



**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Geociências**

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO –  
AMBIENTAL

**Uso de Fotografia Digital na Avaliação de Parâmetros  
Morfológicos de Mudanças Clonais de *Eucalyptus* spp**

**GENILDA CANUTO AMARAL**

Monografia de conclusão de  
Curso de Especialização

ORIENTADOR: **Dr. Edson Eyji Sano**

**Brasília – DF**  
**2016**



**Universidade de Brasília**  
**Instituto de Geociências**

**Uso de Fotografia Digital na Avaliação de Parâmetros  
Morfológicos de Mudanças Clonais de *Eucalyptus* spp**

**Genilda Canuto Amaral**

Monografia de conclusão de  
Curso de Especialização

**ORIENTADOR: Dr. Edson Eyji Sano**

COMISSÃO JULGADORA

**Prof. Dr. Gustavo Macedo de Mello Baptista**

**Ms. Weeberb João Réquia**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Brasília – DF**

**2016**

## **AGRADECIMENTOS**

Deus em primeiro lugar, pela proteção e por sempre me encorajar a seguir em frente, e assim, superar o desafio de subir cada degrau da vida.

À minha família pelo apoio.

Ao meu orientador Dr. Edson Eyji Sano, pelos ensinamentos, apoio, disponibilidade nas coletas.

Ao Dr. Gustavo Baptista e ao Weeberb Réquia, pela participação e contribuição na banca avaliadora.

À equipe do Laboratório de Biofísica Ambiental da Embrapa cerrados em Planaltina/DF, especialmente ao Eleno e Thais.

Aos responsáveis pelo viveiro R & S Florestal, pela disponibilidade das mudas para a realização do estudo.

À Universidade De Brasília – Unb, Especialmente Ao Instituto de Geociências, Pela Oportunidade Concedida Para Minha Formação.

À coordenação do curso de especialização em geoprocessamento ambiental, pela concessão da bolsa (50%) de estudo.

A todos os professores no curso de especialização pelos ensinamentos concedida para minha formação no curso.

## RESUMO

### USO DE FOTOGRAFIA DIGITAL NA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS MORFOLÓGICOS DE MUDAS CLONAIIS DE *Eucalyptus*

**Autora: Genilda Canuto Amaral**

**Orientador: Prof. Dr. Edson Sano**

**Especialização em Geoprocessamento Ambiental**

**Brasília, 29 de janeiro de 2016.**

O cultivo de eucalipto no Brasil tem crescido nos últimos anos, assumindo uma posição de destaque na economia nacional. A produtividade florestal depende da qualidade das mudas em campo. O objetivo deste estudo foi analisar o potencial de fotografias digitais obtidas por câmeras digitais convencionais para estimar parâmetros morfológicos de mudas clonais de três híbridos de *Eucalyptus*, gentilmente cedidas pelo viveiro comercial R & S Florestal, localizado na região administrativa de Planaltina/DF. Os materiais genéticos selecionados foram o AEC 224, o I144 e o VM01. Inicialmente, foi analisada a possibilidade de calcular a área foliar dos três clones com o uso de uma câmara digital convencional (marca Canon, modelo PowerShot SX50). Em seguida, a altura, o diâmetro e o índice de qualidade de Dickinson (IQD) das mudas foram estimados e comparados com as estimativas obtidas pelo método convencional. Resultados de área foliar indicaram que o clone VM01 possui maior desenvolvimento vegetativo (135 cm<sup>2</sup>, em média). Coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) variaram entre 0,81 a 0,96 para altura e IQD. Para o diâmetro das mudas, houve uma superestimação pelo método de fotos digitais, com coeficiente de correlação médio de 0,54. Resultados desse estudo indicaram que o método de câmera digital é eficiente no cálculo de parâmetros morfológicos de mudas de eucalipto. Esse método apresenta ainda outra vantagem que é a possibilidade de elaborar um banco de fotografias digitais de mudas para subsidiar a melhor prática de gerenciamento dos viveiros comerciais.

**Palavras chave:** híbrido, câmera fotográfica, parâmetros morfológicos.

## **ABSTRACT**

### **THE USE OF DIGITAL PHOTOGRAPHY IN THE EVALUATION OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF *EUCALYPTUS* CLONAL SEEDLINGS**

**Author: Genilda Canuto Amaral**

**Advisor: Prof. Dr. Edson Sano**

**M.Sc. (*latu sensu*) in Environmental GIS**

**Brasília, January 29, 2016**

The production of *Eucalyptus* in Brazil has increased in recent years, assuming a prominent position in the national economy. The forest productivity depends on the quality of seedlings in the field. The objective of this study was to analyze the potential of digital photos obtained using conventional, digital cameras to estimate morphological parameters of clone seedlings of three *Eucalyptus* hybrids kindly provided by the R & S commercial seedling nursery, located in the administrative region of Planaltina/DF. The selected genetic materials were the AEC 224, I144 and VM01. At first, we analyzed the possibility to calculate the leaf area of the three clones by using a conventional digital camera (Canon, PowerShot SX50 model). Next, the height, the diameter and the Dickinson quality index (IQD) of the seedlings were estimated and compared with those obtained by the conventional methods. Results of leaf area indicated that the VM01 clone presented the highest development (135 cm<sup>2</sup>, in average). Correlation coefficients varied from 0.81 to 0.96 for height and IQD. For the diameter, there was an overestimation by the digital photos, with average correlation coefficient of 0.54. Results of this study indicated that the method based on digital camera is efficient in the estimation of morphological parameters of *Eucalyptus* seedlings. The method also presents additional advantage in terms of possibility to elaborate a database with digital photos of seedlings to subsidize the best management practices of seedling nurseries.

**Keywords:** hybrid, digital camera, morphological parameters.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. MATERIAIS GENÉTICOS UTILIZADOS .....	9
2.1. Clones estudados.....	9
2.2. Características dos clones estudados .....	10
3. METODOLOGIA.....	11
3.1. Localização do viveiro.....	11
3.2. Condução do estudo.....	12
3.3. Parâmetros avaliados pelo método da câmera digital .....	14
3.4. Parâmetros avaliados pelo método convencional .....	14
3.5. Processamento das fotografias digitais .....	16
4. RESULTADOS .....	16
5. CONCLUSÃO.....	23
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Portão da entrada principal de acesso aos canteiros de produção das mudas clonais de *Eucalyptus* em escala comercial do viveiro R & S Florestal (a) e coleta aleatória de mudas para realização do ensaio (b). ..... 12
- Figura 2.** Estrutura montada sobre uma superfície plana (tripé e câmera digital) para coleta das fotografias digitais das variáveis de crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus*. .... 13
- Figura 3.** Fotografias digitais dos parâmetros morfológicos de mudas clonais de *Eucalyptus*. ..... 15
- Figura 4.** Processamento de fotos digitais no software ENVI 5.1. .... 16
- Figura 5.** Estimativa da área foliar de mudas de três híbridos de *Eucalyptus*, através de uma câmera digital. .... 17
- Figura 6.** Gráficos de dispersão da altura da parte aérea mensurada pelo método convencional (paquímetro) em função do método de processamento de fotografias de mudas de três híbridos de *Eucalyptus*. A = AEC 224; B = I144; e C = VM01. .... 19
- Figura 7.** Gráficos de dispersão do diâmetro do colo de mudas de três híbridos de *Eucalyptus* mensurado pelo método convencional (paquímetro) em função do método de processamento de fotografias. A = AEC 224; B = I144; e C = VM01. .... 21
- Figura 8.** Gráficos de dispersão do IQD de mudas de três híbridos de *Eucalyptus*, estimado através método convencional (altura e diâmetro mensurados por régua e paquímetro, respectivamente) em função do método de processamento de fotografias digitais. A = AEC 224; B = I144; e C = VM01. .... 22

## 1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro tem crescido nos últimos anos, assumindo uma posição de destaque na economia nacional e constituindo-se em uma das atividades de grande interesse no agronegócio brasileiro. Neste contexto, a silvicultura se destaca como uma das atividades mais importantes (BENIN et al., 2013). Dentre as espécies de interesse florestal, o *Eucalyptus* tem maior preferência entre os silvicultores, devido à sua facilidade na adaptação edafoclimática, o rápido crescimento inicial e a versatilidade no uso da madeira.

A produção das florestas plantadas é influenciada de forma direta e indireta por diferentes fatores, como vigor das mudas que irão originar o povoamento florestal. Mudanças com qualidade superior são mais resistentes às condições adversas do meio ambiente como estresse hídrico, variações na temperatura e deficiências nutricionais e necessitam de menor tempo para a sua completa formação (CRUZ et al., 2004; LOPES, 2005; LIMA et al., 2008).

Materiais genéticos de alta qualidade resultam em plantios mais homogêneos, menor frequência de tratamentos culturais e redução da taxa de mortalidade. Conseqüentemente, há menor necessidade de replantio, otimizando os custos de produção (RUDEK et al., 2013). Os atributos do potencial de vigor das mudas para atingir o sucesso em campo vêm sendo denominado de “qualidade da muda” (FONSECA et al., 2002).

A obtenção de mudas de qualidade antes do plantio definitivo pode ser realizada de maneira prática, rápida e fácil, por meio de observação dos parâmetros morfológicos. Define-se, portanto, como muda boa, aquela que sobrevive e se desenvolve após o plantio em campo (FONSECA, 2000). A determinação da qualidade das mudas é feita com base tanto nas características morfológicas quanto em aspectos fenotípicos, fisiológicas, as quais são definidas internamente na planta. A morfologia é muito utilizada por ser mais aceita pelos viveiristas. Os principais parâmetros considerados são a altura da parte aérea, o diâmetro do colo ou coleto, o padrão apresentado pelo sistema radicular, a relação entre a altura da parte aérea e o diâmetro do colo ou coleto, a proporção entre parte aérea e radicular, a rigidez da parte aérea e os atributos nutricionais.

A qualidade das mudas também pode ser avaliada por meio do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960), calculado com base na altura da

parte aérea (H), no diâmetro do colo-coleto (D), na fitomassa seca total (PMST) obtida pela soma da fitomassa seca da parte aérea (PMSPA) e a fitomassa seca das raízes (PMSR). Este índice, segundo FONSECA et al. (2002) e AZEVEDO et al. (2010), tem-se mostrado um bom indicador da qualidade de mudas. Porém, apesar de ser eficiente, apresenta a desvantagem de ser um método destrutivo.

Outro parâmetro importante na avaliação da qualidade das mudas é a área foliar, que pode ser estimado por métodos como o dos quadrados, dimensões lineares, equipamentos (integrador de área foliar AM-300), discos foliares (LUCENA et al., 2011), logaritmo do comprimento do limbo foliar e suas respectivas áreas foliares (FIDELES FILHO et al., 2007) ou, ainda, o método do papel milimetrado (GONDIM et al., 2009).

Mais recentemente e de forma inovadora, surgiu o uso de imagens digitais. A utilização de imagens vem sendo usada em culturas como algodoeiro e aceroleiro (GONDIM et al., 2009; LUCENA et al., 2011). Para espécies florestais comerciais, em especial o gênero *Eucalyptus*, não foi encontrado nenhum estudo que tenha avaliado a qualidade das mudas em fase de viveiro por meio de fotografias digitais, mesmo sendo um procedimento simples, rápido e de fácil execução. Esta técnica demanda equipamentos básicos, convencionais e pouco onerosos que normalmente já existem nos viveiros, mais especificamente, um computador e uma câmera digital. A parte um pouco mais complexa é a necessidade de algoritmos específicos de processamento de dados matriciais (*raster*), porém, estão disponíveis nos principais *softwares* de processamento digital de imagens de domínio público ou comerciais e que não demandam conhecimentos avançados de matemática.

Dentro desse contexto, o objetivo desse estudo foi analisar o potencial de imagens digitais obtidas por câmeras digitais convencionais para estimar parâmetros morfológicos de mudas clonais de três híbridos de *Eucalyptus*.

## **2. MATERIAIS GENÉTICOS UTILIZADOS**

### **2.1. Clones estudados**

Para o estudo, escolheram-se três tipos de materiais genéticos (híbridos de *Eucalyptus*). Considerou-se como clone um o AEC 224 (híbrido proveniente do cruzamento entre *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), clone dois o I144 (híbrido proveniente do cruzamento entre o *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*

S. T. Blake, registro nº 21847) e clone três o VM01 (híbrido proveniente do cruzamento entre o *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, registro nº 20766). Esses clones foram escolhidos por serem os principais clones utilizados na produção comercial da região, tendo em vista seu potencial produtivo, especialmente por apresentar características desejáveis pelos produtores no mercado regional.

## 2.2. Características dos clones estudados

A silvicultura clonal do eucalipto constitui-se principalmente na seleção de material genético composto por espécies com características desejadas e que produzirão clones com alta produtividade, passando por um grande processo de seleção até atingirem a produtividade satisfatória de acordo com os interesses de uma determinada empresa (SILVA et al., 2003).

O *Eucalyptus* é uma espécie bastante utilizada na produção de carvão, papel e celulose. No mundo, existem 20 espécies que são mais utilizadas para fins comerciais. No Brasil, as principais espécies cultivadas são o *Eucalyptus grandis*, o *Eucalyptus camaldulensis*, o *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus urophylla* (COPPEN, 2002). O *Eucalyptus urophylla* é usado para várias finalidades por apresentar boa produtividade e potencialidade para diversas regiões do Brasil, especialmente por apresentar tolerância ao ataque do cancro (*Cryphonectriacubensis*), frequentemente encontrado em condições ambientais de climas tropicais (MORI et al., 1988).

Os híbridos provenientes do cruzamento do *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, conhecido também como *E. urograndis*, é indicado para celulose, aglomerados e chapas de fibras (ABTCP, 2013) e, como consequência, a produção do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* passou a ser a base da silvicultura intensiva clonal brasileira (RUY, 1998).

O material genético *E. grandis* vem ganhando espaço no cenário nacional principalmente por ser de fácil adaptação nas diferentes regiões do país e por apresentar um rápido crescimento (COPPEN, 2002). Além disso, o *E. urophylla* oferece maior rusticidade, melhorias nas propriedades físicas da celulose e resistência à deficiência hídrica (AGROTECA TANABI, 2008) e a fatores bióticos (PANDOLFI et al., 2008).

O *Eucalyptus grandis* é uma das espécies mais plantadas no Brasil, atingindo, em média, 50% da área total, pois apresenta excelentes respostas silviculturais, tais como boa forma, crescimento rápido e propriedades desejáveis para usos múltiplos da sua madeira (TOMASELLI, 2000). Em condições adequadas, ele supera outras espécies em

incrementos volumétricos, por isso é muito utilizado na obtenção de híbridos e multiplicação clonal (MORA e GARCIA, 2000).

Segundo dados da BRACELPA (2013), o *Eucalyptus* foi responsável por 70% do total da pasta celulósica produzida no país na última década, tendo o *E. grandis* e seus híbridos interespecíficos apresentado uma expressiva participação. O *E. grandis*, junto com o *E. urophylla*, formam umas das melhores combinações híbridas e, sob manejo adequado da densidade da população, asseguram boa produtividade de matéria-prima para diversos usos (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006).

Já o *Eucalyptus camaldulensis* apresenta ótimas características de crescimento, com posterior estagnação após alguns anos, provavelmente em razão do modo de crescimento das raízes, mais profundas e ramificadas do que outras espécies (GOMES, 1994). Essa disposição do sistema radicular torna as plantas mais aptas a explorar o solo na direção vertical (GONÇALVES & VALERI, 2001).

É importante salientar que mesmo com todo esse potencial produtivo, as mudas não alcançarão sucesso esperado caso elas não sejam levadas para o campo sem as características desejadas de qualidade. O êxito de alta produção florestal depende, na maioria dos casos, da qualidade das mudas plantadas. Além de apresentarem resistência às condições adversas do campo após o plantio, elas devem sobreviver e produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES et al., 1991).

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Localização do viveiro**

O viveiro R & S Florestal está localizado em uma chácara na região administrativa de Planaltina–DF, nas seguintes coordenadas geográficas: 15°43'16,27" de latitude sul e 47°35'57,70" de longitude oeste. Trata-se de um viveiro comercial de produção de mudas clonais de *Eucalyptus* (Figura 1), com produção em grande escala. O clima predominante da região corresponde ao tipo Cwa da classificação de Köppen - tropical de Savana, e o índice de pluviosidade varia entre 1.400 a 1.600 mm/ano com a concentração da precipitação pluviométrica no verão (FELFILI et al., 1994). O relevo é suave ondulado e o solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013).



(a)



(b)

**Figura 1.** Portão da entrada principal de acesso aos canteiros de produção das mudas clonais de *Eucalyptus* em escala comercial do viveiro R & S Florestal (a) e coleta aleatória de mudas para realização do ensaio (b).

### 3.2. Condução do estudo

O ensaio foi conduzido com três tipos de materiais genéticos: clone 1 - AEC 224 (híbrido proveniente do cruzamento entre *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*),

clone 2 - I144 (híbrido proveniente do cruzamento entre o *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* S. T. Blake, registro nº 21847) e clone 3 - VM01 (híbrido proveniente do cruzamento entre o *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. E *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, registro nº 20766), oriundos de um viveiro comercial. As mudas apresentavam idade de aproximadamente 120 dias após estaqueamento. Para a avaliação, coletaram-se aleatoriamente 30 mudas de cada clone (Figura 1b).

Depois de realizada a coleta do material genético, as mudas foram levadas para o Laboratório de Biofísica Ambiental da Embrapa Cerrados em Planaltina/DF, para a realização da coleta de dados morfológicos antes da perda de vigor das mudas. No laboratório, montou-se uma estrutura com equipamentos apropriados e uma câmera digital (marca Canon, modelo PowerShot SX50) acoplada em sua parte superior (Figura 2) para obtenção de fotografias digitais.

Na coleta de dados relativos a parâmetros de crescimento das mudas, colocou-se uma escala conhecida (régua milimetrada ou papel retangular com dimensões conhecidas) ao lado das mudas que estavam sendo fotografadas. Com isso, foi possível converter o número de pixels relativos a diâmetro do caule, comprimento da parte aérea das mudas e área foliar das folhas em unidades de medida de área ( $\text{mm}^2$  ou  $\text{cm}^2$ ) e comprimento (cm).



**Figura 2.** Estrutura montada sobre uma superfície plana (tripé e câmera digital) para coleta das fotografias digitais das variáveis de crescimento de mudas clonais de *Eucalyptus*.

A = Coleta do diâmetro do caule das mudas; B = Coleta do comprimento e área foliar das mudas por meio de imagens digitais.

### **3.3. Parâmetros avaliados pelo método da câmera digital**

Altura (cm): fotografou-se (Figura 3A) cada muda com câmera digital apoiada sobre um suporte fixo. As imagens foram processadas e estimada a altura para todas as mudas de cada clone.

Diâmetro do colo (mm): coletou-se um disco do diâmetro do colo (Figura 3B) e por meio de uma base adaptada para posicioná-lo e, com uma câmera digital apoiada sobre um suporte fixo, fotografou-se o diâmetro de cada muda.

Área foliar: Precedeu-se a análise da área foliar das mudas clonais por meio de fotografias digitais (Figura 3C) obtidas com câmera digital, apoiada sobre um suporte fixo. As fotografias foram processadas e estimada a área foliar em cm<sup>2</sup> para todas as mudas de cada clone.

### **3.4. Parâmetros avaliados pelo método convencional**

Após obtenção das imagens das mudas, foram precedidas as análises convencionais de:

Altura total (cm): medido da base do colo até o ápice da muda, com auxílio de uma régua milimétrica.

Diâmetro do colo (mm): medido na base da muda com um paquímetro digital. Posteriormente, procedeu-se a separação entre parte aérea e sistema radicular para submeter à secagem a fim de obter o peso de massa seca da parte aérea e massa seca das raízes em estufa a 70 °C por 72 horas.

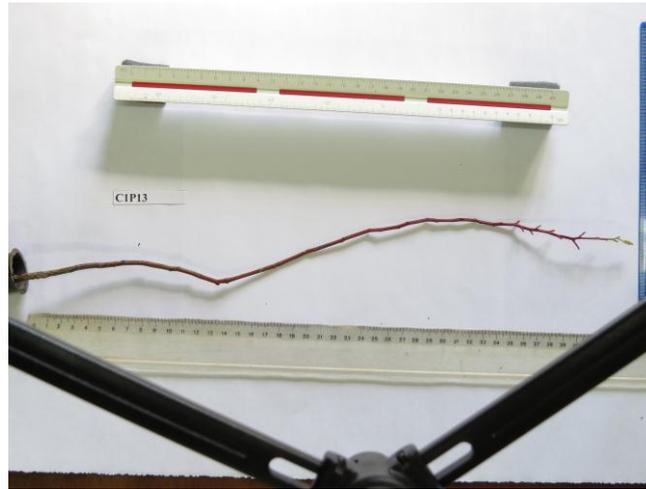
Obtidos os dados de diâmetro, da altura e da biomassa seca das mudas, calculou-se o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al. 1960), em que  $IQD = MST/(RAD + RPASR)$ , para cada clone estudado.

Onde:

MST = Massa seca total;

RAD = Razão da altura pelo diâmetro; e

RPASR = Razão massa seca da parte aérea pela massa seca da raiz.



(a)



(b)



(c)

**Figura 3.** Fotografias digitais dos parâmetros morfológicos de mudas clonais de Eucalyptus.

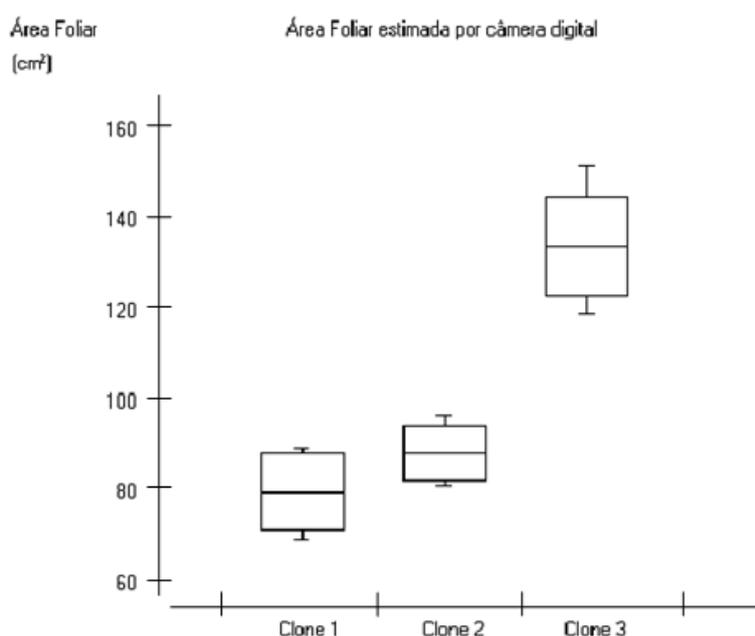
A = Coleta do comprimento da parte aérea; B = Coleta do diâmetro do colo; B = Coleta da área foliar.



resultados podem estar associados às características de desenvolvimento morfológico dos clones. Mudanças com parte aérea bem desenvolvida é essencial no processo de produção de mudas, visto que as folhas são as principais responsáveis pela fotossíntese das plantas. Desta forma, quanto maior a área foliar, melhor será a interceptação da radiação solar, aumentando a capacidade de realização da fotossíntese e favorecendo a produção de biomassa (CARLESSO, 1995; LARCHER, 2006).

A área foliar vem sendo utilizada como parâmetro para determinação da qualidade de mudas de algumas culturas como algodoeiro e aceroleiro (GONDIM et al., 2009; LUCENA et al., 2011). Esse parâmetro ainda não é usual na análise de qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus*, mas apresenta potencial nesta avaliação, tendo em vista a sua importância no desenvolvimento das mudas, bem como a facilidade de sua avaliação do ponto de vista operacional em viveiro.

Esse parâmetro tem sido avaliado principalmente por meio de medidores de área foliar como os modelos *scanner* de área foliar LI-COR, AM350 e outros, mais caros que o método de fotografias digitais. Segundo Rudek et al. (2013), o método das fotografias digitais pode ser considerado um método vantajoso, visto que apresenta características não destrutivas, além de ser facilmente realizado em condições de viveiro.

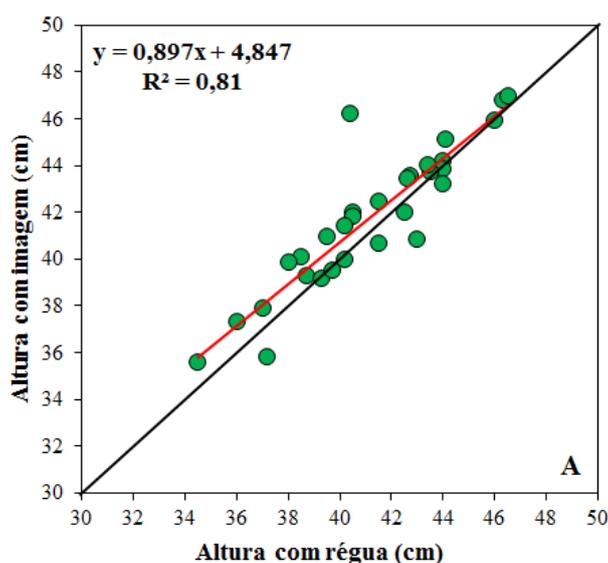


**Figura 5.** Estimativa da área foliar de mudas de três híbridos de *Eucalyptus*, através de uma câmera digital.

Para a mensuração da altura da parte aérea analisada pelo método convencional (régua) em função do método de processamento de fotografias (Figura 6) observa-se que ocorreu uma distribuição consistente formando um ângulo de 45 graus e com uma homocedasticidade dos dados, embora tenha ocorrido presença de um *outlier* nos clones 1 (AEC 224) e 3 (VM01), respectivamente. Este resultado elucida a eficiência do uso de fotografias de câmeras digitais na avaliação das variáveis morfológicas das mudas clonais de *Eucalyptus*.

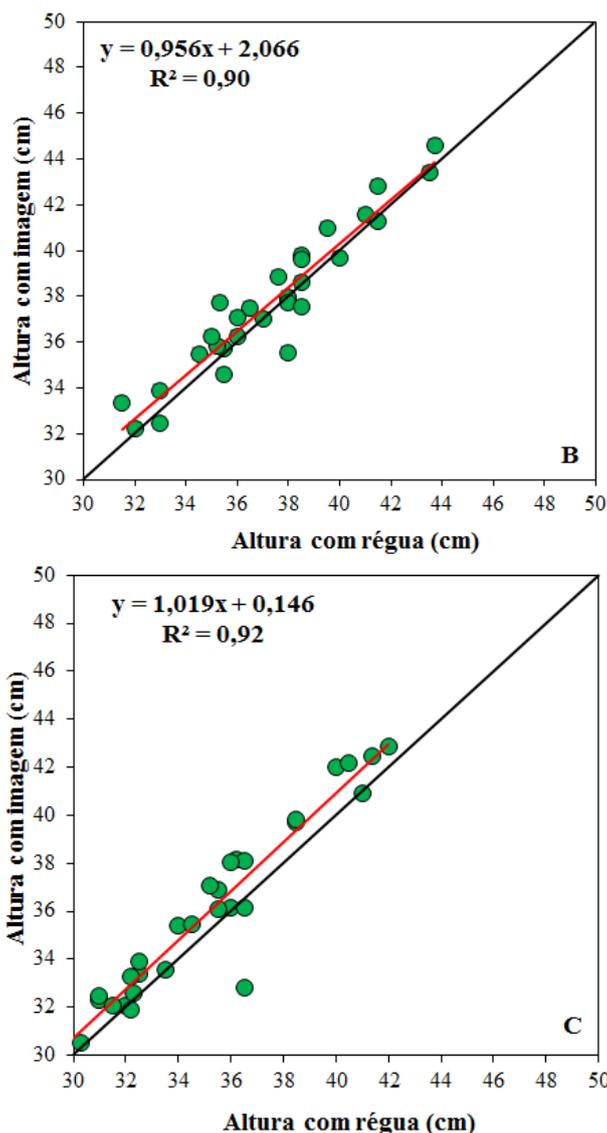
A presença do *outlier* pode estar intimamente relacionada à presença de uma muda com maior ou a menor altura de parte aérea, apesar de o lote ser homogêneo algumas mudas podem se desenvolver um pouco mais em relação às outras e destacar com maior altura.

A altura da parte aérea é considerada em muitos viveiros como uma importante variável na análise da qualidade das mudas, subsidiando seu crescimento em campo, apresentando uma vantagem de ser um método não destrutivo (GOMES e PAIVA, 2004). Associando a altura da parte aérea com o diâmetro do coleto, formam-se uma parte essencial dos parâmetros morfológicos para estimar o crescimento das mudas em campo, já a divisão desses parâmetros obtém-se um resultado que exprime o equilíbrio de crescimento (CARNEIRO, 1995), também conhecido como quociente de robustez, visto que fornece informações de quão delgada está a muda (JOHNSON e CLINE, 1991).



Continua ...

Figura 6, Cont.

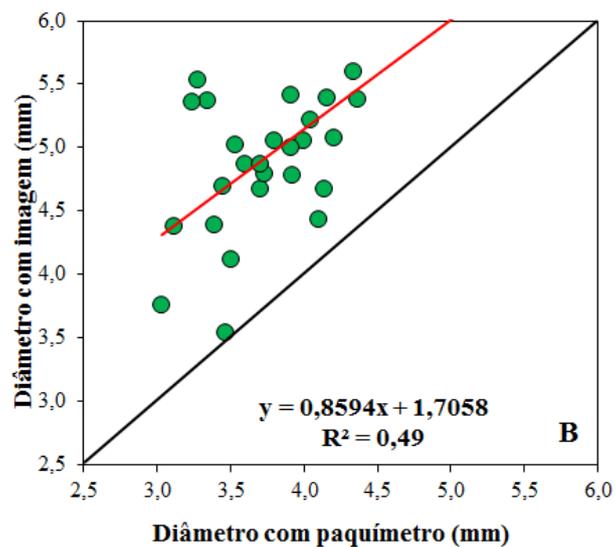
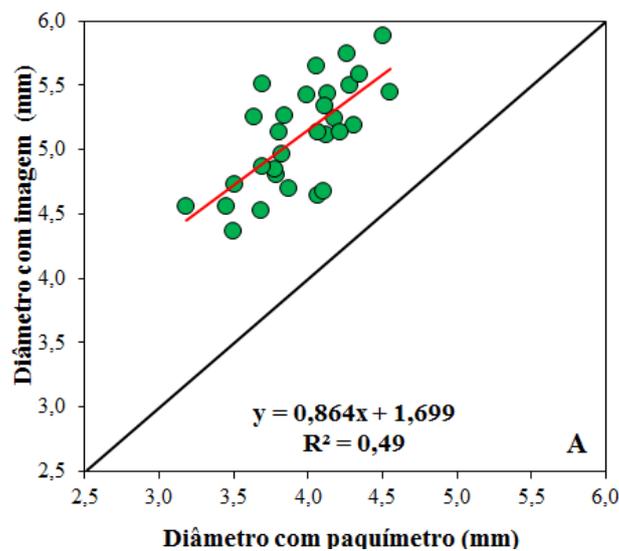


**Figura 6.** Gráficos de dispersão da altura da parte aérea mensurada pelo método convencional (paquímetro) em função do método de processamento de fotografias de mudas de três híbridos de *Eucalyptus*. A = AEC 224; B = I144; e C = VM01.

Nos resultados da avaliação dos diâmetros pelo método convencional (paquímetro) em função do método de processamento de fotografias (Figura 7), nota-se que somente o clone 1 (AEC 224) apresentou-se com resultados mais consistentes entre a relação dos dois métodos (Figura 7A), os outros dois clones, clone I144 e clone VM01, respectivamente, apresentaram acentuada heterocedasticidade. Na avaliação do clone VM01, observou-se uma maior dispersão entre os métodos estudados. Possivelmente a maior dispersão do diâmetro nos três clones, comparando os dois métodos avaliados, estejam associados ao fato do local onde se mediu o diâmetro com o paquímetro não ter coincido com o local medido através da fotografia, embora se tenha a maior aproximação possível do local medido.

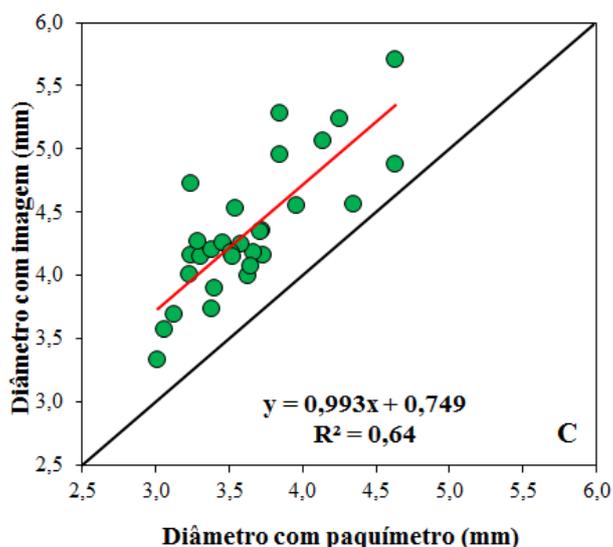
Tanto a altura como o diâmetro são características facilmente mensuradas e, por não exigir destruição das amostras, são bastante utilizadas para estimar o padrão de qualidade das mudas em viveiros florestais (SOUZA et al., 2013). No que diz respeito às fotografias digitais, medições de diâmetro requerem destruição das amostras, apresentando-se como desvantagem, porém, mais preciso na análise da qualidade.

O conceito de qualidade não é absoluto, pois vários fatores podem influenciar essa definição, principalmente a espécie e o local no qual está sendo plantada (RUBIRA e BUENO, 1996). As empresas florestais do Brasil classificam mudas de qualidade como sendo aquelas que apresentam altura média de 15 a 30 cm, diâmetro do colo acima de 2 mm, sistema radicular bem desenvolvido, haste rígida, pelo menos três pares de folhas, ramificações, ausência de deficiência nutricional e boa sanidade (GOMES et al., 1996; LOPES, 2004).



Continua ...

Figura 7, Cont.

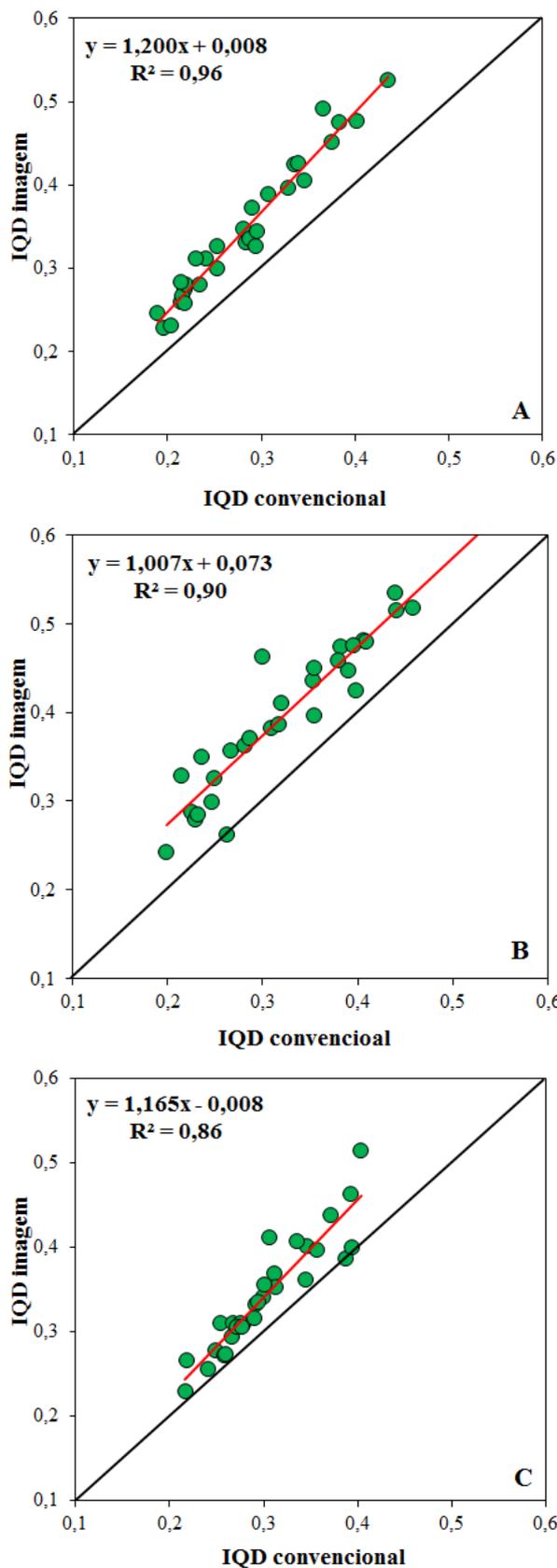


**Figura 7.** Gráficos de dispersão do diâmetro do colo de mudas de três híbridos de *Eucalyptus* mensurado pelo método convencional (paquímetro) em função do método de processamento de fotografias. A = AEC 224; B = I144; e C = VM01.

Na análise do índice de qualidade de Dickson (IQD), avaliando a altura e o diâmetro pelo método convencional (régua e paquímetro) em função do método de processamento de fotografias (Figura 8), observou-se nos resultados que ocorreu uma distribuição consistente, tendendo a formação de um ângulo de 45 graus e com uma homocedasticidade dos dados, especialmente o clone 1 (AEC 224) (Figura 8A). Indicando a eficiência deste método na análise de qualidade das mudas clonais de *Eucalyptus*. A utilização de fotografias de câmeras digitais tem potencial para auxiliar na avaliação de qualidades de mudas, visto que apresentaram bom desempenho no processo de estimativa das características morfológicas. O IQD é um importante parâmetro a ser avaliado na realização da prognose do plantio florestal em campo, pois mudas com maior IQD apresentam qualidade para responder ao seu desenvolvimento ao serem levado ao campo.

Ocorreu um *outlier* (Figura 8B), a presença do mesmo sobreveio em virtude da presença de sua também na variável altura da parte aera, no qual é inclusa no cálculo do IQD, desta forma reflete no resultado do índice.

Tal importância é dada ao IQD tendo em vista que, na realização de seu cálculo, são utilizados vários parâmetros morfológicos, como robustez (relação H/DC) e equilíbrio da distribuição da biomassa (relação MSPA/MSR) (CALDEIRA et al., 2007), tornando-o um grande indicador da qualidade, pois pondera atributos importantes da avaliação do vigor de uma muda. Assim, quanto maior o IQD, melhor é a qualidade da muda produzida (CALDEIRA et al., 2012).



**Figura 8.** Gráficos de dispersão do IQD de mudas de três híbridos de Eucalyptus, estimado através método convencional (altura e diâmetro mensurados por régua e paquímetro, respectivamente) em função do método de processamento de fotografias digitais. A = AEC 224; B = I144; e C = VM01.

## 5. CONCLUSÃO

O método de análise por meio de fotografias digitais obtidas através da câmera digital convencional para estimar os parâmetros morfológicos de mudas clonais dos três híbridos de *Eucalyptus* foi eficiente e demonstrou potencial na análise da qualidade das mudas.

O fato de apresentar potencial e por ser eficiente, a utilização do método, mais estudos precisa ser realizado em busca de aprimora-lo, principalmente por ser inovador, além, apresenta baixos custos de aquisição de equipamentos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROTECA TANABI. Disponível em: <[http://www.agrotecatanabi.com.br/vendasmudas\\_eucalipto.html005](http://www.agrotecatanabi.com.br/vendasmudas_eucalipto.html005)>. Acesso em: 10 jan. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL, ABTCP. Disponível em: <<http://www.abtcp.org.br>> acesso em: 17 jul. 2013.

AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, p. 157-164, 2010.

BENIN, C. C.; PERES, F. S. B.; GARCIA, F. A. O. Enraizamento de miniestacas apicais, intermediárias e basais em clones de *Eucalyptus benthamii*. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2013.

BRACELPA. Informes anuais: desempenho do setor de papel e celulose. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/index.php>> Acesso em: 17 jul. 2013.

CALDEIRA, M. V. W.; DELARMELINA, W. M.; LÜBE, S. G.; GOMES, D. R.; GONÇALVES, E. O.; ALVES, A. F. Biossólido na composição de substrato para a produção de mudas de *Tectonagrandis*. **Revista Floresta**, v. 42, n. 1, p. 77 - 84, 2012.

CALDEIRA, M. V. W.; MARCOLIN, M.; MORAES, E.; SCHAADT, S. S. Influência do resíduo da indústria do algodão na formulação de substrato para produção de mudas de *Schinusterebin thifolius* Raddi, *Archonto phoenix alexandrae* Wendl. Et Drude e *Archonto phoenix cunning hamiana* Wendl. Et Drude. **Ambiência**, Guarapuava, v. 3, p. 1 - 8, 2007.

CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**. Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 183-188, 1995.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

COPPEN, J. W. *Eucalyptus: the genus Eucalyptus* Printed Resource. London: Taylor & Francis, 2002. p. 464.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart. Standley). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 66, p. 100 - 107, 2004.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 3ª Edição revisada e ampliada. Brasília/DF. 2013.

FELFILI, J., FILGUEIRAS, T., HARIDASAN, M., SILVA JÚNIOR, M., & MENDONÇA. Projeto biogeografia do bioma cerrado: Vegetação e solos. Caderno de Geociências do IBGE 12: 75-166. Brasília: Caderno de Geociências do IBGE 12: 75-166. 1994.

FIDELES FILHO, J.; PEREIRA, A. S.; BELTRÃO, N. E. M. Método prático de determinação da área foliar do algodoeiro no campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2007. p. 1-6. CD-ROM.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrelafissilis* V e II. E *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. Produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 113 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZAM E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, p. 515 - 523, 2002.

GOMES, J. M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N- K**. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros florestais (propagação sexuada)**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2004.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 15-22, 1996.

GOMES, R. T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais**. 1994. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GONÇALVES, J. L. M.; VALERI, S. V. Eucalipto e pinus. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. da; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. (Ed.). Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 393-423.

GONDIM, T. M. S.; SILVA, F. F. S.; FERNANDES, P. D.; BELTRAO, N. E. M.; SILVA FILHO, J. L. Teor relativo de água e métodos para determinação de área foliar em algodão colorido *Gossypium hirsutum* cultivar BRS 200 marrom. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu. Sustentabilidade da cotonicultura brasileira e expansão dos mercados: **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. 1 CD-ROM.

JOHNSON, J. D.; CLINE, P. M. Seedling quality of southern pines. In: DUREYA, M. L.; DOUGHERTY, P. M. (Ed.). **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991. p. 143-162.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 3 ed. São Carlos: Rima, 2006. 550 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 Amazonica**, Manaus, v. 38, p. 5 - 10, 2008.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu**

**desempenho no campo.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Vitória da Conquista, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2005. 82p.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação.** 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)- Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

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, p. 40 - 45, 2011.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. A cultura do eucalipto no Brasil –*Eucalyptus* cultivation in Brazil. **Sociedade Brasileira de Silvicultura**: São Paulo. 2000. 112 p.

MORI, E. S, KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. **IPEF**, Piracicaba, v. 39, p. 53-63, 1988.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T.; FERREIRA, C. A. Eucaliptos indicados para plantio no Estado do Paraná. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2006.

PANDOLFI, F. et al. Avaliação do crescimento do clone híbrido *eucalyptus urograndis* quando submetido a diferentes manejos de irrigação. In: INIC/EPG/INIC 2008, São José dos Campos. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: UNIVAP, 2008. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/docs/sumario.php?cod\\_area=16](http://www.inicepg.univap.br/docs/sumario.php?cod_area=16)>. Acesso em: 8 maio. 2012.

RUBIRA, J. L. P.; BUENO, L. O. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Centro de Publicaciones, Madrid, España, 1996, 189 p.

RUDEK, A.; GARCIA, F. A. O.; PERES, F. S. B. Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 17; p. 3775-3787, 2013.

RUY, O. F. **Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores**, Indonésia. 1998. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Madeiras) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

SILVA, R. L.; XAVIER, A.; LEITE, H. G.; PIRES, I. E. Determinação do tamanho ótimo da parcela experimental pelos métodos da máxima curvatura modificado, do coeficiente de correlação intraclasse e da análise visual em testes clonais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 669-676, 2003.

SOUZA, C. C.; XAVIER, A.; LEITE, F. P.; SANTANA, R. C.; LEITE, H. G. Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill x *E. urophylla* S. T. Black. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 67-77, 2013.

TOMASELLI, I. Processing young Eucalyptus, In: THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS, 2000, Launceston, Tasmania, Proceedings Launceston: IUFRO, p. 167-174. 2000.