



fornecendo um suporte técnico-científico de apoio à decisão [7]-[12].

## 2. Material e Métodos

### A. Dados

Os modelos de predição de volumes com casca que se dispõem para a espécie e região, foram ajustados a partir de dados recolhidos em 1987 e 1989, em diversos povoamentos de pinheiro bravo do distrito de Castelo Branco, embora com maior incidência na zona do pinhal, onde ocorriam cortes culturais e de exploração [2] (Fig.4).

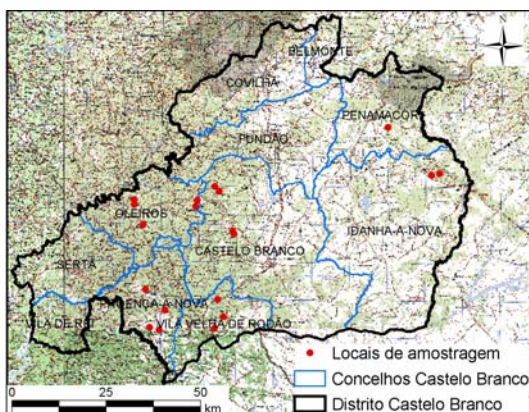


Fig.4. Locais de amostragem relativos ao abate de árvores em 1987 e 1989

O modelo de predição da altura total foi ajustado a partir dos dados recolhidos em 62 parcelas temporárias, circulares de área de 500 m<sup>2</sup>, instaladas durante os anos de 1991 e 1994 em povoamentos puros de pinheiro bravo dos concelhos de Castelo Branco, Oleiros e Proença-a-Nova, segundo um esquema de amostragem sistemático com recurso à fotointerpretação por grelha de pontos sobre a fotografia aérea obtida no voo de 1989 à escala média de 1:15000 do Instituto Geográfico e Cadastral [13]-[15] (Fig.5).

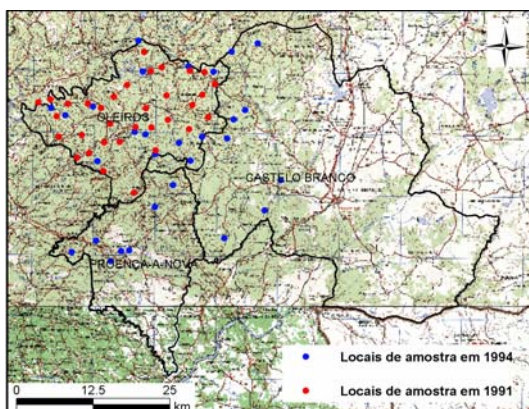


Fig.5. Locais de amostra relativos às 62 parcelas temporárias instaladas em 1991 e 1994

Os dados utilizados para o desenvolvimento do modelo de crescimento e produção PBIROL foram obtidos em 30

parcelas semi permanentes, circulares de área de 1000 m<sup>2</sup>, instaladas entre Setembro de 1996 a Março de 1997 em povoamentos de pinheiro bravo puros irregulares do concelho de Oleiros e acompanhadas ao longo de 3 anos consecutivos [16] (Fig.6).

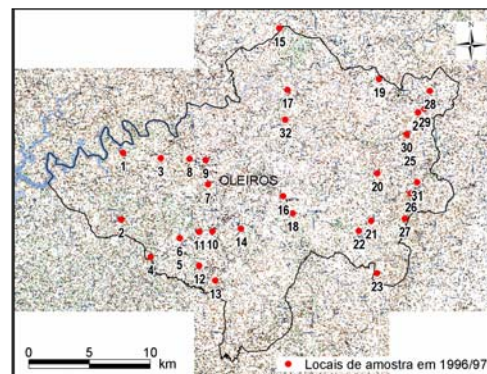


Fig.6. Localização das 30 parcelas semi permanentes instaladas em 1996/97 no concelho de Oleiros

A selecção dos locais de amostragem teve por base o conhecimento da variabilidade das condições de crescimento observadas em estudos anteriores [13],[14] quanto à densidade, idade e produtividade dos povoamentos naturais de pinheiro bravo, de composição pura, obtidos de regeneração natural e de estrutura irregular da região de Castelo Branco.

### B. Métodos

Os modelos foram ajustados por análise de regressão segundo o método dos mínimos quadrados ordinários (OLS - ordinary least squares). Para a selecção dos melhores modelos, realizou-se um estudo pormenorizado de cada um dos modelos candidatos ajustados através da análise dos critérios para a determinação do seu desempenho, através do cálculo de diversas medidas de ajustamento dos modelos ( $R^2$  - coeficiente de determinação da regressão;  $R^2_{AJ}$  - coeficiente de determinação ajustado;  $QMR$  - quadrado médio dos resíduos), da análise da colinearidade dos modelos ( $FIVM$  - factor de inflação da variância máximo) e da capacidade preditiva dos modelos (análise de resíduos dos modelos: resíduos  $PRESS$  - validação independente:  $PRESS$  - média e  $APRESS$  - média absoluta) [17],[18]. A análise do pressuposto de normalidade resíduos foi realizado através do teste Wilkshapiro ( $Pr < W$ ) ou do teste Kolmogorov-Smirnov ( $Pr > D$  se  $n > 2000$ ). Quando não se verificasse a normalidade dos resíduos studentizados do modelo seleccionado este foi reajustado por regressão robusta através do método dos mínimos quadrados iterativamente ponderados (IRLS) recorrendo-se à função de influência de Huber para estimar os parâmetros de modo a reduzir o peso dos "outliers" (estimador M de Huber) [19].

O ajustamento de modelos de variável binária foi realizado por regressão logística segundo o método de estimação máxima verossimilhança utilizando como estatísticas para a avaliação do desempenho dos modelos: o teste de razão de verossimilhanças, o teste de Wald, a razão de

probabilidades, a análise de concordância e coeficientes de correlação não paramétricos [18]-[22].

Para o efeito, utilizaram-se o software EXCEL e o software estatístico SAS versão 8.2, desenvolvendo-se os programas necessários nesta linguagem de programação [23],[19],[24],[21],[22].

### C. Símbolos

Utilizou-se a simbologia proposta pela IUFRO [24] utilizando-se letras minúsculas para as variáveis ao nível da árvore e letras maiúsculas correspondentes para as variáveis ao nível do povoamento.

O significado das variáveis apresentadas nos modelos é o seguinte:

#### Variáveis ao nível da árvore

- $d$  - diâmetro à altura do peito com casca (*DAP*) (cm);
- $d_h$  - diâmetro do tronco com casca (cm) a determinada altura do tronco;
- $dI$  - diâmetro à altura do peito com casca da árvore de ingresso (cm);
- $dt1$  - diâmetro à altura do peito com casca no momento  $t1$  (cm);
- $dt2$  - diâmetro à altura do peito com casca no momento  $t2$  (cm);
- $F4H1_U$  - índice de competição de Heigy na versão unilateral (critério de selecção das vizinhas competidoras - amostragem pontual com a abertura angular correspondente ao factor de área basal de 4).
- $Gmd$  - área basal por hectare das árvores maiores que a árvore objecto ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ );
- $h$  - altura total (m);
- $h_a$  - altura acima do solo (m) a determinado diâmetro com casca do tronco;
- $p(pC=1)$  - probabilidade de corte anual da árvore individual;
- $p(pS=1)$  - probabilidade de sobrevivência anual da árvore individual;
- $t$  - idade da árvore (anos);
- $t1$  - momento  $t1$ ;
- $t2$  - momento  $t2$ ;
- $tI$  - idade da árvore de ingresso (anos);
- $v$  - volume total da árvore com casca ( $m^3$ );
- $vh$  ou  $vd$  - volume com casca ( $m^3$ ) desde o solo, respectivamente, até uma determinada altura ou diâmetro do tronco.

#### Variáveis ao nível da árvore média e dominante

- $ddom$  - diâmetro dominante (cm);
- $dg$  - diâmetro médio (cm);
- $hdom$  - altura dominante (m);
- $hdomt1$  - altura dominante no momento  $t1$  (m);
- $hdomt2$  - altura dominante no momento  $t2$  (m);
- $\bar{h}$  - altura média (m);
- $\bar{h}_c$  - altura média até à base da copa (m);
- $\bar{t}$  - idade média (anos);
- $\bar{r}_c$  - proporção média da copa.

#### Variáveis ao nível do povoamento

- $\bar{V}$  - acréscimo médio anual em volume total com casca por hectare ( $m^3 \cdot ano^{-1} \cdot ha^{-1}$ );
- $CCF$  - índice de densidade factor de competição das copas (%);
- $G$  - área basal por hectare ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ );
- $N$  - número de árvores por hectare ( $arv \cdot ha^{-1}$ );
- $NI$  - número de árvores de ingresso por hectare ( $arv \cdot ha^{-1}$ );
- $p(pI=1)$  - probabilidade de ocorrência de ingresso na parcela;
- $Sh25$  - índice de qualidade da estação (altura média do povoamento ao diâmetro de referência de 25 cm).

## 3. Modelos

Os modelos ajustados para a predição de volumes total e mercantis com casca da árvore individual sintetizam-se na tabela I.

TABELA I

Modelos para a predição de volumes da árvore individual para o pinheiro bravo na região de Castelo Branco

Modelos e estatísticas de ajustamento e predição

#### EV - Equação de volume total com casca

$$v = 0.01034 + 0.00003553d^2h \quad (1)$$

$R^2=0.9793$ ;  $R^2AJ=0.9792$ ;  $QMR=0.00169$ ;  $APRESS \text{ médio} = 0.0237376$ ;

$PRESS \text{ médio} = -0.0000016$ ;  $n=146$ ; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

#### EVPh - Equação de volume percentual com casca em função da altura de despona

$$r = 1 + \left[ \frac{-0.8222(h-h_d)2.4495}{h^2.3809} \right] \quad (2)$$

$R^2=0.9921$ ;  $R^2AJ=0.9921$ ;  $QMR=0.00089$ ;  $APRESS \text{ médio} = 0.0216445$ ;

$PRESS \text{ médio} = -0.0011132$ ;  $n=146$ ; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

#### EVpd - Equação de volume total com casca em função do diâmetro de despona

$$r = e^{\left[ -0.3873 \left( \frac{d_h}{d} \frac{4.5773}{4.1555} \right) \right]} \quad (3)$$

$R^2=0.9615$ ;  $R^2AJ=0.9614$ ;  $QMR=0.00432$ ;  $APRESS \text{ médio} = 0.0424331$ ;

$PRESS \text{ médio} = -0.0020855$ ;  $n=146$ ; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

#### EPT - Equação de perfil do tronco

$$d_h = d \left[ 2840.2 \left( \frac{1}{d^2h} \right) \left( \frac{h-h_d}{h} \right)^{84.1036} + 1.1062 \left( \frac{h-h_d}{h} \right)^{1.3940} \right]^{0.5} \quad (4)$$

$R^2=0.9647$ ;  $R^2AJ=0.9645$ ;  $QMR=2.82340$ ;  $APRESS \text{ médio} = 1.1654544$ ;

$PRESS \text{ médio} = 0.0762117$ ;  $n=146$ ; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

#### EPT - Equação de perfil do tronco compatível com a EV

$$d_h = d \left[ 1378 \left( \frac{1}{d^2h} \right) \left( \frac{h-h_d}{h} \right)^{9.4669} + 1.0732 \left( \frac{h-h_d}{h} \right)^{1.3723} \right]^{0.5} \quad (5)$$

$R^2=0.96098$ ;  $R^2AJ=0.96094$ ;  $QMR=3.1104$ ;  $PRESS \text{ médio} = 0.0032934$ ;

$APRESS \text{ médio} = 1.2088415$ ;  $n=146$ ; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

O modelo ajustado para a predição da altura total da árvore individual apresenta-se na tabela II.

TABELA II

Modelo para a predição da altura total da árvore individual para o pinheiro bravo na região de Castelo Branco [1]

Modelos e estatísticas de ajustamento e predição

$$h = hdom \left( 1 + \left( 0.783629 - 0.158945 \frac{N}{1000} \right) hdom \left( \frac{1}{d} - \frac{1}{ddom} \right) \right)^{-1} \quad (6)$$

$R^2=0.8592$ ;  $R^2AJ=0.8590$ ;  $QMR=2.09950$ ;  $APRESS \text{ médio} = 1.124518$ ;

$PRESS \text{ médio} = 0.0755628$ ;  $n=959$ .

Na concepção e funcionalidade do modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual, para os povoamentos de pinheiro bravo de estrutura irregular do concelho de Oleiros, PBIRROL, consideraram-se as seguintes componentes funcionais:

- altura total da árvore individual,
- qualidade de estação,
- idade da árvore individual,
- proporção média da copa,
- volume total e volumes mercantis da árvore individual,
- lista de árvores futura:

- ingresso,
- mortalidade e
- cortes,

- crescimento anual em diâmetro com casca da árvore individual e
- crescimento anual em altura dominante.

O modelo de crescimento e produção PBIRROL encontra-se sintetizado na tabela III.

TABELA III

Modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual PBIRROL [3]

COMPONENTES FUNCIONAIS	
☐	<b>Altura total da árvore individual</b>
$h = h_{dom} \left( 1 + ae^{0.0883 h_{dom}} \right) \left( 1 - e^{-\frac{1.0959 d}{h_{dom}}} \right) \quad (7)$	
com, $a = 0.0509 + 0.0528 \frac{N}{1000} + 0.00488 dg - 0.00553 d_{dom} + 0.00036 Gmd$ (8)	
$R^2=0.87180; R^2AJ=0.87161; QMR=1.824; APRESS \text{ médio} = 1.045271; PRESS \text{ médio} = -0.009417; n=4215;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	
☐	<b>Curvas hipsométricas de qualidade de estação - índice de qualidade de estação</b>
$Sh_{25} = 1.3 + (h - 1.3) \frac{(1 - e^{-1.1725})}{(1 - e^{-0.0469d})} \quad (9)$	
$n=2783;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	
☐	<b>Idade da árvore individual</b>
$t = \frac{1}{-0.0147} \ln \left( \frac{-6.893E8}{592.8 + 8.9809d + 15.6398dg - 10.7488d_{dom} + 2.017Gmd - 377.4 \frac{h}{h_{dom}} + 372 \frac{h}{Sh_{25}} - 1545918} - 1 \right) \quad (10)$	
$R^2=0.72979; R^2AJ=0.72762; QMR=26.9183; APRESS \text{ médio} = 4.135827; PRESS \text{ médio} = -0.000949424; n=880;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	
☐	<b>Proporção média da copa</b>
$\bar{r}_c = 1 - e^{-\left( -1.1414 + 0.000629 h_{dom} + 0.000048 N - 0.00148 G + 0.00933 \bar{h} + 0.00164 \bar{t} \right)} \quad (11)$	
$R^2=0.70590; R^2AJ=0.68811; QMR=0.00265; APRESS \text{ médio} = 0.0416318; PRESS \text{ médio} = 0.000373459; n=90.$	
☐	<b>Volumes da árvore individual</b>
<b>EV - Volume total com casca</b>	
$v = 0.01437 + 0.00003293d^2h \quad (12)$	
$R^2=0.91257; R^2AJ=0.91215; QMR=0.00296; APRESS \text{ médio} = 0.0265192; PRESS \text{ médio} = -0.00020885; n=314;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	
<b>EVPh - Volume percentual com casca em função da altura de desponta</b>	
$rh = 1 + \left[ -0.9201 \frac{(h - h_d)^{2.8138}}{h^{2.7901}} \right] \quad (13)$	
$R^2=0.98743; R^2AJ=0.98742; QMR=0.00143; APRESS \text{ médio} = 0.0255563; PRESS \text{ médio} = -0.0030292; n=2038;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	

TABELA III

Modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual PBIRROL [3] (cont.)

COMPONENTES FUNCIONAIS	
<b>EVPd - Volume percentual com casca em função do diâmetro de desponta</b>	
$rd = e^{-1.152 \left( \frac{dh}{d} \right)^{3.7455}} \quad (14)$	
$R^2=0.92799; R^2AJ=0.92794; QMR=0.00819; APRESS \text{ médio} = 0.0588717; PRESS \text{ médio} = -0.0016003; n=2038;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	
<b>EPT - Diâmetro do tronco com casca</b>	
$d_h = d \left[ 9728.3 \left( \frac{1}{d^2h} \right) \left( \frac{h - h_d}{h} \right)^{190.1} + 1.1831 \left( \frac{h - h_d}{h} \right)^{1.7454} \right]^{0.5} \quad (15)$	
$R^2=0.95230; R^2AJ=0.95223; QMR=3.4231; APRESS \text{ médio} = 1.2311712; PRESS \text{ médio} = 0.0707491; n=2038;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	
<b>Sistema de equações compatíveis EV-EPT</b>	
<b>EPT - Diâmetro do tronco com casca</b>	
$d_h = d \left[ 63580.17 \left( \frac{1}{d^2h} \right) \left( \frac{h - h_d}{h} \right)^{346.5} + 1.151001 \left( \frac{h - h_d}{h} \right)^{1.7452} \right]^{0.5} \quad (16)$	
$R^2=0.94970; R^2AJ=0.94968; QMR=3.6059; APRESS \text{ médio} = 1.2648121; PRESS \text{ médio} = 0.2377966; n=2353;$ coeficientes obtidos pelo método IRLS.	
<b>Lista de Árvores</b>	
☐	<b>Ingresso</b>
<b>Probabilidade de ocorrência de ingresso nas parcelas</b>	
$p(pI = 1) = \frac{e^{(8.5856 - 0.6491 dg)}}{1 + e^{(8.5856 - 0.6491 dg)}} \quad (17)$	
$nc=92.6;$ Processo determinístico: $p \leq 0.053$ - não ocorrência; $p > 0.053$ - ocorrência; Processo estocástico: Simulação Monte Carlo - $n^\circ$ aleatório U [0, 1] $\leq 0.053$ - ocorrência; $n^\circ$ aleatório U [0, 1] $> 0.053$ - não ocorrência.	
<b>Número de árvores de ingresso por hectare</b>	
$NI = 885.70652 - 0.98457N + 4.32947G + 5.1096\bar{r} \quad (18)$	
$R^2=0.99770; R^2AJ=0.99420; QMR=17.90931; APRESS \text{ médio} = 10.9247217; PRESS \text{ médio} = 2.7483259; n=6.$	
<b>Diâmetro das árvores de ingresso</b>	
Processo estocástico: Simulação Monte Carlo	
<b>Idade das árvores de ingresso</b>	
$t = \frac{1}{0.0152} \ln \left( \frac{6.386E14}{494529 + 5601.9d - 2181.5dg - 2932.0h_{dom} - 3060.1\bar{r} - 174590 \frac{d}{d_{dom}} - 30.4591N} - 1 \right) \quad (19)$	
$R^2=0.83023; R^2AJ=0.81718; QMR=7.4501; APRESS \text{ médio} = 2.3966478; PRESS \text{ médio} = -0.0082553; n=99.$	
☐	<b>Mortalidade</b>
<b>Probabilidade de sobrevivência anual da árvore individual</b>	
$p(pS = 1) = \frac{e^{\left( 4.6877 + 0.3033d - 1.9410\bar{h} + 1.1763h_{dom} + 6.4176 \frac{h}{h_{dom}} \right)}}{1 + e^{\left( 4.6877 + 0.3033d - 1.9410\bar{h} + 1.1763h_{dom} + 6.4176 \frac{h}{h_{dom}} \right)}} \quad (20)$	
$nc=96.2;$ Processo determinístico: $p \leq 0.995$ - não ocorrência; $p > 0.995$ - ocorrência; Processo estocástico: Simulação Monte Carlo - $n^\circ$ aleatório U [0, 1] $\leq 0.995$ - ocorrência; $n^\circ$ aleatório U [0, 1] $> 0.995$ - não ocorrência.	

TABELA III

Modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual  
PBIRROL [3] (cont.)

COMPONENTES FUNCIONAIS

Cortes

Probabilidade de corte anual da árvore individual

$$p(pC = 1) = \frac{e^{(0.8263 + 0.3417 d - 5.9013 \ln(d) + 0.5292 Sh 25 - 0.0713 ddom)}}{1 + e^{(0.8263 + 0.3417 d - 5.9013 \ln(d) + 0.5292 Sh 25 - 0.0713 ddom)}} \quad (21)$$

nc=76.4; Processo determinístico: p≤0.027 - não ocorrência; p>0.027 - ocorrência; Processo estocástico: Simulação Monte Carlo - n° aleatório U [0, 1] ≤0.027 - ocorrência; n° aleatório U [0, 1] >0.027 - não ocorrência.

Crescimento

Crescimento anual em diâmetro com casca da árvore individual

Crescimento potencial anual em diâmetro

$$idpot = (20.94348 + 1.7417 Sh 25) \times \left( \frac{dt1}{20.94348 + 1.7417 Sh 25} \right)^{\left( \frac{t1}{t2} \right)^{1.1325}} - dt1 \quad (22)$$

com, t2 = t1+1

R²=0.99517; R²AJ=0.99517; QMR=0.3277; APRESS=0.4598097; PRESS=0.2007835; n=52; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

Crescimento anual em diâmetro com casca da árvore individual independente da distância

$$dt2 = dt1 + idpot \times e^{-0.1893 + 0.00245 Gmd + 0.7052 \frac{d}{dg} + 0.8475 r\bar{c} - 0.00054 N} \quad (23)$$

com, t2 = t1+1

R²=0.99756; R²AJ=0.99754; QMR=0.1546; APRESS=0.3219268; PRESS=0.0222499; n=453; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

Crescimento anual em diâmetro com casca da árvore individual dependente da distância

$$dt2 = dt1 + idpot \times e^{30.447 + 0.00472 Gmd + 0.6749 \frac{d}{dg} + 0.8885 r\bar{c} - 0.00053 N} \times \frac{1}{1 + e^{30.6228 + 0.0325 F4H - U}} \quad (24)$$

com, t2 = t1+1

R²=0.99756; R²AJ=0.99754; QMR=0.1546; APRESS=0.3227199; PRESS=0.0230785; n=453; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

Crescimento em altura dominante

$$hdomt2 = 19.62270345 \left( \frac{hdomt1}{19.62270345} \right)^{\left( \frac{t1}{t2} \right)^{2.24166088}} \quad (25)$$

com, t2 ≠ t1+1

R²=0.9726374057; R²AJ=0.9721488126; QMR=0.202337; APRESS médio =0.3460153; PRESS médio = 0.0203667; n=58.

Legenda: IRLS - método dos mínimos quadrados iterativamente ponderados; nc - número de pares concordantes; Processo determinístico: p≤ valor cut-off - não ocorrência; p>valor cut-off - ocorrência; Processo estocástico: Simulação Monte Carlo - n° aleatório U [0, 1] ≤ valor cut-off - ocorrência; n° aleatório U [0, 1] > valor cut-off - não ocorrência.

4. Funcionalidade dos Modelos

Em termos práticos o uso dos modelos das tabelas I e II permitem estimar de forma expedita o volume total com casca da árvore, assim como, desagregar este em volumes mercantis com casca segundo as especificações comerciais para a utilização da madeira, ou seja, altura de corte, comprimento dos toros e diâmetros mercantis com casca limites para o aproveitamento dos toros em função do destino industrial pretendido para a madeira.

Os procedimentos de cálculo encontram-se sintetizados nas figuras 7 e 8.

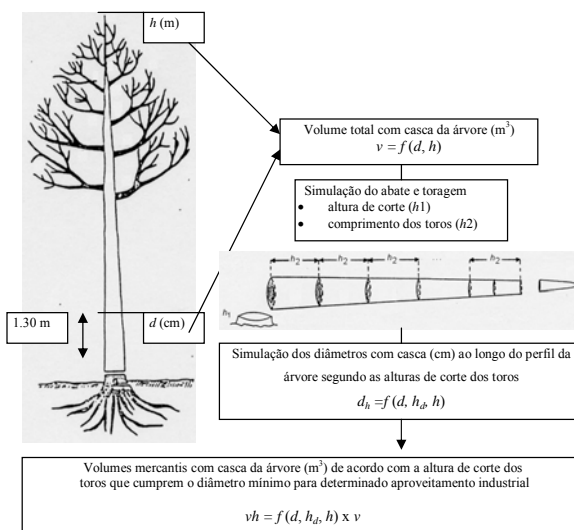


Fig.7. Simulação dos volumes total e mercantis com casca da árvore

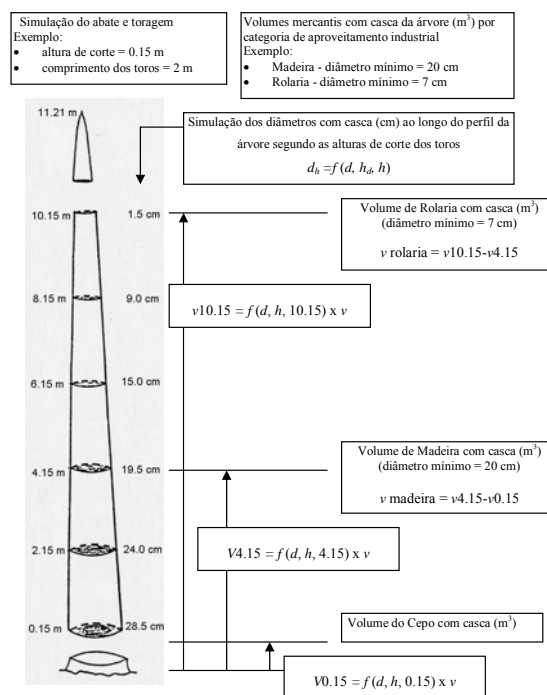


Fig.8. Simulação dos volumes mercantis com casca da árvore

Estes modelos são ferramentas indispensáveis para apoiar a decisão no sentido de rentabilizar economicamente a venda da madeira de pinheiro bravo de acordo com as especificações comerciais para o destino industrial pretendido. A funcionalidade do modelo PBIRROL, na versão independente da distância, é apresentada na figura 9.

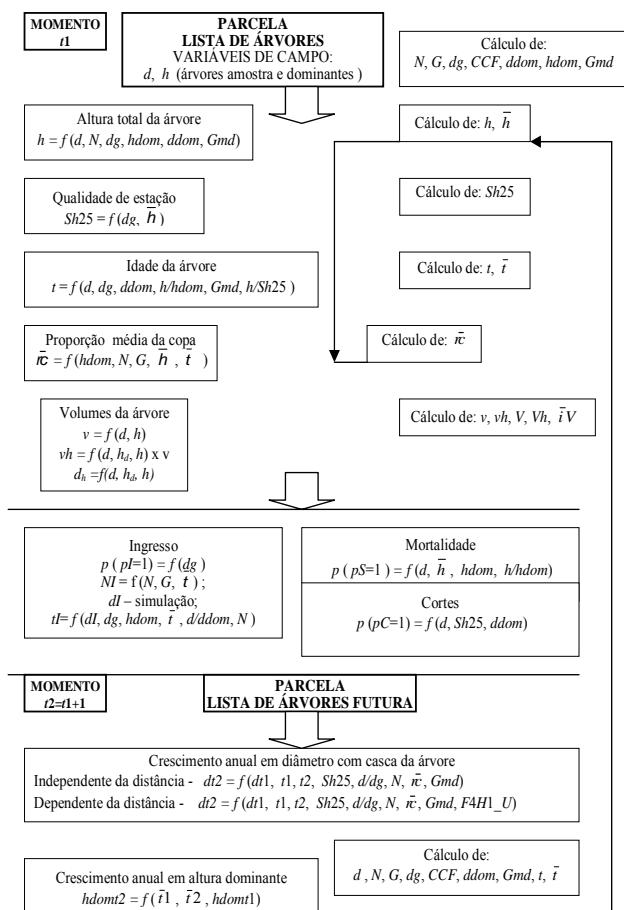


Fig.9. Funcionalidade do modelo PBIRROL [3]

Em termos genéricos, as variáveis iniciais necessárias à simulação do modelo, na versão independente da distância, para além da área da parcela, são apenas os *DAP* de todas as árvores e as alturas das árvores amostra e das árvores dominantes (critério das 100 árvores mais grossas por hectare). A simulação do modelo, na versão dependente da distância, necessita ainda das coordenadas das árvores.

No momento  $t_1$ , é necessário realizar-se as simulações da qualidade de estação, das alturas totais das árvores individuais, das idades das árvores individuais e da proporção média da copa. A partir dos dados de campo calculam-se as variáveis explicativas necessárias à iniciação da simulação. Seguidamente, os modelos são aplicados de forma recorrente, na medida em que as variáveis simuladas vão sendo utilizadas, *per si* ou transformadas, como variáveis explicativas do modelo seguinte.

A passagem do momento  $t_1$  ao momento  $t_2$ , implica a simulação da lista de árvores futura, ou seja prever o número e qualidade das árvores de ingresso (*DAP* e idade) a acrescentar à lista de árvores e quais as árvores a eliminar da lista de árvore devido à mortalidade e à execução de cortes. Após estabelecida a lista de árvores futura, simulam-se os *DAP* de todas as árvores no momento  $t_2$  e acresce-se à idade das árvores individuais mais um ano. A simulação do crescimento em altura dominante é necessária como variável explicativa no modelo de altura total individual. Novamente, as variáveis explicativas necessárias ao processo de simulação, vão sendo

calculadas e aplicadas de forma recorrente, no modelo seguinte. O ciclo retoma-se quando se procede à simulação da proporção média da copa [3].

O modelo de crescimento e produção PBIRROL será uma ferramenta de suporte técnico-científico para o apoio à decisão na gestão dos povoamentos puros irregulares do concelho de Oleiros. A utilização expedita do modelo passa pela construção de uma aplicação informática.

De igual forma, uma divulgação mais alargada destes modelos está a ser realizada ao nível das Organizações de Produtores Florestais (OPF's) da região e dos Gabinetes Técnicos Florestais das Câmaras Municipais.

## Agradecimentos

A recolha e tratamento de dados para a construção do modelo PBIRROL foram financiados pelo PROJECTO PAMAF 8165 - Regeneração, Condução e Crescimento do Pinhal Bravo das Regiões Litoral e Interior Centro - de Janeiro de 1997 a Agosto de 2000.

## Referências

- [1] Almeida A. M. M., Caracterização Dendrométrica de Povoamentos de *Pinus pinaster* Aiton da Região de Castelo Branco. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Licenciatura em Engenharia Florestal, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa (1998), pp. 81.
- [2] Alegria C. M. M., Predição do Volume Total, Volumes Mercantis, Perfil do Tronco e Sistemas de Equações Compatíveis para a *Pinus pinaster* Aiton no Distrito de Castelo Branco. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre. Curso de Mestrado em Produção Vegetal, ISA/UTL, Lisboa (1993), pp. 227.
- [3] Alegria C. M. M., Estudo da Dinâmica e do Crescimento dos Povoamentos Naturais de Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Florestal, ISA/UTL, Lisboa (2004), pp. 501.
- [4] DGF, Inventário Florestal Nacional. 3ª Revisão, 1995 -1998. Portugal Continental, DGF, Lisboa (2001), pp. 233.
- [5] DGF, Florestas de Portugal, DGF, Lisboa (2000), pp. 255.
- [6] DGRF, Protecção Florestal. Incêndios Florestais, <http://www.dgrf.min-agricultura.pt/v4/dgf/area.php?areaid=DSVFP-P> (2005).
- [7] Alder D., Forest Volume Estimation, Vol.2 - Yield Prediction, FAO Forestry Paper 22/2, FAO, Roma (1980), pp. 194.
- [8] Husch B., Miller C. I. e Beers T.W., Forest Mensuration, John Wiley & Sons, 3ª ed., NY (1982), pp. 402.
- [9] Avery T. E. e Burkhart H. E., Forest Measurements, 3ª ed., McGraw-Hill Book Company, New York (1983), pp. 381+ anexos.
- [10] Clutter J. L., Fortson J. C., Pienaar L. V., Brister G. H. e Bailey R. L., Timber Management. A Quantitative Approach, John Wiley & Sons, New York (1983), pp. 307+ anexos.
- [11] Davis L. S. e Johnson K. N., Forest Management, 3ª ed., McGraw-Hill, Inc., New York (1987), pp. 256.
- [12] Vanclay J. K., Modelling Forest Growth and Yield. Applications to Mixed Tropical Forests, CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK (1994), pp. 312.
- [13] Carvalho P. E. S., Estudos Dendrométricos em Povoamentos de *Pinus pinaster* Aiton do Concelho de Oleiros. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Bacharelato em Engenharia de Produção Florestal, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Castelo Branco (1992), pp. 79+ anexos.

- [14] Almeida A. M. M., Avaliação do Crescimento e da Produção em Povoamentos de Pinheiro Bravo nos Concelhos de Castelo Branco, Oleiros e Proença-a-Nova. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Bacharelato em Engenharia de Produção Florestal, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Castelo Branco (1994), pp. 158.
- [15] Alegria C. M. M., Crescimento e Produção do Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco, in *Proc. III Congresso Florestal. Os Recursos Florestais no Desenvolvimento Rural*, 15 a 17 de Dezembro, Figueira da Foz (1994), pp. 269-292.
- [16] Alegria C. M. M., Modelos de Crescimento para os Povoamentos Puros Irregulares de Pinheiro Bravo (Zona do Pinhal Interior). Relatório Técnico Final. Projecto PAMAF nº 8165 - Regeneração, Condução e Crescimento do Pinhal Bravo nas Regiões Litoral e Centro Interior, DEF/ISA-UTL, Lisboa (2000), pp. 102+anexos.
- [17] Draper N. R. e Smith H., *Applied Regression Analysis*, 2ª ed., John Wiley & Sons, Inc., New York (1981), pp. 709.
- [18] Myers R. H., *Classical and Modern Regression With Applications*, 2ª ed., PWS-KEN Publishing Company, Boston (1986), pp. 359.
- [19] Cody R. P. e Smith J. K., *Applied Statistics and the SAS Programming Language*, 4ª ed., Prentice Hall (1977), pp. 445.
- [20] Carvalho A. P. S. M., *Modelação da Árvore em Eucaliptais em 1ª Rotação Localizados nas Regiões Norte e Centro Litoral*. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Florestal, ISA/UTL, Lisboa (1999), pp. 369.
- [21] Der Geoff e Everitt B. S., *A Handbook of Statistical Analyses Using SAS*, 2ª ed., Chapman & Hall/CRC, NY (2000), pp. 360.
- [22] Freund J. R. e Littell R. C., *SAS System for Regression*. 3ª ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (2000), pp. 245.
- [23] SAS/STAT, *User's Guide*. Versão 6, Vol. I e II, 4ª ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (1989), pp. 943.
- [24] Delwiche L. D. e Slaughter S. J., *The Little SAS Book. A primer*, 2ª ed., SAS Institute Inc., Cary, NC, USA (1998), pp. 288.
- [25] Soest J. van, Ayrat P., Schober R. e Hummel F. C., 1965. The Standardisation of Symbols in Forest Mensuration, Univ. of Maine, Maine Agric. Expt. Stn., Tech. Bull. 15., USA (1965), pp. 32.