

INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS  
ISSN 0100-3453

Comparação entre  
instrumentos tradicionais de  
medição de diâmetro  
e altura com o  
criterion 400

André Giacini de Freitas  
Marcos Cesar Passos Wichert

CIRCULAR TÉCNICA

Nº 188 DEZEMBRO1998



## Comparação entre instrumentos tradicionais de medição de diâmetro e altura com o criterion 400

André Giacini de Freitas  
Marcos Cesar Passos Wichert

---

Resumo: Este trabalho foi realizado para testar a precisão e viabilidade do aparelho eletrônico *Criterion 400*, em medições de altura e diâmetro, para fins de inventário florestal. Foi utilizada uma área do Campus da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", onde existem parcelas de *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp, para realizar um estudo comparativo entre aparelhos tradicionalmente utilizados nas medições de altura (*Blume-Leiss e Suunto*) e diâmetro (*Suta e Fita Métrica*), e o *Criterion 400*. Foram medidos o diâmetro e a altura de vinte árvores de cada espécie com dois operadores e quatro equipamentos para cada variável. O *Criterion 400* apresentou variação significativa dos equipamentos tradicionalmente usados para medições de diâmetro, restringindo a sua utilização em mensurações florestais.

---

### INTRODUÇÃO

A mensuração florestal é um importante elemento no manejo florestal, uma vez que fornece informações precisas sobre a floresta, permitindo assim a tomada de decisões adequadas na realização deste, além de possibilitar o melhor planejamento de suas atividades.

As duas variáveis mais utilizadas para a realização de inventários florestais são a altura e o diâmetro, que são usadas para o cálculo da área basal e do volume de madeira existentes em uma floresta.

Para a confiabilidade de um inventário florestal é necessário que se conheçam as suas fontes de erro, para assim tentar eliminar, ou ao menos minimizar o seu efeito sobre a precisão das medições. Os erros em um inventário florestal podem ser sistemáticos, relacionados com as medições, ou amostrais, referentes ao sistema de amostragem utilizado (Couto e Bastos, 1988).

Segundo Perez (1989), os erros ocorridos nas medições dos diâmetros e alturas de árvores são devidos a erros do operador, problemas no instrumento e condições de observação.



Os erros cometidos na medição do diâmetro são mais importantes que os cometidos na medição da altura, sendo que um erro de 1 cm na determinação do diâmetro corresponde a um máximo de 19% no cálculo do volume; e um erro de 1 m na medição da altura, a apenas 14% deste mesmo volume (Couto et al, 1989).

Nos inventários florestais é cada vez mais comum a utilização de equipamentos eletrônicos nas atividades de mensuração florestal, tais como: suta eletrônica, coletores de dados e medidores de altura. Isto se deve ao fato de que estes equipamentos facilitam a coleta de dados, assim como a posterior manipulação dos mesmos.

Este trabalho tem como objetivo comparar a utilização de instrumentos tradicionalmente usados para a medição de altura (hipsômetro Blume-Leiss e clinômetro Suunto) e diâmetro (fita métrica e suta), que têm desempenho conhecido e já são tradicionalmente utilizados para dendrometria, com o uso do equipamento de medição eletrônico CRITERION 400.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os instrumentos testados para a medição de altura foram: Blume Leiss, Suunto, Criterion 400 e Criterion 400 com tripé. Já para a medição de diâmetro utilizaram-se: Suta, Fita Métrica, Criterion 400 e Criterion 400 com tripé.

Os instrumentos foram utilizados na medição de parcelas de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp., em área pertencente a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em Piracicaba, SP. As medições foram feitas por dois operadores, os quais mediram a altura e o diâmetro de vinte árvores de cada espécie, com todos os instrumentos.

Com os valores obtidos no levantamento de campo, foram calculados o coeficiente de variação e teste F para cada aparelho, operador, espécie e respectivas interações, com o objetivo de verificar se os tratamentos apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si.

O Criterion é um aparelho eletrônico que, entre outras finalidade, pode ser utilizado para a medição da altura e do diâmetro de árvores. Através da emissão de ondas que refletem na superfície da planta e voltam para o equipamento, o Criterion calcula a distância horizontal do operador até a árvore. Para medir a altura o operador faz visadas no topo e base da árvore, o aparelho mede os ângulos da base e do topo desta com a horizontal, que calculará sua altura pelo princípio trigonométrico. Para a determinação do diâmetro, são contados, na luneta do aparelho, os retículos ocupados pelo tronco da árvore à altura do peito; este valor é digitado no equipamento que calcula automaticamente o DAP. (Figura 1).

As principais fontes de erro do Criterion são: dificuldade de precisar o topo das árvores; cansaço devido ao esforço físico realizado pelo operador, uma vez que o aparelho pesa em torno de quatro quilos, este efeito pode ser amenizado através do uso de um tripé; dificuldade de ler com precisão os valores do retículo da luneta para a medição de diâmetro; falhas de reflexão das ondas emitidas pelo aparelho, principalmente se as folhas das árvores estiverem molhadas.

Se houver a presença de um sub-bosque muito denso, a utilização de um filtro poderá ser necessária para evitar que as ondas sejam refletidas por outras superfícies que não a da árvore levantada.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar a precisão e utilidade do aparelho Criterion 400 nas medições de diâmetro e altura das espécies mensuradas, comparando com aparelhos tradicionalmente utilizados, primeiramente foi feita uma análise de variância para verificar as interações entre todas as variáveis (técnicos, espécies e aparelhos).

O resultado mostrou que não foram observadas diferenças significativas entre as interações: técnico x espécies, espécies x aparelhos e técnicos x espécies x aparelhos, tanto para medição de altura como para o diâmetro, indicando assim que os técnicos e as espécies utilizadas não influíram no resultado do trabalho, além de possibilitar a análise conjunta dos dados das duas espécies.

Para medição de altura, de acordo com a análise dos dados, não foram observadas diferenças significativas entre os técnicos, equipamentos e sua interação, tanto para Pinus como para o Eucalipto.

O resultado do teste F para medição de altura, indica que o Criterion 400 pode ser utilizado para medições desta variável com erro semelhante ao observado com a utilização de equipamentos tradicionais, como o Blume Leiss e o Suunto. (GL do resíduo = 156;  $F_{\text{eucalipto}} = 0.71$ ,  $\text{Pr} > F_{\text{eucalipto}} = 0.545$ ;  $F_{\text{pinus}} = 1.25$ ,  $\text{Pr} > F_{\text{pinus}} = 0.293$ )

Os valores de altura das árvores foram estatisticamente semelhantes para todos os aparelhos nas duas espécies medidas, o que significa que todos os aparelhos tiveram um desempenho semelhante. Como podemos visualizar na Tabela 1, os valores de desvio padrão são próximos para todos os aparelhos.

Para medição de diâmetro, de acordo com a análise dos dados, foram observadas diferenças significativas entre os equipamentos, tanto para Pinus como para o Eucalipto. Entre os técnicos e suas interações com os equipamentos, não foram observadas diferenças significativas.

Tabela 1

Altura média obtida por equipamento (m) e o desvio padrão correspondente.

Equipamento	Eucalipto	Desv. Pad.	Pinus	Desv. Pad.
Suunto	31.16	3.81	27.22	2.28
Blume-leiss	31.45	4.02	26.75	2.12
Criterion 400	30.59	3.42	26.75	2.71
Criterion 400 com tripé	30.32	4.07	27.85	3.00

O teste F para as medições de diâmetro, demonstrou a diferença significativa existente entre os equipamentos utilizados (GL do resíduo = 156;  $F_{\text{eucalipto}} = 22.26$ ,  $\text{Pr} > F_{\text{eucalipto}} = 0.0001$ ;  $F_{\text{pinus}} = 59.82$ ,  $\text{Pr} > F_{\text{pinus}} = 0.0001$ )

Foi realizado também um teste de médias de Tukey para verificar se algum dos equipamentos utilizados na medição do diâmetro apresentam médias estaticamente semelhantes. Como pode ser observado na Tabela 2, a Suta e a Fita Métrica apresentam médias semelhantes entre si, assim como o Criterion com e sem tripé, estas médias semelhantes estão representadas por letras iguais no expoente.

Relacionando os aparelhos tradicionais de medição de diâmetro com o Criterion 400 (com e sem tripé), verifica-se que os valores de desvio padrão foram bem diferentes entre eles, como se pode visualizar na Tabela 2.



## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, a utilização do Criterion 400 em mensurações florestais deve ser restrita à medição de altura, uma vez que os resultados obtidos com as medições de diâmetro foram significativamente diferentes dos equipamentos tradicionalmente utilizados.

Tabela 2

Diâmetros médios obtidos por equipamento (cm) e o desvio padrão correspondente.

Equipamento	Eucalipto	Desv. Pad.	Pinus	Desv. Pad.
Suta	45.61 <sup>b</sup>	11.81	38.18 <sup>b</sup>	7.16
Fita Métrica	45.85 <sup>b</sup>	12.36	38.48 <sup>b</sup>	6.67
Criterion 400	72.00 <sup>a</sup>	23.67	60.63 <sup>a</sup>	12.6
Criterion 400 com tripé	67.62 <sup>a</sup>	23.66	61.69 <sup>a</sup>	14.51

\* *médias com letras iguais são estatisticamente semelhantes a nível de 1%*

O elevado peso do aparelho (aproximadamente 4 Kg) é um fator que dificulta a operação do Criterion 400, tornando mais difícil o trabalho no campo, especialmente em áreas de difícil acesso. Além disso, em florestas com sub-bosque denso, o aparelho pode apresentar erros na medição da distância horizontal, comprometendo a sua precisão, sendo necessária a utilização de um filtro e de uma placa refletora para a correção deste problema, eliminando assim a vantagem do aparelho em não exigir que o operador se desloque até a árvore.

A utilização do Criterion com tripé, não contribui para o aumento da precisão das medições do aparelho, além de dificultar o deslocamento no campo.

É importante ressaltar que o Criterion 400 não é um aparelho exclusivamente de uso florestal, possuindo diversas aplicações também na área topográfica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUTO, H.T.Z.; BASTOS, N.L.M. "Erros na medição de altura em povoamentos de *Eucalyptus* em região planta". *IPEF*, n. 39, p. 21-31, 1988.
- COUTO, H.T.Z.; BATISTA, J.L.F.; RODRIGUES, L.C.E. "Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas". *Documentos florestais*, n. 5, p. 1-37, 1989.
- PÉREZ R., D.N. "Errores en al medicion de alturas totales com Clinometro Suunto y un vara de longitude conecida". *Tatascan*, v. 6, n. 1, p. 25-30, 1989.

*Circular Técnica. IPEF* (ISSN 0100-3453) é publicada sem periodicidade regular pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) em convênio com o Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. *Circular Técnica. IPEF* divulga conhecimentos técnicos e científicos referentes ao setor florestal. Os objetivos principais são transferência de tecnologia, disseminação de métodos, técnicas e informações importantes para o desenvolvimento das atividades florestais e para a atualização dos profissionais que atuam no setor.

Os manuscritos devem ser submetidos à Comissão Editorial em três cópias. Inicialmente, somente manuscritos impressos são necessários. Após a aceitação do trabalho, será solicitado o manuscrito em formato digital. Para maiores informações contate:

*Circular Técnica. IPEF*  
IPEF - ESALQ/USP  
Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 530  
13400-970, Piracicaba, SP - BRASIL  
fone: 55-19-430-8618; 430-8641 / fax: 55-19-430-8666  
E-mail: mmpoggia@carpa.ciagri.usp.br

O conteúdo e as opiniões apresentadas nos trabalhos publicados não são de responsabilidade de *Circular Técnica. IPEF* e não representam necessariamente as opiniões do IPEF ou do Departamento de Ciências Florestais, ESALQ, USP.

*Circular Técnica. IPEF* (ISSN 0100-3453) teve início em 1979.

#### COMISSÃO EDITORIAL

João Luiz Ferreira Batista  
*Editor Chefe*  
Marialice Metzker Poggiani  
*Editor Assistente*  
Antonio Natal Gonçalves  
*Editor de Biotecnologia e Melhoramento*  
Fábio Poggiani  
*Editor de Ecologia e Gerenciamento Ambiental*  
Fernando Seixas  
*Editor de Silvicultura e Manejo Florestal*  
Ivaldo Pontes Jankowsky  
*Editor de Tecnologia de Produtos Florestais*

#### UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

Jacques Marcovitch  
*Reitor*  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”  
(ESALQ)  
Julio Marcos Filho  
*Diretor*  
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF)  
Manoel de Freitas (Champion Papel e Celulose Ltda.)  
*Presidente*  
José Otávio Brito (ESALQ-USP)  
*Diretor Científico*

#### EMPRESAS ASSOCIADAS AO IPEF

ARACRUZ CELULOSE S/A - Espírito Santo  
BAHIA SUL CELULOSE S/A - Bahia  
CAF SANTA BÁRBARA LTDA. - Minas Gerais  
CENIBRA FLORESTAL S/A - Minas Gerais  
CHAMPION PAPEL E CELULOSE LTDA. - São Paulo  
CIA. SUZANO DE PAPEL E CELULOSE S/A - São Paulo  
DURAFLORE S/A - São Paulo  
EUCATEX FLORESTAL LTDA. - São Paulo  
INPACEL - INDÚSTRIAS DE PAPEL ARAPOTI S/A - Paraná  
KLABIN - FABRICADORA DE PAPEL E CELULOSE S/A - Paraná  
LWARCEL CELULOSE E PAPEL LTDA. - São Paulo  
PISA FLORESTAL S/A - Paraná  
RIPASA S/A CELULOSE E PAPEL - São Paulo  
RIOCELL S/A - Rio Grande do Sul  
VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL S/A - São Paulo

Projeto Gráfico: Adriana Garcia e Maria Cristina Bugan  
Editoração: Studium Generale



INSTITUTO DE PESQUISAS  
E ESTUDOS FLORESTAIS