais tropicais, em diferentes condições de cultivo. Sinop, MT, 2014.

Evapotranspiração da cultura – ETc (mm.dia <sup>-1</sup> )								
Espécie	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Azul	Verde	Vermelho	Médias
<i>T. impetiginosa</i>	9,55	9,15	8,34	5,73	9,26	9,23	8,94	8,60
<i>T. roseoalba</i>	6,89	5,12	4,36	4,03	5,06	4,44	4,22	4,88
<i>H. chrysotrichus</i>	7,02	4,44	5,08	3,94	6,60	4,39	3,98	5,06
<i>P. pendula</i>	5,71	4,35	4,14	4,18	5,52	4,89	3,61	4,63
<i>P. platycephala</i>	4,46	4,24	3,88	3,64	3,81	3,33	4,84	4,03
<i>A. pavonina</i>	6,36	5,59	4,80	4,36	4,36	5,33	4,85	5,09
<b>Médias</b>	6,66	5,48	5,1	4,31	5,77	5,27	5,08	5,38
Espécie	Coeficiente de cultura (Kc)							Médias
<i>T. impetiginosa</i>	2,16	2,03	1,88	1,26	2,09	2,08	1,98	1,93
<i>T. roseoalba</i>	1,56	1,15	0,98	0,90	1,15	0,98	0,96	1,10
<i>H. chrysotrichus</i>	1,57	1,02	1,16	0,89	1,54	0,99	0,89	1,15
<i>P. pendula</i>	1,31	0,97	0,92	0,93	1,24	1,06	0,81	1,04
<i>P. platycephala</i>	1,03	0,96	0,87	0,82	0,89	0,75	1,08	0,91
<i>A. pavonina</i>	1,43	1,23	1,07	0,98	0,98	1,18	1,10	1,14
<b>Médias</b>	1,51	1,23	1,15	0,97	1,31	1,18	1,14	-

A partir da observação dos dados de ETc e Kc tabelados e ilustrados na Figuras, observou-se que seus valores tenderam a decrescer com o aumento da retenção de radiação proporcionada pelos telados. Quanto aos telados coloridos (50% de sombreamento), o que obteve maiores ETc e Kc foi a tela colorida azul seguida da verde e vermelha (menores valores).

As taxas de evapotranspiração das culturas sofrem influência dos fatores climáticos, das plantas e do solo, sendo os principais a temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação, vento e radiação solar. Sendo assim, a taxa de evapotranspiração sofre aumento do seu valor quanto maiores forem a temperatura, vento e disponibilidade de radiação solar, e menor for a umidade relativa do ar (CUNHA; ESCOBEDO, 2003; FIETZ; FISCH, 2009; EVANGELISTA; PEREIRA, 2003), sendo que a radiação solar trata-se do elemento climático com maior importância na estimativa da evapotranspiração (CHANG, 1968).

Ainda quanto aos fatores climáticos, Medeiros (2003) complementa que o déficit de pressão de vapor influencia diretamente a taxa de evapotranspiração, já que normalmente decréscimos na temperatura acarretam no aumento da UR e diminuição da evapotranspiração.

### 3.3. Análise destrutiva das mudas

Os parâmetros biométricos lineares, número de folhas e volume de raízes referentes às mudas empregadas nas medidas da evapotranspiração diária encontram-se na Tabela 6 (análises de variância no Apêndice, Tabelas 2 – 5).

A respeito da medida linear da altura, *T. impetiginosa* destacou-se com os maiores valores médios em todos os tratamentos; enquanto que os menores referiram-se a *T. roseoalba* (telas: preta 80% e vermelha) e a *H. chrysotrichus* (demais tratamentos).

Para o diâmetro, em todos os tratamentos *T. impetiginosa* também demonstrou os maiores valores médios; e os menores foram verificadas para *H. chrysotrichus* (na tela preta 80%) e para *P. pendula* (os seis tratamentos restantes). Quanto ao volume de raiz *T. impetiginosa* novamente obteve os maiores valores

médios em todos os tratamentos, enquanto os menores foram verificados em *P. platycephala* (tela preta 35% e verde) e na espécie *P. pendula* (nos demais tratamentos).

*A. pavonina* foi a espécie que apresentou o maior número de folhas em todos os tratamentos; enquanto os menores valores foram encontrados para *P. platycephala* (telas: preta 50%, preta 80% e vermelha) e *P. pendula* (demais tratamentos).

Desta maneira, *T. impetiginosa* apresentou valores de altura, diâmetro e volume de raiz superiores às demais espécies, e como consequência também demonstrou uma maior demanda hídrica e Kc. *A. pavonina*, apresentou o maior número de folhas (superfícies transpirantes), e os segundos maiores valores de ETc e Kc; já as espécies que apresentaram menores incrementos de seus parâmetros foram as que apresentaram as menores necessidades hídricas e Kc.

Tabela 6. Altura (cm), diâmetro (mm), número de folhas e volume de raiz (cm<sup>3</sup>) das mudas de espécies florestais tropicais empregadas na determinação da evapotranspiração diária aos 135 dias após o transplântio.

-	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<b>Altura (cm)</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	25,03Dab	24,66Cab	26,56Dabc	23,59Ca	28,46Dbc	30,11Ec	27,33Dabc	26,53E
<i>T. roseoalba</i>	12,38Bb	8,89Aab	7,58ABa	7,48Aa	9,07ABab	6,43Aa	8,01Ba	8,55B
<i>H. chrysotrichus</i>	7,14Aa	7,37Aa	5,77Aa	7,68Aa	5,56Aa	7,74ABa	4,32Aa	6,51Aa
<i>P. pendula</i>	8,80ABa	9,65Aa	10,18Ba	10,26ABa	9,78Ba	11,88Ca	10,59Ba	10,16Ca
<i>P. platycephala</i>	11,44Ba	9,66Aa	9,73Ba	8,31Aa	10,11Ba	10,88BCa	10,22Ba	10,05Ca
<i>A. pavonina</i>	20,38Cc	15,21Bab	17,05Cabc	13,51Ca	16,65Cabc	15,73Dab	18,76Cbc	16,75D
<b>Médias</b>	14,20c	12,57ab	12,81abc	11,80a	13,27abc	13,79bc	13,20abc	-
<b>Diâmetro (mm)</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	9,29Eb	9,15Eb	9,46Eb	7,78Da	10,01Cb	10,02Cb	9,88Cb	9,37E
<i>T. roseoalba</i>	6,90Dd	5,11Dc	4,71Dabc	3,75Ca	4,88Bbc	3,91ABab	4,33Babc	4,80D
<i>H. chrysotrichus</i>	3,61Bc	3,63BCc	3,41BCbc	1,98Aa	2,98Aabc	3,47ABc	2,38Aab	3,06B
<i>P. pendula</i>	2,28Aa	2,27Aa	2,27Aa	2,16Aa	2,86Aa	3,11Aa	2,37Aa	2,47A
<i>P. platycephala</i>	3,32Bab	3,03ABab	2,82ABab	2,30ABa	2,89Aab	3,45ABb	3,36ABab	3,02B
<i>A. pavonina</i>	4,79Cb	4,27CDab	4,14CDab	3,24BCa	4,18Bab	4,38Bb	4,38Bb	4,20C
<b>Médias</b>	5,03c	4,58b	4,47b	3,54a	4,63bc	4,72bc	4,45b	-
<b>Número de folhas</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	11,25Ba	12,00Ba	12,00Ba	12,50CDa	14,33Ba	13,33BCa	13,42Ba	12,69B
<i>T. roseoalba</i>	15,42Cb	15,42Bb	11,42Ba	10,17BCa	12,50Bab	9,83ABa	11,17Ba	12,27B
<i>H. chrysotrichus</i>	10,58Ba	13,58Ba	12,42Ba	11,17CDa	13,17Ba	14,17Ca	11,17Ba	12,32B
<i>P. pendula</i>	6,58Aa	5,58Aa	6,50Aa	7,33ABa	5,92Aa	7,58Aa	6,58Aa	6,58A
<i>P. platycephala</i>	6,67Aa	6,67Aa	6,08Aa	5,92Aa	6,42Aa	7,33Aa	7,33Aa	6,63A
<i>A. pavonina</i>	20,67Dbc	23,42Cc	20,00Cbc	14,00Da	18,58Cb	20,00Dbc	20,42Cbc	19,58C
<b>Médias</b>	11,86b	12,78b	11,40ab	10,18a	11,82b	12,04b	11,68ab	-
<b>Volume de raiz (cm<sup>3</sup>)</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	14,67Dbc	13,83Db	17,00Cbc	8,42Ba	17,58Cc	16,67Dbc	14,50Cbc	14,67D
<i>T. roseoalba</i>	11,17Cd	7,17Cbc	6,25Bbc	2,25Aa	7,58Bc	3,88BCab	6,33Bbc	6,38C
<i>H. chrysotrichus</i>	5,00Bb	4,00BCab	3,17ABab	0,88Aa	2,50Aab	4,79Cb	1,75Aab	3,15B

<i>P. pendula</i>	0,50Aa	0,50Aa	0,67Aa	0,71Aa	1,13Aa	0,67Aa	0,96Aa	0,73A
<i>P. platycephala</i>	1,38Aa	0,50Aa	1,08Aa	0,71Aa	0,58Aa	0,83ABa	1,33Aa	0,92A
<i>A. pavonina</i>	4,83Ba	2,83ABa	3,25ABa	1,75Aa	3,33Aa	2,88ABCa	3,08Aa	3,14B
<b>Médias</b>	6,26c	4,81b	5,24bc	2,45a	5,45bc	4,95bc	4,66b	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Referentes à massa fresca e seca (Tabelas 7 e 8, respectivamente) obtidas (análises de variância no Apêndice, Tabelas 6 – 13), verificou-se que a maioria das espécies apresentou menor biomassa total no tratamento tela preta 80%, exceto por *P. pendula*, que apresentou seus menores valores na tela preta 35% e a pleno sol.

Sendo assim, verifica-se que a condição com maior restrição à iluminação dentre os tratamentos limitou o processo fotossintético da maioria das mudas florestais analisadas, e, portanto, a alocação de fotossintatos. Os menores valores médios gerais de ETc e Kc (Tabela 5) também foram observados para a tela preta 80% (4,31 mm.dia<sup>-1</sup> e 0,97).

Quanto à influência dos tratamentos na alocação de massa verificou-se que para *T. roseoalba*, *H. chrysotrichus*, *P. platycephala* e *A. pavonina* a mesma ocorreu a pleno sol; para *T. impetiginosa* na tela verde e para *P. pendula*, na vermelha. No tratamento pleno sol verificou-se as maiores médias gerais de ETc e Kc (6,66 mm.dia<sup>-1</sup>/1,51), sendo seguida da tela azul (5,77 mm.dia<sup>-1</sup>/1,31), preta 35% (5,48 mm.dia<sup>-1</sup>/1,23), verde (5,27 mm.dia<sup>-1</sup>/1,18), preta 50% (5,10 mm.dia<sup>-1</sup>/1,15), vermelho (5,08 mm.dia<sup>-1</sup>/1,14) e preta 80% (4,31 mm.dia<sup>-1</sup>/0,97).

A adaptação das espécies em cada tratamento (que reflete a incorporação de fotossintatos) é resultante das características genéticas das mesmas, os chamados fatores da planta, aos quais também interferem nas taxas de evapotranspiração, conforme já mencionado anteriormente.

*T. impetiginosa* apresentou-se com os maiores valores médios de massa seca e fresca em todos os tratamentos, enquanto os menores referiram-se a *P. pendula* (pleno sol, tela preta 35%, preta 50%, vermelha e azul) e *P. platycephala* (preta 80% e verde). Observou-se, portanto, que a espécie que alocou mais fotossintatos na forma de matéria seca apresentou os maiores valores de ETc e Kc, e as que alocaram menos, os menores ETc e Kc.

Verificaram-se os conteúdos de água entre 60,95% (preta 80%) e 68,64% (preta 35%) nas folhas; 62,48% (preta 50%) e 66,50% (preta 35%) no caule; 64,99%

(preta 80%) e 72,39% (preta 35%) nas folhas, e entre 63,69% (preta 80%) e 70,46% (preta 35%) na planta toda. Conforme Pimenta (2008), tecidos lenhosos têm sua massa constituída por cerca de 35 a 75% de água, portanto, as médias obtidas no presente estudo situaram-se neste intervalo.

Tabela 7. Massas fresca (MF) das folhas, caule, raízes e total (g) e conteúdo de água (%) das mudas de espécies florestais tropicais da determinação da evapotranspiração diária aos 135 dias após o transplântio.

	Pleno Sol		Preta 35%		Preta 50%		Preta 80%		Verde		Vermelho		Azul		Médias	
	MF	% água	MF	% água	MF	% água	MF	% água	MF	% água	MF	% água	MF	% água	MF	
Folhas	<i>T. impetiginosa</i>	17,359 Db	76,9	16,897 Cb	77,04	17,891 Cbc	73,4	9,457 Ba	71,95	21,159 Cc	72,87	16,638 Cb	68,4	17,151 Cb	72,72	16,65 D
	<i>T. roseoalba</i>	7,703 Cb	71,05	3,146 ABa	69,92	2,405 ABa	71,49	0,894 Aa	64,81	2,964 Aa	69,65	1,469 ABa	64,83	2,177 Aa	58,55	2,966 B
	<i>H. chrysotrichus</i>	4,237 Bab	67,42	4,818 Bb	71,59	3,525 ABab	69,25	0,990 Aa	67,72	2,698 Aab	67,02	4,158 ABab	68,64	1,844 Aab	69,83	3,181 B
	<i>P. pendula</i>	0,305 Aa	46,52	0,375 Aa	67,03	0,394 Aa	51,2	0,412 Aa	41,31	0,621 Aa	48,41	0,900 Aa	54,17	0,653 Aa	55,96	0,523 A
	<i>P. platycephala</i>	1,340 ABa	58,5	0,824 Aa	52,63	0,798 Aa	52,75	0,347 Aa	48,00	0,641 Aa	52,32	1,109 Aa	56,02	0,964 Aa	50,67	0,860 A
	<i>A. pavonina</i>	8,647 Cc	75,71	5,430 Babc	73,61	5,637 Babc	73,26	2,750 Aa	71,92	6,403 Bbc	73,19	4,644 ab	72,7	7,384 Bbc	71,59	5,842 C
	<b>Médias</b>	6,599 c	66,02	5,248 bc	68,64	5,108 b	65,23	2,475 a	60,95	5,748 bc	63,91	4,82 b	64,13	5,029 b	63,22	-
Caule	<i>T. impetiginosa</i>	10,081 Cb	76,95	10,248 Cb	73,91	11,243 Bb	72,71	7,135 Ba	73,74	13,110 Bc	70,99	13,263 Bc	69,88	9,724 Cb	68,6	10,687 D
	<i>T. roseoalba</i>	2,888 Bb	72,26	1,362 ABab	66,47	1,073 Ab	70,22	0,696 Ab	67,71	1,500 Aab	70,62	0,841 Ab	72,71	1,105 ABb	68,64	1,352 B
	<i>H. chrysotrichus</i>	0,765 Aa	70,17	1,024 ABa	73,71	0,471 Aa	49,13	0,188 Aa	68,28	0,442 Aa	65,74	0,745 Aa	67,98	0,258 Aa	72,09	0,556 A
	<i>P. pendula</i>	0,245 Aa	58,38	0,338 Aa	60,74	0,407 Aa	60,36	0,316 Aa	52,61	0,546 Aa	53,73	0,628 Aa	58,38	0,391 Aa	56,86	0,410 A
	<i>P. platycephala</i>	0,900 Aa	57,79	0,645 ABa	61,22	0,616 Aa	60,89	0,367 Aa	56,92	0,580 Aa	60,13	0,751 Aa	57,96	0,655 Aa	57,61	0,645 A
	<i>A. pavonina</i>	3,114 Bb	61,49	2,128 Bab	62,96	2,113 Aab	61,55	1,099 Aa	56,75	2,126 Aab	59,01	1,917 Aab	55,56	2,382 Bab	66,62	2,126 C
	<b>Médias</b>	2,999 b	66,17	2,624 b	66,5	2,654 b	62,48	1,633 a	62,67	3,051 b	63,37	3,024 b	63,74	2,419 b	65,07	-
Raízes	<i>T. impetiginosa</i>	13,852 Cb	77,37	13,510 Db	77,94	16,770 Dbcd	78,12	8,725 Ba	76,31	19,444 Cd	78,5	18,227 Dcd	74,61	15,274 Dbc	74,33	15,114 A
	<i>T. roseoalba</i>	10,823 Cd	76,01	7,623 Cbcd	85,53	7,374 Cbc	77,32	3,251 Aa	75,48	8,303 Bcd	77,72	4,723 BCab	77,46	6,828 Cbc	79,69	6,989 C
	<i>H. chrysotrichus</i>	5,699 Bc	76,36	4,967 BCbc	82,45	4,160 BCabc	79,16	0,992 Aa	70,14	3,700 Aabc	71,2	5,514 Cc	73,64	1,707 ABab	78,45	3,820 B
	<i>P. pendula</i>	0,507 Aa	66,72	0,391 Aa	58,86	0,427 Aa	55,98	0,415 Aa	48,51	0,888 Aa	52,38	0,911 ABa	61,63	0,550 Aa	56,35	0,584 A
	<i>P. platycephala</i>	1,298 Aa	62,59	0,750 Aa	59,35	0,797 Aa	58,32	0,500 Aa	52,19	0,893 Aa	63,55	1,430 Aa	64,9	1,047 ABa	57,2	0,959 A
	<i>A. pavonina</i>	3,811 ABa	51,36	3,604 ABa	70,2	3,427 ABa	68,1	2,094 Aa	67,31	3,043 Aa	61,32	3,675 ABCa	67,04	3,895 BCa	70,69	3,364 B
	<b>Médias</b>	5,999 b	68,4	5,141 b	72,39	5,493 b	69,5	2,663 a	64,99	6,045 b	67,45	5,746 b	69,88	4,883 b	69,45	-
Total	<i>T. impetiginosa</i>	41,293 Eb	77,07	40,655 Cb	76,55	45,904 Cb	74,96	25,317 Ba	73,92	53,713 Cc	74,45	48,128 Cbc	71,16	42,149 Db	72,36	42,451 D
	<i>T. roseoalba</i>	21,415 Dc	73,72	12,130 Bab	79,34	10,853 Bab	75,33	4,840 Aa	72,39	12,768 Bb	75,01	7,033 ABab	74,25	10,393 BCab	74,64	11,347 C
	<i>H. chrysotrichus</i>	10,701 BCb	73,08	10,808 Bb	76,78	8,156 ABab	73,14	2,170 Aa	68,87	6,839 ABab	69,2	10,416 Bb	71,24	3,808 ABab	73,85	7,557 B
	<i>P. pendula</i>	1,057 Aa	56,6	1,103 Aa	62,21	1,228 Aa	55,9	1,143 Aa	47,05	2,055 Aa	51,54	2,439 Aa	58,04	1,594 Aa	56,31	1,517 A
	<i>P. platycephala</i>	3,538 ABBa	61,62	2,219 Aa	57,4	2,211 Aa	57,02	1,213 Aa	52,43	2,114 Aa	59,21	3,290 ABa	60,32	2,665 Aa	54,94	2,464 A
	<i>A. pavonina</i>	14,671 CDb	64,88	11,163 Bab	70,48	11,177 Bab	69,47	5,943 Aa	67,49	10,778 Bab	66,63	10,236 Bab	67,46	13,661 Cb	70,46	11,09 C
	<b>Médias</b>	15,446 b	67,83 b	13,013 b	70,46	13,255 b	67,64	6,771 a	63,69	14,711 b	66,01	13,591 b	67,08	12,378 b	67,09	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 823. Massas seca das folhas, caule, raízes e total (g) obtidas para as mudas empregadas na determinação da evapotranspiração diária aos 135 dias após o transplantio.

-	Pleno Sol	Preta 35%	Preta 50%	Preta 80%	Verde	Vermelho	Azul	Médias
<b>Massa seca das folhas (g)</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	4,009Db	3,879Cb	4,758Cbcd	2,653Ba	5,741Cd	5,258Bcd	4,678Cbc	4,425D
<i>T. roseoalba</i>	2,230Cb	0,946Aba	0,686ABa	0,315Aa	0,900ABa	0,517Aa	0,902Aa	0,928B
<i>H. chrysotrichus</i>	1,380BCb	1,369Bb	1,084ABab	0,320Aa	0,890ABab	1,304Aab	0,556Aab	0,986B
<i>P. pendula</i>	0,163Aa	0,124Aa	0,192Aa	0,242Aa	0,320Aa	0,412Aa	0,288Aa	0,249A
<i>P. platycephala</i>	0,556ABa	0,391Aa	0,377Aa	0,180Aa	0,305Aa	0,488Aa	0,475Aa	0,396A
<i>A. pavonina</i>	2,100Cb	1,433Bab	1,507Bab	0,772Aa	1,717Bab	1,268Aab	2,098Bb	1,556C
<b>Médias</b>	1,740b	1,357b	1,434b	0,747a	1,645b	1,541b	1,500b	-
<b>Massa seca do caule (g)</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	2,324Dab	2,674Cbc	3,068Cc	1,873Ba	3,803Cd	3,996Cd	3,053Cc	2,970D
<i>T. roseoalba</i>	0,801BCb	0,457ABab	0,320ABab	0,225Aa	0,441ABab	0,230Aab	0,346ABab	0,403B
<i>H. chrysotrichus</i>	0,228Aa	0,269ABa	0,240Aa	0,060Aa	0,151Aa	0,239Aa	0,072Aa	0,180A
<i>P. pendula</i>	0,102Aa	0,133Aa	0,161Aa	0,150Aa	0,253Aa	0,261Aa	0,169Aa	0,175A
<i>P. platycephala</i>	0,380ABa	0,250ABa	0,241Aa	0,158Aa	0,231Aa	0,316ABa	0,278ABa	0,265AB
<i>A. pavonina</i>	1,199Cb	0,788Bab	0,813Bab	0,475Aa	0,871Bab	0,852Bab	0,795Bab	0,828C
<b>Médias</b>	0,839b	0,762b	0,807b	0,490a	0,958b	0,982b	0,785b	-
<b>Massa seca das raízes (g)</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	3,134Dbc	2,981Cb	3,669Dbcd	2,067Ba	4,181De	4,628Dde	3,920Dcde	3,512 D
<i>T. roseoalba</i>	2,596CDc	1,103Bab	1,672Cab	0,797Aa	1,850Cbc	1,065ABCab	1,386Cab	1,496 C
<i>H. chrysotrichus</i>	1,347Bb	0,872ABab	0,867ABCab	0,296Aa	1,066ABCab	1,453Cb	0,368ABa	0,895 B
<i>P. pendula</i>	0,169Aa	0,161Aa	0,188Aa	0,214Aa	0,422ABa	0,350Aa	0,240Aa	0,249 A
<i>P. platycephala</i>	0,486Aa	0,305ABa	0,332ABa	0,239Aa	0,326Aa	0,502ABa	0,448ABa	0,377 A
<i>A. pavonina</i>	1,854BCb	1,074Bab	1,093BCab	0,684Aa	1,177BCab	1,211BCab	1,142BCab	1,176 BC
<b>Médias</b>	1,598 c	1,082 b	1,304bc	0,716 a	1,504 c	1,535 c	1,251 bc	-
<b>Massa seca total (g)</b>								
<i>T. impetiginosa</i>	9,468Db	9,534Db	11,495Dbc	6,602Ba	13,725Cde	13,882Ce	11,652Ccd	10,908 D
<i>T. roseoalba</i>	5,627Cb	2,506BCa	2,677BCa	1,336Aa	3,190Ba	1,811ABa	2,635ABa	2,826 C
<i>H. chrysotrichus</i>	2,881Bb	2,510BCab	2,191ABCab	0,676Aa	2,107ABab	2,996ABb	0,996Aab	2,051 B
<i>P. pendula</i>	0,459Aa	0,417Aa	0,542Aa	0,605Aa	0,996Aa	1,023Aa	0,696Aa	0,677 A
<i>P. platycephala</i>	1,358Ba	0,945ABa	0,950ABa	0,577Aa	0,862Aa	1,306ABa	1,201Aa	1,028 A
<i>A. pavonina</i>	5,153Cb	3,295Cab	3,413Cab	1,932Aa	3,597Bab	3,331Bab	4,035Bb	3,537 C
<b>Médias</b>	4,157 c	3,201 b	3,545bc	1,955 a	4,079 c	4,058 c	3,536bc	-

Médias seguidas de mesma letra (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade.



#### 4. CONCLUSÕES

A evapotranspiração das mudas florestais (ET<sub>c</sub>) e seus coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) diminuíram com o aumento das taxas de sombreamento para as telas pretas, sendo que para as coloridas, a sequência (em ordem crescente de ET<sub>c</sub> e K<sub>c</sub>) foi azul, verde e vermelho.

Determinou-se relações proporcionais entre a área foliar, parâmetros biométricos e a alocação de biomassa com a evapotranspiração das mudas das espécies florestais.

A demanda hídrica e K<sub>c</sub> médios determinados foram de 8,6 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,93 para *T. impetiginosa*; 4,88 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,10 para *T. roseoalba*; 5,06 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,15 para *H. chrysotrichus*; 4,63 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,04 para *P. pendula*; 4,03 mm.dia<sup>-1</sup> e 0,91 para *P. platycephala* e 5,09 mm.dia<sup>-1</sup> e 1,14 para *A. pavonina*.

#### 5. REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO (Irrigation and 50 Drainage Paper, 56), 1998. p. 300.

BARBOZA JÚNIOR, C. R. A. **Evapotranspiração da lima ácida 'Tahiti' (*Citruslatifolia* Tan.) determinado por lisimetria de pesagem**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G.; RAMOS, C. M. C.; TARGINO, E. L.; MAIA, J. L. T.; FERREIRA, M. N. L. **Consumo de água e coeficiente de cultura em bananeira irrigada por microaspersão**. Petrolina: EMBRAPA, 2001. p. 1-3. (EMBRAPA. Comunicado técnico).

CHANG, J. **Climate and agriculture: An ecological survey**. Chicago: Aldine Publishing Company, 1968. p. 304.

CUNHA, A. R.; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 15-26, 2003.

EVANGELISTA, A. W. P.; PEREIRA, G. M. Avaliação de dois tipos de evaporímetros na estimativa da evapotranspiração de referência, no interior de casa de vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 6, p. 1348-1353, 2003.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. Avaliação de modelos de estimativa do saldo de radiação e do método de Priestley-Taylor para a região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p. 449-453, 2009.

GOMIDE, R. L.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Agrometeorologia e otimização do uso da água na irrigação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, p. 72-85, 2008.

GRUBER, Y. B. G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*)**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LEMONS FILHO, L. C. A.; CARVALHO, L. G.; EVANGELISTA, A. W. P.; ALVES JÚNIOR, J. Análise espacial da influência dos elementos meteorológicos sobre a evapotranspiração de referência em Minas Gerais, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, p. 1294-1303, 2010.

LENA, B. P. **Consumo hídrico do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) irrigado e sem irrigação na fase de formação**. 2013. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2013.

LIMA, J. E. O. Produção de mudas na África do Sul. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 14, n. 1, p. 127-136, 1993.

MEDEIROS, A. T. Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraipaba, CE. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 31-40, 2003.

MEZZALIRA, E. J.; PIVA, A. L.; NAVA, G. A.; PAULA, A. L.; PAULA, F. L. M. Estimativa da necessidade hídrica inicial do pessegueiro 'granada' sobre o porta-enxerto A-9 no sudoeste do Paraná. In: CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, 1., 2011, Dois Vizinhos. **Anais...** Dois Vizinhos: UTFPR, 2011. p. 144-148.

MUÇOUÇA, M. F. S.; KLAR, A. E.; MUÇOUÇA, F. J. Área foliar e evapotranspiração de Callas cultivadas em substrato em função do nível freático. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 119-129, 2006.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. p. 255-279.

OLIVEIRA, G. X. S.; COELHO FILHO, M. A.; PEREIRA, F. A. C.; COELHO, E. F.; PAZ, V. P. S.; CASTRO NETO, M. T. Relações entre transpiração máxima, evapotranspiração de referência e área foliar em quatro variedades de mangueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 20-27, 2009.

PEREIRA, L. S.; ALLEN, R. G. Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 16, n. 4, p. 118-143, 1997.

PIMENTA, J. A. Relações Hídricas. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. cap. 1. p. 1-32.

SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 74, p. 95-102, 2007.

SILVA, C. A. **Desenvolvimento inicial de três espécies nativas do Cerrado em função de lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente**. 2012. 181 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

SOUZA, A. P.; CASAVECCHIA, B. H.; STANGERLIN, D. M. Avaliação dos riscos de ocorrência de incêndios florestais nas regiões Norte e Noroeste da Amazônia Matogrossense. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 8, p. 1-14, 2012.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 1, p. 34-43, 2013.

THEBALDI, M. S. **Irrigação de mudas de espécies florestais nativas produzidas em tubetes**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Piracicaba, 2011.

VILLA NOVA, N. A.; PEREIRA, A. R.; BARBIERI, V. Evapotranspiration as a function of leaf area index and class A pan evaporation. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 2, p. 35-37, 1996.

## APÊNDICE

## APÊNDICE – ANÁLISES DE VARIÂNCIA DOS PARÂMETROS AFERIDOS NA ANÁLISE DESTRUTIVA

Tabela 1. Tabela de análise de variância para o parâmetro área foliar (cm<sup>2</sup>).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	729872.613826	121645.435638	7.811	0.0000
ESP	5	29269127.096799	5853825.419360	375.890	0.0000
TRAT*ESP	30	1822506.316162	60750.210539	3.901	0.0000
erro	462	7194837.455917	15573.241247		
Total corrigido	503	39016343.482704			
CV (%) =	52.06				
Média geral:	239.7245635	Número de observações:	504		

Tabela 2. Tabela de análise de variância para o parâmetro altura (cm).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	270.754841	45.125807	4.558	0.0002
ESP	5	23175.624762	4635.124952	468.138	0.0000
TRAT*ESP	30	1005.703016	33.523434	3.386	0.0000
erro	462	4574.351667	9.901194		
Total corrigido	503	29026.434286			
CV (%) =	24.03				
Média geral:	13.0928571	Número de observações:	504		

Tabela 3. Tabela de análise de variância para o parâmetro diâmetro do colo (mm).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	92.867783	15.477964	19.856	0.0000
ESP	5	2709.728618	541.945724	695.237	0.0000
TRAT*ESP	30	98.847305	3.294910	4.227	0.0000
erro	462	360.134492	0.779512		
Total corrigido	503	3261.578198			
CV (%) =	19.67				
Média geral:	4.4882738	Número de observações:	504		

Tabela 4. Tabela de análise de variância para o parâmetro número de folhas.

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	267.361111	44.560185	4.221	0.0004

ESP	5	9720.200397	1944.040079	184.169	0.0000
TRAT*ESP	30	983.257937	32.775265	3.105	0.0000
erro	462	4876.750000	10.555736		
-----					
Total corrigido	503	15847.569444			
-----					
CV (%) =	27.82				
Média geral:	11.6805556	Número de observações:	504		
-----					

Tabela 5. Tabela de análise de variância para o parâmetro volume de raízes (cm<sup>3</sup>).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	596.832341	99.472057	13.248	0.0000
ESP	5	11501.837798	2300.367560	306.379	0.0000
TRAT*ESP	30	921.762897	30.725430	4.092	0.0000
erro	462	3468.812500	7.508252		
-----					
Total corrigido	503	16489.245536			
-----					
CV (%) =	56.73				
Média geral:	4.8303571	Número de observações:	504		
-----					

Tabela 6. Tabela de análise de variância para o parâmetro massa fresca das folhas (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	690.996486	115.166081	13.432	0.0000
ESP	5	15209.646482	3041.929296	354.779	0.0000
TRAT*ESP	30	973.616831	32.453894	3.785	0.0000
erro	462	3961.257653	8.574151		
-----					
Total corrigido	503	20835.517452			
-----					
CV (%) =	58.52				
Média geral:	5.0037534	Número de observações:	504		
-----					

Tabela 7. Tabela de análise de variância para o parâmetro fresca do caule (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	108.498637	18.083106	8.342	0.0000
ESP	5	6717.089361	1343.417872	619.751	0.0000
TRAT*ESP	30	288.484431	9.616148	4.436	0.0000
erro	462	1001.465989	2.167675		
-----					
Total corrigido	503	8115.538418			
-----					
CV (%) =	56.00				
Média geral:	2.6292101	Número de observações:	504		
-----					

Tabela 8. Tabela de análise de variância para o parâmetro fresca das raízes (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	594.106331	99.017722	12.242	0.0000
ESP	5	12267.531600	2453.506320	303.329	0.0000
TRAT*ESP	30	1036.735559	34.557852	4.272	0.0000
erro	462	3736.936318	8.088607		
Total corrigido	503	17635.309808			
CV (%) =	55.35				
Média geral:	5.1384687	Número de observações:	504		

Tabela 9. Tabela de análise de variância para o parâmetro fresca seca total (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	3458.195519	576.365920	14.823	0.0000
ESP	5	96249.790666	19249.958133	495.072	0.0000
TRAT*ESP	30	5663.216742	188.773891	4.855	0.0000
erro	462	17964.019297	38.883159		
Total corrigido	503	123335.222224			
CV (%) =	48.95				
Média geral:	12.7378353	Número de observações:	504		

Tabela 10. Tabela de análise de variância para o parâmetro massa seca das folhas (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	45.454760	7.575793	11.233	0.0000
ESP	5	999.734260	199.946852	296.482	0.0000
TRAT*ESP	30	87.147934	2.904931	4.307	0.0000
erro	462	311.572093	0.674398		
Total corrigido	503	1443.909046			
CV (%) =	57.69				
Média geral:	1.4234431	Número de observações:	504		

Tabela 11. Tabela de análise de variância para o parâmetro seca do caule (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	11.337203	1.889534	8.441	0.0000
ESP	5	498.026804	99.605361	444.967	0.0000



TRAT*ESP	30	37.459241	1.248641	5.578	0.0000
erro	462	103.418171	0.223849		
-----					
Total corrigido	503	650.241419			
-----					
CV (%) =	58.89				
Média geral:	0.8034081	Número de observações:	504		
-----					

Tabela 12. Tabela de análise de variância para o parâmetro seca das raízes (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	41.317432	6.886239	13.043	0.0000
ESP	5	593.325804	118.665161	224.768	0.0000
TRAT*ESP	30	62.223726	2.074124	3.929	0.0000
erro	462	243.910373	0.527945		
-----					
Total corrigido	503	940.777335			
-----					
CV (%) =	56.58				
Média geral:	1.2841361	Número de observações:	504		
-----					

Tabela 13. Tabela de análise de variância para o parâmetro seca total (g).

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
TRAT	6	256.314085	42.719014	14.181	0.0000
ESP	5	6007.334527	1201.466905	398.829	0.0000
TRAT*ESP	30	496.835564	16.561185	5.498	0.0000
erro	462	1391.767355	3.012483		
-----					
Total corrigido	503	8152.251531			
-----					
CV (%) =	49.53				
Média geral:	3.5044843	Número de observações:	504		
-----					