

TESTE DE EQUAÇÕES PARA PREDIZER A ESPESSURA DE CASCA E FATOR K PARA ACÁCIA NEGRA (*Acacia mearnsii* de Wild).

TEST OF EQUATION FOR PREDICTING THE BARK THICKNESS AND K FACTOR FOR BLACK WATTLE (*Acacia mearnsii* de Wild).

Paulo Renato Schneider*
José Alves da Silva*

SUMMARY

*In this study were discussed some types of equations used to evaluate the double thickness of bark in Black wattle (*Acacia mearnsii* of Wild) stands with age between 3.5 to 7.0 years old and the MEYER bark factor for converting the volume over bark in volume under bark.*

The FORWARD selection method was used in order, to obtain the following model:

$$\text{Log } E = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log d \cdot h + b_3 \log I \cdot h$$

In this case the coefficient of determination was equal to 0,500 and the residual standart error was equal to 0,080 mm. The utilization of the bark factor K^2 to estimate, the volume under bark determined a error closely equal to, 0,036% in relation to the under bark volume obtained from, the tree of mean basal area und a error of 3,62% in relation to the under bark volume/ha.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da espessura de casca e sua evolução através do tronco pode constituir-se em uma interessante prática, dependendo da espécie e dos objetivos em questão.

Neste aspecto, o conhecimento da espessura de casca da acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild) e sua forma de avaliação, cuja exploração tem como objetivo principal a extração do tanino, largamente utilizado em escala industrial no curtimento de couros, torna-se importante para o manejo destes povoamentos.

No presente trabalho, procurou-se determinar uma equação de regressão que melhor ajustasse os dados de campo, a fim de estimar a espessura de casca ao nível de 1,30 metros do solo para a espécie e condições locais.

Paralelamente, determinou-se que o fator de casca, definido por MEYER (1946), possibilita que facilidade e rapidez o conhecimento do valor dos diâmetros e volumes sob casca por simples multiplicação.

A aplicação deste fator, entretanto, deverá ser efetuado quando se verificar

uma relação constante entre os diâmetros ao longo do tronco. A sua utilização tornar-se-á mais eficiente com o conhecimento de uma equação volumétrica ajustada aos valores observados no campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

LOETSCH et al. (1975), estudando a *Acacia decurrens* em Java na Indonésia, com diâmetros de 14,0 à 35,0 centímetros e idade de 6 à 8 anos, obtiveram um fator $K = 0,9293$ sendo $K^2 = 0,8636$. Com este fator determinou-se o volume de madeira sob casca, multiplicando-se a constante quadrática, pelo volume sobre casca.

LANGE (1971), trabalhando com *Pinus ponderosa*, *Pinus contorta*, *Larix occidentalis* e *Pseudotsuga menziensisii*, obtidos aleatoriamente, concluiu que o fator de casca, calculado segundo a expressão de MEYER, fornecia estimativas fidedignas para o valor de diâmetros sob casca. Este fator foi determinado tomando-se as medidas em três pontos do tronco até a uma altura máxima de mais ou menos 1,90 metros do solo.

* Engenheiros Florestais, Professores de Manejo Florestal, Biometria e Estatística Florestal, do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, respectivamente.

STAYTON e HOFFMAN (1970) testaram a equação de MEYER para casca e volume em árvores de *Acer saccharum*, concluindo que o processo foi tão preciso quanto ao fator de casca determinado em função do volume com casca e sem casca.

SILVA et al. (1975), estudando as equações de KORSUN, LAAR e OESTLIN em *Araucaria angustifolia*, constataram que a equação de KORSUN ajustava melhor os dados, apresentando contudo uma correlação de 0,5726 entre as variáveis e espessura de casca. O erro obtido foi de mais ou menos 1% na avaliação da dupla espessura de casca. A introdução das variáveis idade e altura nas equações, não contribuiu para promover um aumento de correlação.

LOETSCH et al. (1975) constataram para diferentes espécies que não era possível aplicar universalmente a mesma equação de regressão de casca para espécies diferentes ou regiões florestais diferentes. Salientam que uma equação de regressão para a estimativa da espessura de casca deve adequar-se à estratificação, formas de crescimento, idades e classes de sítio.

PEMBERTON (1924) verificou a existência de uma relação entre casca, diâmetro e volume que variava com a altura de referência no tronco, constatando-se uma relação entre DAP e dupla espessura de casca. SMITH (1969) obteve os mesmos resultados estimados, porém, um coeficiente de determinação de 0,51 para a regressão linear ajustada a uma série de dados.

No entanto, HAKKILA (1967) observou que a relação entre a espessura de casca a diferentes níveis de alturas, à partir da base, descrevia uma curva do tipo hiperbólica com tendência ao nivelamento, apresentando contudo comportamento diferente para cada espécie.

BRINCKELL (1970), testando uma equação para prever a espessura de casca de coníferas, concluiu que se deve levar em consideração a distribuição de casca ao longo do tronco, a fim de se conseguir uma maior precisão nas estimativas. O decréscimo da espessura de casca ao longo do tronco deve ser enca-

rado com uma regra geral, segundo SHERRY (1971).

LOETSCH et al. (1975), citando OESTLIN, verificaram que a influência do sítio sobre a espessura de casca era relativamente pequena em *Pinus spp.*, mas de grande importância para *Spruce* e *Birch*.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Espécie estudada:

No presente trabalho utilizou-se a *Acacia mearnsii* de Wild, vulgarmente conhecida por acácia negra, cultivada no Rio Grande do Sul.

Segundo SHERRY (1971), a acácia negra, natural da Austrália, distribui-se no sudeste da Austrália Continental e ocorre, abundantemente, na Tasmânia. Na África do Sul é plantada em larga escala para produção de tanino na região de Natal.

3.2. Características da Área de Estudo:

Os dados para o presente trabalho foram coletados em povoamentos da fazenda Dona Bernarda, localizada no Município de Triunfo, de propriedade da TANAC S.A. com sede em Montenegro, Estado do Rio Grande do Sul.

A região de estudo situa-se nas proximidades das coordenadas geográficas 30° de latitude sul e 52° de longitude Oeste, compreendendo a região fisiográfica da Depressão Central do Rio Grande do Sul.

As condições climáticas desta região, segundo KOEPPEN é do tipo Cfa sub-tropical. A precipitação média anual foi de 1.537 mm para o ano de 1975 e a temperatura média anual de 19,7°C segundo MORENO (1961).

De modo geral os solos desta região são arenosos e saibrosos com pequeno teor de partes integrantes finais e sedimentos paleozóicos.

3.3. Coleta dos dados:

Foram amostrados povoamentos com idade variando de 3,5 à 7,5 anos. No total foram amostradas, aleatoriamente, 250 árvores, distribuídas por classes de diâmetro e altura, conforme Quadro 01.

Nas árvores abatidas foram coletadas informações de circunferência com e sem casca nas seguintes secções: 0,00, 0,30 0,50, 0,80, 1,30 2,00, 4,00 e até à altura total.

A espessura dupla de casca (E) foi obtida através de uma transformação matemática de circunferência com e sem casca, tomadas ao nível de 1,30 m (CAP), assim:

$$E = (CAP \text{ c/c} / \pi) - (CAP \text{ s/c} / \pi) \dots 1$$

As medições de circunferência foram feitas com o auxílio de fita métrica e as

alturas com trena, após o abate das árvores.

Além disso, foi feita uma amostragem independente em um povoamento de 5,5 anos, num total de 12 parcelas de 400 m² cada uma para a obtenção do volume por hectare.

3.4 Modelos de Espessura de casca testados:

Os modelos testados para estimar a espessura dupla de casca, citados por LOETSC et al. (1975), foram as equações de KORSUN, OESTLIN, LAAR e MEYER, conforme a seguinte relação:

$$E = \frac{d}{b_0 + b_1 d} \text{ KORSUN} \dots\dots\dots 2$$

$$\log E + 1 = b_0 + b_1 \log d \text{ OESTLIN} \dots 3$$

$$E = b_0 + b_1.d + b_2.I + b_3.d I \text{ LAAR} \dots 4$$

QUADRO 01 — Distribuição das árvores de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* de Wild) em classe de diâmetro e altura.

DAP	ALTURA (M)										TOTAL	
	C/C	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20
8			2	3	1							6
9	1	3	5	2	1							12
10	2	3	7	2	2	1						17
11			1	2	7	5	3	1				19
12			1	7	15	9	8	1				41
13			1	3	12	10	14	4	1			45
14				2	4	12	9	7	1			35
15				3	1	4	10	8	1			27
16					1	2	9	9	4			25
17						1		6	2			9
18						2	1	2	3	1		9
19									4			4
20									1			1
TOTAL	3	8	18	22	43	46	54	38	17	1		250

$$E = b_0 + b_1 d \quad \text{MEYER} \dots 5$$

$$\log E = b_0 + b_1 \log d \quad \text{MEYER} \dots 6$$

$$\log E = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log dh + b_3 \log I h \dots 7$$

onde: E, é a dupla espessura de casca;
I, idade média do povoamento;
d, diâmetro à altura do peito sobre casca.

Paralelamente, testou-se um modelo logarítmico tomando-se as variáveis independentes, diâmetro, altura e idade nas formas simples, quadrática e combinadas. Para isto, utilizou-se o pacote SPSS (Statistical Package for the Social Science) para computador IBM — 360.

3.5. Cálculo do fator K para conversão dos volumes e diâmetros:

O fator de conversão do diâmetro com casca em diâmetro sem casca obtido de uma relação constante entre dois diâmetros, tomados no mesmo período.

O fator para transformação dos volumes sobre casca em volume sob casca foi calculado através da seguinte fórmula:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n d_{ui}}{\sum_{i=1}^n d_i} \dots \dots \dots 8$$

Onde: d_{ui} = diâmetro sem casca
d_i = diâmetro com casca

Os volumes sob casca foram obtidos pela multiplicação do fator K, ao quadrado, pelos respectivos volumes sobre casca, ou seja:

$$vu = K^2 \cdot v \dots \dots \dots 9$$

3.6. Critérios de seleção das equações de espessura de casca:

Os critérios utilizados para a seleção do melhor modelo de regressão para estimar a dupla espessura de casca foram: Coeficiente de determinação, Erro padrão da estimativa e Distribuição uni-

forme dos valores observados em relação aos valores estimados.

O valor genérico para avaliar a dupla espessura de casca foi montado usando-se variáveis simples quadrática e combinada, na forma logarítmica. As variáveis utilizadas foram, diâmetro com casca, idade e altura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Modelos de regressão testados:

Conforme mostra o Quadro 02, entre os cinco primeiros modelos fixos testados, verificou-se que os modelos de OESTLIN, LAAR e de MEYER, na forma logarítmica, apresentaram praticamente o mesmo coeficiente de determinação de 0,36. O erro padrão de estimativa de 0,090 foi encontrado para os modelos de OESTLIN e MEYER.

A equação de KORSUN apresentou uma menor precisão, sendo desaconselhável o seu uso para estimativas de espessura dupla de casca em acácia negra. A pouca precisão das equações testadas não permitiu uma utilização segura destes modelos para fins de estimativas da espessura de casca, em acácia negra.

O modelo 7, obtido através do pacote SPSS, usando-se o procedimento FORWARD de seleção, resultou na melhor alternativa para a estimativa da dupla espessura de casca de acácia negra.

O coeficiente de correlação múltipla para o modelo selecionado foi 0,71, coeficiente de determinação 0,50, erro padrão residual igual a 0,0805 e o valor de F da análise de variância igual a 16.876,7**.

O teste de hipótese para os coeficientes b₁, b₂ e b₃ foi significativo a um nível de 1% de probabilidade.

4.2. Fator de Conversão:

O fator K médio, calculado para os diâmetros, apresentou um valor igual a K = 0,9218, cujo valor quadrático para os volumes resultou em K² = 0,8496. Estes valores são semelhantes aos encontrados por LOETSCH (1960) para *Acacia decurrens* onde K = 0,9293 e K² = 0,9636. A comparação deste fator por espécie pode ser visto no Quadro 03.

O fator de forma médio obtido para a série de dados igual a 0,54 foi utilizado para o cálculo do volume com e sem casca da árvore média, cujos resultados são apresentados no Quadro 03. A altura da árvore média foi obtida por relação hipsométrica. Considerando-se o volume obtido utilizando-se o fator de forma encontrou-se um erro igual a 0,036% do volume real sem casca em relação àquele obtido com o fator $K^2 = 0,9486$.

A porcentagem média de casca estimada para as 250 árvores amostradas, foi semelhante ao valor obtido para a árvore média com a introdução do fator.

$$\% \text{ casca} = \frac{0,02094}{0,13914} = \frac{0,01981}{0,13200} = 15,0\%$$

Esta porcentagem de casca de 15,0% aproxima-se dos valores encontrados para *Acacia decurrens* por LOETSCH et al. (1975) em Java Ocidental (16,1%) e em Java Oriental (13,6%).

A comparação das estimativas volumétricas por hectare determinado por meio de amostragem para povoamento de 5,5 anos acusou um volume real com casca de 141,58 m³/ha e um volume real sem casca de 113,08 m³/ha. A utilização do fator $K^2 = 0,8497$, calculado em amostragem independente, produziu um volume sem casca igual a 108,99 m³/ha. Comparando-se este volume sem casca com o volume real sem casca amostrado, obteve-se uma diferença absoluta entre estas duas estimativas de 4,01 m³ s/c/ha, ou seja, uma subestimação do volume sem casca de 3,62% quando se aplicou o fator quadrático de MEYER.

QUADRO 02 — Equações de espessura dupla de casca para Acácia Negra, referente ao DAP.

Nº	EQUAÇÃO	Coefficiente de Correlação	Coefficiente de Determinação	Erro Padrão da Estimativa (mm)	AUTOR
2	$E = \frac{d}{0,57930 + 0,00617 d}$	0,09853	0,0097	0,1534	KORSUN
3	$\log E + 1 = 1,35318 + 0,85375 \log d$	0,6019	0,3623	0,0907	OESTLIN
4	$E = 4,79896 + 1,78396 d + 1,71564 - 0,20143 d I$	0,59501	0,3540	4,2451	LAAR
5	$E = 4,20818 + 1,25906 d$	0,5889	0,3468	4,2515	MEYER
6	$\log E = 0,35192 + 0,85489 \log d$	0,6022	0,3626	0,0907	MEYER
7	$\log E = 1,2859 + 3,4066 \log d - 2,1068 \log dh + 0,3499 \log Ih$	0,7100	0,5000	0,0805	Autores

QUADRO 03 — Fator K e Erro (%) para diferentes Espécies e Regiões.

LOCAL	ESPÉCIE	K	K ²	ERRO	AUTOR
Triunfo — RS	<i>Acacia mearnsii</i>	0,9217	0,8496	0,036%	Presente Estudo
Java Ocidental	<i>Acacia decurrens</i>	0,9159	0,8389	1,30%	LOESTSCH (1960)
Java Oriental	<i>Acacia decurrens</i>	0,9293	0,8636	1,61%	LOESTSCH (1960)
Passo Fundo	<i>Araucaria angustifolia</i>	0,8209	0,6739	3,2%	SILVA (1975)

* Erro obtido considerando um fator de forma médio igual a 0,54.

5. CONCLUSÕES

Em face aos objetivos propostos no presente trabalho pode-se concluir que:

a) O melhor modelo para estimar a espessura dupla de casca, foi selecionado pelo procedimento FORWARD de regressão, obtendo-se um coeficiente de determinação igual a 0,50, erro padrão da estimativa igual a 0,0805 e F igual a 16.876,7** (Veja modelo 7).

b) Entre os modelos de regressão testados para estimar a espessura dupla de casca verificou-se que as equações de OESTLIN e MEYER apresentaram semelhantes resultados, em termos de precisão, sendo, também, mais precisas que as equações de KORSUN e LAAR. Para as equações de OESTLIN e MEYER, obteve-se um coeficiente de determinação igual a 0,36 e um erro padrão da estimativa igual a 0,09007. A baixa precisão destes modelos não permitiu a sua aplicação para a estimativa da espessura dupla de casca de acácia negra.

c) A utilização do fator K^2 para as estimativas do volume sem casca produziu um erro igual a 0,036%, quando comparado com o volume sem casca, obtido em função da árvore média. O fator K^2 encontrado para acácia negra foi igual a 0,8496.

d) A porcentagem média de casca para acácia negra, foi igual a 15,0%.

e) A aplicação do fator quadrático de conversão produziu um erro de 3,62%

em relação ao volume sem casca amostrado por hectare.

A boa precisão destas estimativas permitiu a utilização deste fator para a estimativa do volume sem casca, sendo, portanto, recomendado para a acácia negra no Rio Grande do Sul.

6. RESUMO

No presente trabalho procurou-se discutir alguns tipos de equações para avaliação da dupla espessura de casca em povoamentos de acácia negra (*Acacia mearnsii* de Wild) com idade variando de 3,5 a 7,5 anos e do fator K de MEYER para conversão do volume com casca em volume sem casca.

A seleção do melhor modelo foi efetuado através do procedimento FORWARD, obtendo-se a seguinte equação:

$$\log E = b_0 + b_1 \log d + b_2 \log d.h + b_3 \log I.h$$

Estimou-se, neste caso, um coeficiente de determinação igual a 0,500 e um erro padrão de estimativa igual a 0,080 mm.

A utilização do fator K^2 para a estimativa do volume sem casca produziu um erro igual a 0,036%, quando comparado com o volume sem casca obtido em função da árvore média e um erro de 3,62% em relação ao volume sem casca amostrado por hectare.

7. LITERATURA CITADA

1. BRINCKELL, J. E. Test of an equation for predicting bark thickness of Western Montana Species. U.S. For. Serv. Res. Note INT — 107, 1970. 7 p.
2. HAKKILA, P. Variation of bark weight the stem in Finnish Pine, Spruce and Birch timber. In: IUFRO CONGRESS. 14., München 1967. 415-424 p.
3. LANGE, A. W. Bark thickness, K factores for four Montana Coniferous tree species. U.S. For. Serv. Res. Note 9, 1971. 2 p.
4. LÜETSCH, F. Application of mean tariffs for the further development of forest management of the plantation forest. Roma, F.A.O., 1969. 139 p.
5. LOESTSCH, F.; ZOEHRER, F.; HALLER, K. E. Forest Inventory. Berlin, B.L.V., 1975. 469 p. V 2.
6. MEYER, H. A. Bark volume determination in trees. J. For., 44: 1067-1070, 1946.
7. MORENO, J. A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Oficinas Gráficas da Secretaria da Agricultura — RS, 1961. 34 p.
8. PEMBERTON Jr., J. E. The relation of bark to diameter and volume in red wood. J. For. 22: 44-48, 1924.
9. SHERRY, S. P. The Black Wattle (*Acacia mearnsii*). Pietermoritzburg, University of Natal Press, 1971. 402 p.
10. SILVA, J. A.; ESTEFANEL, V.; ANDRADE, F. Avaliação da dupla espessura de casca em árvores individuais de Pinheiro brasileiro, *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. referente ao nível do DAP. Rev. Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, 5: 17-34, 1977.
11. SMITH, G. H. Bark thickness related to tree diameter in Sugar Maple (*Acer saccharum* Marsh). U.S. For. Serv. Res. Note NE — 107, 1969. 4 p.
12. STAYTON, G. L. & HOFFMAN, M. Estimating Sugar Maple bark thickness and volume. U.S. For. Serv. Res. Note NC. 38,