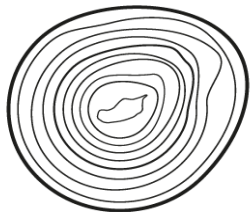


Modelo da árvore individual para o crescimento anual da cortiça dependente do clima. Previsão do calibre da cortiça segundo distintos cenários de climáticos.

(An individual tree and climate dependent growth model to forecast mature annual cork thickness under climate change scenarios)

[Joana Amaral Paulo](#), Paulo Firmino, Margarida Tomé



**9º CFN
CONGRESSO
FLORESTAL
NACIONAL**

10 - 14 de outubro 2022
Funchal, Madeira



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa

FCT

Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

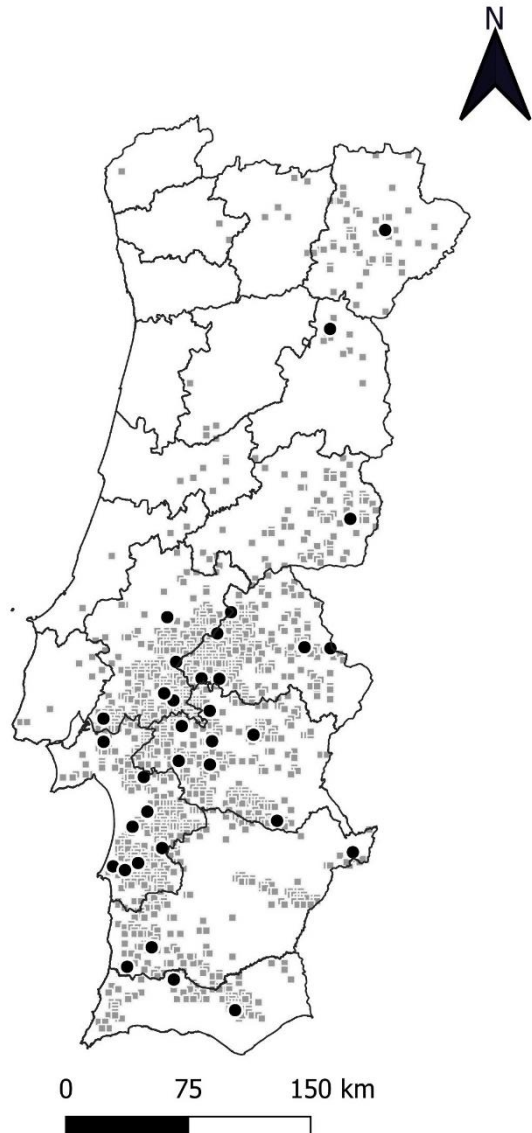


UIDB/00239/2020

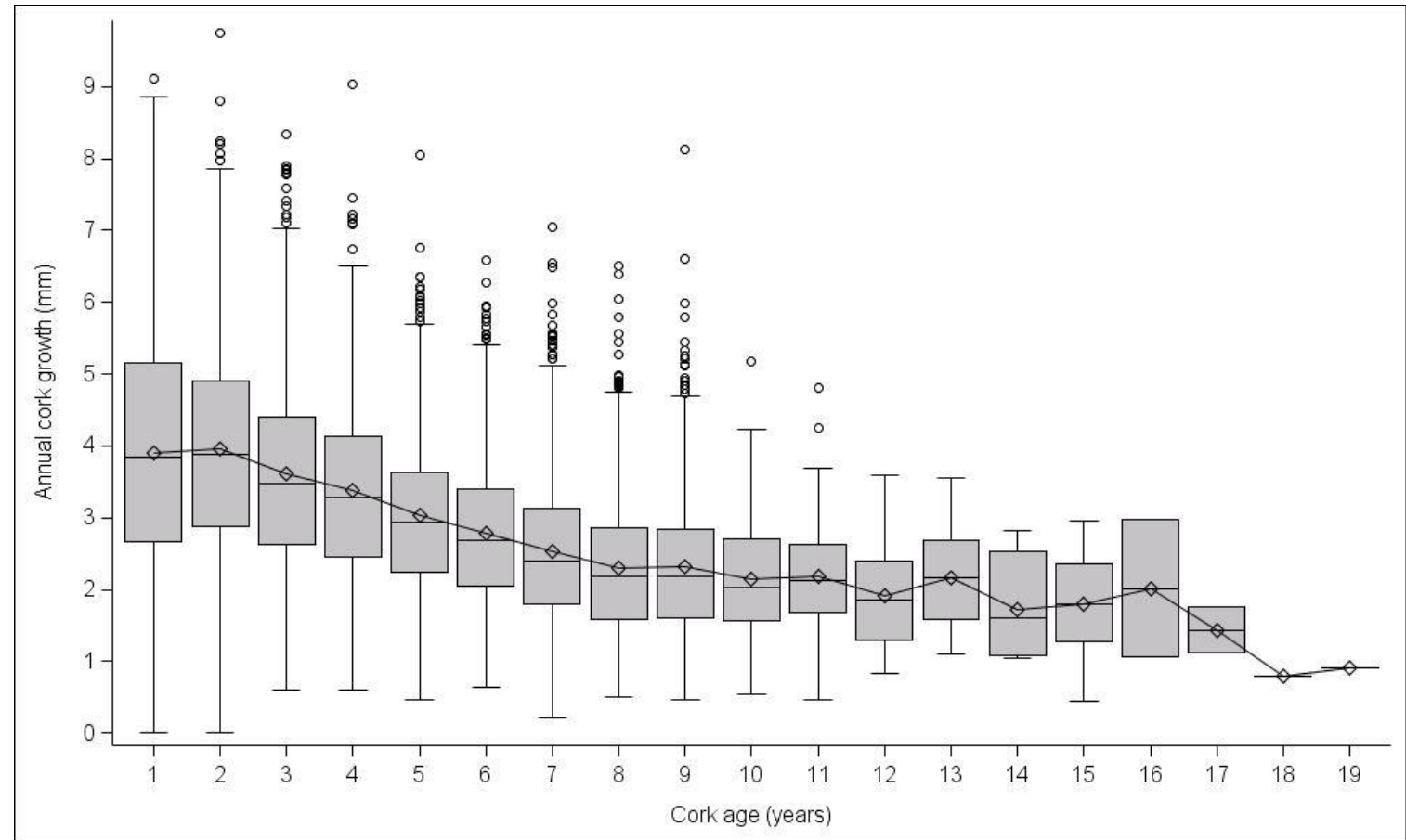
Objetivos

1. Desenvolver o primeiro modelo de crescimento anual da cortiça, ao nível da árvore, que incluiu parâmetros do modelo em função das variáveis climáticas.
2. Responder às questões:
 - Quais são as condições anuais ótimas de precipitação e temperatura para o crescimento anual da cortiça?
 - Estas condições são dependentes da idade e espessura da cortiça?

Materiais e métodos



Total: 12208 anéis de crescimento medidos (cortiça cozida)



Materiais e métodos

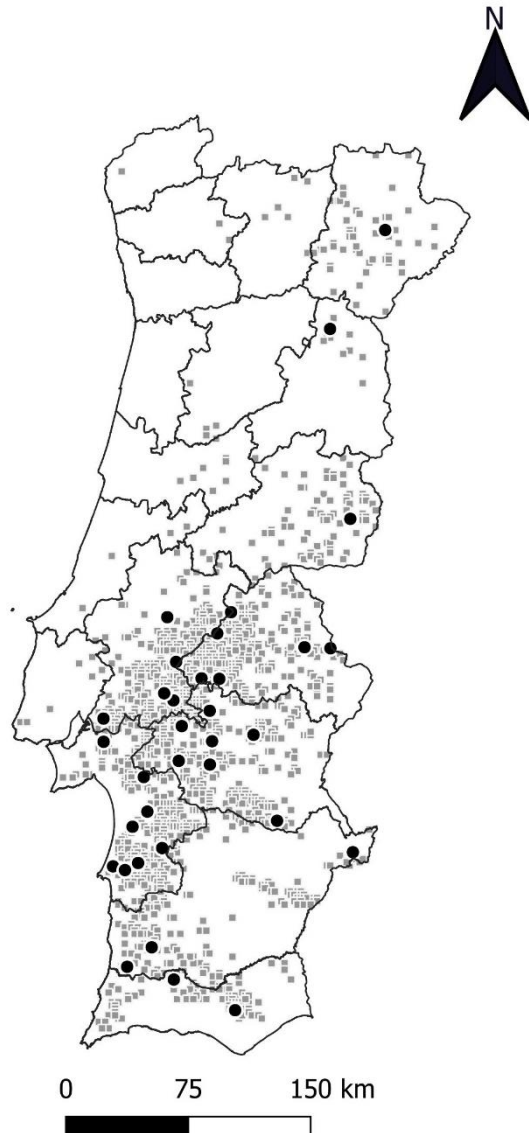


Table 1. Statistics of annual precipitation, mean annual temperature and Lang index included in the data set.

Variable	min	P5	mean	P50	P95	max	std
P_{t_i}	134	309	617	572	1015	1532	225.9
T_{m_i}	13.2	16.0	17.8	17.8	19.4	21.0	1.1
LI_i	8.4	17.0	34.7	32.2	56.5	82.7	12.4

P_{t_i} : annual precipitation during the year t ; T_{m_i} : mean annual temperature during the year t ; LI_i : Lang index for the year t (P_{t_i}/T_{m_i}); P_i : percentile i ; min: minimum value; max: maximum value; std: standard deviation.

Árido ($LI < 40$)
semi-árido ($40 < LI < 60$)
húmedo ($60 < LI < 100$)

Materiais e métodos

Variáveis testadas nos parâmetros do modelo

- Precipitação anual (Pt_t)
- Temperatura média anual (Tm_t)
- Razão entre precipitação anual e temperatura média anual (índice de Lang - LI_t)
- Razão entre as variáveis anteriores e a idade da cortiça (ex: $\frac{Pt_t}{t}$) => o efeito do clima varia com a idade?
- Razão entre as variáveis anteriores e o calibre da cortiça (ex: $\frac{Tm_t}{ct}$) => o efeito do clima varia com o calibre?
- Todas as anteriores na forma linear e quadrática => há um valor ótimo?

Materiais e métodos

Modelos testados

- Equações às diferenças deduzidas como 'algebraic difference equations'
- 3 modelos, baseados nos resultados de Almeida et al. (2010)

1ª

$$\text{Eq. 1: } ct_{t+1} = ct_t \frac{1+bt^{-c}}{1+b(t+1)^{-c}}$$

Modelo log-logístico com o parâmetro 'a' específico para a árvore (LL_a; Eq. 1).

2ª

$$\text{Eq. 2: } ct_{t+1} = \frac{a}{1 - \left(1 - \frac{a}{ct_t}\right) \left(\frac{t+1}{t}\right)^c}$$

Modelo log-logístico com o parâmetro 'b' específico para a árvore (LL_b; Eq. 2)

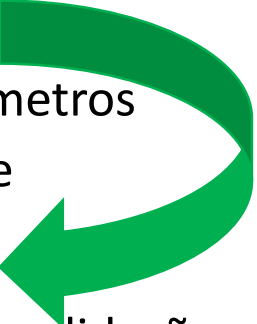
3ª

$$\text{Eq. 3: } ct_{(t+1)} = ct_t e^{[b(t^{-c} - (t+1)^{-c})]}$$

Modelo Lundqvist com o parâmetro 'a' específico para a idade (L_a; Eq. 3)

Materiais e métodos

Modelos LL_a ajustados

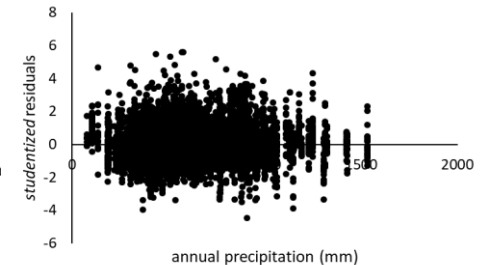
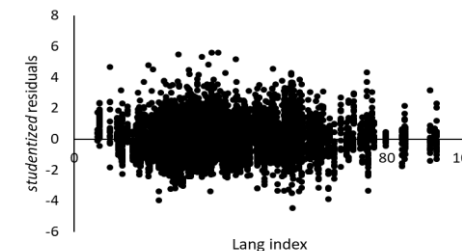
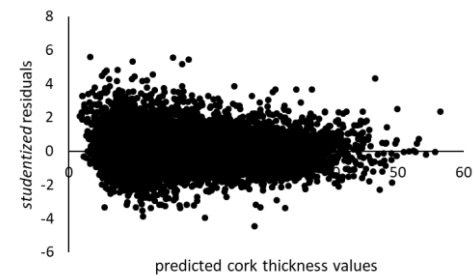
- Com um parâmetro ('b' ou 'c') expresso em função do clima: total 48.
 - Com os dois parâmetro ('b' e 'c') expressos em função do clima (para as expressões que no passo anterior resultaram em todos os parâmetros significativos): total 71.
 - Todos os modelos ajustados foram:
 - testados para a significância dos parâmetros
 - avaliados quando à multicolinearidade
 - **Total de 44 modelos alternativos**
 - Seleção do **modelo final** com base em validação com estatísticas press (mpress, mapress,...)
 - Ajustamento do **modelo final** com **OLS** (*versus* modelos mistos...)
- 

Resultados

- Os 44 modelos alternativos demonstraram predominância da precipitação e da razão precipitação anual / temperatura média anual como variáveis significativas. Uma minoria dos modelos alternativos incluía a temperatura média anual nos parâmetros.
- Para a maioria dos modelos alternativos, precipitação e LI foram expressos como a razão com a espessura da cortiça ou a idade, obtendo melhores resultados para a primeira.
- Modelo final

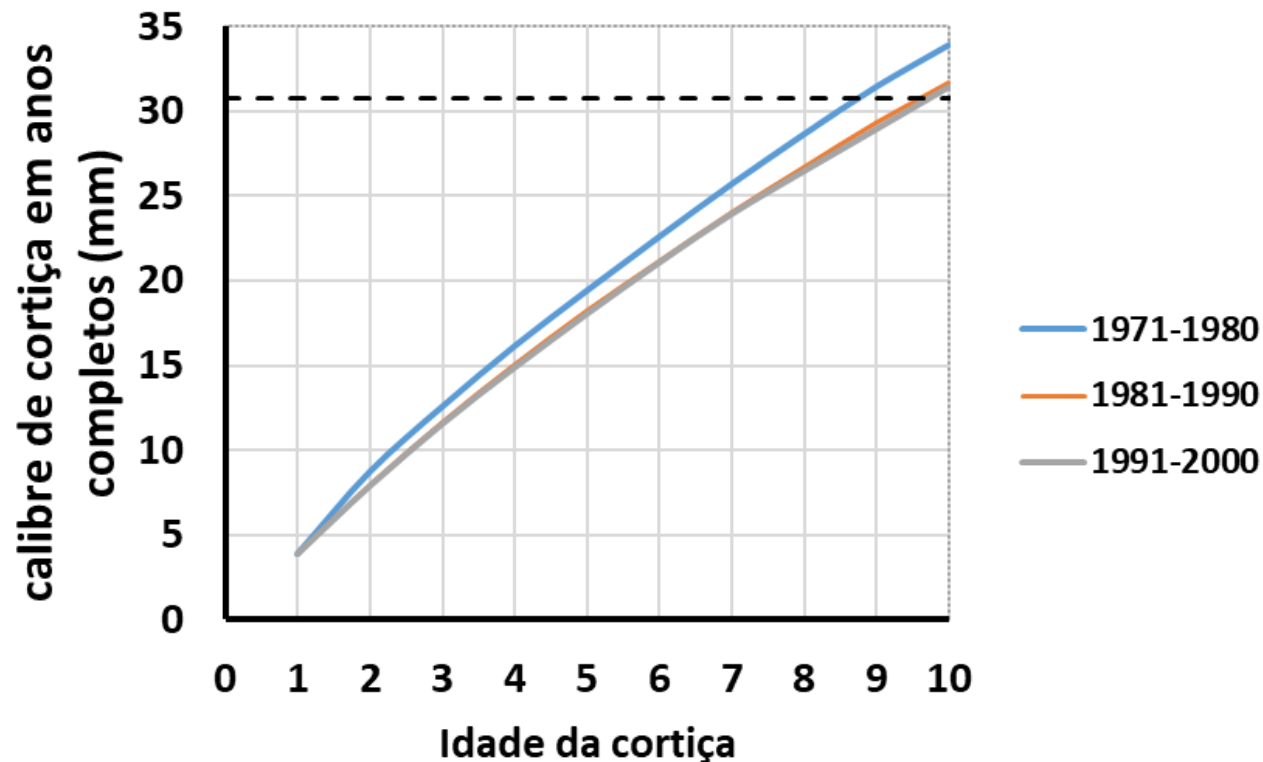
$$\text{Eq. 1: } ct_{t+1} = ct_t \frac{1+bt^{-c}}{1+b(t+1)^{-c}}$$

$$\text{com, } b = 26.3776 \frac{LI}{ct}; c = -0.8055 - 0.0013 \frac{Pt}{ct}$$



Aplicação do modelo (1)

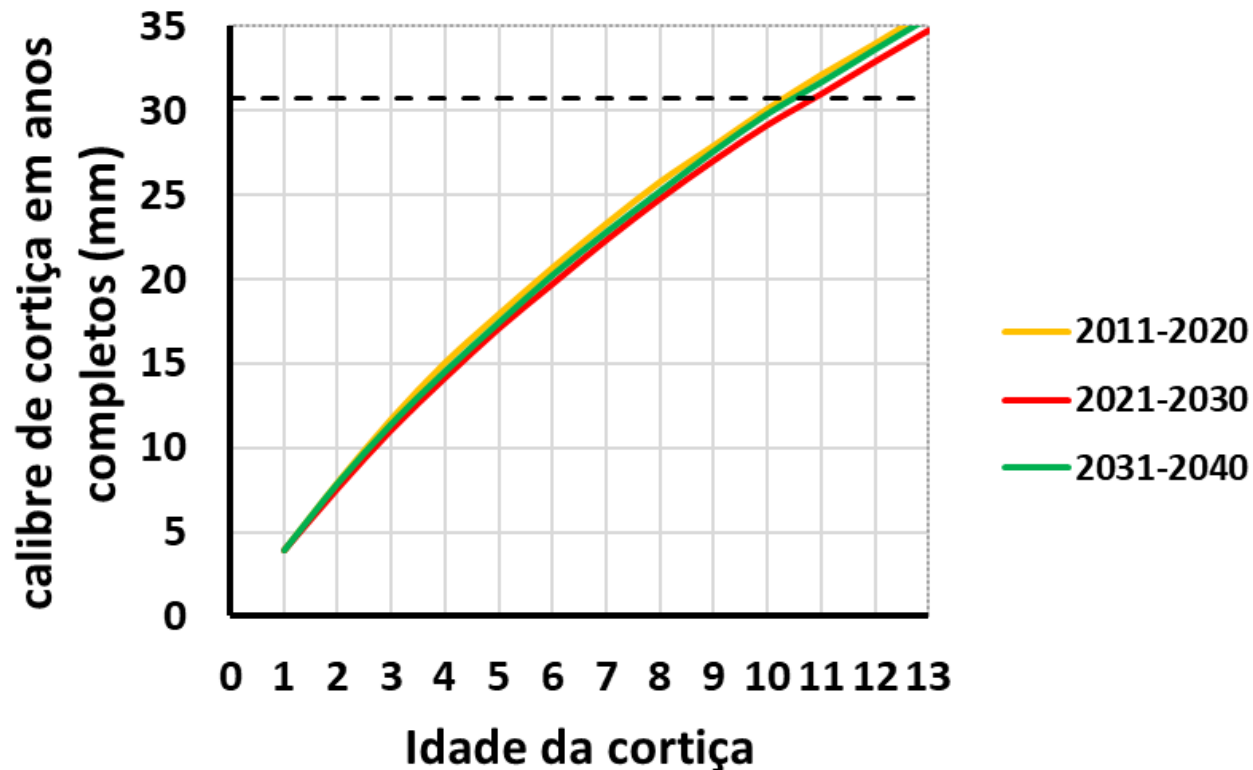
- Simulação do calibre para 10 anos de crescimento, considerando os valores observados, por década, dos períodos 1971–1980, 1981–1990, 1991–2000 (<http://portaldoclima.pt/en/>)



- Modelo inicializado para 3.9 mm
- Cortiça rolhável: ≥ 30.7 mm

Aplicação do modelo (1)

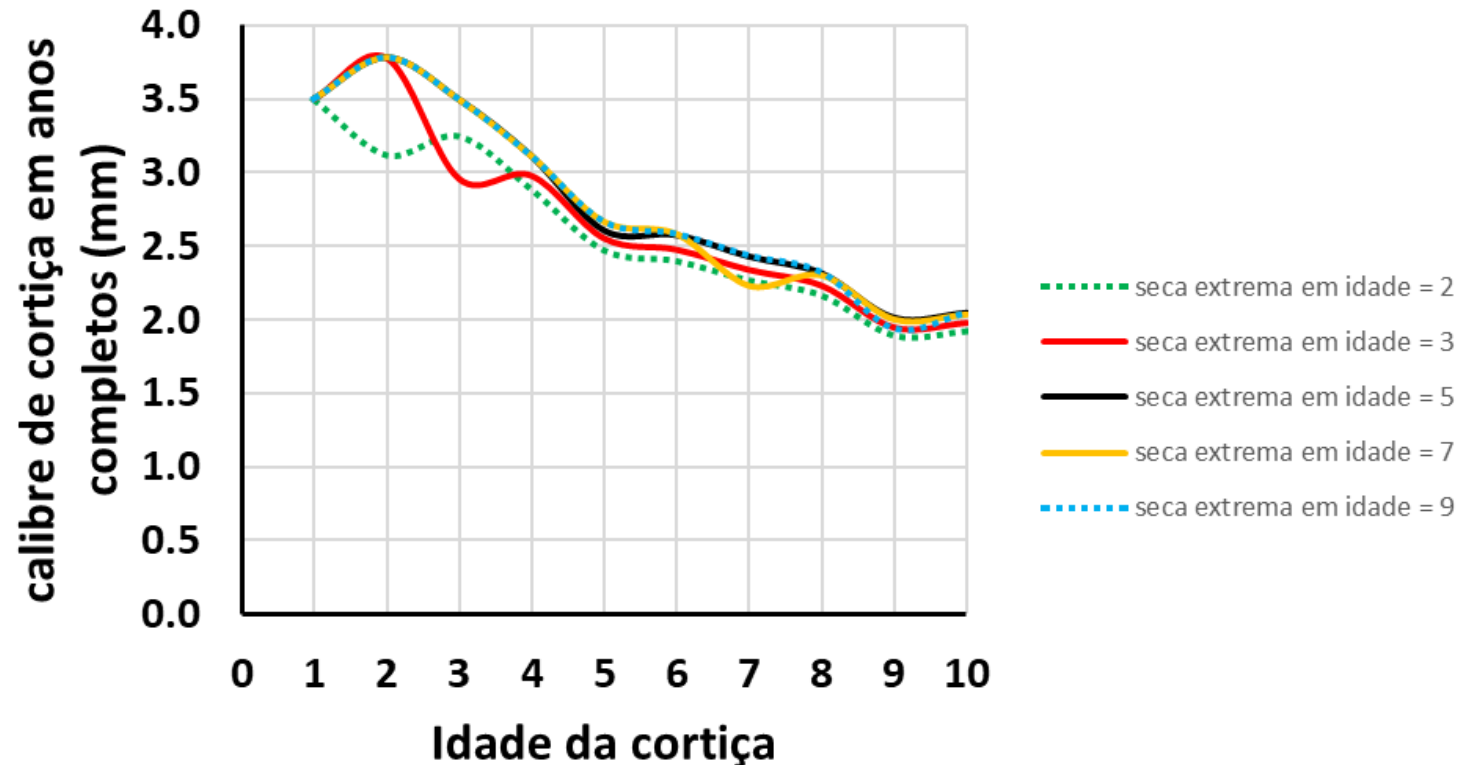
- Simulação do calibre para 10 anos de crescimento, considerando os valores, por década, propostos pelo cenário RCP4.5 para as décadas: 2011-2020, 2021-2030 e 2031-2040 (<http://portaldoclima.pt/en/>)



- Modelo inicializado para 3.9 mm
- Cortiça rolhável: ≥ 30.7 mm

Aplicação do modelo (2)

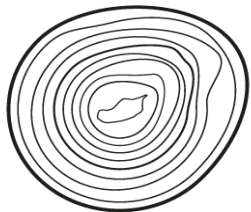
- Simulação do efeito de seca extrema ocorrendo em diferentes idades da cortiça
- Clima: cenário RCP4.5 para o período 2011–2020, modificado com inclusão de seca extrema no 2º, 3º, 5º, 7º e 9º ano de crescimento da cortiça.



Notas finais

- Modelo a incluir no simulador SUBER (trabalho a decorrer para disponibilização em ambiente web)
- Trabalho submetido para revisão por pares
- Esta ppt fica disponível no repositório da universidade de lisboa

OBRIGADA!



**9º CFN
CONGRESSO
FLORESTAL
NACIONAL**

10 - 14 de outubro 2022
Funchal, Madeira



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa

FCT

Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia



UIDB/00239/2020