

Nunes, Jorge Delgado¹, Oliveira, Tânia Sofia², Cortez, Nuno¹, Tomé, Margarida¹

¹ Centro de Estudos Florestais (CEF), Instituto Superior de Agronomia (ISA), Universidade de Lisboa (UL) Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisboa, Portugal)

² RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel Herdade de Espirra, 2985-270, Pegões, Portugal



Motivação

Eucalyptus globulus Labill é uma das espécies florestais mais importantes em Portugal

- A área tem aumentado e já ocupa 26% da área florestal
- Explorado principalmente para obtenção de pasta de papel

Os cenários climáticos futuros, em resultado das previstas alterações climáticas, irão colocar grandes desafios à satisfação da procura desta matéria-prima (Palma et al., 2021). A necessidade de se dispor de modelos fiáveis que permitam estabelecer previsões de produção minimamente realistas para a espécie é um facto.

Em muitas regiões do país a informação disponível sobre os respectivos solos é inexistente ou então incompleta. Este cenário é particularmente agudo em muitas das zonas de maior produção desta espécie. A obtenção de informação aprofundada sobre os solos dos locais em que não existe, é um processo demorado e com elevados custos financeiros.

A obtenção de valores de FR (Fertility Rating) a partir de valores analíticos *standard* das características do solo pode ser uma forma de simplificar a utilização de modelos de base fisiológica como é o caso do 3-PG na gestão florestal.



Objectivos

Desenvolver um modelo geral para prever FR (Fertility Rating) a partir das características do solo.

Adicionalmente, tentar descobrir quais os nutrientes mais limitantes para o crescimento do eucalipto em povoamentos portugueses e testar a possibilidade de fazer o modelo 3-PG sensível a fertilizações.



Material e métodos

- Dados de biometria e solos de ensaios de fertilização *Eucalyptus globulus* realizados pela empresa ALTRI
- 5 propriedades diferentes da empresa com diferentes tipos de solos e regiões climáticas
- As propriedades encontram-se espalhadas pela área de distribuição desta espécie em Portugal (Fig. 1).
- Adubação com Foskamónio 7-21-21, a adubação operacional da empresa e vários testes de fertilização alternativos em função das condições dos diferentes locais.

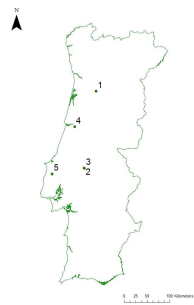


Fig. 1 – Localização dos ensaios da ALTRI

- 6 repetições
- 18 parcelas com 518,4 m² cada (6 x 12 plantas com compasso de 4 x 1,8 m).
- Bordadura dupla com 16 plantas para as medições de altura e diâmetro à altura do peito (Fig. 2).



Fig. 2 Esquema de uma parcela experimental. ▲ – árvores da bordadura; ▲ – árvores úteis; ▲ □ – árvores para realização da colheita de folhas e de amostras solos na entrelinha.

- Estimativa e modelação do FR das diferentes parcelas, com o 3-PG a correr em Visual Basic para aplicações com o Add-ins para EXCEL, disponível no site 3pg.forestry.ubc.ca/software, utilizando os valores dos parâmetros para povoamentos de eucalipto em Portugal determinados por Fontes et al. (2006).

Referências

Fontes, L., Landsberg, J., Tomé, J., Tomé, M., Pacheco, C. A., Soares, P., Araújo, C. 2006. Calibration and testing of a generalized process-based model for use in Portuguese eucalyptus plantations. *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 3209-3221
Palma, J.H.N., Hakamada, R., Moreira, G.C., Nobre, S., Rodriguez, L.C.E. (2021). Using 3PG to assess climate change impacts on management plan optimization of Eucalyptus plantations. A case Study in Southern Brazil. *Nature-Scientific Reports*, 11: 2708.



Resultados e discussão

Os modelos para determinação do FR, que foram ajustados para cada uma das parcelas dos ensaios, apresentaram valores de R² a variar entre 0.55 e 0.97. Observou-se, no entanto, uma grande variabilidade nas variáveis que compunham cada um dos modelos dos diferentes locais.

O peso das variáveis utilizadas para representar a interação entre a disponibilidade hídrica e nutricional, parece indicar que apesar de nem sempre esta variável esteja presente no modelo, o seu papel é fundamental.

O modelo global para determinação do FR, apresentou um ajustamento menos robusto, conforme se pode verificar na Tabela 1.

A metodologia PLS origina um modelo com muito mais complexo do que o procedimento PROC REG, e com os valores de ajustamento ligeiramente superiores.

O modelo ajustado apenas com os dados das parcelas com tratamento tradicional, apresentaram valores de ajustamento mais favoráveis mais ainda muito baixos.

Este comportamento poderá em parte ser explicado pelo facto de nas parcelas com tratamento tradicional a variabilidade ser responsável de um menor número de variáveis (Fig. 3)

Tabela 1 - Parâmetros estimados e valores estatísticos usando os procedimentos PLS e PROC REG para o modelo global de determinação do FR, usando todas as parcelas (esquerda) ou apenas as parcelas da adubação operacional da empresa (direita)

	PLS		PROC REG	
Deúve	-15.74631	0.08575	-17.12622	-0.53807
Água	0.00316			0.00161
Mat. Org.	0.10612	0.00569	0.11326	0.11304
P2O5 (kg/ha)	0.07094			
K (kg/ha)	0.00142			
Mg (kg/ha)	-0.00764			
Zn (kg/ha)	-0.45844		0.13395	-0.43567
Cu (kg/ha)	-0.56429			
Mn (kg/ha)	-0.01085	-0.02552		
B (kg/ha)	1.23238		0.33134	0.73297
Área (h)	-0.00299			0.00989
Limo (t)	-0.00322			
Argila (t)	-0.00158			-0.01297
N _a	-0.00826		-0.00889	-0.01066
P2O5 _a	-0.00015			
Ca _a	0.000004			
Zn _a	0.00289		0.00341	
Cu _a	0.00273			
Mn _a		-0.00006		
Fe _a	-0.000004			
B _a	-0.00189			
P _a	-0.00032			-0.00018
K _a				0.00002
S			0.00305	
S _{min}			-14.5487	
Dias de Geadas	-0.02955		-0.02100	-0.03632
Radição Solar	0.10856		0.10813	
R ² pred / R ²	0.19626	0.13047	0.20415/0.3407	0.35054/0.5850
MPRESS	0.00109	0.00017	0.00021	0.00569
MAPRESS	0.14121	0.05487	0.14002	0.06766

NOTA: S = Ca+K+Na+Mg; S_{min} = mínimo valor de Ca, Mg, K, Na, e Mg...

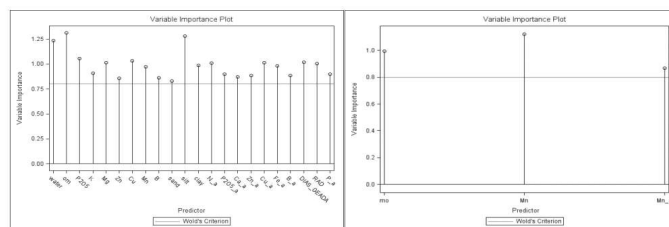


Fig. 3 - Gráficos de importância de variância das variáveis no modelo FR global (Tratamento tradicional à direita).



Conclusões

- Os modelos desenvolvidos para cada uma das parcelas apresentaram um desempenho razoável.
- Os resultados obtidos para um modelo global para o FR não foram tão bons.
- No entanto, os resultados podem ser considerados promissores e vistos como um ponto de partida para mais pesquisas.
- Neste momento está-se a compilar informação de mais 10 ensaios do mesmo tipo.
- Com esta informação adicional procura-se obter resultados mais robustos na modulação do FR para o *Eucalyptus globulus* nas condições do nosso país.



Agradecimentos

A permissão para o uso dos dados da ALTRI Florestal foi fundamental para a realização deste trabalho, bem como todo o apoio dos seus técnicos, nomeadamente o Eng^o Luis Fontes.