

Detecção remota e modelação em gestão florestal

Remote sensing and modelling in forest management

Cristina Alegria

Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária. Castelo Branco, Portugal
CERNAS,
crisalegria@ipcb.pt



Abstract

An overview of the studies developed for maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) in the regions of central inland Portugal is presented.

A set of models was developed which will allow the prediction of individual tree, over bark, total volume and merchantable volume to any merchantable limit, for both species and region to support management decisions.

This earlier set of equations referred to above was also included as components in a single tree growth and yield model developed for the naturally regenerated, pure uneven-aged, maritime pine stands in central inland Portugal.

The tree growth and yield model, named PBIRROL, consists in a system of sub-models for tree height, site quality, tree age, average crown ratio, tree volumes, tree list (recruitment, mortality and harvesting), annual tree diameter increment and annual dominant height growth predictions. In Portugal, it will allow more accurate predictions for the naturally regenerated maritime pine stands.

An economic analysis of the silvicultural prescriptions available for species management was also performed. Seven silvicultural scenarios for pure and even aged maritime pine stands were analysed. The analysis results pro-

ved the selection of an intensive management stand prescription that is used as a guide for reforestation projects, using artificial regeneration by plantation, when the main goal is round wood yield. For areas of natural regeneration, a fully stocked stand prescription, pulp wood yield oriented, was selected. This prescription enables saving in site preparation and plantation costs, and at the moment it is the most suitable for the existing naturally regenerated maritime pine stands of Portuguese private forest areas.

Finally, a methodological approach for forest productivity mapping in a Geographical Information System (GIS) using geostatistical tools was developed. Forest productivity maps were produced as large scale models to be used as a thematic layer in a GIS supporting forest management decisions. Forest productivity could be estimated in areas where no inventory data were available and it could be used as a guideline for defining the best areas for future forestry production.

Keywords: Inventory, Modelling, Maritime pine, Remote Sensing, Geographical Information Systems, Geostatistics.

Resumo

Ao longo dos últimos 26 anos tem-se desenvolvido na Escola Superior Agrária de Castelo Branco um conjunto de trabalhos, projetos e serviços à comunidade, nas áreas da Engenharia Florestal e do Ordenamento dos Recursos Naturais. Nesta conferência irão ser apresentados alguns dos resultados obtidos.

O delineamento experimental dos estudos sobre a floresta de pinheiro bravo da região foi suportado recorrendo a técnicas da detecção remota (DR). Estes estudos permitiram diagnosticar que, na sua generalidade, os povoamentos de pinheiro bravo da região se estabeleceram por regeneração natural, desenvolvendo estruturas etárias irregulares, encontrando-se sobrelotados e carecendo de uma gestão técnica.

Para o apoio à gestão destes povoamentos foram desenvolvidos, diversos modelos ao nível da árvore individual, designadamente: uma equação de predição da altura total, uma equação de volume total, equações de volume percentual em função de uma altura de corte e em função de um diâmetro de corte, uma equação de perfil de tronco e um sistema de equações compatíveis. Estes modelos permitem simular os volumes totais e mercantis dos povoamentos de pinheiro bravo da região de Castelo Branco.

Estes modelos, após calibração, foram incorporados no modelo de cresci-

mento e produção que se desenvolveu para os povoamentos de pinheiro bravo naturais, originados por regeneração natural e de estrutura irregular, da região.

Foram também, alvo de avaliação de eficiência económica os modelos de silvicultura existentes para a espécie. Resultou da análise que o modelo de silvicultura proposto por Louro et al. (2000) se revelou como o mais eficiente para a condução dos povoamentos de pinheiro bravo instalados por plantação, para o objectivo de produção de lenho de grandes dimensões. Para o caso dos povoamentos de pinheiro bravo naturais, originados por regeneração natural, o modelo de silvicultura proposto por Oliveira (1999), orientado para o objectivo de produção lenho de pequenas dimensões, foi o que se provou ser o mais eficiente economicamente.

Foi desenvolvida uma metodologia em SIG apoiada por técnicas de geoestatística em que se realizou a integração de um dos modelos desenvolvidos para a espécie e região: a relação hipsométrica da qualidade de estação. Tal, permitiu produzir cartas de produtividade para os povoamentos de pinheiro bravo e incorporar estes níveis de informação em análises espaciais futuras. Estas cartas permitem identificar as áreas de maior potencial produtivo desta espécie e apoiar a decisão no que toca ao ordenamento florestal (função produção).

Por fim, referiu-se a importância da fusão e integração de dados geo-referenciados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG) obtidos de várias fontes, como inventários de campo, imagens obtidos por DR, dados climáticos, edáficos e topográficos, no âmbito da modelação espacial.

Palavras Chave: Inventário, Modelação, Pinheiro bravo, Detecção Remota, Sistemas de Informação Geográfica, Geoestatística.

Bibliografia

- Alegria C., 2011. Modelling merchantable volumes for uneven aged maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) stands established by natural regeneration in the central Portugal. Ann. For. Res. 54(2): 197-214. <http://www.editurasilvica.ro/afr/summary.php?vol=54&nr=2&an=2011&l=alegria&p=197-214>
- Alegria, C. 2011. Simulation of silvicultural scenarios and economic efficiency for maritime pine (*Pinus pinaster* Aiton) management in centre inland of Portugal. Forest Systems 20: 361-378. doi: <http://dx.doi.org/10.5424/fs/20112003-11070>
- Alegria, C. and Tomé, M. 2011. A set of models for individual tree merchantable volume prediction for *Pinus pinaster* Aiton in central inland of Portugal. European Journal of Forest Research: Volume 130, Issue 5 (2011), Page 871-879. <http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s10342-011-0479-3>
- Alegria, C. M. M. 1991. Análise de funções de crescimento. Aplicação do Método de Análise de Tronco a povoamentos de *Pinus pinaster* Aiton na Região de Castelo Branco. In: Páscoa F., Martinho A., Pires dos Santos H. and Ribeiro T. (Eds.), Proc. Encontro sobre Pinhal Bravo,

- Material Lenhoso e Resina. Escola Superior Agrária de Coimbra, 5 a 6 de Dezembro. Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. Coimbra. pp 131-147.
- Alegria, C. M. M. 1993. Predição do Volume Total, Volumes Mercantis, Perfil do Tronco e Sistemas de Equações Compatíveis para a *Pinus pinaster* Aiton no Distrito de Castelo Branco. Tese de Mestrado. Curso de Mestrado em Produção Vegetal. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.11/329> C30-24750TD (ESACB) - 24750
- Alegria, C. M. M. 1994. Crescimento e Produção do Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco. In: Páscoa F., Pinheiro L. and Isidoro A. (Eds.), Proc. Conference on III Congresso Florestal: Os Recursos Florestais no Desenvolvimento Rural, 15 a 17 de Dezembro. Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. ISA/DEF. Figueira da Foz. Vol 1 pp 269-292. (poster). <http://hdl.handle.net/10400.11/394>
- Alegria, C. M. M. 1994. Predição de Volumes e Perfil do Tronco para o Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco. In: Páscoa F., Pinheiro L. and Isidoro A. (Eds.), Proc. Conference on III Congresso Florestal: Os Recursos Florestais no Desenvolvimento Rural. 15 a 17 de Dezembro. Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. ISA/DEF. Figueira da Foz. Vol 1 pp 38-51. <http://hdl.handle.net/10400.11/389>
- Alegria, C. M. M. 2004. Estudo da Dinâmica do Crescimento e Produção dos Povoamentos Naturais de Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco. Tese de Doutoramento em Engenharia Florestal. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.11/199> C30-14316TM (ESACB) - 14316
- Alegria, C. M. M. 2007. Modelos para a Predição de Volumes do Pinheiro Bravo na Região de Castelo Branco. Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco. Agroforum nº19 Ano 15, pg 17-22. <http://hdl.handle.net/10400.11/178>
- Alegria, C. M. M. 2007. PBIRROL Modelo de Crescimento e Produção para os Povoamentos de Pinheiro Bravo de Estrutura Irregular do Concelho de Oleiros. Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco. Agroforum nº18, Ano 15, pg 13-18. <http://hdl.handle.net/10400.11/179>
- Dabase FORMODELS - Institut Europeen de la Forêt Cultivée – EFIATLANTIC web site http://www.iefc.net/?page=bdd/models/modeles_affiche.php&Id=1
- Mestre S., Alegria C., Albuquerque T and Goovaerts P. 2011. Using GIS and geostatistics for mapping forest productivity: a case study for maritime pine stands (*Pinus pinaster* Aiton) in centre inland of Portugal. AAG Annual Meeting, 12-16 April, Seattle.