

**PBIRROL
 MODELO DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO PARA OS
 POVOAMENTOS DE PINHEIRO BRAVO DE
 ESTRUTURA IRREGULAR DO CONCELHO DE OLEIROS**

Cristina Maria Martins Alegria

Professora Adjunta
 Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária,
 Quinta da Senhora de Mércules, Apartado 119, 6001 CASTELO BRANCO
 crisalegria@esa.ipcb.pt

1. Modelos de Crescimento e Produção

Os modelos de crescimento e produção apresentam-se actualmente, como das principais ferramentas para o ordenamento e gestão da floresta. Alguns dos usos mais importantes dos modelos incluem a capacidade de prever a produção futura e de explorar as opções de intervenção silvícola. De facto, os modelos providenciam uma forma eficiente de prever os recursos, mas um outro papel igualmente importante é a sua capacidade de explorar as opções de gestão e alternativas silvícolas, fornecendo um suporte técnico-científico de apoio à decisão (v.g. Alder, 1980; Husch *et al.*, 1982; Avery & Burkhart, 1983; Clutter *et al.*, 1983; Davis & Johnson, 1987; Vanclay, 1994).

O termo modelo de crescimento e produção, em geral, refere-se a um sistema de equações as quais predizem o crescimento e produção de um povoamento florestal sobre uma ampla variedade de condições. O crescimento refere-se ao aumento em dimensões de um ou mais indivíduos no povoamento florestal ao longo de um dado período de tempo. A produção refere-se às dimensões finais no fim de um certo período (Carvalho, 1999).

Munro (1974) classificou as diferentes aproximações à modelação, em três categorias de acordo com a unidade primária dos parâmetros utilizados e da dependência de medição de distância entre árvores:

- ❑ modelos baseados nas variáveis do povoamento;
- ❑ modelos baseados na variáveis da árvore individual, independentes da distância e

- ❑ modelos baseados na variáveis da árvore individual, dependentes da distância, ou seja, que requerem informação sobre a distribuição espacial das árvores.

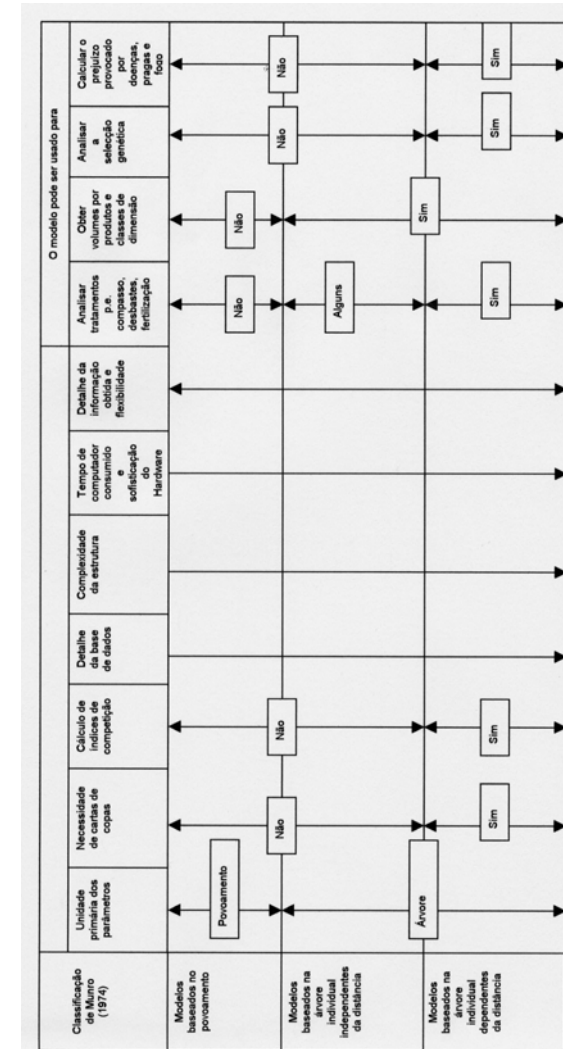


FIGURA 1. Filosofias de modelação (Tomé, 1983)

Tendo em consideração que a Norte do rio Tejo, onde domina o minifúndio privado, os povoamentos de pinheiro bravo não se encontram sujeitos a planos de ordenamento (DGF, 2000) foi desenvolvido um modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual para os povoamentos puros irregulares de pinheiro bravo do concelho de Oleiros - PBIRROL (Alegria, 2004) que servirá de ferramenta de apoio à decisão na gestão florestal destes povoamentos.

2. Modelo de Crescimento e Produção ao Nível da Árvore Individual - PBIRROL

• Dados

Foram instaladas 30 parcelas semi permanentes, circulares de área de 1000 m², em povoamentos de pinheiro bravo puros irregulares do concelho de Oleiros durante Setembro de 1996 a Março de 1997 e acompanhadas durante 3 anos consecutivos (Alegria, 2000). Os locais de instalação das parcelas podem ser observados na figura 2.

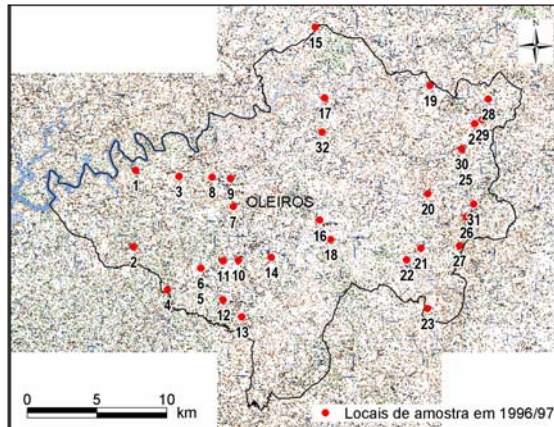


FIGURA 2. Localização da rede de parcelas semi permanentes instaladas no concelho de Oleiros

A selecção dos locais de amostragem teve por base o conhecimento da variabilidade das condições de crescimento observadas em estudos anteriores (Carvalho, 1992; Almeida, 1994)

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.

• Simbologia

Utilizou-se a simbologia proposta pela IUFRO (v.g. Soest *et al.*, 1965) utilizando-se letras minúsculas para as variáveis ao nível da árvore e letras maiúsculas correspondentes para as variáveis ao nível do povoamento.

• Caracterização da amostra

Na tabela 1. apresenta-se uma síntese descritiva das principais variáveis ao nível do povoamento no momento da instalação das parcelas. O significado das variáveis apresentadas é o seguinte:

N - número de árvores por hectare;

G - área basal por hectare;

dg - diâmetro médio;

CCF - índice de densidade factor de competição das copas;

\bar{h} - altura média;

\bar{h}_c - altura média até à base da copa;

\bar{r}_c - proporção média da copa;

\bar{d}_c - diâmetro médio da copa;

$ddom$ - diâmetro dominante;

$hdom$ - altura dominante;

$\bar{t}_{1.3p}$ - idade média ponderada a 1.3 m;

$\bar{t}_{1.3}$ - idade média a 1.3 m;

\bar{t} - idade média;

Δt - variação de idades das árvores verrumadas da parcela;

\bar{i}_d - acréscimo médio anual em DAP com casca;

\bar{i}_h - acréscimo médio anual em altura total;

\bar{i}_V - acréscimo médio anual em volume total com casca por hectare.

TABELA 1. Síntese descritiva das variáveis ao nível do povoamento para as sub parcelas concêntricas de área de 500 m² (mínimo, máximo, média e desvio padrão)

Variável		Min - Máx	Média	D.P.
<i>N</i>	arv.ha ⁻¹	460 - 1780	948	257.3
<i>G</i>	m ² .ha ⁻¹	5.6 - 46.3	27.8	9.3
<i>dg</i>	cm	8.7 - 27.5	19.4	4.3
<i>CCF</i>	%	25 - 158	98	30.7
\bar{h}	m	4.2 - 16.8	12.5	2.8
\bar{hc}	m	1.1 - 11.1	7.1	2.3
\bar{rc}	–	0.3 - 0.7	0.5	0.1
\bar{dc}	m	1.7 - 3.2	2.5	0.4
<i>ddom</i>	cm	11.6 - 36.0	28.7	5.1
<i>hdom</i>	m	5.0 - 19.2	15.4	2.9
$\bar{t}_{1.3p}$	anos	8 - 44	30	8.6
$\bar{t}_{1.3}$	anos	8 - 43	31	7.8
\bar{t}	anos	18 - 53	40	7.9
Δt	anos	6 - 33	19	6.6
\bar{id}	cm.ano ⁻¹	0.3 - 0.7	0.5	0.1
\bar{ih}	m.ano ⁻¹	0.2 - 0.4	0.3	0.1
\bar{iV}	m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹	0.8 - 7.2	4.2	1.7

• 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 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^2AJ - 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) (v.g. Draper & Smith, 1981; Myers, 1986). A análise do pressuposto de normalidade resíduos foi realizado através do teste Wilk-shapiro ($Pr < W$) 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) (v.g. Myers, 1986).

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 (v.g. Myers, 1986; Cody & Smith, 1991; Vanclay, 1994; Carvalho, 1999; Der & Everitt, 2000; Freund & Litell, 2000).

A avaliação global do modelo PBIRROL foi realizada através da análise de resíduos recorrendo ao cálculo das estatísticas: \bar{rp} - enviesamento do modelo, \bar{arp} - erro médio, $\bar{v}rp$ - variabilidade resíduos e R^2rp - eficiência de modelação (v.g. Tomé, 1988; Carvalho, 1999).

3. Componentes Funcionais do Modelo PBIRROL

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.

A estrutura e componentes funcionais do modelo PBIRROL, na versão independente da distância, é apresentada na figura 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 cresce-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.

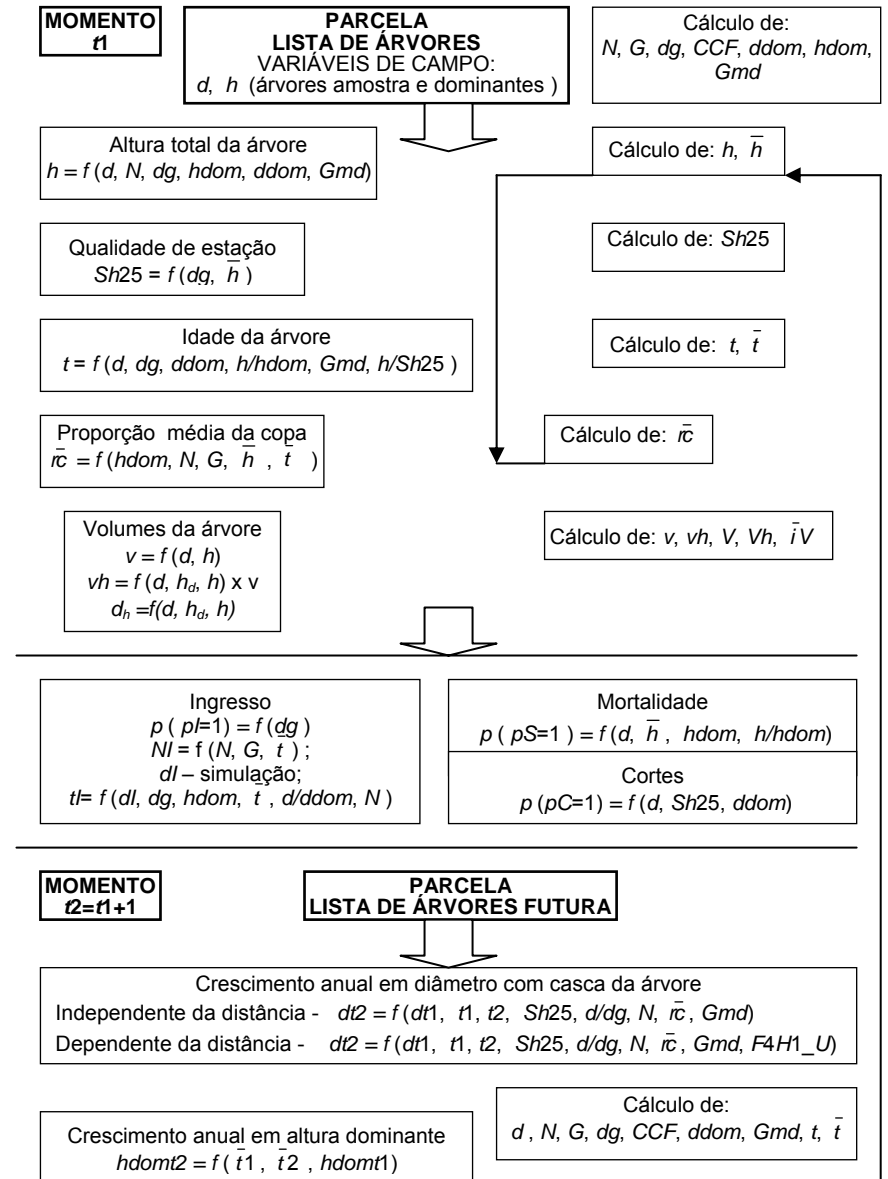


FIGURA 3. Concepção das componentes e funcionalidade do modelo PBIRROL

4. Modelo PBIRROL

Os modelos que constituem as componentes funcionais do modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual construído para os povoamentos de pinheiro bravo puros irregulares do concelho de Oleiros - PBIRROL - encontram-se sintetizados na tabela 3. 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;
 dl - 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_d - 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{rc} - proporção média da copa;

Variáveis ao nível do povoamento

\bar{iv} - 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 ($arv \cdot ha^{-1}$);
 $p(p=1)$ - probabilidade de ocorrência de ingresso na parcela;
 $Sh25$ - índice de qualidade da estação (altura média do povoamento ao diâmetro de referência de 25 cm);

TABELA 3. Modelo de crescimento e produção ao nível da árvore individual - PBIRROL

COMPONENTES FUNCIONAIS

☐ **Altura total da árvore individual**

$$h = hdom \left(1 + ae^{0.0883 hdom} \right) \left(1 - e^{-1.0959 \frac{d}{hdom}} \right)$$

$$a = 0.0509 + 0.0528 \frac{N}{1000} + 0.00488 dg - 0.00553 ddom + 0.00036 Gmd$$

$R^2=0.87180$; $R^2AJ=0.87161$; $QMR=1.824$; $APRESS \text{ médio}=1.045271$; $PRESS \text{ médio} = -0.009417$; $n=4215$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

☐ **Curvas hipsométricas de qualidade de estação - índice de qualidade de estação**

$$Sh25 = 1.3 + (h - 1.3) \frac{\left(1 - e^{-1.1725} \right)}{\left(1 - e^{-0.0469d} \right)}$$

$n=2783$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

☐ **Idade da árvore individual**

$$t = \frac{1}{-0.0147} \ln \left(\frac{\frac{-6.893 E8}{592.8 + 8.9809 d + 15.6398 dg - 10.7488 ddom + 2.017 Gmd - 377.4 \frac{h}{hdom} + 372 \frac{h}{Sh25}} - 1}{-1545918} \right)$$

$R^2=0.72979$; $R^2AJ=0.72762$; $QMR=26.9183$; $APRESS \text{ médio}=4.135827$; $PRESS \text{ médio} = -0.000949424$; $n=880$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

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

COMPONENTES FUNCIONAIS
<p>☐ Proporção média da copa</p> $\bar{r}\bar{c} = 1 - e^{-(-1.1414 + 0.000629 \text{ hdom} + 0.000048 \text{ N} - 0.00148 \text{ G} + 0.00933 \bar{h} + 0.00164 \bar{t})^{10}}$ <p>$R^2=0.70590$; $R^2AJ=0.68811$; $QMR=0.00265$; $APRESS \text{ médio}=0.0416318$; $PRESS \text{ médio}=0.000373459$; $n=90$.</p>
<p>☐ Volumes da árvore individual</p> <p>- EV - Volume total com casca</p> $v = 0.01437 + 0.00003293d^2h$ <p>$R^2=0.91257$; $R^2AJ=0.91215$; $QMR=0.00296$; $APRESS \text{ médio}=0.0265192$; $PRESS \text{ médio}=0.00020885$; $n=314$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.</p> <p>- EVPh - Volume percentual com casca em função da altura de desponta</p> $rh = 1 + \left[-0.9201 \frac{(h-h_d)^{2.8138}}{h^{2.7901}} \right]$ <p>$R^2=0.98743$; $R^2AJ=0.98742$; $QMR=0.00143$; $APRESS \text{ médio}=0.0255563$; $PRESS \text{ médio}=0.0030292$; $n=2038$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.</p> <p>- EVPd - Volume percentual com casca em função do diâmetro de desponta</p> $rd = e^{-1.152 \left(\frac{d_h}{d} \right)^{3.7455}}$ <p>$R^2=0.92799$; $R^2AJ=0.92794$; $QMR=0.00819$; $APRESS \text{ médio}=0.0588717$; $PRESS \text{ médio}=0.0016003$; $n=2038$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.</p> <p>- EPT - Diâmetro do tronco com casca</p> $d_h = d \left[9728.3 \left(\frac{1}{d^2h} \right) \left(\frac{h-h_d}{h} \right)^{190.1} + 1.1831 \left(\frac{h-h_d}{h} \right)^{1.7454} \right]^{0.5}$ <p>$R^2=0.95230$; $R^2AJ=0.95223$; $QMR=3.4231$; $APRESS \text{ médio}=1.2311712$; $PRESS \text{ médio}=0.0707491$; $n=2038$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.</p>

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

COMPONENTES FUNCIONAIS
<p>- Sistema de equações compatíveis EV-EPT</p> <p>- EPT - Diâmetro do tronco com casca</p> $d_h = d \left[63580.17 \left(\frac{1}{d^2h} \right) \left(\frac{h-h_d}{h} \right)^{346.5} + 1.151001 \left(\frac{h-h_d}{h} \right)^{1.7452} \right]^{0.5}$ <p>$R^2=0.94970$; $R^2AJ=0.94968$; $QMR=3.6059$; $APRESS \text{ médio}=1.2648121$; $PRESS \text{ médio}=0.2377966$; $n=2353$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.</p> <p>Lista de Árvores</p> <p>☐ Ingresso</p> <p>- Probabilidade de ocorrência de ingresso nas parcelas</p> $p(pl = 1) = \frac{e^{(8.5856 - 0.6491 dg)}}{1 + e^{(8.5856 - 0.6491 dg)}}$ <p>$nc=92.6$; Processo determinístico: $p \leq 0.053$ - não ocorrência; $p > 0.053$ - ocorrência; Processo estocástico: Simulação Monte Carlo - n° aleatório U [0, 1] ≤ 0.053 - ocorrência; n° aleatório U [0, 1] > 0.053 - não ocorrência.</p> <p>- Número de árvores de ingresso por hectare</p> $NI = 885.70652 - 0.98457N + 4.32947G + 5.10969\bar{t}$ <p>$R^2=0.99770$; $R^2AJ=0.99420$; $QMR=17.90931$; $APRESS \text{ médio}=10.9247217$; $PRESS \text{ médio}=2.7483259$; $n=6$.</p> <p>- Diâmetro das árvores de ingresso</p> <p>Processo estocástico: Simulação Monte Carlo</p>

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

COMPONENTES FUNCIONAIS**- Idade das árvores de ingresso**

$$tI = \frac{1}{0.0152} \ln \left(\frac{6.386E14}{494529 + 5601.9d - 2181.5dg - 2932.0hdom - 3060.1\bar{t} - 174590 \frac{d}{ddom} - 30.4591N} - 1 \right) \frac{1}{1.5767E9}$$

$R^2=0.83023$; $R^2AJ=0.81718$; $QMR=7.4501$; $APRESS$ médio = 2.3966478; $PRESS$ médio = 0.0082553; $n=99$.

☐ Mortalidade**- Probabilidade de sobrevivência anual da árvore individual**

$$p(pS = 1) = \frac{e^{\left(4.6877 + 0.3033d - 1.9410\bar{h} + 1.1763hdom + 6.4176 \frac{h}{hdom}\right)}}{1 + e^{\left(4.6877 + 0.3033d - 1.9410\bar{h} + 1.1763hdom + 6.4176 \frac{h}{hdom}\right)}}$$

$nc=96.2$; Processo determinístico: $p \leq 0.995$ - não ocorrência; $p > 0.995$ - ocorrência;

Processo estocástico: Simulação Monte Carlo - n° aleatório $U [0, 1] \leq 0.995$ - ocorrência; n° aleatório $U [0, 1] > 0.995$ - não ocorrência.

☐ Cortes**- Probabilidade de corte anual da árvore individual**

$$p(pC = 1) = \frac{e^{(0.8263 + 0.3417d - 5.9013 \ln(d) + 0.5292 Sh25 - 0.0713 ddom)}}{1 + e^{(0.8263 + 0.3417d - 5.9013 \ln(d) + 0.5292 Sh25 - 0.0713 ddom)}}$$

$nc=76.4$; Processo determinístico: $p \leq 0.027$ - não ocorrência; $p > 0.027$ - ocorrência;

Processo estocástico: Simulação Monte Carlo - n° aleatório $U [0, 1] \leq 0.027$ - ocorrência; n° aleatório $U [0, 1] > 0.027$ - não ocorrência.

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

COMPONENTES FUNCIONAIS**☐ Crescimento anual em diâmetro com casca da árvore individual****- Crescimento potencial anual em diâmetro**

$$idpot = (20.94348 + 1.7417 Sh25) \times \left(\frac{dt1}{20.94348 + 1.7417 Sh25} \right) \left(\frac{t1}{t2} \right)^{1.1325} - dt1$$

com, $t2 = t1+1$

$R^2=0.99517$; $R^2AJ=0.99517$; $QMR=0.3277$; $APRESS=0.4598097$; $PRESS=0.2007835$; $n=52$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

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

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

com, $t2 = t1+1$

$R^2=0.99756$; $R^2AJ=0.99754$; $QMR=0.1546$; $APRESS=0.3219268$; $PRESS=0.0222499$; $n=453$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

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

$$dt2 = dt1 + idpot \times e^{30.447 + 0.00472 Gmd + 0.6749 \frac{d}{dg} + 0.8885 r\bar{c} - 0.00053 N} \times \frac{1}{1 + e^{30.6228 + 0.0325 F4H_U}}$$

com, $t2 = t1+1$

$R^2=0.99756$; $R^2AJ=0.99754$; $QMR=0.1546$; $APRESS=0.3227199$; $PRESS=0.0230785$; $n=453$; coeficientes obtidos pelo método IRLS.

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

COMPONENTES FUNCIONAIS

☐ **Crescimento em altura dominante**

$$h_{domt2} = 19.62270345 \left(\frac{h_{domt1}}{19.62270345} \right)^{\left(\frac{\bar{t}_1}{\bar{t}_2} \right)^{2.24166088}}$$

com, $\bar{t}_2 \neq \bar{t}_1 + 1$

$R^2=0.9726374057$; $R^2AJ=0.9721488126$; $QMR=0.202337$; $APRESS\ médio=0.3460153$; $PRESS\ médio=0.0203667$; $n=58$.

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

5. Considerações Finais

Os dados utilizados no ajustamento do modelo PBIRROL reportam-se apenas a uma série de acompanhamento temporal de três anos sucessivos assim, os resultados de simulações com projecções a médio-longo prazo devem ser interpretadas com algumas reservas.

Em futuros estudos seria importante realizar a validação do modelo PBIRROL e o eventual subsequentemente reajustamento das componentes funcionais de pior aderência à realidade, a partir de:

- ☐ dados recolhidos em parcelas permanentes (de acompanhamento passivo) e
- ☐ dados provenientes de ensaios experimentais de desbastes e estudos de regeneração.

A utilização expedita do modelo PBIRROL como ferramenta de apoio à decisão na gestão dos povoamentos de estrutura irregular puros de pinheiro bravo no concelho de Oleiros passa pelo desenvolvimento de uma aplicação informática para o modelo.

Referências Bibliográficas

- Alder, D. 1980. Forest Volume Estimation. Vol.2 - Yield Prediction. FAO Forestry Paper 22/2. FAO. Roma. 194 pp.
- Alegria, C. M. M. 2004. 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. 501 pp.
- Almeida, A. M. M. 1994. 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. 158 pp.
- Avery, T. E. & Burkhart, H. E. 1983. Forest Measurements. 3ª ed. McGraw-Hill Book Company. New York. 381 pp. + anexos.
- Carvalho, A. P. S. M. 1999. Modelação da Árvore em Eucaliptais em 1ª Rotação Localizados nas Regiões Norte e Centro Litotal. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Florestal. ISA/UTL. Lisboa. 369 pp.
- Carvalho, P. E. S. 1992. 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. 79 pp + anexos.
- Clutter, J. L., J. C. Fortson, L. V. Pienaar, G. H. Brister & R. L. Bailey. 1983. Timber Management. A Quantitative Approach. John Wiley & Sons, New York. 307 pp. + anexos.
- Cody, R. P. & J. K. Smith. 1977. Applied Statistics and the SAS Programming Language. 4ª ed. Prentice Hall. 445 pp.
- Davis, L. S. & K. N. Johnson. 1987. Forest Management. 3ª ed. McGraw-Hill, Inc. New York. 256 pp.
- Der, Geoff & B. S. Everitt. 2000. A Handbook of Statistical Analyses Using SAS. 2ª ed. Chapman & Hall/CRC. NY. 360 pp.
- DGF. 2000. Florestas de Portugal. Lisboa. 255 pp.
- Draper, N. R. & H. Smith. 1981. Applied Regression Analysis. 2ª ed. John Wiley & Sons, Inc., New York. 709 pp.
- Freund, J. R. & R. C. Littell. 2000. SAS System for Regression. 3ª ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 245 pp.
- Husch, B., C. I. Miller & T.W. Beers. 1982. Forest Mensuration. John Wiley & Sons. 3ª ed. N.Y. 402 pp.
- IGeO. 1997. Cartas militares de Portugal digitais – escala 1:25000 (nº254, nº255, nº265, nº266, nº267, nº277, nº278, nº279 e nº290). Instituto Geográfico do Exército. Lisboa.

- Munro, D. D. 1974. Forest Growth Models - a prognosis. In: Growth Models for Tree and Stand simulation. Ed J. Fries. Royal College of Forestry, Research Notes nº 30. Stockholm.
- Myers, R. H. 1986. Classical and Modern Regression With Applications. 2^aed. PWS-KEN Publishing Company, Boston. 359 pp.
- Soest, J. van, P. Ayrál, R. Schober & F. C. Hummel. 1965. The Standardisation of Symbols in Forest Mensuration. Univ. of Maine, Maine Agric. Expt. Stn., Tech. Bull. 15. 32 pp.
- Tomé, M. M. 1983. Growth and Yield Studies in Portugal. A Review. Workshop of Future Expectations of Portuguese Forestry. Póvoa do Varzim, 13-16 December 1980.
- Tomé, M. M. 1988. Modelação do Crescimento da Árvore Individual em Povoamentos de *Eucalyptus globulus* Labill. (1^a rotação) Região Centro Portugal. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor. ISA-UTL. Lisboa. 256 pp. anexos.
- Vanclay, J. K. 1994. Modelling Forest Growth and Yield. Applications to Mixed Tropical Forests. CAB INTERNATIONAL. Wallingford. UK. 312 pp.