

Recebido em 2 de Setembro de 1982

Curvas de classe de qualidade provisórias de povoamentos de pinheiro bravo da Serra da Estrela

por

ÂNGELO M. M. DE CARVALHO OLIVEIRA

Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia

RESUMO

No presente trabalho apresentam-se curvas classe de qualidade provisórias para os povoamentos de pinheiro bravo da região da serra da Estrela. Como não se dispunha de sucessões cronológicas de alturas optou-se pelo emprego do método das curvas proporcionais.

Para o ajustamento da curva guia ensaiaram-se os seguintes modelos: função de KORSUN, função de HOSSFELD, função de SCHUMACHER e uma parábola do 2.º grau. De acordo com a precisão dos resultados obtidos escolheu-se a função de SCHUMACHER. Ficou demonstrado que o uso da versão simplificada desta ($k=1$) não provoca diminuição apreciável da precisão final obtida.

SYNOPSIS

Based upon National Forest Inventory, only one measured point, the author draw the site index curves for *Pinus pinaster* (maritime pine) stands in the Serra da Estrela (Central Portugal).

Different methods to estimate productivity of forest stands are discussed taking into account whether the site index curves are drawn based on permanent sampling plot data or temporary sampling plot data. In this article, after testing several mathematical models the author choses the SCHUMACHER model to estimate the guiding curve. The site index curves so obtained may be classified as proportional and shall be taken as provisional, given the nature of data used in their construction.

1. INTRODUÇÃO

No trabalho de NAZARÉ GOMES (1982) incluiu-se uma tabela de produção, tipo silvicultura média, para os povoamentos de pinheiro bravo (*Pinus pinaster*) da região da Serra da Estrela, mais concretamente do respectivo perímetro florestal. Tal modelo de produção apresenta carácter provisório fundamentalmente por duas razões:

- as curvas classe de qualidade foram estabelecidas a partir duma só medição de setenta e três parcelas de amostra do Inventário Florestal Nacional, referentes à área em estudo;
- o modelo de silvicultura média adoptado baseia-se numa sequência numérica calculada para um factor de Wilson médio de 0.22, não estando demonstrado que seja este o mais apropriado para os povoamentos em causa.

De qualquer modo há toda a vantagem em tirar o máximo partido dos dados do Inventário Florestal aperfeiçoando, na medida do possível, a metodologia de construção dos modelos de produção. Assim, considere-se desde já o uso do método da análise do tronco (CARVALHO OLIVEIRA 1982), uma exaustiva experimentação dos modelos matemáticos mais aptos para o traçado das curvas classe de qualidade e a substituição dos modelos de silvicultura média pelos da produção total, através do emprego da lei de EICHHORN.

Dentro da perspectiva atrás enunciada apresenta-se, recorrendo aos dados utilizados no trabalho acima referido, o traçado das curvas classe de qualidade «provisórias» do perímetro da serra da Estrela, depois de eleito o modelo matemático mais adequado para os objectivos em vista.

2. METODOLOGIA DO TRAÇADO DAS CURVAS CLASSE DE QUALIDADE

De acordo com HAEGGLUND (1981) existem três possibilidades para a expressão da produtividade (fertilidade) dum estação florestal:

- o emprego do índice de qualidade de estação ou de fertilidade, que os autores americanos designam por «Site Index» e abreviam por SI. Este define-se como a altura (média ou dominante) dum povoamento em dada idade e é o de uso mais generalizado. Para o seu emprego expedito procede-se ao traçado das curvas classe de qualidade ou seja à representação gráfica das funções

$$\bar{h} = f(t)$$

ou

$$h_{dom} = f(t)$$

onde \bar{h} representa a altura média do povoamento, h_{dom} a altura dominante e t a idade;

- o uso do acréscimo médio anual em volume total e em idade pré-estabelecida ou na idade de culminancia. De acordo com ASSMANN (1970) quando os desbastes forem pouco intensos (remoção máxima de 1/3 do volume total) pode utilizar-se o volume em pé para se obter uma ideia da qualidade da estação. Na actualidade, com a dominância dos desbastes mais fortes, é de todo impossível tal procedimento;
- a utilização de outras características dos povoamentos, normalmente de natureza pedológica ou fitossociológica.

Para o traçado das curvas de classe de qualidade pode recorrer-se a métodos gráficos ou a métodos matemáticos (análise de regressão). Em relação aos primeiros diremos apenas que tanto se podem aplicar com dados de parcelas permanentes ou análise de tronco como de parcelas temporárias.

São de fácil execução mas muito subjectivos, em especial quando os dados são de parcelas temporárias e a nuvem de pontos corres-

pondente apresenta acentuada dispersão (ALDER 1980). Os métodos matemáticos apresentam largas vantagens, sendo a bem dizer insubstituíveis, quando se disponha de computador e de observações em abundância.

2.1 *Métodos matemáticos*

A natureza dos dados determinará o procedimento a adoptar. Assim há que salientar:

- para as parcelas temporárias, em que há apenas uma observação, o emprego do método do máximo-mínimo (ALDER 1980) ou do método das curvas proporcionais de BRUCE e SCHUMACHER (1950);
- para as parcelas permanentes, em que os dados se obtêm por medições repetidas dos mesmos povoamentos ou através do método da análise do tronco, o emprego do procedimento de BAILEY e CLUTTER (1974), baseado na análise de covariância, ou dos métodos de regressão simples ou múltipla. Neste último caso a harmonização das curvas resultantes vem a exigir um prévio conhecimento da classe de qualidade ou respectivo índice de fertilidade (SI), de cada parcela ou árvore.

2.11 *Método do máximo-mínimo*

Referido por ALDER (1980), que o considera mais flexível que o método das curvas proporcionais, exige pelo menos três observações para cada classe de idade. Em linhas gerais baseia-se no ajustamento e futura harmonização de três curvas, uma para as alturas máximas outra para as alturas mínimas e uma terceira para as alturas médias de todas as classes de idade.

2.12 *Método das curvas proporcionais*

A sua aplicação obriga a que os dados cubram a maior gama possível de idades e estações. Começa por se ajustar uma curva guia a todas as observações, depois de escolhido o modelo matemático mais

adequado, traçando-se depois um feixe de curvas da mesma forma obtendo-se assim curvas classe de qualidade anamórficas. Estas consideram-se proporcionais pois a razão das alturas lidas em cada duas curvas é constante (KILPATRICK e SAVILL, 1981). O método das curvas proporcionais, por nós adiante aplicado ao perímetro da Serra da Estrela, apresenta como principal defeito um «achatamento» da curva guia nas maiores idades, o que se traduz num aumento dos resíduos, em valor absoluto, com a idade. Segundo CURTIS (1964) tal deve-se, na maior parte dos casos, a uma maior representação das piores classes de qualidade nas idades mais altas pois, como é lógico, os melhores povoamentos são abatidos mais cedo.

De qualquer modo, como referem OTTORINI e NYS (1981), é difícil fugir à utilização deste procedimento quando não se dispõe de sucessões cronológicas de alturas. Aliás, no caso de se verificar grande dispersão de resíduos nas idades mais elevadas, é possível obter uma maior homogeneização da variância, através de procedimentos adequados (BOX e HILL, 1974).

2.13 Método de BAILEY e CLUTTER

Baseia-se no uso da intercepção (b_0) e declives (b_1) comuns obtidos por análise de covariância (BAILEY e CLUTTER, 1974).

Segundo ALDER (1980), que o aplicou na construção de curvas classe de qualidade para povoamentos de *Cupressus lusitanica*, revelou-se de aplicação fácil, permitindo mesmo computação manual. Tomando como base a equação de SCHUMACHER (1939) e usando a altura dominante (h_{dom}) por menos sensível à anterior condução cultural dos povoamentos teremos:

$$h_{dom} = A \cdot e^{(b/t)}$$

A — altura máxima

t — idade

b e k — parâmetros

Esta função ajusta-se através dos métodos da regressão linear simples, depois de logaritmizada e desde que conhecido o valor de k.

$$\ln h_{dom} = \ln A + b/t^k$$

pois

$$y = b_0 + b_1 \cdot x$$

$$y = \ln h_{dom}$$

$$b_0 = \ln A$$

$$b_1 = b$$

$$x = 1/t^k$$

Para o traçado das curvas de classe de qualidade podem então usar-se duas modalidades:

1) modelo de intercepção comum

$$y = b_{0i} + b_1 \cdot x$$

quando b_{0i} varia de parcela para parcela sendo o declive igual para todas as curvas, o que dá origem a um feixe de curvas proporcionais (anamórficas);

2) modelo de declives comuns

$$y = b_0 + b_{1i} \cdot x$$

quando só b_{1i} varia de parcela para parcela dando origem a um feixe de curvas polimórficas.

2.14 Métodos baseados na análise de regressão

Muitos têm sido os modelos matemáticos experimentados no estabelecimento da relação entre a altura dominante e a idade. Não pretendendo fazer a revisão bibliográfica da matéria, convém no entanto referir os principais modelos, já apresentados por CARVALHO OLIVEIRA (1980), qualquer deles capaz de reflectir o aspecto sigmoideal duma curva de crescimento biológico:

— a função de HOSSFELD (PALM 1977)

$$h_{\text{dom}} = \frac{t^2}{b_0 + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2}$$

- a parábola logarítmica de KORSUN (ASSMANN e FRANZ 1965, FRANZ 1971, SCHMIDT 1971)

$$\ln h_{\text{dom}} = b_0 + b_1 \cdot \ln t + b_2 \cdot \ln^2 t$$

- a função de RICHARDS (RICHARDS 1959, HAEGGLUND 1972, BECK 1971, FRANZ e RAWAT 1974), sem dúvida a de aplicação mais generalizada,

$$h_{\text{dom}} = A \cdot (1 - b \cdot e^{-k \cdot t}) \left(\frac{1}{1 - m} \right)$$

onde h_{dom} representa a altura dominante, t a idade, enquanto A , b , k e m são parâmetros a estimar. Normalmente esta função emprega-se na sua forma

$$h_{\text{dom}} = A \cdot (1 - e^{-k \cdot t}) \left(\frac{1}{1 - m} \right)$$

ou seja com $b=1$ para que as curvas q obtidas passem pela origem dos eixos coordenados.

- a função de KORF (ZARNOVICAN 1979 e 1981)

$$h_{\text{dom}} = A \cdot e^{\frac{k}{1-n} \cdot t^{1-n}}$$

onde os parâmetros a estimar são A , k e n . Tal como na função de RICHARDS, A é a altura máxima, um valor assintótico. Esta função, que tem sido aplicada no Canadá para as curvas classe de qualidade da *Picea mariana* Mill, apesar de proposta por KORF em 1939 só em 1967 começou a ser utilizada pelo seu autor, graças ao desenvolvimento do cálculo automático (ZARNOVICAN 1979).

Enquanto as funções de HOSSFELD e de KORSUN podem, depois das transformações adequadas, ser ajustadas segundo os métodos da

regressão linear múltipla a função de RICHARDS e a função de KORF, por serem não lineares e não linearizáveis são geralmente calculadas por processos iterativos. Recorre-se para isso a adequados programas de computador, por exemplo ao programa PAR da série BMDP, versões 1975 e 1977, da Universidade da Califórnia, escrito em linguagem FORTRAN IV.

Terminado o ajustamento do modelo eleito a cada sucessão cronológica de alturas passa-se à harmonização das curvas obtidas. Esta consegue-se introduzindo a variável índice de qualidade de estação (S) no modelo escolhido, para o que se passa a analisar a relação entre S e os parâmetros do modelo eleito, geralmente por regressão linear. Assim, para exemplificar, no caso da função de RICHARDS é vulgar verificarem-se as seguintes relações:

$$A = b_0 + b_1 \cdot S$$

$$k = b_2 + b_3 \cdot S$$

obtendo-se então uma função de cinco parâmetros

$$h_{dom} = (b_0 + b_1 \cdot S) \cdot \left[1 - e^{-(b_2 + b_3 \cdot S) \cdot t} \right]^{\frac{1}{1-m}}$$

no caso de não ser patente qualquer relação entre m e S, como é geralmente o caso (GRIFFIN e JOHNSON, 1980).

3. CURVAS DE CLASSE DE QUALIDADE PROPORCIONAIS PARA O PERÍMETRO DA SERRA DA ESTRELA

Como se referiu em 2.12 com base nos dados do Inventário Florestal apresentados por NAZARÉ GOMES (1982), dizendo respeito a setenta e três parcelas de amostra em povoamentos puros e regulares de pinheiro bravo com idades entre os 10 e 60 anos (Figura 1), procurou-se o traçado das curvas de classe de qualidade para a região em causa.

3.1 O ajustamento da curva guia

Da Figura 1, e pelo exame da nuvem de pontos, concluiu-se que a maior parte das observações se situam entre os 16 e 40 anos. Posto de parte um ajustamento gráfico, pelo seu grau de subjectividade, não nos restava mais que a aplicação do método das curvas proporcionais. Há no entanto que, e mais uma vez, acentuar o seu carácter provisório, quer pela natureza dos dados quer pelas características da nuvem de pontos.

Como relações funcionais, para o ajustamento da curva guia, escolheram-se a função de KORSUN (ver 2.14), a função de HOSSFELD (ver 2.14) e a função de SCHUMACHER (ver 2.13), aptas pela sua forma sigmoideal a representar qualquer tipo de crescimento biológico, além da parábola do 2.º grau. À excepção da função de SCHUMACHER, a merecer tratamento em separado, utilizou-se o programa «Multiple Linear Regression» da HP-97 para o cálculo dos parâmetros, somatórios e coeficientes de determinação que a seguir se referem.

3.11 Função de SCHUMACHER

Como referido em 2.13 esta função ajusta-se através dum programa de regressão linear simples ($y = b_0 + b_1 \cdot x$), por exemplo o programa «CURVE FITTING» da HP-97, depois de logaritimizada

$$\ln h_{dom} = \ln A + b/t^k$$

e desde que se conheça o valor do parâmetro k . Este, segundo ALDER (1980), situa-se para a maior parte das espécies entre 0.2 e 2, sendo normalmente tomado igual à unidade, sem prejuízo da precisão conseguida. Para confirmar esta simplificação começámos por calcular o valor de k mais correcto para os nossos povoamentos de pinheiro bravo. Para isso ajustou-se a função de SCHUMACHER tomando vários valores de k (Tabela 1), tendo-se verificado que para $k = 0.7$ se obtinha o maior coeficiente de determinação (r^2), logo a maior precisão.

Qualquer dos coeficientes de determinação é significativamente diferente de zero ao nível de 99,9 % de probabilidade (SACHS 1978).

TABELA 1

Coefficientes de determinação (r^2) e de correlação (r) correspondentes ao ajustamento da função de SCHUMACHER para diferentes valores do parâmetro k

k	r^2	r
0.2	0.59972	0.77442
0.4	0.61328	0.78312
0.5	0.61444	0.78386
0.6	0.61489	0.78415
0.7	0.61501	0.78423
0.8	0.61337	0.78318
0.9	0.61150	0.78198
1.0	0.60370	0.78019
1.2	0.60100	0.77524

Verificou-se ainda que os coeficientes de correlação correspondentes a $k = 0.7$ e $k = 1.0$ se podem considerar iguais para $P = 0.05$. De facto através da transformação Z , de acordo com R. A. FISCHER (SACHS 1978), consegue-se a normalização da distribuição dos coeficientes de correlação (r)

$$\dot{Z} = \frac{1}{2} \ln \frac{1+r}{1-r} = 1.1513 \ln \frac{1+r}{1-r}$$

com um desvio padrão (s_Z) função do número de observações (n)

$$s_{\dot{Z}} = \frac{1}{\sqrt{n-3}}$$

e um intervalo de variação $-\infty < \dot{Z} < +\infty$ enquanto o inicial era $-1 \leq r \leq +1$. Esta transformação torna possível a comparação de dois coeficientes de correlação através da expressão

$$\hat{Z} = \frac{|\dot{Z}_1 - \dot{Z}_2|}{\sqrt{\frac{1}{n_1-3} + \frac{1}{n_2+3}}}$$

desde que n_1 e n_2 sejam superiores a 20. Para os valores de k acima mencionados

$$\begin{array}{ll} r_1 = 0.78423 & r_2 = 0.78019 \\ n_1 = 73 & n_2 = 73 \\ \dot{Z} = 1.05626 & \dot{Z} = 1.04586 \end{array}$$

$$Z = \frac{|1.05626 - 1.04586|}{\sqrt{\frac{1}{73-3} + \frac{1}{73+3}}} = 0.6153 < 1.96$$

De qualquer modo, para efeitos de comparação com os outros modelos ajustados tomou-se na função de SCHUMACHER, $k = 0.7$.

3.12 O traçado da curva guia

Na Tabela 2 apresentam-se os modelos ajustados bem como os correspondentes índices de precisão: o coeficiente de correlação (r), o valor F , o índice de FURNIVAL (L), proposto por FURNIVAL (1961), e o erro residual (\sqrt{MC}).

De acordo com a Tabela 2 conclui-se ser a parábola a função que maior precisão dá (o mais baixo índice de FURNIVAL). Não foi contudo adoptada pois, além de não ser capaz de traduzir a totalidade das fases do crescimento biológico, se mostra pouco adequada nas idades jovens ao traçado dos feixes de curvas proporcionais, exactamente pela sua forma não sigmoideal.

Dentro das verdadeiras funções de crescimento concluiu-se da igual validade e precisão das funções de KORSUN e de SCHUMACHER (Figura 1 e Tabela 2), tendo nós adoptado esta última, para o traçado da curva guia, pelo seu mais fácil manuseamento com os meios de cálculo habituais.

Um breve comentário merece ainda a função de HOSSFELD, para a qual na Tabela 2 só se apresenta o coeficiente de correlação dentro dos habituais critérios de precisão. Para o cálculo dos parâmetros desta função, com os habituais programas de análise de regressão, recorreu-se à expressão

$$\frac{t^2}{h_{dom}} = b_0 + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2$$

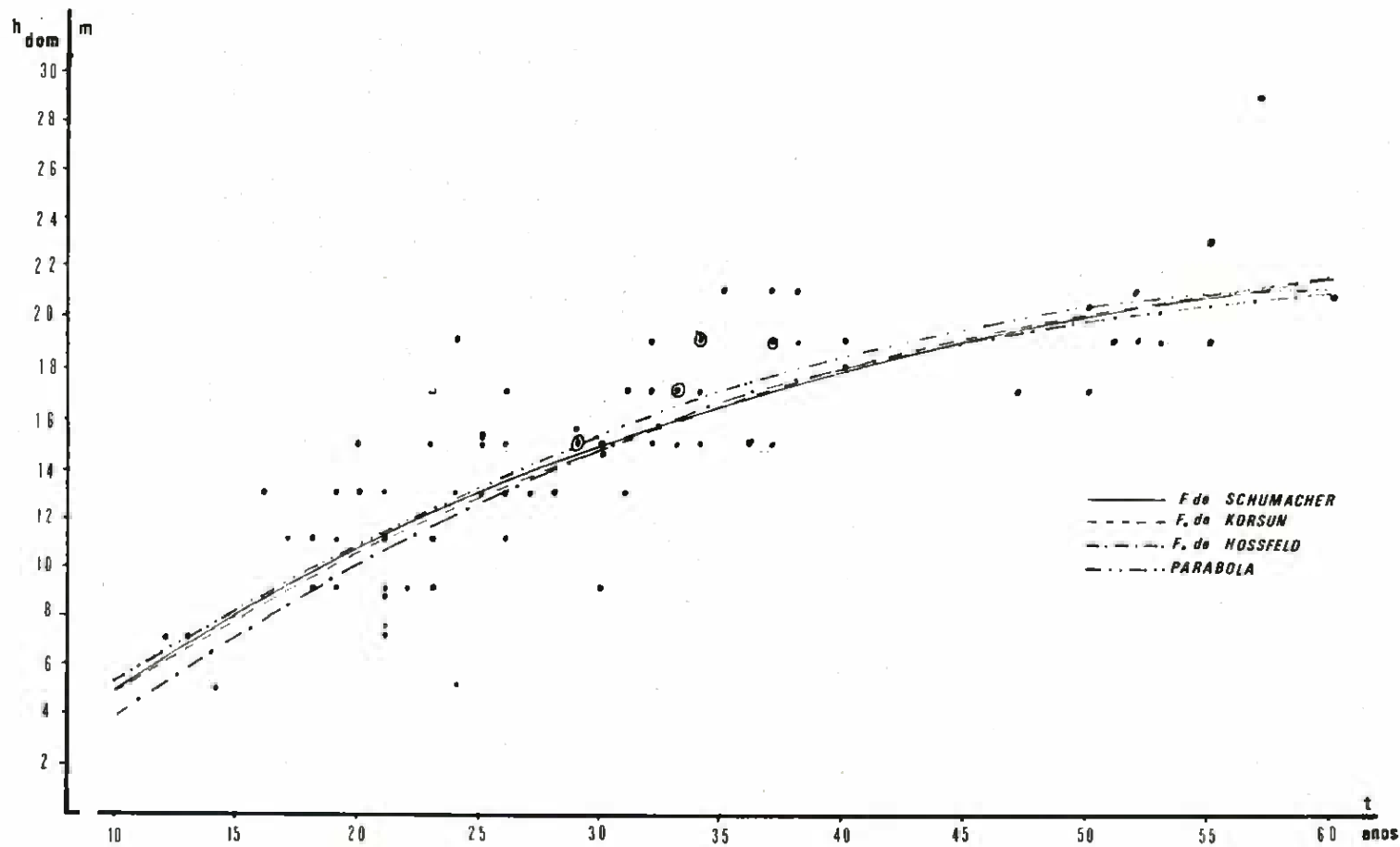


Figura 1 — Traçado da curva guia para o perímetro da Serra da Estrela segundo quatro distintos modelos.

TABELA 2

Modelos ajustados para o traçado da curva guia acompanhados dos respectivos índices de precisão

FUNÇÃO	N	r	F	I	Erro residual
1. de KORSUN $\ln h_{\text{dom}} = - 2.68777 + 2.44407 \ln t - 0.25231 \ln^2 t$	73	0.7849	56.183+++	3.154	0.224
2. de HOSSFELD $\frac{t^2}{h_{\text{dom}}} = 19.9866 + 0.2047 t + 0.03805 t^2$	73	0.9270			
3. de SCHUMACHER $\ln h_{\text{dom}} = 3.6811 - 10.50577 \left(\frac{1}{t}\right)^{0.7}$	73	0.7842	113.414+++	3.137	0.223
4. PARABOLA $h_{\text{dom}} = - 1.63939 + 0.75413 t - 0.00623 t^2$	73	0.8150	69.627+++	2.693	2.693

+++ Nível de precisão 99.95 %.

o que levou ao aparecimento duma nova variável dependente que contém em si a variável independente. Só assim se explica o tão alto coeficiente de correlação e o não ser possível calcular o índice de FURNIVAL (I). O valor F e o erro residual (\sqrt{MS}) não foram determinados pois a função deixou de ser considerada, por não ser possível a aferição da sua precisão em confronto com os restantes modelos. Para terminar saliente-se que, repare-se na Figura 1, a função de HOSSFELD é praticamente coincidente com as restantes acima dos vinte anos, enquanto para as idades mais jovens apresenta valores levemente inferiores.

3.2 O traçado das curvas de classe de qualidade

Ajustada a curva guia e definido o índice de qualidade de estação (S), como a altura dominante dos povoamentos de pinheiro bravo aos

40 anos, passa-se ao traçado dum feixe de curvas da mesma forma, correspondentes aos diferentes índices de fertilidade (Figura 2).

Assim para o índice de fertilidade S_1 , veja-se 2.13, teremos

$$a_1 = \ln S_1 - b/40^{0.7}$$

sendo a_1 o parâmetro da curva que passa por S_1 e b retirado da curva média (guia).

Na Tabela 3 figuram os elementos necessários ao traçado de cada uma das curvas classe de qualidade do feixe de curvas proporcionais que propomos para a Serra da Estrela (Figura 2).

TABELA 3

Elementos para o traçado do feixe de curvas proporcionais da Figura 2

Classe Idade	10	12	14	16	18	20	22	24
10	2.72	3.26	3.81	4.35	4.89	5.44	5.98	6.53
20	6.09	7.31	8.53	9.74	10.96	12.19	13.40	14.63
30	8.38	10.05	11.73	13.40	15.08	16.76	18.43	20.12
40	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00
50	11.22	13.46	15.70	17.95	20.19	22.43	24.61	26.91
60	12.17	14.60	17.04	19.47	21.89	24.32	26.77	29.20

4. CONCLUSÕES

Os dados do Inventário Florestal podem ser aproveitados para a construção de tabelas de produção «provisórias», das principais espécies florestais portuguesas.

No traçado das curvas de classe de qualidade deve continuar a aplicar-se a função de SCHUMACHER com $k = 1$, desde que não se disponha de sucessões cronológicas de alturas.

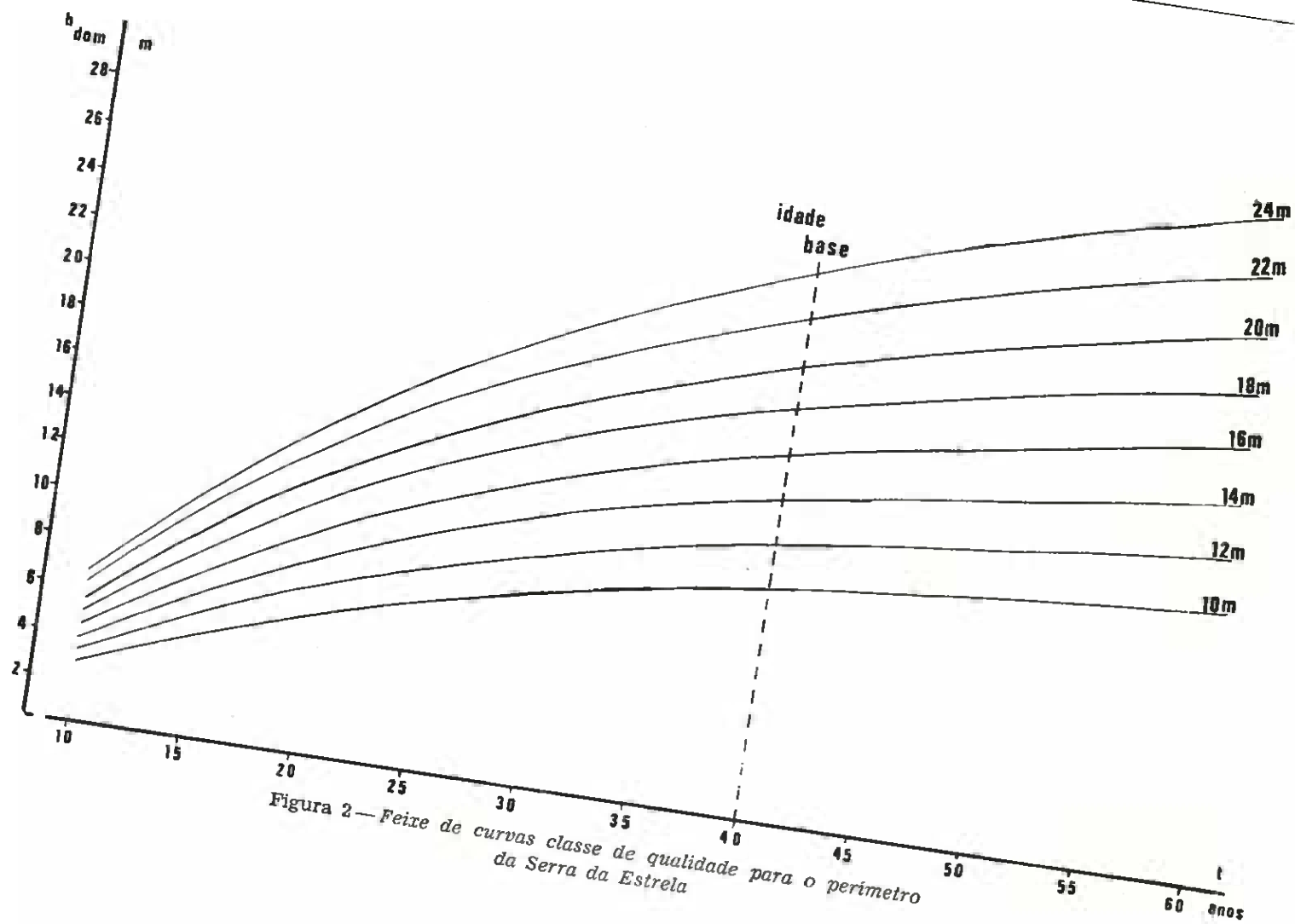


Figura 2—Feixe de curvas classe de qualidade para o perímetro da Serra da Estrela

As curvas de classe de qualidade obtidas, apesar do seu carácter provisório, serão uma primeira avaliação da produtividade das estações florestais da região para que foram construídas, além de ponto de partida para a elaboração de tabelas de produção.

Ficou demonstrado como é exequível, com modestos meios de cálculo, um traçado rápido das curvas classe de qualidade, com base nos dados do Inventário Florestal.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALDER, D. 1980 — Forest volume estimation and yield prediction. Vol. 2 — Yield prediction, FAO, Rome, 194 p.
- ASSMANN, E. 1970 — The principles of forest yield study. Pergamon Press, Oxford, 506 p.
- ASSMANN, E., FRANZ, F. 1965 — Vorläufige Fichten-Ertragstafel fuer Bayern. FwCbl., 84, p. 13-43.
- BAILEY, R. L., CLUTTER, J. L. 1974 — Base-Age Invariant Polymorphic Site Curves. For. Sci., 20, p. 155-159.
- BECK, D. 1971 — Growth Patterns and Site Index of White Pine the Southern Appalachians. For. Sci., 17, p. 252-260.
- BOX, G. E. P. e HILL, W. J. 1974 — Correcting Inhomogeneity of Variance with Power Transformation. Techn., 16, p. 385-389.
- BRUCE, O., SCHUMACHER, F. — Forest Mensuration. McGraw Hill Book Company. New York, 483 p.
- CARVALHO OLIVEIRA, Á. M. 1980 — Untersuchungen Zur Wuchsdynamik Junger Kiefernbestände. Dissertation, Muenchen, 300 p.
- CARVALHO OLIVEIRA, Á. M. 1982 — A Análise do Tronco como Método de Estudo da Produção Florestal. I.S.A., Gabinete de Economia Florestal, E/82-1, Lisboa, 38 p.
- CURTIS, R. O. 1964 — A Stem-Analysis Approach to Site Index Curves. For. Sci., 10, p. 241-256.
- FRANZ, F. 1971 — Grundlagen und Verfahren Standortbezogener Leistungsschaetzung Mit Fichten-Leistungstafeln fuer Einige Standorteinheiten in Mittelschwaben. Forchber. der FFA, Muenchen, Nr 2, 384 p.
- FRANZ, F. e RAWAT, A. S. 1974 — Detailed Non-Linear Asymptotic Regression Studies on tree and stand Growth with Particular Reference to Forest Yield Research in Bavaria (Federal Republic of Germany) and India in: J. Fries (Ed.), Growth models for tree and stand simulation. Dp. Forest Yield Res., Royal Coll. For., Stockholm, Res. Notes 30, p. 180-221.
- FURNIVAL, G. M. 1961 — An Index for Comparing Equations Used in Constructing Volume Tables. For. Sci., 7, p. 337-341.
- GRIFFIN, R. H. e JOHNSON, J. E. 1980 — Polymorphic Site Index Curves for Spruce and Balsam fir Growing in Even Aged Stands in Northern Maine. Bulletin

- 765, Life Sci. and Agri. Exp. Station, University of Maine at Orono, 22 p.
- HAEGGLUND, B. 1972 — Site Index Curves for Norway Spruce in Northern Sweden. Dep. Forest Yield Resp., Royal Coll. For., Stockholm, Res. Notes 21, 54 p.
- HAEGGLUND, B. 1981 — Evaluation of Forest Site Productivity. Forestry Abstracts, 42, p. 515-527.
- KILPATRICK, D. J. e SAVILL, P. S. 1981 — Top Height Growth Curves for Sitka Spruce in Northern Ireland. Forestry, 54, p. 31-39.
- NAZARÉ GOMES, M. F. F. 1982 — Análise das Potencialidades Produtivas dos Povoa-mentos de Pinheiro Bravo — Administração Florestal de Gouveia — Viseu. Relatório de actividades, I.S.A., Lisboa, 56 p.
- OTTORINI, J.-M. e NYS, C. 1981 — Application des Données de L'Inventaire Fores-tier National à L'étude de la Production du pin Sylvestre en Margeride. A-Étude de la Croissance en Hauteur. Ann. Sci. Forest., 38, p. 223-236.
- PALM, R. 1977 — Construction de Tables de Production pour L'Épicea Commune à Partir de Placettes Temporaires. Bull. Rech. Agron., Gembloux, 12, p. 223-232.
- RICHARDS, F. J. 1959 — A Flexible Growth Function for Empirical Use. J. Exp. Bot., 10, p. 290-300.
- SACHS, L. 1978 — Angewandte Statistik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 552 p.
- SCHMIDT, A. 1971 — Wachstum und Ertrag der Kiefer auf Wirtschaftlich Wichti-gen Standorteinheiten der Oberpfalz. Forschber. der FFA, Nr. 1, Muenchen, p 187.
- SCHUMACHER, F. X. 1939 — A New Growth Curve and its Application to Timber Yield Studies. J. Forestry, 37, p. 819-820.
- ZARNOVICAN, R. 1979 — Fonction de la Croissance de Korf. The Forestry Chronicle, 55, p. 194-197.
- ZARNOVICAN, R. 1981 — A Propos de L'Âge du Spain Baumier et de sa Determi-nation. Canad. Jour. of For. Res., 11, p. 805-811.

