

Produção de resina de diferentes pinheiros em Portugal continental

Juan Andres Andrade Carrabs

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

Orientadora: Professora Doutora Ana Paula Soares Marques de Carvalho

Júri:

Presidente: Doutora Joana Amaral Paulo, Professora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais:

Doutora Ana Paula Soares Marques de Carvalho, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, orientadora;

Doutora Maria Emília Calvão Moreira da Silva, Professora Auxiliar da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradecer à minha orientadora, a Prof. Paula, por ter acreditado e confiado em mim. Por me acompanhar nesta caminhada, que não foi fácil, mas também se fosse não tinha piada! Foram 5 anos entre salas de aulas, corredores e floresta, muita floresta. Muchísimas gracias!

Ao projeto no âmbito do qual tive uma bolsa de investigação e desenvolvi o trabalho apresentado nesta dissertação: Projeto Integrado RN21 – Inovação na Fileira da Resina Natural Para Reforço da Bioeconomia Nacional, cofinanciado pelo Fundo Ambiental através da Componente 12 - Promoção da Bioeconomia Sustentável (Investimento TC-C12-i01 - Bioeconomia Sustentável nº 02 / C12-i01 / 202), com fundos europeus atribuídos a Portugal pelo Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), no âmbito do Mecanismo de Recuperação e Resiliência (MRR) da União Europeia (UE), enquadrado no Next Generation EU, para o período de 2021 a 2026. E ao IPMA pela cedência dos dados das EMA.

Agradecer à parceria entre o ISA e várias empresas do setor florestal pelo Prémio de Mérito na Área das Ciências Florestais 2022/2023.

Ao Eng Marco Ribeiro, da empresa Raízes In., que coordenou, no âmbito do Projeto RN21, a seleção dos povoamentos onde foram instaladas as parcelas permanentes e, nalguns casos, a resinagem efetuada nas campanhas 2023 e 2024. Assim como ao Eng André Ferreira, ao Eng Paulo Marques (e Município de Alenquer), e ao resto de pessoal envolvido no trabalho de campo e/ou na gestão da resinagem (Tiago L., Hugo D., Joaquim C., Ricardo F., Elói, António C., Daniel C., Pedro B., Rita M., ...).

À maravilhosa e enorme turma florestal: Pedro, Daniel, Margarida e Filipa. Gracias muchachos! Vocês sabem o quanto vos aprecio. Agradecer também a todos os meus amigos que de uma ou outra maneira me apoiaram e tornaram este percurso muito mais ameno. Especialmente à AEISA, a minha segunda família ao longo destes anos.

Agradecer a mi familia, por el apoyo y amor incondicional que siempre demuestran hacia mí. Gracias, mamá, papá y hermana, los amo infinitamente.

Muchísimas gracias!!

“A resinagem do pinheiro-bravo é uma das maiores fontes de riqueza de Portugal”
como dizia JMS Fontes, em 1941!

Resumo

A resinagem desempenha um papel importante na fixação da população rural pela criação de emprego e contribui para uma economia mais sustentável. A diminuição da área de pinheiro-bravo, os efeitos das alterações climáticas e a dependência da indústria da importação de resina natural, cria oportunidade para se estudar a capacidade resinífera de espécies do género *Pinus* em Portugal continental. Após compilação de bibliografia, e tendo em consideração as espécies florestais existentes em Portugal, selecionaram-se seis espécies para constituírem a rede de parcelas permanentes de resina: pinheiro-bravo, pinheiro-manso, pinheiro-silvestre, pinheiro-larício, pinheiro-insigne e pinheiro-de-Alepo. O objetivo da rede é contribuir para o conhecimento sobre a resina, através da pesagem anual das produções, e identificar espécies com viabilidade de exploração resinífera. Nas campanhas 2023 e 2024 foram instaladas, respetivamente, 5 e 6 parcelas. As parcelas foram caracterizadas à instalação. Em cada uma das campanhas foram feitas as pesagens de resina. Foram identificados, por revisão bibliográfica, os fatores que afetam a produção de resina. Foram consideradas variáveis da árvore, povoamento e estação. A análise foi feita com os valores das pesagens das duas campanhas e por espécie. De um modo geral, árvores mais grossas apresentaram maiores produções de resina. O efeito da densidade do povoamento não foi evidente em todas as parcelas realçando a necessidade de se diversificar o conjunto de características das parcelas que integram a rede. A análise da produção de resina ao nível da espécie reforçou e confirmou o elevado poder resinífero do pinheiro-bravo nas zonas norte e centro (litoral e interior) do país. O pinheiro-larício apresentou produções baixas quando comparadas com as do pinheiro-bravo e pinheiro-silvestre, localizados na mesma região. O pinheiro-insigne, na região centro, também apresentou produções baixas. O pinheiro-de-Alepo confirmou a capacidade resinífera com produções altas e idênticas a algumas das parcelas de pinheiro-bravo.

Palavras-chave: Bioeconomia, género *Pinus*, Pinheiro-bravo, Resinagem, Resina Natural.

Abstract

Resin tapping plays an important role in maintaining rural populations by creating employment and contributing to a more sustainable economy. The decline in maritime pine forest area, the effects of climate change, and the industry's dependence on imported natural resin create an opportunity to study the resin producing capacity of *Pinus* species in mainland Portugal. After a literature review and considering the forest species present in Portugal, six species were selected to establish the network of permanent resin plots: Maritime pine, Stone pine, Scots pine, Corsican pine, Monterey pine, and Aleppo pine. The objective of this network is to contribute to knowledge on resin yield, through annual weighing, and to identify species with viable potential for resin tapping. In the 2023 and 2024 campaigns, five and six plots were established respectively. The plots were characterized at the time of establishment, and resin weighing was conducted in each campaign. A bibliographic review identified the factors affecting resin production, considering tree, stand, and site variables. The analysis was conducted using resin weight data from both campaigns and by species. Overall, larger trees showed higher resin yields. The effect of stand density was not evident in all the plots, highlighting the need to diversify the characteristics of the plots within the network. The species-level analysis of resin production reinforced and confirmed the high resin-yielding potential of maritime pine in the northern and central (coastal and inland) regions of the country. Corsican pine showed lower resin yields compared to Maritime and Scots pine in the same region. Similarly, Monterey pine in the central region also had low resin production. Aleppo pine confirmed its resin-producing capacity, with high yields comparable to some of the maritime pine plots.

Keywords: Bioeconomy, *Pinus* spp., Maritime pine, Resin tapping, Natural Resin.

Índice

Índice de Figuras.....	i
Índice de Quadros	iii
Lista de siglas e acrónimos	iv
1. Introdução	1
2. Objetivos	3
3. Espécies do género Pinus em Portugal continental.....	4
3.1 Caracterização das zonas ecológicas de Portugal continental	4
3.2 Caracterização das espécies do género Pinus utilizáveis em Portugal continental	6
3.3 Alterações climáticas e áreas florestais potenciais em Portugal continental.....	15
4. A resinagem	18
4.1 Resina e resinagem	18
4.2 Espécies do género Pinus e produções de resina no mundo	24
4.3 Produção de resina em Portugal continental	27
4.4 Fatores que influenciam a produção de resina.....	28
4.5 Inovação na componente floresta da fileira da resina	35
4.6 Contributos da resina natural no âmbito da bioeconomia.....	39
5. Metodologia.....	41
5.1 Revisão bibliográfica.....	41
5.2 Definição da rede de parcelas permanentes de resina	42
5.3 Monitorização da rede de parcelas permanentes de resina	44
5.4 Análise da produção de resina por espécie e relação com variáveis da árvore, do povoamento e da estação.....	45
6. Resultados e discussão.....	47
6.1 Revisão bibliográfica – plataforma Mendeley	47
6.2 Instalação e caracterização das parcelas permanentes de resina	47
6.3 Produções por parcela permanente e por espécie	55
6.4 Relação da produção de resina com variáveis da árvore, do povoamento e da estação	59
7. Conclusões	70
Referências bibliográficas	71
Glossário	85
ANEXOS	86

Índice de Figuras

Figura 1 – Grandes regiões de arborização em Portugal continental (carta elaborada por Almeida et al., 1999 com base em Albuquerque, 1954 e Alves, 1988. Disponível em Correia & Oliveira, 2003).....	4
Figura 2 – Mapa de distribuição do pinheiro-bravo na Europa (Caudullo et al., 2017).	7
Figura 3 – Mapa de distribuição do pinheiro-bravo em Portugal continental (adaptado ICNF, 2019; IFN6).	8
Figura 4 – Mapa de distribuição do pinheiro-manso na Europa (Caudullo et al., 2017).	10
Figura 5 – Mapa de distribuição do pinheiro-manso em Portugal continental (adaptado de ICNF, 2019; IFN6).	11
Figura 6 – Mapa de distribuição do pinheiro-larício na Europa (Caudullo et al., 2017).....	12
Figura 7 – Mapa de distribuição do pinheiro-silvestre na Europa (Caudullo et al., 2017).	13
Figura 8 – Mapa de distribuição do pinheiro-de-Alepo na Europa (Caudullo et al., 2017)....	14
Figura 9 – Representação esquemática da madeira de Pinus spp. com a rede de canais de resina horizontais e verticais (adaptado de Suzuki, 2004) (em Soares et al., 2024).	20
Figura 10 – Métodos de resinagem: (a) o francês, (b) o americano e (c) o alemão (adaptado de Cunningham, 2012 e Dominguez, 1948) (desenhos: Carrabs, J.A.).	22
Figura 11 – Método americano usado, atualmente, em Portugal.	22
Figura 12 – Métodos de resinagem com sistemas circulares descritos por Dominguez em 1948 e considerados, à época, inovadores: (a) Gilmer e (b) Bellini (adaptado de Dominguez, 1948) (desenhos: Carrabs, J.A.).....	23
Figura 13 – Produção de resina nacional à entrada da fábrica (mil toneladas por ano), período 1938 – 2023 (Fonte: INE).	28
Figura 14 – Produção média de resina em função do diâmetro da árvore, campanha 1931 (adaptado de Gameiro, 1935, citado por Fontes, 1941).....	31
Figura 15 – Produções de resina em povoamentos com três densidades diferentes (adaptado de Rodríguez-García, 2016).....	33
Figura 16 – Sistema fechado de recolha de resina – (a) ensaio do projeto RN21; (b) foto de José Carlos Rodrigues em CCPMP (2021).	36
Figura 17 – Chapas de alumínio usadas para identificar as árvores de cada parcela; as chapas são pregadas na base na árvore.	43
Figura 18 – Métodos de pesagem de resina em campo.	44
Figura 19 – Parcelas permanentes: a) pinheiro-bravo, nº1; b) pinheiro-larício, nº2; c) pinheiro-silvestre, nº3; d) pinheiro-bravo, nº4; e) pinheiro-insigne, nº11; f) pinheiro-manso, nº5; g) pinheiro-bravo (nº6); h) pinheiro-bravo (nº7); i) pinheiro-bravo (nº8); j) pinheiro-de-Alepo (nº9); l) pinheiro-de-Alepo (nº10).....	48
Figura 20 – Localização das parcelas permanentes de resina instaladas nas campanhas 2023 e 2024.	50

Figura 21 – Produção média de resina na 1ª pesagem (r1), 2ª pesagem (r2) e total (rT) e número de incisões realizadas antes de cada pesagem - campanha 2023. Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso.	58
Figura 22 – Produção média de resina na 1ª pesagem (r1), 2ª pesagem (r2) e total (rT) e número de incisões realizadas antes de cada pesagem - campanha 2024. Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne.....	58
Figura 23 – Gráficos de violino para a produção de resina nas campanhas 2023 e 2024 (Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne).....	59
Figura 24 – Relação entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção de copa nas campanhas 2023 (◊) e 2024 (•) (Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre).....	61
Figura 25 – Relação entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção de copa na campanha 2024 (Pb, pinheiro-bravo).	62
Figura 26 – Gráficos de violino para o diâmetro nas campanhas 2023 e 2024 (Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne).....	63
Figura 27 – Relação entre a produção de resina e o diâmetro na totalidade das parcelas de pinheiro-bravo.	63
Figura 28 – Relação entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção de copa na campanha 2024 (Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne).....	64

Índice de Quadros

Quadro 1 – Caracterização das grandes regiões com influência atlântica (adaptado de Correia & Oliveira, 2003).....	5
Quadro 2 – Caracterização das grandes regiões com influência mediterrânica (adaptado de Correia & Oliveira, 1999).	6
Quadro 3 – Produção média anual e por árvore de resina das cinco espécies do género Pinus mais produtoras de resina a nível mundial	25
Quadro 4 – Produções médias anuais de resina, por árvore, para as espécies do género Pinus seleccionadas e presentes em Portugal continental.	26
Quadro 5 – Localização das parcelas permanentes de resina instaladas na campanha 2023.	49
Quadro 6 – Localização das parcelas permanentes de resina instaladas na campanha 2024.	49
Quadro 7 – Média das variáveis climáticas das Estações Meteorológicas Automáticas mais próximas de cada parcela nas campanhas 2023 e 2024 (Fonte: IPMA).	51
Quadro 8 – Características topográficas e de solo das parcelas permanentes.....	53
Quadro 9 – Caracterização das parcelas permanentes de resina, com o inventário feito no momento de instalação das parcelas.	54
Quadro 10 – Início e fim da campanha, número de renovas e produção média por pesagem, por árvore (1 fiada) e por hectare - campanha 2023.....	56
Quadro 11 – Início e fim da campanha, número de renovas e produção média por pesagem, por árvore (1 fiada) e por hectare - campanha 2024.....	57
Quadro 12 – Matrizes de correlação para as variáveis da árvore produção de resina, diâmetro, altura total e proporção de copa, por parcela ou conjunto de parcelas.	66
Quadro 13 – Matriz de correlação para as variáveis da árvore produção de resina, diâmetro, altura total e proporção de copa – conjunto de parcelas de pinheiro-bravo.	67
Quadro 14 – Sumário da seleção de variáveis stepwise para a produção de resina considerando todas as parcelas de pinheiro-bravo e as pesagens feitas no ano de instalação das parcelas.....	68

Lista de siglas e acrónimos

AFN	Autoridade Florestal Nacional
CCPMP	Centro de Competências do Pinheiro-Manso e Pinhão
CESE	Conselho Ensino Superior Empresa
COS	Carta de Ocupação do Solo
dap	Diâmetro à Altura do Peito (medido a 1.30 m de altura do solo)
DGADR	Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural
DGT	Direção-Geral do Território
EMA	Estação Meteorológica Automática
EPIC	<i>Ecological Planning, Investigation and Cartography</i>
ETP	Evapotranspiração Potencial
FIV	Fator de Inflação da Variância
GEE	Gases de Efeito de Estufa
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas
IFN	Inventário Florestal Nacional
IFN4	4º Inventário Florestal Nacional
IFN5	5º Inventário Florestal Nacional
IFN6	6º Inventário Florestal Nacional
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
PMDFCI	Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios
PRR	Plano de Recuperação e Resiliência
RCPs	<i>Representative Concentration Pathways</i>
RESIPINUS	Associação de Destiladores e Exploradores de Resina
RN21	Projeto Integrado Inovação na Fileira da Resina Natural Para Reforço da Bioeconomia Nacional
SNIS	Sistema Nacional de Informação do Solo

1. Introdução

Num cenário de alterações globais marcado pela necessidade de minimizar os efeitos das alterações climáticas e fomentar a transição para uma economia mais sustentável e circular, a resina natural assume um papel importante. O Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), apresentado pelo Estado Português, inclui um orçamento de 145 milhões de euros para investir na aceleração da produção de produtos de alto valor acrescentado a partir de recursos biológicos (criando uma alternativa aos materiais de base fóssil) e fomentando uma bioeconomia sustentável. O PRR foca-se em três fileiras de setores de atividade económica nacional – têxtil, calçado e resina natural. No setor da resina o objetivo é fomentar a produção nacional, permitindo um autoabastecimento da indústria, uma redução dos riscos de incêndio em complemento ao incentivo à adesão ao projeto do resineiro vigilante da RESIPINUS com o ICNF, o desenvolvimento rural com a fixação de postos de trabalho com a resinagem, o aumento da sustentabilidade da indústria de transformação e uma campanha de promoção da resina.

Em Portugal, em 1857, inicia-se a resinagem no Pinhal de Leiria, com a exploração de resina em pinheiros-bravos em pé (Radich, 1995). Nos anos 70 do século XX, Portugal ocupava uma posição de destaque mundial como país produtor de resina natural, sendo o segundo maior exportador de resina (Ferreira, 2017) – o terceiro, segundo outras fontes (Santos *et al.*, 2013) – e um dos líderes globais na produção desta matéria-prima (Lopes, 2011). Naquela época, o país produzia cerca de 22 vezes mais resina do que nos dias atuais (INE, 2024), um contraste impressionante impulsionado, entre outros fatores, pela concorrência internacional e ocorrência de incêndios florestais, os quais resultaram na diminuição da área de pinheiro-bravo (Palma *et al.*, 2012).

Segundo o último inventário florestal nacional (IFN6), o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) é a espécie resinosa com maior área em Portugal continental, ocupando 713 mil hectares (ICNF, 2019). Ao longo dos últimos 50 anos, a área ocupada por esta espécie tem diminuído, devido aos incêndios florestais, uma ameaça agravada pelas alterações climáticas (Alegria *et al.*, 2023), associadas ao aumento progressivo da temperatura e à redução da precipitação, em conjunto com fenómenos extremos. Este cenário faz antever uma alteração na localização das áreas das espécies florestais. Para o pinheiro-bravo, espera-se a redução da área em Portugal continental com alteração geográfica em relação à distribuição atual (Pereira *et al.*, 2006) (Anexo I). Estando a produção nacional de resina focalizada maioritariamente no pinheiro-bravo, justifica-se conhecer o potencial resinífero, quantificando a produção de resina

de outras espécies do género *Pinus* existentes no nosso país e presentes em locais com características edafoclimáticas diversas.

A resina produzida por de outras espécies do género *Pinus*, para além do pinheiro-bravo e pinheiro-manso, não é quantificada nem distinguida e tem pouca representação em Portugal. Este trabalho tem por objetivo principal contribuir para o conhecimento da produção de resina de espécies do género *Pinus* em Portugal continental e enquadra-se no âmbito do Projeto Integrado RN21 – Inovação na fileira da resina natural para reforço da bioeconomia nacional.

2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral aumentar o conhecimento sobre a produção de resina em espécies do género *Pinus*. Definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Compilação da informação bibliográfica disponível em teses académicas, artigos científicos, revistas técnicas, relatórios de projeto e documentos de divulgação técnica; estas referências são organizadas na plataforma *online Mendeley* e, sempre que possível, é disponibilizado o documento em formato PDF.
- Fazer uma revisão bibliográfica sobre a produção de resina em espécies do género *Pinus* existentes em Portugal continental.
- Fazer uma revisão bibliográfica sobre os fatores que afetam a produção de resina considerando, separadamente, os elementos “árvore”, “povoamento” e “estação – características edafoclimáticas”.
- Definir uma rede de parcelas permanentes de resina em Portugal continental.
- Monitorizar a produção de resina nas parcelas permanentes e nas campanhas 2023 e 2024.
- Analisar e relacionar a produção de resina com as variáveis dendrométricas da árvore, do povoamento e da estação.
- Identificar espécies de *Pinus* com potencial interesse e viabilidade de exploração resinífera em Portugal continental.

3. Espécies do género *Pinus* em Portugal continental

3.1 Caracterização das zonas ecológicas de Portugal continental

Em Portugal continental podemos encontrar duas grandes regiões com distintas influências climáticas: a região atlântica e a região mediterrânica (Correia & Oliveira, 1999, 2003). Estas regiões subdividem-se em 12 zonas com características climáticas próprias (Figura 1).

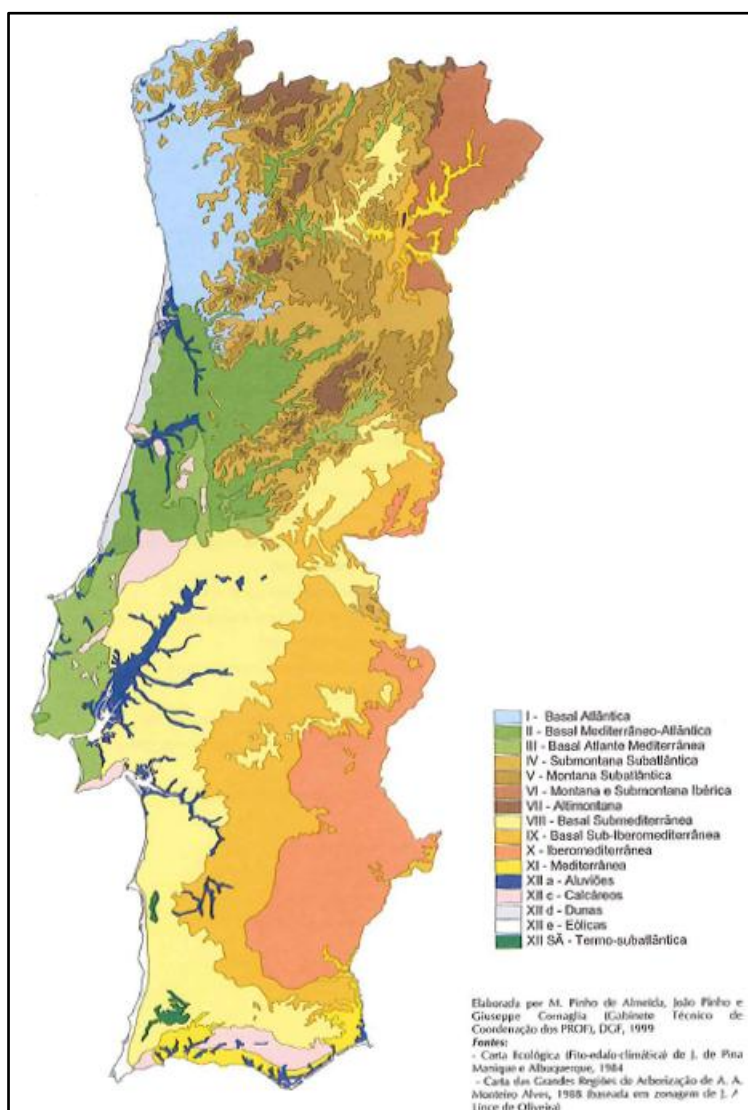


Figura 1 – Grandes regiões de arborização em Portugal continental (carta elaborada por Almeida *et al.*, 1999 com base em Albuquerque, 1954 e Alves, 1988. Disponível em Correia & Oliveira, 2003).

As regiões de influência atlântica são caracterizadas pela intensa atividade agrícola e a maior produtividade florestal, como resultado da menor duração e intensidade da secura estival. Encontram-se maioritariamente a norte do rio Tejo e coexistem no interior com zonas onde existe alguma influência ibérica. Entre regiões com influência atlântica podemos encontrar a basal atlântica, basal mediterrâneo-atlântica, basal atlante mediterrânica, submontana subatlântica, montana subatlântica, montana ibérica, altimontana e as zonas edafoclimáticas com condicionantes ecológicas (aluviões, dunas e calcários) (Quadro 1).

Quadro 1 – Caracterização das grandes regiões com influência atlântica (adaptado de Correia & Oliveira, 2003).

Regiões (*)		Precipitação média anual (mm)	Temperatura média anual (°C)	Espécies indicadas (<i>Pinus</i> spp.)
Basal atlântica (I)		1000-2400	12.5-16	<i>P. pinaster</i> ; <i>P. radiata</i>
Basal mediterrâneo-atlântica (II)		700-1200	12.5-17.5	<i>P. pinaster</i> ; <i>P. radiata</i>
Basal atlante mediterrânica (III)		500-1400	7.5-16	<i>P. pinaster</i> ; <i>P. radiata</i>
Submontana subatlântica (IV)		600-2000	7.5-15	<i>P. pinaster</i> ; <i>P. radiata</i> ; <i>P. nigra</i>
Montana subatlântica (V)		1,000-1800	7.5-15	<i>P. sylvestris</i> ; <i>P. radiata</i> ; <i>P. nigra</i>
Montana ibérica (VI)		700-1200	7.5-16	<i>P. nigra</i>
Altimontana (VII)		>2200	>10	<i>P. sylvestris</i> ; <i>P. radiata</i>
Edafoclimáticas	Aluviões (XII a)	Solos agrícolas, férteis e profundos		-
	Dunas (XII d)	Fixação dunas marítimas		<i>P. pinaster</i> ; <i>P. pinea</i>
	Calcários (XII c)	Calcário ativo no solo		<i>P. halepensis</i>

(*) correspondência com a legenda da Figura 1.

Relativamente às regiões com influência mediterrânica podemos encontrar as zonas submediterrânica, subiberomediterrânica, iberomediterrânica, mediterrânica e as zonas edafoclimáticas com condicionantes ecológicas (aluviões, dunas e eólicas) (Quadro 2). Estas regiões estão situadas predominantemente a sul do rio Tejo e em locais específicos do interior norte e centro. Nestas regiões situam-se algumas zonas onde a arborização se vê condicionada. A secura estival intensa com solos pobres em matéria orgânica e fraca

capacidade de retenção de água, conjugado com o risco de erosão médio a muito elevado, condiciona a quantidade de espécies presentes nestas regiões e tolerantes a estas condições (Correia & Oliveira, 1999). Themudo & Carneiro (1958), referem que a região mediterrânea é “privilegiada” para a produção de resina de pinheiro das espécies: *P. pinaster*, *P. halepensis*, *P. nigra* e *P. pinea* e de outras da flora indígena ou facilmente adaptáveis.

Quadro 2 – Caracterização das grandes regiões com influência mediterrânica (adaptado de Correia & Oliveira, 1999).

Regiões (*)		Precipitação média anual (mm)	Temperatura média anual (°C)	Espécies indicadas (<i>Pinus</i> spp.)
Submediterrânica (VIII)		550-900	15-18	<i>P. pinaster</i> ; <i>P. pinea</i>
Subiberomediterrânica (IX)		500-700	15.2-17.5	<i>P. pinea</i>
Iberomediterrânica (X)		400-600	16-18.5	<i>P. pinea</i> ; <i>P. halepensis</i>
Mediterrânica (XI)		300-600	16-18	<i>P. pinea</i> ; <i>P. halepensis</i>
Edafoclimáticas	Aluviões (XII a)	Solos agrícolas, férteis e profundos		-
	Dunas (XII d)	Fixação dunas marítimas		<i>P. pinaster</i> ; <i>P. pinea</i>
	Eólicas (XII e)	Ventos fortes e salinos		<i>Pinus</i> spp.

(*) correspondência com a legenda da Figura 1.

3.2 Caracterização das espécies do género *Pinus* utilizáveis em Portugal continental

Em Portugal continental existem três espécies indígenas do género *Pinus*: a *P. pinaster* Aiton, a *P. pinea* L. e a *P. sylvestris* L. (ICNF, 2022). As duas primeiras ocorrem de maneira predominante (formam extensos povoamentos distribuídos ao longo do país); já a *P. sylvestris* tem uma ocorrência frequente (disseminada em diversos tipos de formações, em várias regiões do país). Existem também espécies exóticas não-invasoras do género *Pinus*, como o caso da *P. nigra*, *P. halepensis* e *P. radiata*. As duas primeiras ocorrem de maneira abundante (formando extensos povoamentos em regiões ou localidades restritas, ou que ocorrem disseminadas em diversos tipos de povoamentos numa extensa área de distribuição). A *P. radiata* tem uma ocorrência frequente (semelhante à *P. sylvestris*) (Anexo II) (ICNF, 2022).

De seguida apresentam-se resumidamente as espécies de *Pinus* envolvidas neste trabalho:

***Pinus pinaster* Ait. (pinheiro-bravo)**

Encontra-se distribuída nas áreas de influência mediterrânea da França, Córsega, Espanha, Itália, Sardenha e Sicília, bem como nas regiões de influência atlântica da França, Espanha e Portugal (Alves, 1982) (Figura 2). É uma espécie autóctone em Portugal continental e a sua distribuição abrange a faixa litoral desde a bacia do Tejo e Sado até ao rio Minho (Figura 3). Migra para o interior nas regiões centro e norte, onde pode ser encontrada a altitudes entre os 700 e 900 m (Oliveira *et al.*, 2000).

O pinheiro-bravo é uma espécie de crescimento rápido, pioneira e intolerante ao ensombramento. Em Portugal, tem sido amplamente utilizada na arborização de áreas com baixa fertilidade e em cordilheiras montanhosas do norte e centro (Correia & Oliveira, 2003). Apresenta uma notável capacidade de colonização em várias condições edáficas, exceto em solos com calcário solúvel (com elevado pH), solos hidromórficos ou com drenagem deficiente, sendo suscetível à compactação e ao encharcamento (Alves, 1982; Silva, 2007).

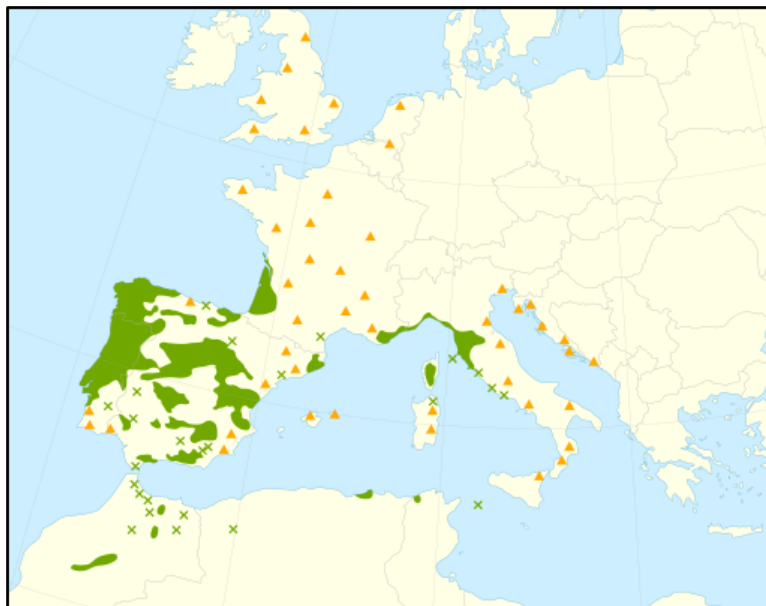


Figura 2 – Mapa de distribuição do pinheiro-bravo na Europa (Caudullo *et al.*, 2017).

O pinheiro-bravo tem preferência por áreas de influência atlântica, com o seu ótimo climático nas zonas Basal Mediterrâneo-atlântica, Basal Atlante-mediterrânica e Basal submediterrânica (Quadro 1). A sua área de distribuição em Portugal continental apresenta

valores de precipitação média anual de 800 mm (dos quais 100 mm na estação seca) (Correia *et al.*, 2007) e regiões que correspondem, geralmente, a temperaturas médias anuais entre os 13 e 15°C, com temperatura média igual ou inferior a 20°C no mês mais quente e entre 8 e 10°C no mês mais frio. É sensível ao frio e dias consecutivos com temperaturas inferiores a -15°C causam-lhe a morte. Sofre limitações a partir dos 800-900 m de altitude, encontrando o seu ótimo até aos 400 m. Relativamente à precipitação, prefere zonas com valores médios anuais não inferiores a 800 mm, com um mínimo de 100 mm na estação seca ou acesso à toalha freática. As agulhas novas têm limitações às geadas de primavera (Correia & Oliveira, 2003; Correia *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2012).

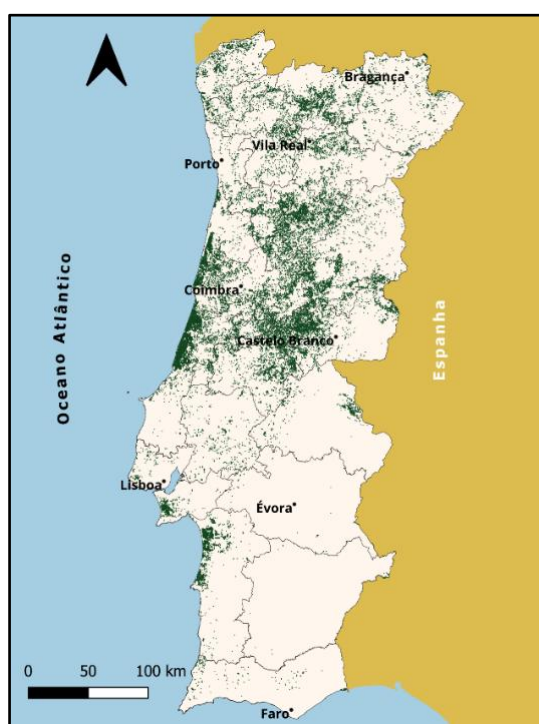


Figura 3 – Mapa de distribuição do pinheiro-bravo em Portugal continental (adaptado ICNF, 2019; IFN6).

Devido às suas modestas exigências, esta espécie demonstra um grande interesse na colonização e aproveitamento de solos pobres e secos, muitas vezes negligenciados devido à sua difícil e precária utilização. Este tipo de solo tem elevada expressão no território nacional (70%, aproximadamente) (Costa, 1985b). A instalação do pinheiro-bravo permite o melhoramento dos solos onde se desenvolve, aos quais era difícil dar outro aproveitamento (Cruz, 1966). É a principal espécie utilizada para a extração de resina em Portugal continental.

O período com maior expansão do pinhal de pinheiro-bravo correspondeu às primeiras décadas do século XX, em que passou de 430 mil hectares, em 1902, para mais de 1 milhão

de hectares, a partir de 1928, tendência que se manteve ao longo do século (ICNF, 2019; Radich & Alves, 2000). Nos últimos inventários, a área de pinheiro-bravo tem vindo a diminuir, mais concretamente, desde 1995 (IFN2, 1968-1980), em que era a espécie florestal com maior área em Portugal continental, ocupando 978 mil hectares. Entre 2005 e 2015, observou-se uma desaceleração na perda de área; no entanto, persiste a diminuição (ICNF, 2019). As causas são várias:

- Frequência e recorrência dos fogos rurais; 49.6% da área florestal ardida em 2017 era pinhal bravo e muita da área ardida já tinha ardido nos 20 anos anteriores (Guerreiro *et al.*, 2022). Alegria (2022) refere que, devido aos curtos ciclos dos fogos rurais na região de Sarnadas de S. Simão, no centro de Portugal, o pinheiro-bravo perdeu a sua capacidade de regeneração natural.

- Dimensão da propriedade florestal; a floresta de pinheiro-bravo localiza-se, maioritariamente, nas zonas norte e centro do País, caracterizadas pelo minifúndio, limitando e dificultando a gestão (Correia *et al.*, 2007; DGT, 2019).

- Êxodo rural e pressão urbana, que causou a desertificação do interior do País, dificultando a gestão do pinhal pela ausência dos proprietários e pela falta de mão-de-obra (Mendes, 2007).

- Presença de pragas e doenças, com destaque para o Nemátodo da Madeira-do-Pinheiro (NMP), *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle, causador da doença de murchidão-dos-pinheiros. Outras pragas importantes incluem o gorgulho-pequeno do pinheiro (*Pissodes castaneus* De Geer), um perfurador do tronco, e a processionária-do-pinheiro (*Thaumetopea pityocampa* Denis & Schiffermüller), um desfolhador (Vasconcelos *et al.*, 2008).

- Substituição por espécies de rápido crescimento como o eucalipto, espécie que partilha condições ecológicas idênticas às do pinheiro-bravo (Alves, 1982).

- Idade avançada dos proprietários florestais de área de pinheiro-bravo – 67% com 60 anos ou mais, em 2000 (Baptista & Santos, 2005).

- Desconhecimento e/ou pouca instrução dos proprietários – 81% dos proprietários com o 1º ciclo (4ª classe) ou nenhuma instrução, em 2000 (Baptista & Santos, 2005).

***Pinus pinea* L. (pinheiro-manso)**

Espécie marcadamente mediterrânea, com elevada representatividade ao sul do rio Tejo, embora presente por todo o país, sendo espontânea e cultivada de norte a sul. Distribui-se na Europa desde Portugal à Turquia, predominante na Península Ibérica (Figura 4). A sul do rio Tejo, encontra as condições edafoclimáticas mais propícias para o seu desenvolvimento (Rocha *et al.*, 1998; Calaim, 2015; Campôa, 2018). Em Portugal continental, distribui-se no Noroeste, Centro, Sudoeste, Algarve e com predominância a sul do rio Sado, contudo, a Península de Setúbal destaca-se como a área onde tem maior expressão (Figura 5). Desenvolve-se em regiões quentes e secas, onde o pinheiro-bravo não prospera, como por exemplo, nas charnecas áridas a sul do Tejo (Cruz, 1966; Costa, 1990).

Segundo o IFN6, é a segunda espécie resinosa com maior área em Portugal continental, ocupando 193 mil hectares. Apresenta uma evolução positiva de área ao longo dos anos, tendo vindo a aumentar desde 1995 (120 mil hectares) (ICNF, 2019).

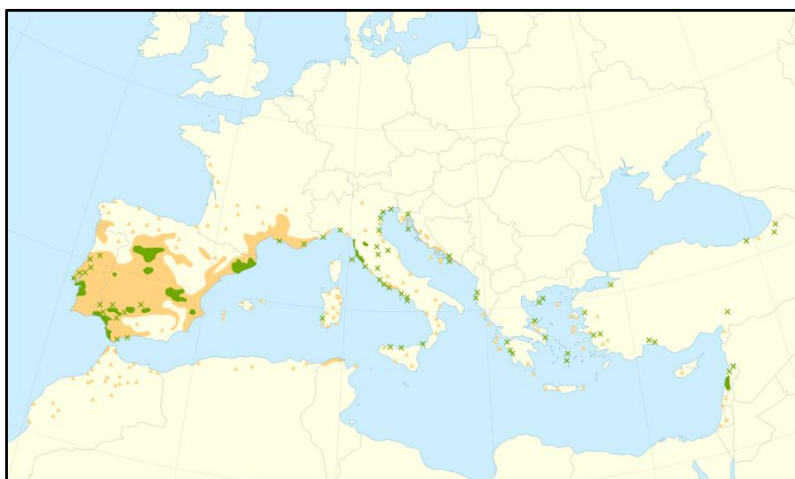


Figura 4 – Mapa de distribuição do pinheiro-manso na Europa (Caudullo *et al.*, 2017).

O pinheiro-manso tem preferência por áreas de influência mediterrânea, onde encontra o seu ótimo climático (Quadro 2), distribuindo-se pelos bioclimas mediterrânicos húmidos e sub-húmidos de invernos temperados e frios, assim como nos semiáridos e super-húmidos, onde apresenta menor crescimento (Correia & Oliveira, 1999). É uma espécie “claramente” termófila e muito heliófila, suporta frios não muito intensos e secura. No entanto exige temperaturas médias anuais superiores a 10-11°C. Desenvolve-se em zonas com pluviosidade anual entre 400 e 800 mm, correspondendo a situações de elevada secura, no período estival (CESE, 1996; Pestana, 2016). Prefere solos soltos ou arenosos e frescos -

siliciosos, graníticos e xisto-siliciosos -, mas adapta-se bem a outros tipos, nomeadamente, calcários amenos (Costa, 1990; CESE, 1996). Toler a solos mais robustos, desde que não sejam muito argilosos, mas não se desenvolve bem em solos muito compactos e húmidos. Cresce em boas condições desde as dunas do litoral até altitudes de 1000 metros, no sul do país; no norte, porém, só prospera a altitudes inferiores, devido à sua sensibilidade ao frio e pouca resistência à neve (Costa, 1990).

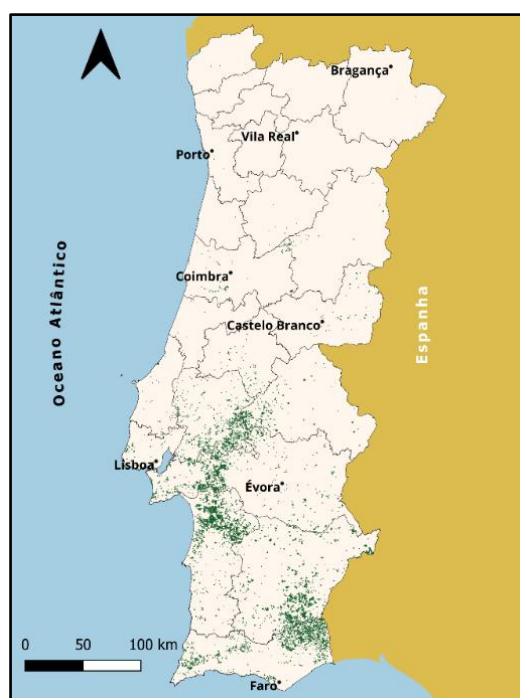


Figura 5 – Mapa de distribuição do pinheiro-mansu em Portugal continental (adaptado de ICNF, 2019; IFN6).

***Pinus nigra* Arnold (pinheiro-larício)**

O pinheiro-larício é originário da Córsega, Calábria e Sicília. É uma espécie das regiões Mediterrânica e Adriática, caracterizadas por consideráveis variações geográficas, que originam subespécies e variedades distintas (Figura 6). Encontra-se em várias áreas ao norte do Tejo, quer em povoamentos puros ou mistos, associada a folhosas e resinosas. Também tem utilização ornamental (Louro, 1982; Costa, 1985a).

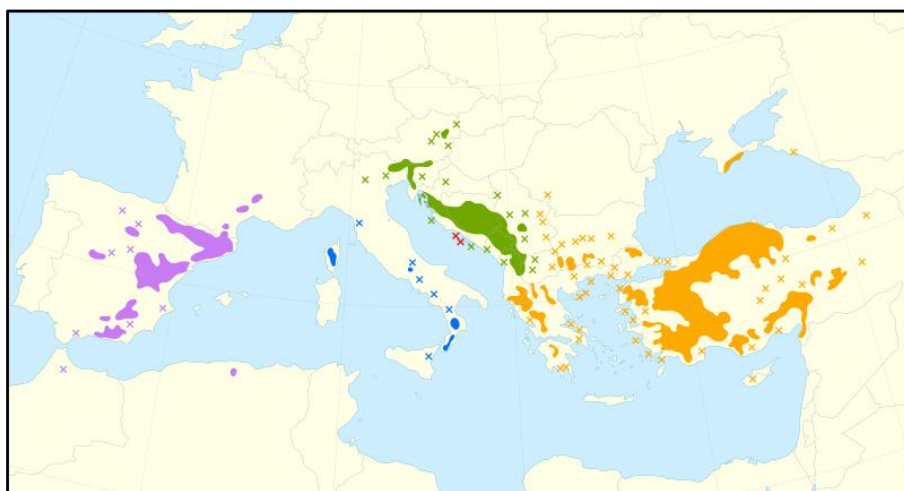


Figura 6 – Mapa de distribuição do pinheiro-larício na Europa (Caudullo *et al.*, 2017).

O pinheiro-larício tem preferência por áreas de influência atlântica, com o seu ótimo climático nas zonas Submontana subatlântica, Montana subatlântica e Montana ibérica (Quadro 1) (Correia & Oliveira, 2003). A espécie regista um predomínio subatlântico, situando-se em altitudes entre os 600 e 1500 m, com ótimos entre os 1000 e 1300 m, caracteriza-se por situar-se em estações com precipitação média anual entre 500 e 2400 mm e temperatura média anual de 9-10°C, com médias da temperatura mínima mensal (de dezembro a março) sempre positivas. Desenvolve-se bem em solos siliciosos, desde que com boa drenagem, mas prefere solos argilosos (Alves, 1982; Louro, 1982). Desenvolve-se bem em solos calcários (onde se aconselha a sua utilização) (Costa, 1985a). Em Portugal, foi introduzida principalmente a subespécie *corsicana* da *ssp. laricio* e em menor escala a forma *calabrica* da *spp. laricio*, a *ssp. nigra* e a *spp. salzmannii* (Alves, 1982).

***Pinus sylvestris* Linnaeus (pinheiro-silvestre)**

O pinheiro-silvestre ou pinheiro-de-casquinha é uma espécie indígena de altitude, originária das regiões frias da Europa e Ásia aparecendo em zonas de altitude no sul da Europa (Figura 7) (AFN, 2012). Em Portugal continental é considerada espontânea na Serra do Gerês e na Serra da Estrela, acima dos 1000 m de altitude. Aparecem também povoamentos nas Serras da Peneda, Larouco, Cabreira, Padrela, Marão, Montesinho, Nogueira e Montemuro (Costa, 1985a; Goes, 1991; AFN, 2012). No passado, foi utilizada na arborização de baldios serranos (Costa, 1985a).



Figura 7 – Mapa de distribuição do pinheiro-silvestre na Europa (Caudullo *et al.*, 2017).

O pinheiro-silvestre tem preferência por áreas de influência atlântica e encontra o seu ótimo climático nas zonas Montana subatlântica e Altimontana (Quadro 1) (Correia & Oliveira, 2003). É uma espécie que suporta bem os frios de inverno e grandes amplitudes térmicas. Vegeta com temperatura média anual entre 4 e 12°C, com ótimo entre 6 e 9°C. Desenvolve-se com uma precipitação média anual entre 700 e 1300 mm (Correia & Oliveira, 2003). É uma das espécies florestais menos exigentes em relação ao solo, considerada no estrangeiro (França e Espanha) como “a providência dos terrenos pobres” (Costa, 1985a). No entanto, tem preferência por solos ligeiros e ácidos; com desenvolvimento precário em solos turfosos ou muito compactados (Correia & Oliveira, 2003).

***Pinus halepensis* Miller (pinheiro-de-Alepo)**

O pinheiro-de-Alepo é uma espécie exótica em Portugal continental. Foi introduzida para a arborização de regiões calcárias e para a formação de cortina de abrigo, tendo em vista proteger outras espécies cultivadas mais para o interior (Costa, 1985a). É uma espécie predominante na bacia do mediterrâneo, largamente distribuída desde Espanha e Marrocos até à Grécia (Figura 8) (Alves, 1982). A sua presença em Portugal é reduzida, com predominância em zonas de calcários (Correia & Oliveira, 1999). Desenvolve-se nas Serras de Montejunto, Arrábida, Candeeiros e Aires; no Sul, principalmente no Algarve; e no Centro, distritos de Santarém e Lisboa, predominantemente na Costa do Sol (Costa, 1985a).



Figura 8 – Mapa de distribuição do pinheiro-de-Alepo na Europa (Caudullo *et al.*, 2017).

O pinheiro-de-Alepo tem preferência por áreas de influência mediterrânica, onde encontra o seu ótimo climático nas regiões Iberomediterrânica, Mediterrânica e Calcários (Quadro 1; Quadro 2) (Correia & Oliveira, 1999). Tem carácter termófilo, xerófilo e heliófito (Alves, 1982). Desenvolve-se em zonas com temperatura média anual entre 11 e 19°C, apresentando média das mínimas, no mês mais frio, entre -2 e 6°C e máximas, do mês mais quente, entre 27 e 32°C. É sensível às baixas temperaturas. O seu ótimo de precipitação média anual está entre os 350 e 700 mm, podendo-se desenvolver entre os 200 e 1500 mm. É uma espécie muito rústica, consegue desenvolver-se em solos esqueléticos e muito pedregosos (Correia & Oliveira, 1999).

***Pinus radiata* D. Don (pinheiro-insigne)**

O pinheiro-insigne é uma espécie originária da América do Norte, destacando-se na Península de Monterey e a sul de São Francisco e da Baía de São Simeão. É uma espécie exótica em Portugal continental e é utilizada como planta ornamental e como espécie florestal nas Serras do norte do país. Desenvolve-se satisfatoriamente nas Serras de Sintra, Monchique e Montejunto, assim como na faixa litoral com melhores condições de humidade. Antigamente também era usado na Mata Nacional de Leiria (Costa, 1985a; AFN, 2012). A zona litoral mais favorável é a norte da Figueira da Foz, até 400 m de altitude (Alves, 1982).

O pinheiro-insigne tem preferência por áreas de influência atlântica e encontra o seu ótimo climático em todas as regiões menos na Montana ibérica (Quadro 1) (Correia & Oliveira, 2003). É uma espécie calcífuga, prefere solos arenosos ou argilosos com boa drenagem, frescos e fundos. Desenvolve-se em zonas litorais e é resistente a elevadas temperaturas e ventos marítimos fortes. No entanto, sofre com baixas temperaturas e geadas durante o período vegetativo (Costa, 1985a; AFN, 2012). Prefere um clima com precipitação média anual de 425-875 mm (dos quais 70 a 75% no inverno). Com temperatura média mínima do mês mais frio de 10-11°C e a máxima do mês mais quente de 16.5-18.2°C. Apesar de estar instalada em vários tipos de solos, prefere os solos fundos, frescos e bem drenados, não se adaptando a terrenos encharcados (Alves, 1982).

3.3 Alterações climáticas e áreas florestais potenciais em Portugal continental

As atividades humanas têm contribuído para o aumento das emissões de gases com efeito de estufa, alterando o clima global. Para avaliar os potenciais impactos das alterações climáticas, foram desenvolvidos cenários climáticos, os quais são representações plausíveis e, muitas vezes, simplificadas do clima futuro, com base num conjunto internamente consistente de relações climatológicas (IPCC 2014). Estes cenários são utilizados para investigar as potenciais consequências das alterações climáticas antropogénicas, muitas vezes servindo como entrada para modelos de impacto (IPCC, 2014). No âmbito do projeto CMIP5 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*) foram definidos 4 cenários RCPs - *Representative Concentration Pathways*. Estes cenários descrevem projeções para as emissões e concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa, bem como para as emissões de poluentes atmosféricos e uso do solo, para o século XXI. Os RCPs incluem um cenário otimista - o RCP2.6, de baixas emissões de gases de efeito de estufa (GEE) -, que contempla medidas de mitigação rigorosas face ao aquecimento global, dois cenários intermédios - o RCP4.5 e o RCP6.0, de estabilização de médias emissões de GEE - com

políticas de mitigação moderadas e o RCP8.5, com elevadas emissões antropogénicas de GEE e ausência de medidas eficazes de mitigação. Estes cenários são ferramentas essenciais para compreender as possíveis trajetórias das alterações climáticas e orientar a criação de políticas que visem mitigar os seus efeitos (IPCC, 2014).

Com o aumento previsto na frequência e intensidade dos incêndios, espera-se que a área de distribuição do pinheiro-bravo continue a diminuir. As projeções para 2070, baseadas nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, indicam uma redução significativa da área potencial e uma diminuição da produtividade da espécie (Alegria *et al.*, 2023). Projetos como o SIAM II (www.cimac.pt/wp-content/uploads/2020/07/PIAAC-AC_Bibliografia_Projeto_SIAMI_2006.pdf), estimam a redução da área de pinheiro-bravo baseada no modelo HadRM2-IS92-a caracterizado pelo aumento da temperatura, a redução da precipitação anual e a concentração da mesma no Inverno, com um período de secura estival prolongado, aumentando a sua intensidade (Pereira *et al.*, 2006).

Em Espanha, observou-se uma diminuição generalizada no crescimento do pinheiro-bravo a partir da década de 1970 coincidindo com um aumento da temperatura e uma redução da precipitação. No entanto, nas regiões com influência Atlântica (com condições climáticas mais frescas e húmidas) esta diminuição não se verificou (Moreno-Fernández *et al.*, 2024). Este estudo espanhol, conclui que as populações localizadas no sul apresentam maior grau de diminuição no crescimento do que as localizadas no norte. Com o aumento previsto das temperaturas, este declínio pode agravar-se.

Estudos sobre a resposta do pinheiro-bravo em regiões do sul de Portugal indicam que, embora o aumento da temperatura mínima possa, nalguns casos, beneficiar o crescimento radial, os *déficits* hídricos prolongados tendem a limitar significativamente essa aparente vantagem. Isso é especialmente preocupante em áreas como o Alentejo, que atualmente já enfrentam condições semiáridas (Kurz-Besson *et al.*, 2016). No caso de condições mais áridas, a *P. halepensis*, por exemplo, já demonstrou ser uma alternativa viável em condições de seca, como observado na Grécia, sendo também uma espécie boa produtora de resina (Tsaktsira *et al.*, 2023), com produções entre 1.7 e 3.3 kg/árv/ano (Tsoumis, 1993, citado por Tsaktsira *et al.*, 2023). Comparando o pinheiro-de-Alepo com o pinheiro-larácio, em termos de sensibilidade climática e resiliência a eventos extremos, a *P. halepensis* apresenta maiores taxas de crescimento e maior tolerância à secura (Jevšenak & Saražin, 2023).

O impacto das alterações climáticas na floresta torna essencial a definição de estratégias de adaptação florestal, como é o caso da exploração de outras espécies de pinheiros mais adaptadas e, simultaneamente, boas produtoras de resina. No projeto

PTDC/AUR-URB/119340/2010, cujos resultados são apresentados em Magalhães (2016), foram determinados os diferentes tipos de aptidão ecológica para as espécies predominantes das florestas portuguesas. Daqui resultaram mapas para a *P. pinaster*, a *P. pinea* e a *P. sylvestris*, disponíveis na plataforma *WebGIS EPIC* (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt>). Para estas espécies foi determinada a aptidão à instalação de povoamentos (Anexos III, IV e V). Os modelos bioclimáticos utilizados para desenvolver as aptidões tinham os seguintes pressupostos: os fatores ambientais determinantes da distribuição dos ótimos ecológicos das espécies são de carácter bioclimático e litológicos/pedológicos; a distribuição atual das espécies corresponde maioritariamente aos intervalos bioclimáticos e litológicos/pedológicos ótimos; a componente de distribuição das espécies que resulta da evolução histórica da paisagem está, aproximadamente, dentro dos limites referidos nos pressupostos anteriores. O modelo escolhido para o pinheiro-bravo foi o *CART - Classification and Regression Trees* - alterado manualmente com variáveis climáticas. O resultado obtido foi considerado aceitável; já para o pinheiro-manso e pinheiro-silvestre, foi eleito o modelo VNP. Adicionalmente, também foi desenvolvida a aptidão integrada às espécies arbóreas que integra as Cartas de Aptidão Bioclimática (acima referidas) e a Carta de Aptidão Edafomorfológica à Silvicultura (parcialmente dependente das condições de solo, morfologia do terreno e declive). O pinheiro-bravo, pinheiro-manso e pinheiro-silvestre encontram-se nas Classes de Aptidão “Silvicultura de Conservação do Solo e da Água” e “Silvicultura Indiferenciada” (Magalhães, 2016) (Anexos III, IV e V).

Finalmente, neste estudo foi efetuada a avaliação da aptidão integrada relativamente à ocupação atual do solo (ano 2007), limitada pela existência de classes correspondentes na COS. Estas avaliações só foram elaboradas, entre os pinheiros, para o pinheiro-bravo e pinheiro-manso. Tendo em consideração a existência de sobreposições entre as áreas de possível expansão para cada espécie, foram formuladas algumas recomendações, nomeadamente, a redução da área de pinheiro-bravo nas áreas sem aptidão e o aumento nas áreas com aptidão, em floresta mista e com a introdução de medidas silvo-ambientais. Quanto ao pinheiro-manso, poderá expandir-se para áreas com aptidão, sendo a 3ª espécie deste estudo com maior potencial de expansão, em termos relativos (sendo ultrapassada pela alfarrobeira e pelo castanheiro) (Magalhães, 2016).

4. A resinagem

4.1 Resina e resinagem

A resina natural é uma matéria-prima que tem acompanhado a humanidade desde o seu início. Os antigos egípcios utilizavam a resina para embalsamar os mortos (Cruz, 1966), tendo sido identificada a sua presença em pequenos barcos da XIX dinastia egípcia (1300-1400 a.C.) (Rodríguez-García, 2016). Na idade média, os produtos resinosos eram usados em diversas componentes dos barcos e, na guerra, o pez era uma arma eficaz, quando lançado a ferver do alto das muralhas (Cruz, 1966).

A resina natural é um líquido viscoso, pegajoso e translúcido exsudado por diversas espécies vegetais, particularmente, árvores resinosas, através de estruturas anatómicas especializadas - canais de resina (Graça, 1984). A resina é uma mistura complexa de terpenos voláteis (mono – C10 e sesquiterpenos – C15) e de ácidos resínicos não voláteis (abiético e pimárico, levopimárico, entre outros) (Rosa, 2014). Por destilação, obtém-se a fração não volátil (colofónia ou pez) e a fração volátil (terebentina ou aguarrás). A composição e as percentagens dos seus constituintes variam consoante o local de origem, uma vez que a biossíntese de diferentes ácidos depende não só da espécie, mas também do solo, clima, processos de extração, localização e tipo de armazenamento (Forte, 2015; Rubini *et al.*, 2022).

Em Carvalho (1986) é feita a comparação da composição química da resina de espécies do género *Pinus* presentes em Portugal (*P. pinaster*, *P. radiata*, *P. pinea*, *P. nigra*, *P. halepensis*, *P. patula*, *P. canarienses*, *P. strobus* e *P. sylvestris*). Para a *P. radiata* observaram-se teores elevados de β -pineno na fração dos monoterpenos (48.5-85.2%) e de ácido levopimárico (>40%) nos ácidos resínicos, embora com alguma variação. A *P. pinaster* destacou-se pela enorme variabilidade nos teores de monoterpenos, com teores de β -pineno entre 3 e 50%, sendo que mais de 40% dos indivíduos analisados (num total de 400) apresentaram concentrações superiores a 40%. Por outro lado, a *P. pinea* mostrou uma predominância marcante de limoneno nos seus monoterpenos (81.3-96.4%), padrão também observado na *P. halepensis* e na *P. nigra*, onde o α -pineno foi o composto dominante (93.6-98.9% e 91.4-93.5%, respetivamente). A *P. sylvestris* registou também o α -pineno como monoterpeno principal (61.8-68.5%), destacando a elevada variação de β -pineno e careno.

Na indústria de 1ª transformação, a resina é sujeita a filtragem e destilação, obtendo-se o pez e a aguarrás. A proporção destes dois produtos varia com a espécie. No caso do

pinheiro-bravo, o pez (ou colofónia) corresponde a cerca de 80% e a terebentina (ou aguarrás) a 20%. A resina de pinheiro-mansinho tem características distintas da de pinheiro-bravo, com baixa viscosidade e elevada cristalização espontânea. Relativamente à sua composição, tem baixo teor de monoterpenos, mas maior percentagem de diterpenos e limonenos, o qual torna interessantes as suas aplicações na indústria química, especialmente para a perfumaria (CESE, 1996; Pestana, 2016). A colofónia desta espécie é constituída, maioritariamente, por ácidos resínicos (90%), com o ácido levopimárico como elemento dominante (Pestana, 2016).

Nalgumas espécies de resinosas, a resina encontra-se nos canais de resina (Graça, 1984). É o caso de espécies dos géneros *Pinus* (pinheiros), *Picea* (abetos), *Larix* (lariços) e a espécie *Pseudotsuga menziesii* (pseudotsuga) (Kolossova & Bohlmann, 2012). Noutros géneros (ex., *Abies*, *Tsuga*, *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Sequoia* e *Keteleeria*) estão ausentes e só ocorrem como resposta a feridas externas, designados por canais traumáticos (Graça, 1984). Nas coníferas, apenas as *Pinaceae* e *Araucariaceae* produzem quantidades abundantes de resina. As *Pinaceae* formam a maior família de coníferas, com aproximadamente 200 espécies (aproximadamente 35% de todas as coníferas), entre 80 e 100 destas espécies, dependendo da perspetiva taxonómica, são pinheiros (Langenheim, 2003).

Os pinheiros têm um sistema de defesa formado por uma rede de canais de resina, os quais estão especializados em exsudar, armazenar e transportar a resina na árvore (Cabrita, 2018). Os canais de resina, que ocorrem no género *Pinus*, encontram-se em todos os tecidos primários e secundários, estendem-se longitudinal e transversalmente, com ramificações, o que forma no lenho um sistema resinífero contínuo (Graça, 1984) (Figura 9). Também denominados canais radiais e verticais, têm diferentes funções dentro desta rede de canais resiníferos. No caso do pinheiro-bravo, os canais radiais transportam a resina do interior do tronco até à periferia, com produções menores do que os canais verticais, os quais são os principais produtores de resina (Graça, 1984). O número de canais pode aumentar após uma agressão externa, pela criação de canais traumáticos (Correia *et al.*, 2007).

A resinagem é a operação para extração da resina natural usada numa vasta gama de processos industriais (Cunningham, 2012). São realizadas feridas ou incisões para atingir o lenho. Nestas incisões aplica-se uma pasta estimulante, constituída por um ácido (normalmente, ácido sulfúrico) (Silva *et al.*, 2018). No entanto, na Península Ibérica, na década de 80 do século XX, a pasta mais utilizada era a “pasta branca”, também chamada de pasta ZETA, composta por ácido sulfúrico espessado com gesso (79% de ácido sulfúrico a 45% e 21% de gesso) (Zamorano 1983).

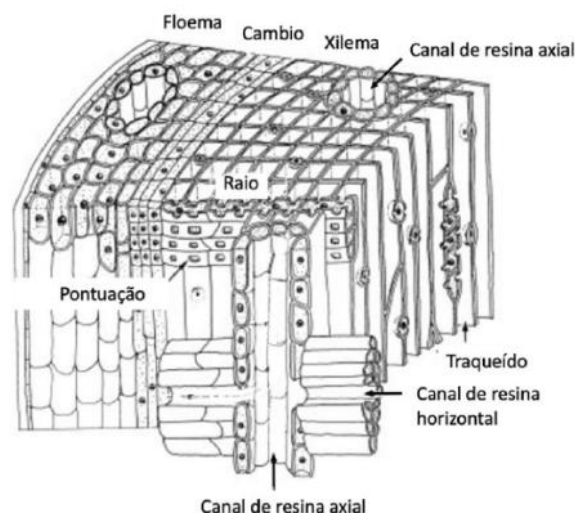


Figura 9 – Representação esquemática da madeira de *Pinus* spp. com a rede de canais de resina horizontais e verticais (adaptado de Suzuki, 2004) (em Soares *et al.*, 2024).

Existem diversos métodos de resinagem. Na Europa, até 1860, abria-se uma cova no chão junto à base do tronco da árvore, onde se recolhia a resina, que exsudava de feridas com mais de 5 cm de profundidade, 8 cm de largura e 17 cm de altura, subindo pelo tronco até aos 5 m (Dominguez, 1948; Cruz, 1966). Este método apresentava várias desvantagens, nomeadamente, a presença de impurezas - terra, folhas e insetos. Além disso, as perdas por infiltração no solo, evaporação e oxidação, já que o percurso da resina até à cova era extenso, eram consideráveis. Outro método que também não conseguiu ultrapassar as suas desvantagens foi o sistema de caixas (*Box System*), introduzido, nos Estados Unidos da América, com o objetivo de reduzir as perdas e de melhorar a qualidade da resina. Consistia em abrir uma cavidade no tronco da árvore para recolher a resina. Apesar de minimizar as impurezas e perdas de resina, este sistema era extremamente invasivo. As árvores ficavam debilitadas e comprometia o aproveitamento do lenho. Foi utilizado até os primeiros anos do século XX. Em Portugal, os resineiros, devido à falta de conhecimento, danificavam muitos pinheiros. Foi apenas em 1926 que, por iniciativa de uma empresa de produtos resinosos, vieram de França cinco resineiros experientes, para ensinar o método de resinagem Hughes ou método francês (Cruz, 1966), o qual tinha baixo impacto nas características da madeira (Figura 10a). Após os anos 50, a introdução da resinagem química ou resinagem “à americana” pelos Serviços Florestais, permitiu aumentos na produção média por ferida e na produtividade do resineiro (Palma, 2007; Soares *et al.*, 2024) (Figura 10b).

Publicado em 1948, o trabalho de Dominguez apresenta a evolução da resinagem, com descrição dos diferentes métodos, e realça a importância de considerar as espécies

envolvidas. No continente americano, os métodos de resinagem eram aplicados à *P. palustris* e *P. caribaea*, os sistemas alemães eram aplicados à *P. sylvestris* e os sistemas portugueses e franceses estavam adaptados à *P. pinaster*.

Dominguez (1948) classifica o método Hughes ou francês como sendo muito inovador, porque introduziu o uso de púcaros de barro, colocados a diferentes alturas do tronco, para recolha da resina, reduzindo as perdas (por evaporação e oxidação) e a quantidade de impurezas. Neste método, faziam-se incisões horizontais, com 4 cm de altura e 5 a 9 cm de largura, as quais eram renovadas de maneira ascendente, até atingir 3 m em altura da árvore. Contudo, ainda apresentava algumas limitações; perdas de 25-30% da resina devido à evaporação e ao arrastamento pela precipitação. A introdução deste método foi um avanço importante na resinagem, sendo amplamente utilizado em Portugal em meados do século XX.

Contemporâneo ao método Hughes, foi desenvolvido o método português por Bernardino Barros Gomes, sem conhecimento das inovações francesas. A grande diferença, em relação ao método francês, estava nas incisões, as quais também eram ascendentes, mas tinham 10 cm de altura e eram feitas na vertical. Nos Estados Unidos da América, a partir de 1900, e após o abandono do destrutivo *Box System*, surgiu o *Cup and Gutters*, inspirado pelo sistema Hughes europeu. Este método utilizava um recipiente metálico e a bica era substituída por dois canais metálicos.

A impossibilidade de importar produtos resinosos na 1ª Guerra Mundial, fez com que os alemães comesçassem a resinar a *P. sylvestris* e a *Picea excelsa*. E, assim, foi criado o método alemão, que era inovador por pulverizar as incisões com uma solução ácida (HCl a 25%), o que aumentava a produção de resina sem comprometer o crescimento das árvores. Era uma resinagem à morte onde, semanalmente, eram realizadas incisões ou sulcos horizontais no sentido descendente, simétricos dos dois lados de um eixo vertical, inclinados em cerca de 45 graus em relação ao eixo (Figura 10c).

O método americano (Figura 10b; Figura 11) é utilizado em Portugal, Espanha, Brasil e Argentina (Cunningham, 2012). As renovas são feitas cada 15-18 dias, em direção ascendente depois de um primeiro corte a 20 cm de altura do solo. O comprimento da incisão varia consoante as dimensões da árvore, por volta de 1/3 da circunferência, com 2-3 cm de altura. É utilizada uma pasta estimulante, composta por ácidos, entre 18 e 24% de ácido sulfúrico (H₂SO₄), em todo o limite superior da ferida. A composição da pasta estimulante pode variar, como o CEPA (Ácido 2-Cloroetilfosfônico) ou ácido salicílico.

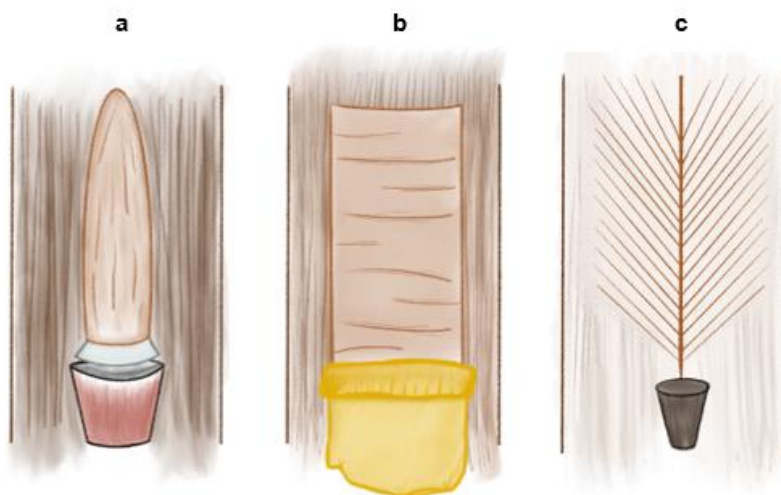


Figura 10 – Métodos de resinagem: (a) o francês, (b) o americano e (c) o alemão (adaptado de Cunningham, 2012 e Dominguez, 1948) (desenhos: Carrabs, J.A.).

Cunningham (2012) caracteriza também o método chinês e o de Rill ou Mazek. O método chinês, utilizado na China, apresenta forma em V, onde se fazem incisões ou renovas diárias, em sentido descendente, atingindo o xilema secundário. Não é utilizado nenhum estimulante. O método de Mazek, utilizado na Indonésia e na Índia, mantém o formato em V. No entanto, as renovas são feitas com menos regularidade (cada 3-7 dias) e no sentido ascendente. É usado um estimulante (50% H_2SO_4 e 50% HCl).



Figura 11 – Método americano usado, atualmente, em Portugal.

Hodges (1995) identifica um sistema fechado, o método *borehole*, desenvolvido nos Estados Unidos da América, em 1990. Consiste em perfurar o tronco, com furos com 2.5 cm de diâmetro e profundidade entre 7.6 e 17.8 cm, dependendo do diâmetro da árvore) (Sharma *et al.*, 2018b).

Dominguez (1948) descreve ainda outros métodos considerados inovadores à época e que foram pensados com o objetivo de melhorar a eficiência da resinagem e a qualidade da resina. Todos se baseavam num sistema fechado, o que, curiosamente, também é testado e referido atualmente, em pleno século XXI, como sendo inovador! O autor refere o método *Sourgen*, no qual a bica tradicional era substituída por um aparelho especial onde era encaixada uma garrafa achatada para facilitar a recolha e transporte (em grades) da resina. Reduzindo a evaporação, facilitava o trabalho e melhorava a qualidade do produto final. Também nesta época – finais da década de 40 do século XX – deu-se o aparecimento de dois sistemas circulares fechados: a) o sistema *Gilmer*, criado nos Estados Unidos da América e testado na França, utilizava um recetor especial numa incisão circular, ligado a dois furos ascendentes em V, canalizando a resina para um recipiente de vidro (Figura 12a); embora prometedora, o sistema não teve resultados positivos consistentes durante os testes; b) o sistema *Bellini*, utilizava incisões circulares, que se iniciavam com 5 cm de diâmetro e 2-3 mm de profundidade, e que iam sendo progressivamente alargadas até atingirem 10 cm de diâmetro e 10 mm de profundidade; utilizava um recipiente adaptado às incisões, onde era adicionado um anticoagulante para evitar entupimentos e facilitar o esvaziamento (Figura 12b).

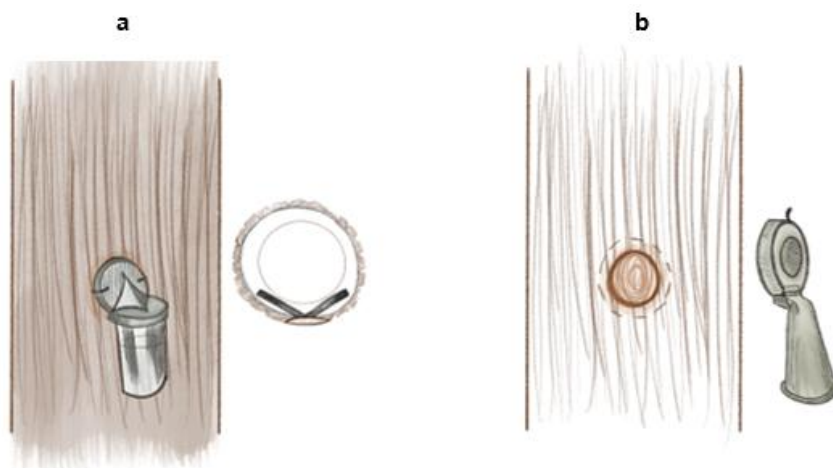


Figura 12 – Métodos de resinagem com sistemas circulares descritos por Dominguez em 1948 e considerados, à época, inovadores: (a) Gilmer e (b) Bellini (adaptado de Dominguez, 1948) (desenhos: Carrabs, J.A.).

Em Portugal, atualmente, a resinagem encontra-se legislada e regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 181/2015, de 28 de agosto, o qual estabelece o regime jurídico da resinagem e da circulação de resina de pinheiro no território do Continente. No artigo 4.º apresentam-se os cinco requisitos (Anexo VI):

(1) a resinagem à morte está condicionada à marcação prévia das fiadas (riscagem); a profundidade da ferida deve ser inferior ou igual a 1 cm; a recolha dos equipamentos e de todo o material quando terminar a campanha é obrigatória.

(2) na resinagem à morte, não é permitida a exploração simultânea de várias fiadas na mesma árvore quando a dimensão das presas for inferior a 8 cm.

(3) a resinagem à vida está condicionada pelo diâmetro das árvores a 1.30 m do solo (dap); a resinagem só pode ser feita em árvores com dap igual ou superior a 20 cm; nas árvores com dap igual ou inferior a 25 cm, apenas pode ser realizada uma fiada de feridas; a largura da ferida não pode ultrapassar 12 cm nos primeiros três anos e 11 cm a partir do quarto ano de exploração; as feridas começam na base do tronco, a uma altura não superior a 20 cm do solo, formando uma fiada continua, na direção do eixo da árvore, até ao máximo de 2 m de altura.

(4) é admitida uma tolerância de até +/- 10% aos limites acima referidos, relativamente ao número total de pinheiros em resinagem na mesma parcela.

(5) no caso de pinheiros sintomáticos (agentes bióticos ou abióticos nocivos), a resinagem, à vida ou à morte, apenas pode ser praticada quando for compatível com os procedimentos e práticas exigidos para o controlo do agente físico ou do agente patogénico respetivo.

4.2 Espécies do género *Pinus* e produções de resina no mundo

Diversas espécies do género *Pinus* têm sido exploradas para resina. Uma das que apresenta elevada produção, a nível mundial, é a *P. elliottii*, explorada em diversos países (ex., Brasil, Argentina, África do Sul, Estados Unidos e China) (Cunningham, 2012). A *P. oocarpa* é resinada em países como o México e Honduras, enquanto a *P. pinaster* é a espécie dominante na Península Ibérica e em França (Palma *et al.*, 2016). Outras espécies, como a *P. sylvestris*, explorada na Rússia, e a *P. halepensis* na Grécia, apresentam menor produção em relação à produção mundial (Coppen & Hone, 1995; Cunningham, 2012). A concentração da produção mundial de resina natural de pinheiro é notável, com mais de 90% a ser gerada em apenas três países e por cinco espécies (Cunningham, 2012): China (*P. massoniana* e *P. yunnanensis*), Brasil (*P. elliottii* e *P. caribaea*) e Indonésia (*P. merkussi*). No Quadro 3

apresentam-se as produções anuais mundiais para as cinco espécies identificadas. A *P. massoniana* apresenta produções anuais de 610 mil toneladas na China (Cunningham, 2012). A *P. elliottii* apresenta produções de 3-8 kg/árv (Neis *et al.*, 2019), com produções anuais totais de 140 mil toneladas (China, Brasil e outros países, em conjunto) (Cunningham, 2012). Relativamente à *P. yunnanensis*, indicam-se produções anuais na China de 150 mil toneladas (Cunningham, 2012), e valores de 2-12 kg/árv (Wang *et al.*, 2015 citado por López-Álvarez *et al.*, 2023a). A *P. caribaea* é explorada em diversos países (China, Brasil, Malásia e outros) apresentando uma produção anual total de 85 mil toneladas e valores de 4-4.5 kg/árv (Santos *et al.*, 2016). Finalmente, a *P. merkussi* apresenta uma produção anual total de 69 mil toneladas na Indonésia, com produções de 2-5 kg/árv (Hadiyane *et al.*, 2015 citado por López-Álvarez *et al.*, 2023a).

Quadro 3 – Produção média anual e por árvore de resina das cinco espécies do género *Pinus* mais produtoras de resina a nível mundial

	<i>P. merkussi</i>	<i>P. caribaea</i>	<i>P. elliottii</i>	<i>P. yunnanensis</i>	<i>P. massoniana</i>
Produção média (kg/árv/ano)	Hadiyane <i>et al.</i> (2015)	Santos <i>et al.</i> (2016)	Neis <i>et al.</i> (2019)	Wang <i>et al.</i> (2015)	-
	2-5	4-4.5	3-8	2-12	-
	Cunningham (2012)				
Produção anual (mil ton)	69	85	140	150	610

Na Península Ibérica, o pinheiro-bravo é a espécie tradicionalmente utilizada na resinagem, prática que complementa a exploração de madeira (Garcia-Forner *et al.*, 2021). Em Portugal, também se resina o pinheiro-manso, mas com pouca expressão (ICNF, 2019). Já em Espanha, além do pinheiro-bravo, o pinheiro-de-Alepo e o pinheiro-larício também foram tradicionalmente utilizados, embora o pinheiro-larício tenha uma menor contribuição para a produção nacional espanhola (Bermúdez, 1998). Atualmente, apenas o pinheiro-bravo tem relevância na resinagem e a exploração do pinheiro-de-Alepo e do pinheiro-larício, que em 1929 representavam 10.3% das árvores resinadas em Espanha, foi abandonada a partir de 1999 (<https://resinacyl.es/contenido/la-resina-natural-en-castilla-leon>). Segundo fontes mais antigas, o pinheiro-de-Alepo já foi resinado em Portugal e em Espanha (Goes, 1991). Nas Ilhas Baleares, a resinagem foi abandonada no século XIX, mas, anteriormente, a resina

desta espécie era usada, através das exsudações existentes de maneira natural (Ribas & Dopazo, 2020).

Em Portugal, o pinheiro-bravo tem produções médias de 2-2.5 kg por árvore e por ferida (Oliveira *et al.*, 2000). Em Espanha, são referidos valores médios de 2.2-3.5 kg por árvore (Gómez-García *et al.*, 2017). Para o pinheiro-manso, as produções médias anuais são variáveis consoante os autores: 1.5 kg (Goes, 1991) e 2-3 kg por ferida (Figueiredo *et al.*, 2014). Relativamente a outras espécies que se encontram presentes na floresta portuguesa, a bibliografia indica produções anuais para o pinheiro-de-Alepo de 1.5-1.8 kg por ferida na Tunísia (Dahmane, 1986) e produção média anual de 2.7 kg por árvore, na Grécia (Georgoulis, 1964, citado por Karanikas *et al.*, 2010). Spanos *et al.* (2010) avaliou a produção média de resina, na Grécia, com resultados nas estações mais produtivas de 5.9 kg/árv e nas menos produtivas de 2.3 kg/árv. Para o pinheiro-silvestre e o pinheiro-larício, referem-se produções médias anuais de 1.06 e 1.33 kg por árvore na Eslovénia (Pejoski, 1953, citado por Gajšek *et al.*, 2018). Especificamente para o pinheiro-silvestre, entre 1950 e 1980 na Letónia, observaram-se produções desde os 0.4-0.6 kg/ano (estações pouco produtivas) e 3.2-4.8 kg/ano (estações mais produtivas) (Zaluma *et al.*, 2022). No caso do pinheiro-insigne, na Galiza, obtiveram-se produções médias anuais de 1.6-1.7 kg por árvore (Lema *et al.*, 2024). Já a bibliografia do Hemisfério Sul, indica produções médias anuais de 0.59 kg por árvore (campanha 1988/89) e 1.02 kg por árvore (campanha 1989/90), na Argentina (Guerra *et al.*, 1991) (Quadro 4). No Chile, referem-se valores médios anuais em função do tipo de pasta e do intervalo das renovas, em dois povoamentos com idades diferentes, com produções de 0.08-0.38 kg por ferida (INFOR, 1986). Neste estudo também é destacado que os rendimentos, por árvore, do pinheiro-insigne são baixos, quando comparados com outras espécies de pinheiros no Hemisfério Norte e nos Trópicos (como é o caso das espécies *P. pinaster*, *P. elliotii*, *P. palustris*, *P. halepensis*, *P. caribaea* e *P. oocarpa*).

Quadro 4 – Produções médias anuais de resina, por árvore, para as espécies do género *Pinus* seleccionadas e presentes em Portugal continental.

	<i>P. pinaster</i>	<i>P. pinea</i>	<i>P. nigra</i>	<i>P. sylvestris</i>	<i>P. halepensis</i>	<i>P. radiata</i>
	Oliveira <i>et al.</i> (2000)	Goes (1991)	Pejoski (1953) em Gajšek <i>et al.</i> (2018)		Georgoulis (1964) em Karanikas <i>et al.</i> (2010)	Lema <i>et al.</i> (2024)
Produção média (kg/árv/ano)	2-2.5	1.5	1.3	1.1	2.7	1.6-1.7

4.3 Produção de resina em Portugal continental

A primeira fábrica de destilação de resina natural foi instalada em 1858, por Bernardino Barros Gomes, na Marinha Grande, próxima do Pinhal de Leiria (Cruz, 1966). Historicamente, o crescimento da produção de resina em Portugal teve o seu auge entre os anos 1960 e 1970, atingindo as 146 mil toneladas em 1974 (Ferreira, 2017; INE). A partir dos anos 80, do século XX, a produção foi diminuindo, estando as produções, desde 2003, entre as 4 e as 8 mil toneladas (INE). Este declínio da atividade resinífera é resultado da concorrência com outros países grandes produtores como a China, o Brasil e a Indonésia. Outros fatores como o aumento do custo da mão-de-obra, o abandono rural do interior, a recorrência de fogos em povoamentos de pinheiro-bravo e a falta de inovação tecnológica do setor (Palma *et al.*, 2012; Ferreira, 2017) também têm contribuído para a diminuição da prática da resinagem.

O decréscimo da produção de resina é notável a partir de 1986 (Palma *et al.*, 2012; INE), ano onde foram produzidas 108 mil toneladas; em 1990, a produção anual foi de 64 mil toneladas. Em 2002, a produção anual foi de 11.9 mil toneladas (INE). Na Figura 13, é visível a evolução da produção, a partir de 1938 até 2023 (última atualização dos dados, a 29 de maio de 2024). A evolução reflete picos de boa produção nos anos 1951 (91.5 mil ton), 1961 (99.1 mil ton), 1974 (146 mil ton) e, a partir de 1980 (134 mil ton), houve um decréscimo acentuado. A produção anual, em 2023, foi de 5.3 mil toneladas, mostrando uma diminuição de, aproximadamente, 50% comparativamente há 20 anos (INE, 2024).

É pertinente comparar esta evolução da produção com a de Espanha, onde, em 2021, a produção total de resina ultrapassou as 10 mil toneladas. Este valor representa um aumento expressivo em relação aos valores registados na primeira década do século XXI, quando a produção não excedia as 2 mil toneladas (MITECO, 2023).

A resinagem do pinheiro-bravo é dominante no nosso país. Isto porque, para além de ser a espécie resinosa com maior área (713.3 mil ha) (ICNF, 2019), a sua boa capacidade de produção permite obter valores, como referido anteriormente, de 2-2.5 kg por fiada (Graça, 1984; Oliveira *et al.*, 2000; Palma *et al.*, 2016). Estes valores classificam o pinheiro-bravo como espécie “boa” produtora, > 2.2 kg (Instituto de Produtos Florestais, citado por Santos *et al.*, 2013). Nesta espécie, a resinagem tem um papel secundário, devido ao facto do produto principal ser o pinhão. Angelino (2022) analisou a composição química de pinhões provenientes de árvores resinadas e não resinadas e concluiu que não existiam diferenças na composição química. O estudo também demonstrou a ausência de ácido sulfúrico na composição química dos pinhões.

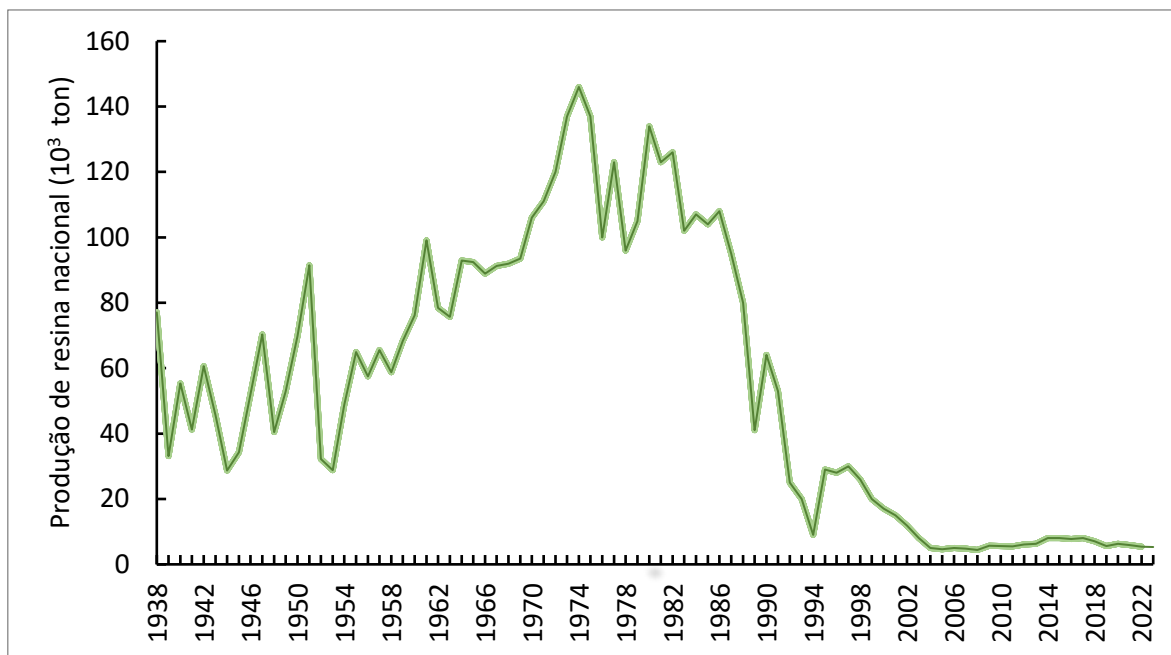


Figura 13 – Produção de resina nacional à entrada da fábrica (mil toneladas por ano), período 1938 – 2023 (Fonte: INE).

De acordo com o IFN6 (ICNF, 2019), 2.6% da área de povoamentos puros de pinheiro-bravo é resinada (18.7 mil ha), com uma produção média de 340.7 quilogramas por hectare e ano (kg/ha/ano) e 6.4 mil toneladas por ano. Já para o pinheiro-manso, a área resinada não ultrapassa 1% da área total (1.6 mil ha), com uma produção média de 255 kg/ha/ano (ICNF, 2019).

4.4 Fatores que influenciam a produção de resina

Décadas de atividade resineira têm permitido identificar fatores que influenciam a produção de resina. Estes fatores vão desde a espécie, às características edafoclimáticas do local dos povoamentos, condições meteorológicas do ano da campanha, características dos povoamentos, idade das árvores e práticas de resinagem (métodos, pastas, periodicidade de renovas...). Já nos anos 40, do século XX, Fontes (1941) identificou que a quantidade de resina produzida para além de variar muito por incisão, de árvore para árvore, de região para região e de ano para ano, também era influenciada por fatores como a natureza e exposição do terreno, o clima, a densidade do pinhal, a idade e dimensão (diâmetro e altura) dos pinheiros, o número de incisões por árvore e a dimensão e profundidade das incisões.

Em 1958, referia-se que a exsudação de resina estava intimamente relacionada com a quantidade de calor absorvido pelos fustes dos pinheiros, o que explicaria a correlação

observada ao longo da campanha de resinagem entre a produção de resina e a temperatura média do ar. O frio aumenta a viscosidade da resina e a chuva acelera a cristalização no escoamento da resina (Themudo e Carneiro, 1958).

Rodríguez-García (2016), num povoamento de pinheiro-bravo em Segóvia (Espanha), identificou os fatores que influenciaram a produção de resina. As maiores produções estavam associadas às árvores vigorosas, povoamentos com baixas densidades e tipos de solo com maior capacidade de retenção de água e nutrientes. Adicionalmente, referiu variáveis, métodos e fatores (no geral) que estão ligados à produção de resina. As variáveis anatómicas que afetaram a produção de resina foram o número de canais de resina radiais por mm² e o volume total dos canais de resina radiais e axiais.

- **Ao nível da estação**

A estação refere-se ao conjunto das características edafoclimáticas (solo e clima) mais as características topográficas (declive, exposição...) dos locais onde se localizam os povoamentos. Relativamente ao clima, Rodríguez-García (2016) identificou dois modos de interação entre o clima e o fluxo de resina: (1) modo direto, relacionado com a temperatura, a qual reduz a densidade da resina, aumentando o seu fluxo; (2) modo indireto, associado às estruturas anatómicas implicadas na síntese e secreção da resina. As interações estabelecidas entre a produção de resina e as variáveis climáticas, como temperatura, radiação e evapotranspiração potencial (ETP), evidenciam que os rendimentos mais elevados são alcançados nos meses de verão.

A temperatura é amplamente reconhecida como o fator com a relação mais positiva com a produção de resina, de acordo com diversos estudos realizados em várias regiões do mundo (Fontes, 1941; Coppen & Hone, 1995; Ruel *et al.*, 1998; Rodríguez-García *et al.*, 2015; Rodríguez-García *et al.*, 2016; Neis *et al.*, 2018; Sharma *et al.*, 2018a; Silva *et al.*, 2018; Zas *et al.*, 2020b; Lukmandaru *et al.*, 2021; López-Álvarez *et al.*, 2023b; Caglayan *et al.*, 2024; Lema *et al.*, 2024). De forma análoga, a luz (Fontes, 1941; Ruel *et al.*, 1998) ou mais especificamente a radiação solar (Rodríguez-García *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2018a) desempenha também um papel positivo significativo.

A produção de resina apresenta uma relação positiva com a precipitação e negativa com a ETP do verão anterior à campanha (Rodríguez-García, 2016). Não é consensual a relação entre a produção e a precipitação média, com autores a referir terem encontrado uma relação positiva (Rodríguez-García *et al.*, 2015; Gajšek *et al.*, 2018; Caglayan *et al.*, 2024) e, outros, uma relação negativa (Gajšek *et al.*, 2018; Neis *et al.*, 2018; Sharma *et al.*, 2018a; Silva *et al.*, 2018). Meses com elevada precipitação (Heinze *et al.*, 2021) ou anos muitos

chuvosos (Fontes, 1941) evidenciam uma relação negativa. Vázquez-González *et al.* (2021b) concluem, para o pinheiro-bravo, em clima mediterrânico, que o crescimento das árvores e a produção de canais de resina são limitados pela disponibilidade de água. Na literatura esta relação negativa refere-se também para a humidade, independentemente do tipo: humidade do ar (Fontes, 1941; Rodríguez-García *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018; García-Méijome *et al.*, 2023), humidade média (Rodríguez-García *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2018a), humidade relativa (Rodríguez-García *et al.*, 2016) e humidade diária (Lukmandaru *et al.*, 2021).

A relação entre a produção e o *deficit* hídrico depende da sua intensidade. Um *deficit* moderado favorece a produção (Lombardero *et al.*, 2000; Rodríguez-García *et al.*, 2015; Zas *et al.*, 2020b; López-Álvarez *et al.*, 2023a; Lema *et al.*, 2024), enquanto um *deficit* severo prejudica a exsudação (Lorio *et al.*, 1995; Lombardero *et al.*, 2000; Hood & Sala, 2015; Rodríguez-García *et al.*, 2015). Em Rodríguez-García (2016) observou-se que a relação da produção com a ETP e o *deficit* hídrico era positiva na primavera e negativa no verão, exibindo uma tendência inversa com as variáveis associadas ao potencial hídrico do solo.

Em Rodríguez-García *et al.* (2015) diferenciaram-se os fatores que favorecem a produção no ano anterior e no ano da campanha de resinagem. No ano anterior, a radiação elevada, temperaturas altas no verão e pouca precipitação potenciam a exsudação no ano seguinte. Durante a campanha, primaveras e verões quentes, com baixa humidade, resultam numa resposta positiva na produção de resina. A velocidade do vento pode influenciar a tensão mecânica nas árvores e a taxa de evaporação das feridas. Contudo, não é um fator determinante (Caglayan *et al.*, 2024), uma vez que o mês de maior velocidade do vento não coincide com o mês de maior produção (julho).

Outros fatores relacionados com as características do terreno podem também afetar a produção. Egloff (2019) destaca um aumento da produção em maior altitude e em terrenos mais declivosos. A disponibilidade de nutrientes do solo é abordada em diversos estudos, mas sem uma conclusão consistente sobre a existência de uma relação positiva (Knebel *et al.*, 2008; Novick *et al.*, 2012), negativa (Wilkens *et al.*, 1998; Warren *et al.*, 1999) ou neutra (Ruel *et al.*, 1998; Lombardero *et al.*, 2000) com a produção de resina.

- **Ao nível da árvore**

Árvores mais altas e robustas associam-se a maiores produções de resina (Fontes, 1941; Rodríguez-García, 2016; Zas, *et al.*, 2020a; Garcia-Forner *et al.*, 2021). Silva *et al.* (2018) conclui que árvores com dap acima de 20 cm produzem mais resina do que árvores com dap inferior, expressando uma relação positiva entre o diâmetro e a produção de resina (Fontes, 1941; Coppen & Hone, 1995; Lombardero *et al.*, 2000; Spanos *et al.*, 2010;

Rodríguez-García *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2016; Gajšek *et al.*, 2018; Michavila *et al.*, 2020; Zas *et al.*, 2020b; Vázquez-González *et al.*, 2021a; Garcia-Forner *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2022; Almeida, 2023; Caglayan *et al.*, 2024). Esta relação não é, no entanto, observada por alguns autores (Pereira, 2015; Palma *et al.*, 2016; Vázquez-González *et al.*, 2021a; Liu *et al.*, 2022), sobretudo quando é considerada a produção por fiada e não pelo conjunto de fiadas de uma árvore. De facto, árvores em que a exploração de resina é feita com mais de uma fiada tendem a apresentar produções superiores às das árvores em que só se explora uma fiada (Palma *et al.*, 2016; García-Méijome *et al.*, 2023). Egloff (2019) identificou um máximo de produção de resina para árvores com dap próximo de 45 cm, e uma diminuição nos diâmetros superiores. Gameiro (1935), citado por Fontes (1941), foi dos primeiros a estudar a influência do diâmetro da árvore na produção de resina (Figura 14). Contudo, este estudo identificou também uma diminuição acentuada da produção ao longo dos quatro anos, atingindo o máximo no primeiro ano e o mínimo no quarto ano, independentemente da classe de diâmetro. Este padrão contraria vários estudos mais recentes que indicam que árvores previamente resinadas tendem a produzir maiores quantidades de resina do que árvores resinadas pela primeira vez (Rodríguez-García *et al.*, 2016; Touza *et al.*, 2021; Zas *et al.*, 2022a; Lema *et al.*, 2024).

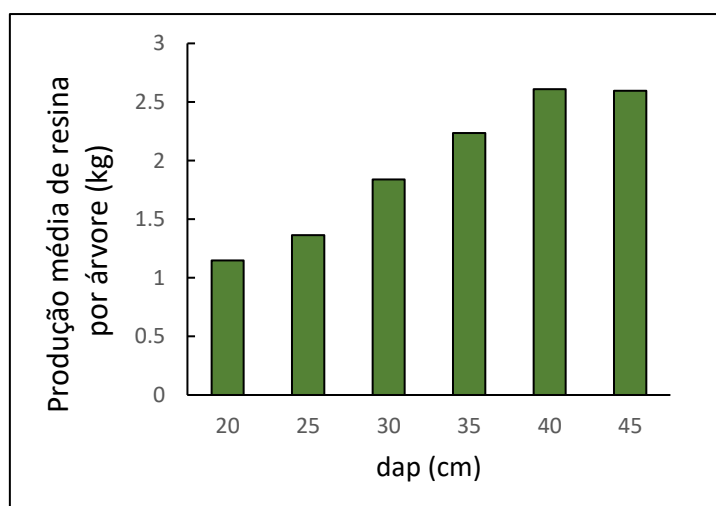


Figura 14 – Produção média de resina em função do diâmetro da árvore, campanha 1931 (adaptado de Gameiro, 1935, citado por Fontes, 1941).

A altura total das árvores constitui igualmente um indicador do seu vigor, apresentando uma relação positiva com a produção de resina (Lombardero *et al.*, 2000; Rodríguez-García *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2016; Zas *et al.*, 2020b; Vázquez-González *et al.*, 2021a; Almeida, 2023; López-Álvarez *et al.*, 2023b). No entanto, esta relação não é consensual e, nalguns

estudos, foi observada uma relação negativa (Abdillah *et al.*, 2020; Vázquez-González *et al.*, 2021a) ou ausência de relação (Palma *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2022; Caglayan *et al.*, 2024). A proporção de copa é outro fator referido como tendo influência positiva na produção de resina (Ruel *et al.*, 1998; Egloff, 2019), especialmente a parte viva da copa (Coppen & Hone, 1995), e de forma mais acentuada no final do verão (Lombardero *et al.*, 2000). O comprimento da copa da árvore também apresenta relação positiva com a produção de resina (Almeida, 2023). No entanto, esta correlação não foi sempre observada (Wilkens *et al.*, 1998; Lombardero *et al.*, 2000; Palma *et al.*, 2016).

Estudos realizados em diversas espécies do género *Pinus* indicam que a produção de resina é uma característica com um elevado controlo genético (Vázquez-González *et al.*, 2021a). No trabalho de Almeida (2023), realizado em pomares clonais de pinheiro-bravo, foi detetada uma considerável variabilidade genética, o que indica haver oportunidade para o melhoramento genético para a produção de resina. Os valores adimensionais estimados pelo autor para a heritabilidade em sentido lato variaram entre 0.77 e 0.88, indicando a existência de um forte controlo genético para esta característica. A heritabilidade influencia de forma moderada a elevada a produção de resina (Sukarno *et al.*, 2015; Almeida, 2023; López-Álvarez *et al.*, 2023b). Na avaliação precoce da produção de resina em pinheiro-bravo, Tadesse *et al.* (2001) identificaram uma heritabilidade clonal da produção de resina de 0.5.

- Ao nível do povoamento

A densidade do pinhal é um fator importante na produção de resina por árvore. Fontes (1941) escreveu “As árvores precisam de muito ar e muita luz” para terem maiores produções de resina. Em Rodríguez-García (2016), foram estudadas três parcelas de pinheiro-bravo, com diferentes densidades à plantação, tipos de solo e campanhas/anos de resinagem. A autora observou que povoamentos com menores densidades tiveram maiores produções por árvore (Figura 15). Esta relação, ao nível da árvore, foi também observada por vários autores (Fontes, 1941; Lombardero *et al.*, 2000; Rodríguez-García *et al.*, 2014; Rodríguez-García *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2018). Contudo, maiores densidades associaram-se a maiores produções por área (Rodríguez-García *et al.*, 2015). Rodríguez-García (2023a), indica densidade ótima para maximizar a produção de resina, de 175 e 200 árvores por hectare, aos 50 anos. Em Silva *et al.* (2018), não observaram diferenças significativas na produção de resina em povoamento com alta (882 árv/ha) e baixa (332 árv/ha) densidade.

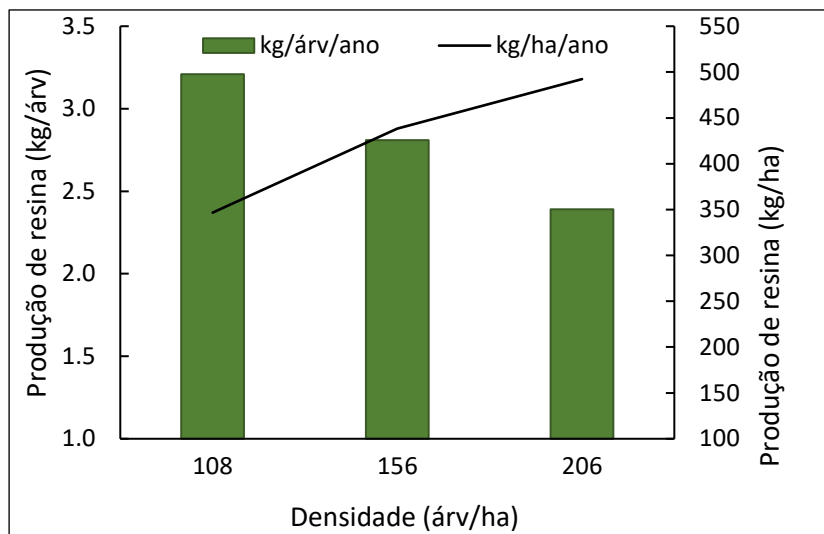


Figura 15 – Produções de resina em povoamentos com três densidades diferentes (adaptado de Rodríguez-García, 2016).

A relação entre o tipo e a intensidade de competição e a produção de resina é um aspecto pouco explorado na literatura. Os índices de competição – dependendo da sua formulação - definem o grau de competição a que uma árvore está sujeita num determinado momento tendo em conta as dimensões das árvores vizinhas ou variáveis do povoamento ou da árvore média (Soares & Tomé, 1999; Burkhardt & Tomé, 2012). Em Egloff (2019) foi analisada a correlação entre dois índices de competição e a produção de resina de árvores exploradas com uma e duas fiadas. Nas árvores resinadas com duas fiadas, maiores valores do índice de competição associaram-se a maiores produções de resina. Nas árvores resinadas com uma fiada, observou-se uma correlação negativa entre a produção de resina e a intensidade de competição, com menores produções associadas a valores mais elevados de competição. Não se conhecem outros estudos em que tenha sido analisado o papel da competição na produção de resina.

- Métodos de resinagem e práticas silvícolas

Rodríguez-García (2016) comparou as produções de resina obtidas com os métodos tradicional, em direção ascendente e descendente, e mecanizado, em direção ascendente e descendente. As maiores produções foram obtidas com o método tradicional ascendente porque é o método que mais altera as características anatómicas dos canais de resina. O mesmo foi observado por Silva *et al.* (2018) quando comparou as produções do método tradicional ascendente com as do descendente. López-Álvarez *et al.* (2023a) compararam o método tradicional de sistema aberto com o método de ferida circular de sistema fechado. O método tradicional apresentou maiores produções de resina.

As pastas estimulantes são utilizadas na resinagem com o objetivo de retardarem a cristalização da resina, tendo, por isso, um efeito positivo na produção de resina (Rodrigues & Fett-Neto, 2009; Neis *et al.*, 2018; Michavila *et al.*, 2020; Vázquez-González *et al.*, 2021a; Liu *et al.*, 2022; López-Álvarez *et al.*, 2023a; Lema *et al.*, 2024). Também a orientação das feridas influencia a produção. Feridas orientadas na face norte das árvores tendem a apresentar uma produção menor (Rodríguez-García *et al.*, 2014), em contraste com as faces a sul, sudoeste e sudeste, onde se registam as maiores produções (Pereira, 2015; Luan *et al.*, 2022). Esta influência nem sempre foi observada em campo (Zas *et al.*, 2022a; Almeida, 2023).

Outro aspeto a considerar é a periodicidade das renovas, a qual influencia positivamente a produção de resina. Maior frequência de renovas resulta em maiores valores de produção (Fontes, 1941; Palma *et al.*, 2016; Silva *et al.*, 2018; Zas *et al.*, 2020a; Touza *et al.*, 2021; Lema *et al.*, 2024). Silva *et al.* (2018) concluiu que a opção generalizada de realização de renovas de 21 em 21 dias resulta do facto de ser a que tem um balanço mais favorável entre “acréscimo de produção de resina/custos de mão-de-obra”.

Segundo García-Méijome *et al.* (2023) a largura das incisões não afeta a produção de resina em árvores com uma única fiada. No entanto, em árvores com duas ou mais fiadas, a maior largura das incisões aumenta a produção. Estes autores também concluíram que árvores com maior número de fiadas têm maiores produções. Igual conclusão foi referida nos trabalhos de Palma *et al.* (2016) e Almeida (2023). Comparando a largura das fiadas, incisões de 12 cm de largura produzem mais resina do que as com 9 cm (Chamorro, 2016).

Lema *et al.* (2024) determinaram a eficiência de pastas estimulantes na produção de resina e a relação com a espécie, características da estação, época da campanha e número de renovas. Todas as pastas aumentaram significativamente a produção de resina, sendo a estimulação altamente consistente entre anos, estações e espécies. A pasta salicílica é recomendada pelos autores, sobretudo no início da campanha quando o efeito da pasta é máximo, e se a resinagem for baseada em métodos fechados.

A utilização de fogo controlado para controlo da vegetação espontânea aparenta ser vantajosa, com maiores produções de resina em parcelas com tratamento prévio com fogo controlado (Perrakis & Agee, 2006; Cannac *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2018; Vázquez-González *et al.*, 2020). Contudo, alguns estudos não identificam efeitos significativos desta prática na produção de resina (Rodríguez-García *et al.*, 2018). Por outro lado, a inoculação de fungos, especialmente no caso do *Ophiostoma minus*, demonstrou uma relação positiva com a produção de resina (Klepzig *et al.*, 2005; Lombardero *et al.*, 2006; Knebel *et al.*, 2008).

A resinagem tem impactos relevantes na fisiologia das árvores, influenciando o crescimento, metabolismo e interação com o ambiente, modificando os fluxos metabólicos e a alocação dos fotoassimilados. Não é, no entanto, consensual a influência da resinagem no crescimento em diâmetro das árvores (Moura *et al.*, 2023). Alguns autores referem a existência de uma relação negativa (Rodríguez-García, 2016), ligeiramente negativa (Zeng *et al.*, 2021; Du *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022; Lema *et al.*, 2023) ou inexistente (Rodríguez-García *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2018; Moura *et al.*, 2023). Estas diferenças são, parcialmente, explicadas pela influência da idade da árvore. Em árvores com menos de 30 anos, a resinagem tende a causar impactos negativos no crescimento em diâmetro, enquanto que, em árvores com mais de 40 anos, não se verificam influências significativas no crescimento (Moura *et al.*, 2023). Estes autores, encorajam a prática da resinagem em povoamentos de pinheiro-bravo explorados para madeira e com idade superior a 40 anos uma vez que o efeito da resinagem no crescimento radial das árvores é negligenciável. Em Zaluma *et al.* (2022) foram estudadas árvores centenárias, com mais de 120 anos, e demonstrou-se que a resinagem efetuada (terminada) há 50 ou 60 anos, teve uma influência mínima no desenvolvimento dessas árvores, revelando o pouco impacto da resinagem a longo prazo na sanidade e vitalidade do pinheiro-silvestre, neste caso.

A resinagem estimula o fluxo de resina e eleva as concentrações de compostos como fenóis, flavonoides e taninos, que auxiliam na defesa da árvore contra pragas e doenças (Lema *et al.*, 2023). Relativamente ao investimento de fotoassimilados na reprodução, a resinagem não demonstrou influenciar a diferenciação dos cones femininos ou a formação de pinhas maduras. Também não se observaram alterações no número ou no tamanho das sementes recolhidas (pinhões), nem na qualidade, no tamanho médio ou na viabilidade das mesmas. Contudo, verificou-se que as sementes de árvores resinadas germinam ligeiramente antes em comparação com as provenientes de árvores não resinadas (Lema *et al.*, 2023).

4.5 Inovação na componente floresta da fileira da resina

A inovação na fileira da resina é necessária para colmatar algumas das debilidades do setor. A inovação, ao nível da floresta, tem-se centrado na otimização do processo de extração da resina. Em particular, na mecanização do processo, na melhoria das pastas estimulantes e na garantia da compatibilidade entre exploração de madeira e resina (Rodríguez-García, 2023a).

A mecanização desta atividade manual permitiria reduzir o tempo e o esforço físico necessários, tornando a atividade mais atraente e aumentando a produtividade do resineiro.

No Projeto Sustforest Plus (<https://sust-forest.eu/pt-pt/contenido/el-proyecto>) foi desenvolvido um protótipo de um carrinho de recolha da resina na floresta denominado “*carretilla eléctrica de remasa HR5e*”, o qual resultou num aumento de rendimento, expresso em quilos de resina por minuto, entre 40-80%. A mecanização totalmente autónoma tem sido alvo de estudo, com as operações de resinagem pelo método *borehole* a serem realizadas por um robô (Gurau *et al.*, 2021).

Novos métodos de resinagem estão a ser ensaiados em Portugal e Espanha. Baseiam-se em sistemas fechados, visando a recolha de resina “limpa”, permitindo assim chegar a mercados específicos relacionados com as indústrias farmacêutica e cosmética. Além disso, não há perda dos compostos voláteis (terebentina – um dos compostos mais valorizados pelas indústrias química e farmacêutica) (Picardo & Pinillos, 2013; Rodríguez-García, 2023a; Soares *et al.*, 2024). No sistema fechado, a recolha da resina é feita para sacos de plástico ou para recipientes de PVC com tampa. A fixação do saco ou do recipiente à árvore é feita com uma peça fixadora circular (Figura 16), podendo ou não ser utilizada pasta estimulante. Em Espanha e Portugal há projetos que visam, entre outros, quantificar a produção e a rentabilidade do resineiro de modo a determinar a viabilidade económica destes sistemas fechados, incluindo a influência das pastas ácidas. Dos vários projetos que terminaram ou estão em curso destacam-se o Grupo Operacional GO ACREMA e o Projeto *ACCIÓN DE COOPERACIÓN AC2020/08* (Espanha) e o Projeto Integrado RN21 – Inovação na Fileira da Resina Natural para Reforço da Bioeconomia Nacional (Portugal).



Figura 16 – Sistema fechado de recolha de resina – (a) ensaio do projeto RN21; (b) foto de José Carlos Rodrigues em CCPMP (2021).

O Grupo Operacional GO ACREMA - *Adaptación de la actividad resinera a masas de pino con fines productores de madera* (<https://acrema.es/>), que funcionou em Espanha de 2021 a 2023, tinha objetivos que pretendiam introduzir inovação no setor da resina: a) métodos de extração mecanizada de resina em sistema fechado; b) obtenção de eco-pastas estimulantes para associar a sistemas de extração ecologicamente limpos e respeitadores do ambiente e dos resineiros. Neste GO foram avaliados três métodos de extração de resina: o tradicional (com feridas no sentido ascendente), o circular mecanizado e o *borehole* (com perfurações no sentido ascendente). O *borehole* foi o mais eficiente, com um aumento na produção de resina de 8.5% no pinheiro-bravo e 15% no pinheiro-insigne, em comparação com o método tradicional. O método circular apresentou os piores resultados, com uma redução de 48% na produção de resina em comparação com o método tradicional. Também foram testadas duas pastas estimulantes: a de Cunningham (à base de etefão) e outra à base de ácido salicílico. De modo geral, a pasta Cunningham apresentou os melhores resultados. No entanto, o desempenho dos métodos e das pastas variou com a localização das parcelas. Relativamente às espécies, o pinheiro-bravo teve sempre produções mais elevadas do que o pinheiro-insigne. Por fim, o estudo concluiu que o método *borehole* é o mais indicado para maximizar a extração de resina, especialmente em situações em que não se utilizam estimulantes. A pasta Cunningham foi, na maioria dos casos, a mais eficiente, embora a pasta salicílica se tenha revelado uma alternativa viável em contextos específicos.

O Projeto ACCIÓN DE COOPERACIÓN AC2020/08 - *Adaptación, mecanización e implantación de novas técnicas de resinación, co obxectivo de mellorar a obtención de resinas naturais* (<http://proyectorresina.foresin.es/>), foi coordenado pelo Centro de Investigación Forestal de Lourizán (Espanha) e terminou em 2022. Obtiveram-se como resultados: a) obtenção de maior produção de resina com pasta salicílica e de menor produção com pasta Zeta, nos povoamentos de pinheiro-bravo e de pinheiro-insigne; b) produções maiores na segunda campanha de resinagem quando comparadas com as da primeira; c) reconhecimento da técnica de microresinagem como sendo rápida e versátil para trabalhos de prospeção da produção de resina; d) maiores percentagens de terebentina nas amostras de resina obtidas pelo método *borehole* (sistema fechado) quando comparadas com as obtidas em púcaro - método tradicional; e) maior do desempenho do resineiro com a utilização do sistema mecanizado, o qual envolveu menor esforço físico com a obtenção de produções idênticas às obtidas com o método tradicional; exige, no entanto, um alto grau de profissionalização do resineiro para evitar afetar a madeira.

O Projeto Integrado RN21 – Inovação na Fileira da Resina Natural para Reforço da Bioeconomia Nacional (<https://rn21.forestwise.pt/>) iniciou-se, em Portugal, em 2022 e vai

terminar em dezembro de 2025. Ao nível da floresta, foram instalados vários ensaios de campo e uma rede de parcelas permanentes de resina. Alguns dos objetivos específicos deste projeto, no âmbito da produção de resina natural, são: (1) a criação de um programa de melhoramento genético para a resinagem, (2) o *benchmarking* de outros *Pinus* produtores de resina, (3) desenvolvimento de técnicas de resinagem e recipientes de recolha da resina.

Silva *et al.* (2018) estudaram o efeito da aplicação de 8 pastas estimulantes em pinheiros-bravos. A pasta tradicional, com ácido sulfúrico a 47%, e a pasta oriunda de Espanha, foram as que tiveram um melhor desempenho. Este estudo propõe que possam ser recomendadas pastas estimulantes diferentes, adaptadas às especificidades de cada região. Michavila *et al.* (2020) observaram que as pastas com ácido salicílico e ácido cítrico resultavam em maiores produções de resina - 15% em média - do que as pastas com ácido sulfúrico. López-Álvarez *et al.* (2023) quantificaram as diferenças de produção de resina com o método tradicional e o método circular e três tipos de pasta estimulante (controle, etefão e ASACIF). Os resultados indicaram que as maiores produções eram obtidas com o método tradicional (em comparação com o método circular) e que com a pasta tradicional as produções de resina eram muito inferiores em ambos os métodos de resinagem testados. No âmbito do RN21, estão a ser testadas pastas com ácidos biológicos, que possam garantir o mesmo efeito estimulante do que a pasta tradicional, mas com menor risco para a exploração (<https://florestas.pt/valorizar/novas-tecnicas-de-resinagem-mais-qualidade-e-productividade/>). Contraditoriamente, a não aplicação de estimulantes químicos pode permitir oferecer ao mercado um produto natural e com rótulo ecológico (CCPMP, 2021), comprometendo, no entanto, as boas produções (Lema *et al.*, 2024).

A microresinagem – com o método *borehole* – consiste em fazer uma perfuração de pequenas dimensões (1.5 cm de diâmetro e profundidade variável, dependendo do diâmetro da árvore), na base da árvore, com uma broca. Os furos são feitos com uma ligeira inclinação em direção à abertura para que a resina escorra livremente. No local é colocado um recipiente fechado, evitando a solidificação prematura da resina. O processo de extração e recolha é realizado num curto espaço de tempo. Existe uma correlação elevada entre o fluxo da microresinagem (em 24 horas) e a produção total de resina na campanha, pelo método tradicional, pelo que a microresinagem pode ser usada como método de avaliação do potencial resinífero de povoamentos florestais (Zas *et al.*, 2020a; Zas *et al.*, 2022a).

A produção de resina é uma característica com elevada heritabilidade em sentido lato, justificando o desenvolvimento de um programa de melhoramento genético para a produção de resina (Vázquez-González *et al.*, 2021a; Almeida, 2023; Soares *et al.*, 2024). Este

programa foi iniciado no âmbito do projeto RN21, com a instalação de um parque clonal em Pataias, em área do ICNF, com coordenação do INIAV e apoio do Centro Pinus.

A mecanização e a inovação tecnológica permitem aumentar a rentabilidade do resineiro, melhorar as suas condições laborais e aumentar a produção de resina (Rodríguez-García, 2023a). A implementação e operacionalização destas inovações terá que estar enquadrada ou resultar na alteração da atual legislação que em Portugal estabelece o regime jurídico da resinagem e da circulação de resina de pinheiro no território do Continente (Soares *et al.*, 2024).

4.6 Contributos da resina natural no âmbito da bioeconomia

A resinagem assume importância na economia nacional. De acordo com os últimos indicadores da Fileira do Pinho, em 2023, os produtos resinosos representaram 168 milhões de euros do total de 2467 milhões de euros das exportações das indústrias da Fileira do Pinho nacional (CentroPinus, 2024). Estes produtos resinosos têm origem na resina natural.

A resina natural impulsiona a bioeconomia nacional, contribuindo para reduzir a utilização de outros tipos de resina e de outras origens, mitigando a pegada ecológica dos produtos derivados de resina e reduzindo o impacto ambiental. Além de impulsionar economias locais, a resina natural também promove a sustentabilidade, a inovação, o desenvolvimento rural e a preservação do património cultural. A resina natural é a base de uma cadeia de valor diversificada que abrange indústrias nacionais e internacionais. De facto, ela é utilizada na produção de uma ampla gama de produtos, como adesivos, tintas, vernizes, produtos farmacêuticos e cosméticos, fortalecendo setores industriais de alto valor agregado (Fonseca *et al.*, 2022). Em Portugal existem, atualmente, 8 empresas industriais de 1ª transformação e 8 de 2ª transformação (CentroPinus, 2024).

Em termos económicos, a exploração de resina pode representar para o proprietário uma receita adicional anual de 134 euros/ha, correspondendo a cerca de 30-35% das receitas totais do pinhal gerido para a produção de madeira (Fonseca *et al.*, 2022). A resina, como produto secundário, permite ao proprietário obter rendimentos que podem minimizar o atraso normal do retorno do investimento florestal (Susaeta *et al.*, 2014). A extração de resina desempenha um papel importante na preservação e valorização dos pinhais, ao incrementar a rentabilidade das atividades florestais e oferecer aos proprietários uma fonte de rendimento anual (Santos *et al.*, 2013). Esse retorno financeiro incentiva práticas de gestão mais ativas e sustentáveis no território. Além disso, a atividade resineira promove a fixação de trabalhadores especializados na floresta, contribuindo para a criação de emprego local em

zonas rurais (Decreto-Lei n.º 181/2015, 18 agosto; Soliño *et al.*, 2018; Rodríguez-García, 2023a) e, assim, combater a desertificação social dessas áreas (Ortuño Perez *et al.*, 2013).

A presença do resineiro na floresta nos meses de primavera e verão, ao atuar como vigilante ativo e constante, é importante na prevenção dos fogos rurais, diminuindo o risco de incêndio (Soliño *et al.*, 2018; Soares *et al.*, 2024). O resineiro pode atuar na deteção precoce de focos de incêndio, auxilia na vigilância contra ameaças bióticas e serve como um meio dissuasor. Além disso, para que a movimentação do resineiro na floresta seja possível e se faça com relativa facilidade, é necessário fazer a gestão da vegetação espontânea, contribuindo, simultaneamente, para a diminuição da carga de combustível e do risco de incêndio. Define-se, deste modo, um modelo de silvicultura adequado e sustentável em harmonia com o desenvolvimento rural (Palma *et al.*, 2016).

5. Metodologia

Nesta secção apresenta-se a metodologia definida para atingir o objetivo geral e os objetivos específicos apresentados no Capítulo 2. Optou-se por apresentar a metodologia por objetivo(s) específico(s).

5.1 Revisão bibliográfica

Objetivos específicos:

- *Compilação da informação bibliográfica disponível em teses académicas, artigos científicos, revistas técnicas/científicas, relatórios/outputs de projeto, atas de conferências e documentos de divulgação técnica, referências organizadas na plataforma Mendeley*
- *Revisão bibliográfica sobre a produção de resina em espécies do género *Pinus* existentes em Portugal continental*
- *Revisão bibliográfica sobre os fatores que afetam a produção de resina ao nível da “árvore”, “povoamento” e “estação”*

No âmbito do Projeto RN21 foi elaborada uma base de dados bibliográfica, que reúne teses académicas, artigos científicos, revistas técnicas, relatórios de projeto e documentos de divulgação técnica relacionados, genericamente, com a resina natural e, em particular, com a resina na floresta. Numa primeira fase foram utilizados os motores de busca *Web of Science* e *Google Scholar* com as palavras-chave: “resin”, “tapping”, “natural resin”, “pine”, “pinus”. Também foram feitas pesquisas nos repositórios de instituições académicas com as mesmas palavras-chave, através, quer da ferramenta “Repositório científico de acesso aberto em Portugal” (<https://www.rcaap.pt/>) quer nos próprios repositórios *online* das instituições: Universidade de Coimbra; Ria (Universidade de Aveiro); *Repositorium* (Universidade do Minho); Biblioteca digital do ISA (Instituto Superior de Agronomia), da ESAC (Escola Superior Agrária de Coimbra), da Universidade do Porto e da UTAD (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro).

Estas referências foram organizadas na plataforma *Mendeley*, um gestor de referências gratuito e que permite acesso *online* às mesmas e, inclusivamente, aos documentos em formato PDF, desde que tenham sido anexados à base. Dentro da plataforma *online Mendeley*, cada referência está identificada com um *tag* que identifica o tipo de publicação, facilitando a procura e permitindo filtrar as referências.

A revisão bibliográfica feita com base nas referências compiladas foi usada para: (a) identificar e caracterizar as espécies do género *Pinus* presentes em Portugal continental, (b) selecionar as espécies que constituem a rede de parcelas permanentes de resina, (c) identificar os fatores que afetam a produção de resina, considerando três níveis (árvore, povoamento e estação), (d) conhecer produções de resina em diferentes zonas geográficas.

5.2 Definição da rede de parcelas permanentes de resina

Objetivo específico:

- *Definir a rede de parcelas permanentes de resina*

Para definir as espécies a integrar na rede de parcelas permanentes de resina teve-se em consideração as espécies do género *Pinus* possíveis de serem utilizadas em arborizações em Portugal continental e classificadas como tendo uma distribuição predominante, abundante ou frequente (Anexo II; ICNF, 2022) e o potencial resinífero das espécies, determinado por consulta à base de dados bibliográfica.

Tendo a lista de espécies, a etapa seguinte foi selecionar os povoamentos para instalar as parcelas os quais deviam cumprir os seguintes requisitos: (a) pinhal puro regular com árvores nunca resinadas e com diâmetro mínimo de 20 cm; (b) área com boa acessibilidade e fácil deslocação; (c) resinagem à vida; (d) vontade do proprietário ou gestor florestal em resinar o pinhal e manter a resinagem por vários anos; (e) aceitação por parte do proprietário ou gestor florestal da resinagem ser feita só numa fiada por árvore, não maximizando a extração de resina, de acordo com o Decreto-Lei nº 181/2015, 18 agosto.

Após a seleção das espécies e dos povoamentos foi feita uma visita de reconhecimento aos povoamentos. Elaborou-se um Protocolo de Campo (Anexo IX) para instalação, inventário e monitorização das parcelas.

Em campo, foram marcadas, com fita balizadora, as árvores limite das parcelas retangulares. A instalação fez-se com recurso a fitas métricas e a prismas de espelhos retangulares. Na delimitação das parcelas foram consideradas parcelas com área, aproximada, de 1000 m² e forma retangular. Considerou-se uma distância mínima de duas linhas de bordadura em relação ao limite do povoamento. Os cantos das parcelas registados com GPS (foram utilizados dois modelos de GPS: *Spectra Precision, MobileMapper 50* e *CHC LT500 series, GNSS Handheld Receiver*). Em campo, foi desenhado, em folha de papel, um croqui de cada parcela com indicação do número de filas e número de árvores por fila. Todas

as árvores de cada parcela foram numeradas com chapas de alumínio pregadas à base das árvores, de forma sequencial (Figura 17).



Figura 17 – Chapas de alumínio usadas para identificar as árvores de cada parcela; as chapas são pregadas na base na árvore.

A avaliação, feita em campo, da possibilidade de se recolher, com os GPS referidos, as coordenadas de cada árvore foi negativa devido à falta de precisão dos equipamentos GPS, que se traduzia por um erro de 1.5-2 m por “posição” da árvore. Foi também testado um amplificador de sinal GNSS (RTK *Handheld Surveyor*) mas não melhorou a precisão da coordenada de localização. As coordenadas das árvores foram, finalmente, obtidas com um equipamento de precisão submétrica (*Spectra SP60*), com correção diferencial em tempo real (Anexo VII).

O inventário das parcelas foi feito antes da instalação da resinagem pela 1ª vez. No inventário, ao nível da árvore, foram medidas as seguintes variáveis: dap, altura total, altura da base da copa e orientação da face resinada. Os diâmetros (cruzados) foram obtidos com uma suta e as alturas foram com um Vertex. Os valores foram registados em papel.

A resinagem à vida nas parcelas permanentes foi feita pelo método tradicional, com saco aberto e pasta estimulante tradicional com ácido sulfúrico. A periodicidade das renovas foi acordada com os resineiros como sendo de 21 dias.

Para cada parcela foram solicitados, ao IPMA, os dados climáticos com origem na rede de Estações Meteorológicas Automáticas (EMA), tendo sido seleccionada a EMA

geograficamente mais próxima de cada parcela. O IPMA proporcionou medições diárias para as temperaturas média, máxima e mínima e a precipitação total nos meses das campanhas 2023 e 2024. São indicados no Anexo VIII as distâncias aproximadas das EMA às parcelas.

As características topográficas e de solo para cada parcela foram obtidas do WebGIS EPIC (<http://geoportal.epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt/catalogue/>), do Sistema Nacional de Informação do Solo (SNIS) (quando disponível) e de dados medidos no campo. A caracterização geográfica dos concelhos teve por base os respetivos PMDFCI (Anexo VIII).

5.3 Monitorização da rede de parcelas permanentes de resina

Objetivo específico:

- *Monitorizar a produção de resina nas parcelas permanentes e nas campanhas 2023 e 2024.*

A monitorização envolveu o acompanhamento da instalação da resinagem pelo resineiro, a confirmação da realização das renovas e as pesagens de resina. Foi definido fazer duas pesagens por campanha em cada parcela, uma a meio da campanha (julho/agosto) e outra no final (outubro/novembro). A produção por árvore e por campanha é a soma dos pesos de resina das duas pesagens. A pesagem é feita com uma balança digital (com precisão de 1 gr) ou com um dinamómetro digital KERN HCB 20K10 (com precisão de 10 gr) ou genérico (com precisão de 5 gr) (Figura 18).



Figura 18 – Métodos de pesagem de resina em campo.

5.4 Análise da produção de resina por espécie e relação com variáveis da árvore, do povoamento e da estação

Objetivo específico:

- *Analisar e relacionar a produção de resina com as variáveis dendrométricas da árvore, do povoamento e da estação.*
- *Identificar espécies de *Pinus* com interesse e viabilidade de exploração resinífera em Portugal continental.*

Para analisar a produção de resina por espécie, foi calculada a produção da árvore média de cada parcela por campanha. A produção de cada árvore é o resultado da soma das duas pesagens efetuadas na campanha (a meio e no fim). Através da construção de um gráfico de barras, foi descrita a produção de resina em ambos os períodos que antecederam as pesagens, por parcela.

Foram elaboradas caixas de violinos para a produção de resina, por parcela e por campanha. A caixa de violino permite visualizar a distribuição das produções de resina e indica a mediana, os quartis e os valores extremos, ajudando a identificar a dispersão e a assimetria das produções. Também permite identificar a densidade das produções de resina, com as partes mais largas da mancha que envolve a *boxplot* a indicarem as maiores concentrações de dados.

A relação entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção da copa baseou-se no cálculo da matriz de correlação de *Pearson* e na análise gráfica, por parcela e por espécie. Também se fez esta análise para o conjunto de parcelas de pinheiro-bravo e para as duas parcelas de pinheiro-de-Alepo.

O modelo linear para o peso de resina da árvore foi definido só para o pinheiro-bravo uma vez que para as outras espécies só se instalou uma (pinheiro-larício, pinheiro-silvestre, pinheiro-insigne) ou duas parcelas (pinheiro-de-Alepo). Nas parcelas de pinheiro-bravo instaladas na campanha 2023, só se usaram os valores das pesagens de 2023 uma vez que o inventário foi realizado à instalação. O modelo foi definido em função dum conjunto de variáveis estatisticamente significativas e escolhidas pelo método de seleção de variáveis *stepwise* (passo-a-passo). As variáveis testadas foram: (a) ao nível da árvore: o diâmetro, a altura e a proporção de copa; (b) ao nível do povoamento: densidade e diâmetro quadrático médio; (c) ao nível da estação: altitude. As variáveis climáticas relacionadas com as temperaturas e a precipitação total não puderam ser usadas porque as EMA das parcelas nº4, nº7 e nº8 tiveram falhas de registo. No método *stepwise*, as variáveis podem ser adicionadas

ou removidas em cada passo com base num critério estatístico. O processo repete-se até que não existam mais variáveis que satisfaçam o critério de inclusão no modelo. Neste caso, a inclusão foi determinada pelo valor do R^2 e garantindo-se a significância dos coeficientes de regressão ($Pr > F$, < 0.05). Para as variáveis escolhidas para o modelo para o peso de resina testou-se a presença de colinearidade com base no fator de inflação da variância (FIV); valores até 10 foram aceites (Myers, 1986). A análise dos dados foi feita com SAS versão 9.4 (SAS Institute Inc. 2016), tendo-se utilizado o PROC REG.

Para identificar as espécies do género *Pinus* com interesse para a exploração de resina efetuou-se a comparação dos valores médios das produções de resina das várias espécies. Procuraram-se encontrar fatores que justificassem as diferenças entre espécies. Para tal teve-se em consideração o número de renovas, a dimensão das árvores, a densidade do povoamento e as características edafoclimáticas dos locais das parcelas permanentes.

6. Resultados e discussão

6.1 Revisão bibliográfica – plataforma *Mendeley*

Em dezembro 2024, a base de dados era constituída por 239 referências, distribuídas por 122 artigos científicos, 34 livros ou capítulos de livros, 27 artigos em revistas técnico-científicas, 28 teses académicas (trabalhos fim de curso, teses de mestrado e doutoramento), 17 relatórios de projeto e 11 livros de atas de conferências/seminários. A referência mais antiga data de 1827.

A compilação da informação bibliográfica revelou uma quantidade elevada de publicações relacionadas com a produção de resina, com origem nos países que exploram este recurso em quantidades significativas. A maximização da produção e a avaliação precoce do potencial resinífero das árvores e dos povoamentos são o mote da maior parte da investigação/experimentação relacionada com a resina na floresta. O que implica o conhecimento dos fatores que afetam a produção de resina e do comportamento fisiológico das árvores face às características da estação, povoamento e práticas silvícolas.

6.2 Instalação e caracterização das parcelas permanentes de resina

Foram selecionadas seis espécies para constituírem a rede de parcelas permanentes de resina: *P. pinaster* (pinheiro-bravo), *P. pinea* (pinheiro-manso), *P. sylvestris* (pinheiro-silvestre), *P. nigra* (pinheiro-larício), *P. radiata* (pinheiro-insigne) e *P. halepensis* (pinheiro-de-Alepo) (Figura 19).

As parcelas permanentes instaladas e inventariadas nas campanhas 2023 (Quadro 5) e 2024 (Quadro 6), e monitorizadas ao longo destes dois anos, encontram-se localizadas nas regiões centro e norte (Figura 20), caracterizadas por diferentes características edafoclimáticas. A parcela de pinheiro-manso, localizada em Moura/Amareleja, foi uma exceção, mas só esteve ativa na campanha 2023. Estão em falta na rede parcelas de pinheiro-manso, em zonas com boa aptidão da espécie.



Figura 19 – Parcelas permanentes: a) pinheiro-bravo, nº1; b) pinheiro-larício, nº2; c) pinheiro-silvestre, nº3; d) pinheiro-bravo, nº4; e) pinheiro-insigne, nº11; f) pinheiro-manso, nº5; g) pinheiro-bravo (nº6); h) pinheiro-bravo (nº7); i) pinheiro-bravo (nº8); j) pinheiro-de-Alepo (nº9); l) pinheiro-de-Alepo (nº10).

Quadro 5 – Localização das parcelas permanentes de resina instaladas na campanha 2023.

Parcela	Concelho	Freguesia	Local	Espécie	Lat.	Long.
1	Vila Pouca de Aguiar	Tresminas	Baldio de Covas	P-bravo	41.506793	-7.523162
2		Bornes de Aguiar	Baldio Pinhal de Baixo	P-larício	41.510607	-7.576280
3		Tresminas	Baldio da Aldeia de Revel	P-silvestre	41.483478	-7.554893
4	Oleiros	Isna	Aldeia de Isna	P-bravo	39.852980	-7.871307
5	Moura	Amareleja	Prop privada	P-manso	38.181955	-7.219722

Lat, Latitude aproximada do centro da parcela (sistema WGS 84); Long, Longitude aproximada do centro da parcela (sistema WGS 84)

Quadro 6 – Localização das parcelas permanentes de resina instaladas na campanha 2024.

Parcela	Concelho	Freguesia	Local	Espécie	Lat.	Long.
6	Alcobaça	Pataias	Prop privada	P-bravo	39.696554	-8.966028
7	Arcos Valdevez	Soajo	Baldio Soajo	P-bravo	41.905824	-8.241548
8	Vila Nova Cerveira	Covas	Baldio de Covas	P-bravo	41.862359	-8.693057
9	Alenquer	Ota	Baldio Serra Ota	P-de-Alepo	39.104586	-9.007849
10				P-de-Alepo	39.108182	-9.002804
11	Oleiros	Oleiros-Amieira	Prop privada	P-insigne	39.912566	-7.925947

Lat, Latitude aproximada do centro da parcela (sistema WGS 84); Long, Longitude aproximada do centro da parcela (sistema WGS 84)

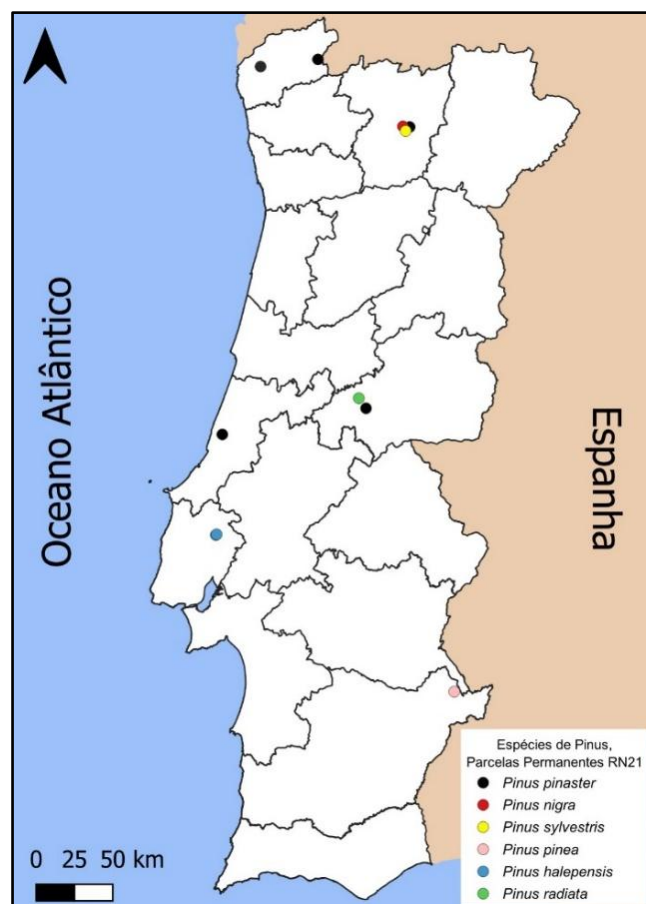


Figura 20 – Localização das parcelas permanentes de resina instaladas nas campanhas 2023 e 2024.

No Quadro 7 apresentam-se as médias das variáveis climáticas fornecidas pelo IPMA. Estas médias foram calculadas, para cada parcela, com base no período compreendido entre o início e o fim das campanhas de resinagem. Para as parcelas em que foi utilizada a mesma EMA, os dias de início e de fim coincidiram.

Na campanha 2023 (abril/novembro), a parcela nº5 – Moura/Amareleja – associou-se ao maior valor de temperatura média (22.9°C) e de temperatura máxima (30.0°C). Esta parcela apresentou um valor de precipitação total (228.8 mm) superior ao da parcela nº4 de Oleiros (143.8 mm), mas a estação de Proença-a-Nova apresentou falhas na medição de 16/10/23 a 27/10/23 e de 02/09/23 a 19/09/23. No distrito de Vila Real (parcelas nº1, nº2 e nº3), registou-se a maior quantidade de precipitação da campanha (598 mm) e a menor média de temperatura mínima (12.8°C).

Na campanha 2024, a parcela nº4 – Oleiros – associou-se a maior quantidade de precipitação (327 mm), superando as parcelas de Vila Pouca de Aguiar (nº1, nº2 e nº3) (269.8 mm). A parcela nº4 associou-se às maiores temperaturas média, máxima e mínima (19.8°C,

26.4°C e 14.2°C, respetivamente), em comparação com as parcelas de Vila Pouca de Aguiar (18.5°C, 25.6°C e 12.5°C, respetivamente).

Quadro 7 – Média das variáveis climáticas das Estações Meteorológicas Automáticas mais próximas de cada parcela nas campanhas 2023 e 2024 (Fonte: IPMA).

Parcela	Nome	T (°C)	Tmin (°C)	Tmax (°C)	P (mm)
2023					
1	VPA-Pb ¹	18.7	12.8	25.6	598.0
2	VPA-PI ¹				
3	VPA-Ps ¹				
4	Oleiros-Pb ²	20.4	15.1	26.5	143.8*
5	Amareleja-Pm ³	22.9	15.7	30.0	228.8
2024					
1	VPA-Pb ¹	18.5	12.5	25.6	269.8
2	VPA-PI ¹				
3	VPA-Ps ¹				
4	Oleiros-Pb ²	19.8	14.2	26.4	327.0
11	Oleiros-PI ²				
6	Alcobaça-Pb ⁴	18.5	13.6	24.2	336.4
7	AV-Pb ⁵	16.3**	10.1**	21.1**	585.7**
8	VNC-Pb ⁶	21.4***	15.2***	28.3***	910.6***
9	Alenquer-Pa ⁷	19.3	14.7	25.8	158.5
10	Alenquer-Pa ⁷				

T, temperatura média (°C); Tmin, temperatura média mínima (°C); Tmax, temperatura média máxima (°C); P; precipitação total (mm); Pb, pinheiro-bravo; PI, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne. Os números indicam as estações do IPMA: ¹, Vila Real/Cidade; ², Proença-a-Nova; ³, Amareleja; ⁴, Alcobaça; ⁵, Lamas de Mouro; ⁶, Vila Nova de Cerveira; ⁷, Torres Vedras/Dois Portos; *, de 16/10/23 a 27/10/23 e de 2/9/23 a 19/9/23 a estação não registou precipitação; **, de 27/6/24 a 1/8/24 a estação não registou temperatura nem precipitação; ***, de 24/4/24 a 11/7/24 e de 4/9/24 a 30/10/24 a estação não registou temperatura nem precipitação.

Em resumo, nas parcelas de Vila Pouca de Aguiar, as temperaturas foram semelhantes em ambas as campanhas e houve uma diminuição da precipitação, em 2024, de 55%. O período sem precipitação foi de dois meses (julho e agosto), nas duas campanhas, e outubro foi o mês com a maior precipitação total (295 mm em 2023 e 133.8 mm em 2024). Em Oleiros, as temperaturas foram semelhantes em ambas as campanhas, mas houve um aumento da precipitação em 2024 de 127%, relativamente a 2023. O período sem precipitação

foi de dois meses (julho e agosto), nas duas campanhas. Em Moura (parcela nº5), o período sem precipitação também foi de dois meses (julho e agosto) e o mês de outubro apresentou a maior quantidade de precipitação (99.2 mm).

Relativamente às parcelas instaladas na campanha 2024, a localizada em Vila Nova de Cerveira (nº8) destacou-se por apresentar as maiores temperaturas média (21.4°C) e máxima (28.3°C) e a maior quantidade total de precipitação (910.6 mm), ao longo da campanha. Em contraste, a parcela nº7 (localizada no Soajo) registou a menor temperatura média (16.3°C) e mínima (10.1°C). A parcela nº6, em Alcobaça, teve a segunda menor média de temperatura máxima (24.2°C) e apresentou precipitação total de 336.4 mm.

Na campanha 2024, as parcelas de Oleiros (nº4 e nº11) e de Alenquer (nº9 e nº10) apresentaram valores semelhantes para as temperaturas média, mínima e máxima (19°C, 14°C e 26°C, respetivamente). No entanto, diferiram no total de precipitação – Oleiros, 327 mm e Alenquer, 158.5 mm.

No Quadro 8 são apresentadas as características topográficas e de solo das parcelas permanentes. Destacou-se a predominância de orientação do declive para Este (E) e uma elevada variabilidade da altitude das parcelas. Entre as parcelas de pinheiro-bravo três ultrapassam os 700 m de altitude (nº1, nº4 e nº7), enquanto a parcela nº8, está a 428 m e a parcela nº6, situada no litoral, a cerca de 132 m de altitude. A parcela nº7, localizada no Soajo, tem o declive mais acentuado, superior a 25%, seguida pelas parcelas nº4 e nº8, ambas de pinheiro-bravo, com valores entre 16 e 25%. As parcelas nº2 (pinheiro-larício) e nº11 (pinheiro-insigne) apresentam declives mais suaves, 12 e 16%, enquanto as parcelas de Vila Pouca de Aguiar (nº1 e nº3) e a nº9, localizada em Alenquer, registam declives entre 8 e 12%. Por último, as parcelas com declive mais suave (entre 0 e 3%) são as de pinheiro-bravo no litoral (nº6, Alcobaça), pinheiro-manso (nº5, Moura) e pinheiro-de-Alepo (nº10, Alenquer).

Em relação a outras características edáficas, como a textura, o pH e a espessura do solo, a maioria das parcelas apresenta uma textura mediana, pH ácido (4.5-5) e espessuras do solo que variam entre 30 e 100 cm. Contudo, as parcelas de pinheiro-manso (nº5) e pinheiro-de-Alepo (nº9 e nº10) apresentam uma textura mais fina, pH de 7 ou superior e, no caso das parcelas de pinheiro-de-Alepo, espessuras do solo que variam entre 0-25 cm, estando localizadas em solos calcários. Ainda se destaca o pH da parcela nº4 (em Oleiros), inferior a 4.5. A parcela nº6, situada nas areias do litoral, é a única que apresenta textura grosseira.

Quadro 8 – Características topográficas e de solo das parcelas permanentes.

Parcela	Nome	Exposição	Altitude (m)	Declive (%)	Textura	pH	Espessura solo (cm)
1	VPA- Pb	SO	911	8-12	Mediana	4.5-5	50-100
2	VPA- PI	O	884	12-16	Mediana	4.5-5	50-100
3	VPA- Ps	O	784	8-12	Mediana	4.5-5	50-100
4	Oleiros- Pb	S	773	16-25	Mediana	<4.5	25-50
5	Amareleja- Pm	-	201	0-3	Fina	7-7.5	50-100
6	Alcobaça- Pb	-	132	0-3	Grosseira	4.5-5	50-100
7	AV- Pb	SO	747	>25	Mediana	4.5-5	30-50
8	VNC- Pb	E/SE	428	16-25	Mediana	4.5-5	30-50
9	Alenquer- Pa	E	196	8-12	Fina	>=7.5	0-25
10	Alenquer- Pa	N/NO	156	0-3	Fina	>=7.5	0-25
11	Oleiros- Pi	S	487	12-16	Mediana	6-6.5	25-50
				Referência: WebGIS EPIC			

VPA, Vila Pouca de Aguiar; AV, Arcos de Valdevez; VNC, Vila Nova de Cerveira; Pb, pinheiro-bravo; PI, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne.

No Quadro 9 apresenta-se a caracterização das parcelas no momento da sua instalação. As parcelas de pinheiro-larício (nº2) e pinheiro-silvestre (nº3) destacam-se como as mais velhas - 50 anos - enquanto que parcelas como a nº5 - 25 anos - ou a nº11 - 25-30 anos - são as mais jovens.

Quadro 9 – Caracterização das parcelas permanentes de resina, com o inventário feito no momento de instalação das parcelas.

Parcela	Nome	Área (m ²)	Ano instalação	Idade (anos)	árvT (nº)	árvR (nº)	árvR (%)	N (ha ⁻¹)	N _r (ha ⁻¹)	hdom (m)	G (m ² /ha)	dg (cm)	dg _r (cm)
1	VPA-Pb	1204	2023	35-40	96	54	53	797	449	13.0	29.0	21.5	28.7
2	VPA-PI	1173	2023	50	94	74	79	801	631	25.4	52.3	28.8	32.5
3	VPA-Ps	1267	2023	50	54	41	76	426	324	17.9	25.7	27.7	31.8
4	Oleiros-Pb	1368	2023	30-35	81	58	70	599	424	17.8	34.6	27.1	32.3
5	Amareleja-Pm	1861	2023	25	56	38	68	301	204	6.9	9.0	19.6	23.7
6	Alcobaça-Pb	746	2024	40	40	38	95	523	509	14.1	41.2	31.7	32.1
7	AV-Pb	1065	2024	40	52	45	85	488	423	15.3	37.6	31.3	33.6
8	VNC-Pb	751	2024	30	98	34	35	1305	453	14.6	41.4	20.1	34.1
9	Alenquer-Pa	1393	2024	40	40	24	60	287	172	13.2	11.6	22.7	29.3
10	Alenquer-Pa	897	2024	40	31	26	84	346	290	15.6	18.6	26.2	28.6
11	Oleiros-Pi	929	2024	25-30	55	44	80	592	474	23.6	29.3	25.1	28.0

VPA, Vila Pouca de Aguiar; AV, Arcos de Valdevez; VNC, Vila Nova de Cerveira; Pb, pinheiro-bravo; PI, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne; árvt, número total de árvores por parcela; árvr, número de árvores resinadas por parcela; N, número total de árvores por ha; N_r, número de árvores resinadas por ha; hdom, altura dominante (média das alturas das árvores mais grossas da parcela, na proporção de 100 árvores por hectare); G, área basal; dg, diâmetro quadrático médio; dg_r, diâmetro quadrático médio das árvores resinadas.

As parcelas de pinheiro-larício (nº2) e pinheiro-insigne (nº11) apresentam os maiores valores de altura dominante (25.7 e 23.6 m, respetivamente), aos 50 e 25-30 anos (Quadro 9). A parcela nº5, de pinheiro-manso, apresenta uma altura dominante de 6.9 m. A parcela mais densa é a nº8, de pinheiro-bravo com 1632 árv/ha aos 30 anos. Destas, só 566 árv/ha é que tinham dimensão para serem resinadas (dap>20 cm). As parcelas nº2 e nº1, apresentam densidade de 952 e 882 árv/ha, respetivamente. O resto das parcelas apresenta valores entre 454 e 689 árv/ha; exceção das parcelas nº5, de pinheiro-manso, com 324 árv/ha e as de pinheiro-de-Alepo, a nº9 com 356 e a nº10 com 309 árv/ha.

Das parcelas que constituem a rede, e tendo por base os valores de diâmetro das árvores obtidos à instalação, só 53% (parcela nº1), 79% (nº2), 76% (nº3), 70% (nº4), 68% (nº5), 95% (nº6), 85% (nº7), 35% (nº8), 60% (nº9), 84% (nº10), 80% (nº11) das árvores é que foram resinadas (Quadro 9).

6.3 Produções por parcela permanente e por espécie

É importante realçar que o número e a periodicidade das renovas e datas de início/fim das campanhas, para cada parcela, foram dependentes do resineiro e das condições meteorológicas (Quadro 10 e 11). Na campanha 2023, verificou-se, comparando com a de 2024, maior uniformidade nas datas de início e fim da campanha e no número total de renovas.

Para as parcelas instaladas em 2023, quantificou-se a produção de resina nas campanhas 2023 e 2024, com a exceção da parcela nº5; para as instaladas em 2024, quantificou-se a produção só nessa campanha. Os valores de produção apresentados são médias anuais, por árvore. Os resultados obtidos nas diferentes parcelas e espécies não são diretamente comparáveis, uma vez que a produção da resina é influenciada por inúmeros fatores (já referidos no Capítulo 4).

Na campanha 2023, a parcela nº4, de pinheiro-bravo, foi a mais produtiva com valores médios, por árvore, de 1.41 kg e, por área, de 596.2 kg/ha. A parcela menos produtiva foi a nº5, de pinheiro-manso, com 200 gr por árvore. As parcelas nº1, nº2 e nº3 de pinheiro-bravo, pinheiro-larício e pinheiro-silvestre tiveram produções de 1.12 kg, 0.51 kg e 1.12 kg, respetivamente. Estas três parcelas localizam-se na mesma região – características edáficas semelhantes e condições meteorológicas iguais durante a campanha – e foram resinadas pelo mesmo resineiro (técnica e pasta estimulante iguais). Todas tiveram 8 renovas. O pinheiro-bravo e o pinheiro-silvestre foram as espécies com maiores produções de resina, tendo-se obtido, ao nível da árvore, a mesma produção média (1.12 kg). O mesmo se verificou na campanha 2024, com valores ligeiramente superiores (1.18 kg), quando comparados com os

da campanha 2023. A parcela de pinheiro-larício registou baixas produções em ambas as campanhas. A comparação da produção de resina de pinheiro-larício com a de outras espécies do género *Pinus* é apresentada na bibliografia – ver secção 4.2. Bermúdez (1998) referiu que, em Espanha, para além do pinheiro-bravo, também havia registo de resinagem no pinheiro-de-Alepo e no pinheiro-larício e destacou a menor contribuição desta última espécie para a produção nacional espanhola.

Comparando, na campanha 2023, a produção de resina das duas parcelas de pinheiro-bravo (nº1 e nº4), verifica-se que a produção da parcela nº4 é maior. A diferença de produção de resina entre as parcelas nº1 e nº4 foi mais evidente na campanha 2024, com a parcela nº4 a produzir 1.77 kg/árv (Quadro 11).

Nas parcelas instaladas em 2023, as produções, em 2024, mantiveram a tendência da campanha 2023. Exceção para a parcela nº5, de pinheiro-manso, porque o proprietário desistiu do projeto. De acordo com a bibliografia, pinheiros previamente resinados tendem a produzir mais resina (Zas *et al.*, 2022a; Lema *et al.*, 2024). Neste estudo, as parcelas instaladas em 2023 apresentaram um aumento de produção de resina no segundo ano. As parcelas nº2 e nº4 destacaram-se com os maiores aumentos na produção média por árvore em comparação com os resultados de 2023, registando um aumento de 0.21 e 0.36 kg, respetivamente. Pela sua vez, os incrementos nas parcelas nº1 e nº3 foram mais pequenos, com valores de 0.06 kg/árv, em ambas as parcelas (Quadro 10 e 11). Note-se que, nas parcelas nº1 e nº4, foi realizada mais uma renova em 2024 (9) em comparação com 2023 (8). Já nas parcelas nº2 e nº3, o número de renovas (8) em ambas as campanhas foi igual.

Quadro 10 – Início e fim da campanha, número de renovas e produção média por pesagem, por árvore (1 fiada) e por hectare - campanha 2023.

Parc	Nome	campanha 2023						
		data início	data fim	Nº renovas	resina1 (kg/árv)	resina2 (kg/árv)	resinaT (kg/árv)	resinaT (kg/ha)*
1	VPA-Pb	18/05	09/11	8	0.44	0.67	1.12	501.0
2	VPA-PI	19/05	09/11	8	0.17	0.34	0.51	322.1
3	VPA-Ps	19/05	09/11	8	0.39	0.74	1.12	363.6
4	Oleiros-Pb	18/05	10/11	8	0.62	0.78	1.41	596.2
5	Amareleja-Pm	17/05	02/11	8	0.14	0.06	0.20	39.9

Parc, nº da parcela; Pb, pinheiro-bravo; PI, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; VPA, Vila Pouca de Aguiar; resina1, produção média de resina na primeira pesagem, a meio da campanha; resina2, produção média de resina na segunda pesagem, no final da campanha; resinaT, produção média total de resina; *, soma das produções de resina das árvores da parcela reportada ao hectare; assinala-se a negrito valor mais elevado de produção de resina por árvore.

Relativamente às parcelas instaladas na campanha 2024, destaca-se a presença de duas novas espécies - pinheiro-de-Alepo e pinheiro-insigne. A parcela nº6 de pinheiro-bravo, foi a mais produtiva, quer ao nível da árvore (2.25 kg/árv) quer por área (1137 kg/ha) (Quadro 11). Nas parcelas nº7 e nº8, ambas de pinheiro-bravo, obtiveram-se produções de 0.93 kg/árv e 1.27 kg/árv, respetivamente. Estas baixas produções podem ser resultado do baixo número de renovas efetuado – 4 e 5, respetivamente (Quadro 11). As parcelas de pinheiro-de-Alepo, nº9 e nº10, registaram produções médias de 1.22 kg/árv e 1.55 kg/árv, valores próximos dos obtidos para algumas das parcelas de pinheiro-bravo. Estes valores estão em concordância com o apresentado nas secções 3.3 e 4.2 para o pinheiro-de-Alepo - produções de 1.7-3.3 kg/árv/ano (Tsoumis, 1993, citado por Tsaktsira *et al.*, 2023), na Grécia e 1.5-1.8 kg por ferida, na Tunísia (Dahmane, 1986). Por último, a parcela menos produtiva foi a nº11, de pinheiro-insigne, com produção média de 0.77 kg/árv. Estas produções baixas para esta espécie são confirmadas na bibliografia, nomeadamente no trabalho de Guerra *et al.* (1991).

Quadro 11 – Início e fim da campanha, número de renovas e produção média por pesagem, por árvore (1 fiada) e por hectare - campanha 2024.

Parc	Nome	campanha 2024						
		data início	data fim	Nº renovas	resina1 (kg/árv)	resina2 (kg/árv)	resinaT (kg/árv)	resinaT (kg/ha)*
1	VPA-Pb	22/04	29/10	9	0.45	0.72	1.18	495.3
2	VPA-PI	22/04	29/10	8	0.25	0.48	0.72	456.6
3	VPA-Ps	22/04	29/10	8	0.54	0.64	1.18	380.6
4	Oleiros-Pb	24/04	30/10	9	0.71	1.06	1.77	-
6	Alcobaça-Pb	10/04	26/11	9	0.79	1.45	2.25	1137.3
7	AV-Pb	31/05	30/10	4	-	0.93	0.93	394.8
8	VNC-Pb	24/04	30/10	5	0.73	0.55	1.27	593.9
9	Alenquer-Pa	06/05	28/10	7	0.54	0.67	1.22	209.3
10	Alenquer-Pa	06/05	28/10	7	0.69	0.86	1.55	449.7
11	Oleiros-Pi	26/04	30/10	8	0.34	0.43	0.77	362.8

Parc, nº da parcela; Pb, pinheiro-bravo; PI, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne; VPA, Vila Pouca de Aguiar; AV, Arcos de Valdevez; VNC, Vila Nova de Cerveira; resina1, produção média de resina na primeira pesagem, a meio da campanha; resina2, produção média de resina na segunda pesagem, no final da campanha; resinaT, produção média total de resina; *, soma das produções de resina das árvores da parcela reportada ao hectare; assinalam-se a negrito os três valores mais elevados de produção de resina por árvore.

Nas Figura 21 e 22 apresenta-se a produção de resina por campanha e por pesagem, com indicação do número total de incisões e do número de incisões que foram feitas até às pesagens.

Na campanha 2023, para as parcelas nº1, nº2, nº3 e nº4, a primeira pesagem foi feita no início de agosto e a segunda no início de novembro, correspondendo ambos os períodos a cerca de 3 meses. O segundo período engloba os meses de agosto, setembro e outubro, e as produções de resina foram mais altas (Figura 21). Exceção para a parcela nº5, de pinheiro-manso. A campanha 2024 confirmou a maior produção de resina associada à segunda pesagem (Figura 22). Assim, numa mesma campanha, as segundas pesagens, de modo geral, associam-se a valores mais altos de produção de resina, mesmo quando o número de incisões é menor (parcelas nº9 e nº10).

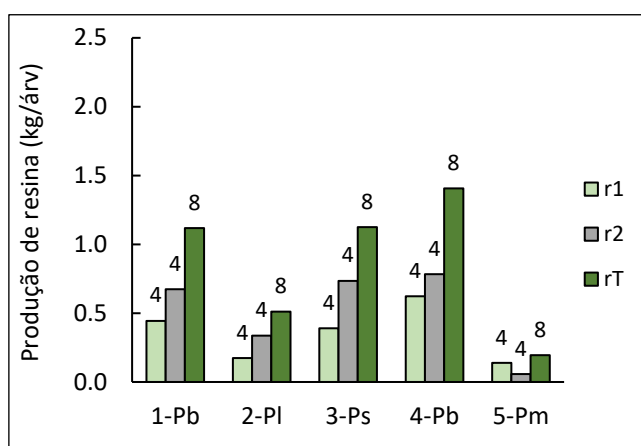


Figura 21 – Produção média de resina na 1ª pesagem (r1), 2ª pesagem (r2) e total (rT) e número de incisões realizadas antes de cada pesagem - campanha 2023. Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso.

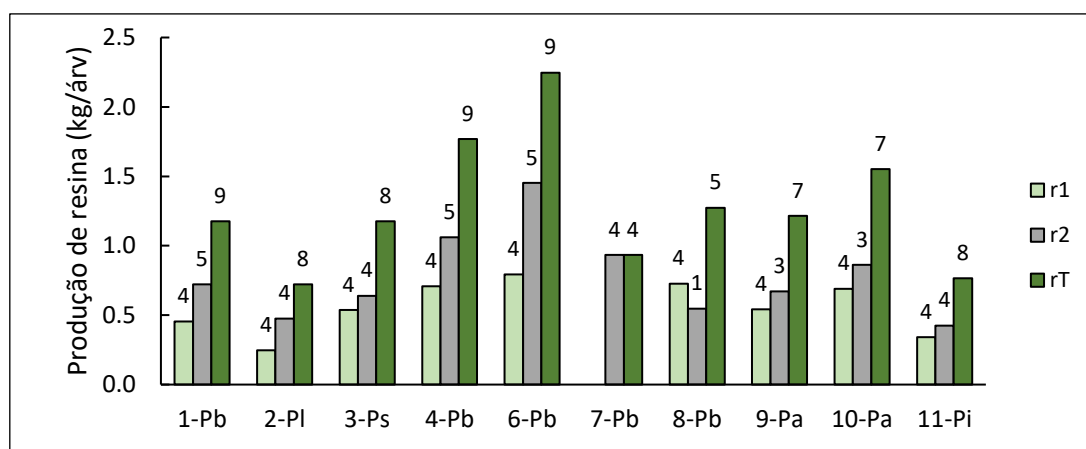


Figura 22 – Produção média de resina na 1ª pesagem (r1), 2ª pesagem (r2) e total (rT) e número de incisões realizadas antes de cada pesagem - campanha 2024. Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne.

Na Figura 23 apresentam-se os gráficos de violino para a produção de resina, por parcela, nas campanhas 2023 e 2024. Isolam-se três grupos: (a) o das três parcelas localizadas em Vila Pouca de Aguiar (nº1, nº2 e nº3), correspondendo às espécies pinheiro-bravo, pinheiro-larício e pinheiro-silvestre, onde foram observados valores de produção de resina iguais para as parcelas nº1 e nº3; a parcela nº3 apresentou maior dispersão dos valores de produção de resina; (b) o das parcelas de pinheiro-bravo (nº1, nº4, nº6, nº7 e nº8), com produções de resina mais altas em Alcobaça (nº6) e Oleiros (nº4), ambas com 9 incisões; a dispersão de valores é maior na parcela nº6; (c) o das parcelas de pinheiro-de-Alepo (nº9 e nº10), com pequena dispersão de valores e produções idênticas às observadas em algumas das parcelas de pinheiro-bravo; a parcela nº10 apresentou o terceiro valor mais alto de produção de resina na campanha 2024.

Nas parcelas que foram instaladas na campanha 2023 e que foram monitorizadas na campanha 2024, nota-se um padrão semelhante de distribuição e dispersão de valores.

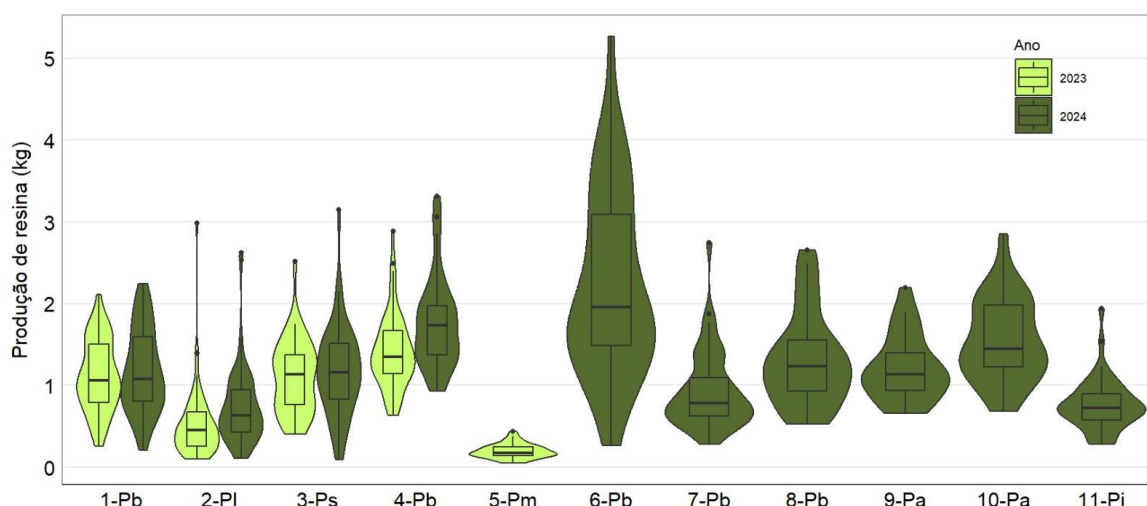


Figura 23 – Gráficos de violino para a produção de resina nas campanhas 2023 e 2024 (Pb, pinheiro-bravo; PI, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne).

6.4 Relação da produção de resina com variáveis da árvore, do povoamento e da estação

O número de renovas por árvore, a pasta utilizada pelos diferentes resineiros, as características edafoclimáticas dos locais onde os povoamentos se localizam, a densidade dos povoamentos (número de árvores por hectare), as características das árvores, nomeadamente, diâmetro, altura total, proporção de copa e a espécie são fatores que influenciam a produção de resina.

Variáveis da árvore

As Figuras 24, 25 e 28 mostram a relação gráfica entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção da copa, por parcela. São apresentados as equações lineares e os coeficientes de determinação sempre que estes foram superiores a 0.10. Nos Quadros 12 e 13 apresentam-se as matrizes de correlação das variáveis referidas.

Nas parcelas instaladas na campanha 2023, não se observou relação gráfica entre a produção de resina e as variáveis da árvore (Figura 24), com “padrões” de dispersão idênticos em ambas as campanhas, o que está de acordo com a Figura 23. No entanto, a análise do Quadro 12, revelou valores de coeficiente de correlação, por parcela, mais elevados com o diâmetro (nas parcelas nº2, nº3 e nº4) ou a proporção de copa (nas parcelas nº1 e nº4).

Nas parcelas de pinheiro-bravo instaladas na campanha 2024 (Figura 25), em duas delas (nº6 e nº7), há uma aparente relação gráfica entre a produção de resina e o diâmetro da árvore, com produções mais altas nas árvores mais grossas. Na parcela nº6, o diâmetro explicou, por si só, 27.6% da produção de resina o valor mais alto do conjunto das parcelas de pinheiro-bravo. A relação entre produção de resina e diâmetro parece ser mais evidente nos conjuntos de dados associados a maiores amplitudes de valores de diâmetro e com a presença das classes de diâmetro mais baixas (valores mínimos próximos do mínimo para a resinagem – 20 cm) (Figura 26). Quando se juntam todos os dados das parcelas de pinheiro-bravo, parece existir uma ligeira relação positiva (Figura 27) entre a produção de resina e o diâmetro da árvore, evidenciada na matriz de correção, com coeficiente de 0.337 (Quadro 13). Silva *et al.* (2018) e Almeida (2023) observaram uma relação positiva entre o diâmetro e a produção de resina em parcelas de pinheiro-bravo em Portugal; Palma *et al.* (2016) não encontraram relação em povoamentos de pinheiro-bravo localizados em Sátão e Figueiredo de Alva. Na parcela nº6, também se observa relação gráfica entre a produção de resina e a altura da árvore (Figura 25). Esta relação não foi observada por Palma *et al.* (2016), Silva *et al.* (2018) e Almeida (2023). No entanto, no trabalho de Almeida (2023), a altura da árvore foi significativa quando foi usada a seleção de variáveis *stepwise* para a definição dum modelo de produção de resina.

Nas parcelas de pinheiro-de-Alepo (nº9 e nº10) e pinheiro-insigne (nº11) (Figura 28), observou-se uma relação gráfica positiva entre a produção de resina e o diâmetro da árvore. Na parcela nº10, o diâmetro explicou, por si só, 30.5% da produção de resina o valor mais alto do conjunto das parcelas da rede. A relação com a altura da árvore foi também observada nas parcelas nº9 e nº11. Esta relação é confirmada com os coeficientes de correlação apresentados no Quadro 12.

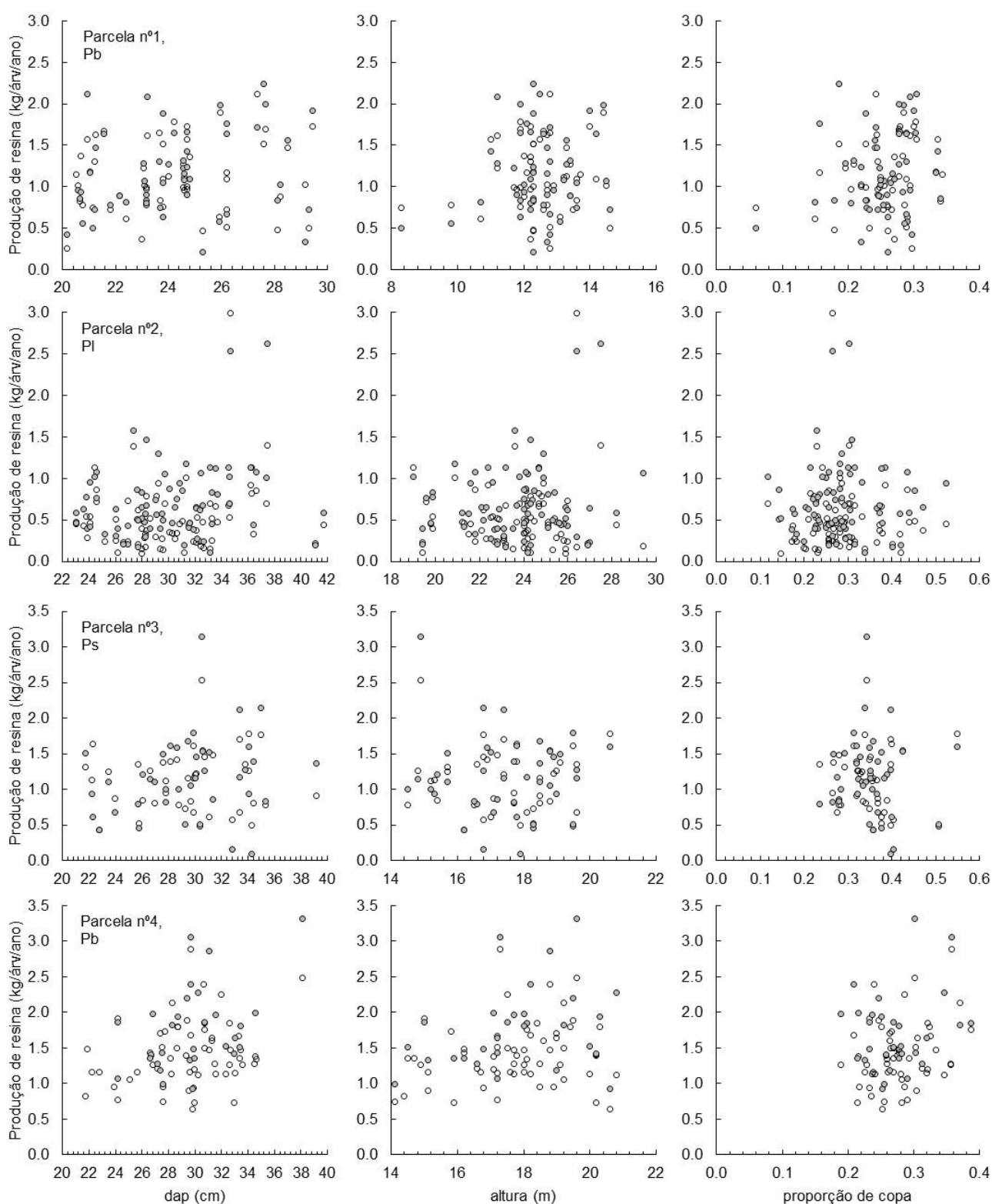


Figura 24 – Relação entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção de copa nas campanhas 2023 (○) e 2024 (●) (Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre).

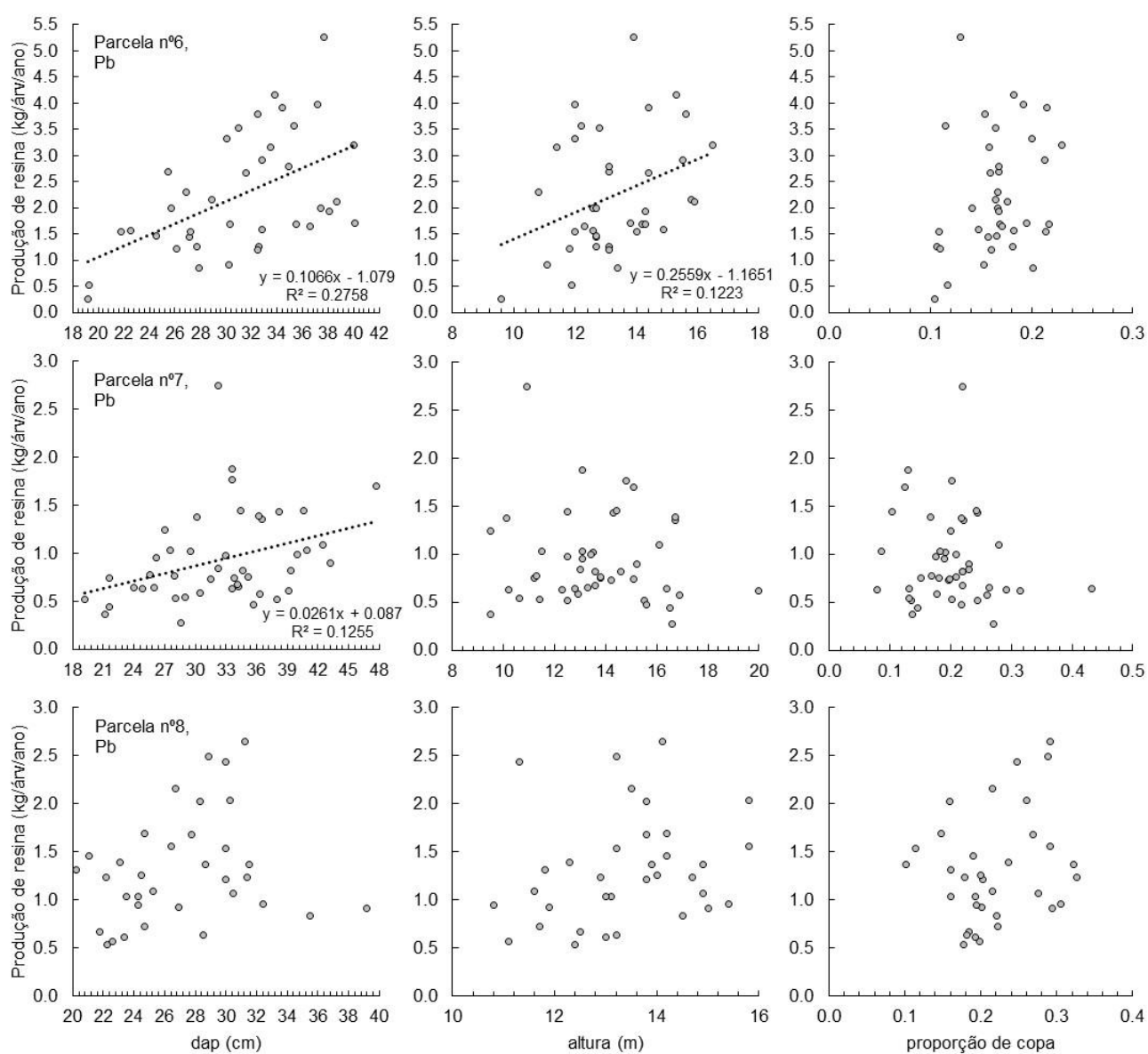


Figura 25 – Relação entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção de copa na campanha 2024 (Pb, pinheiro-bravo).

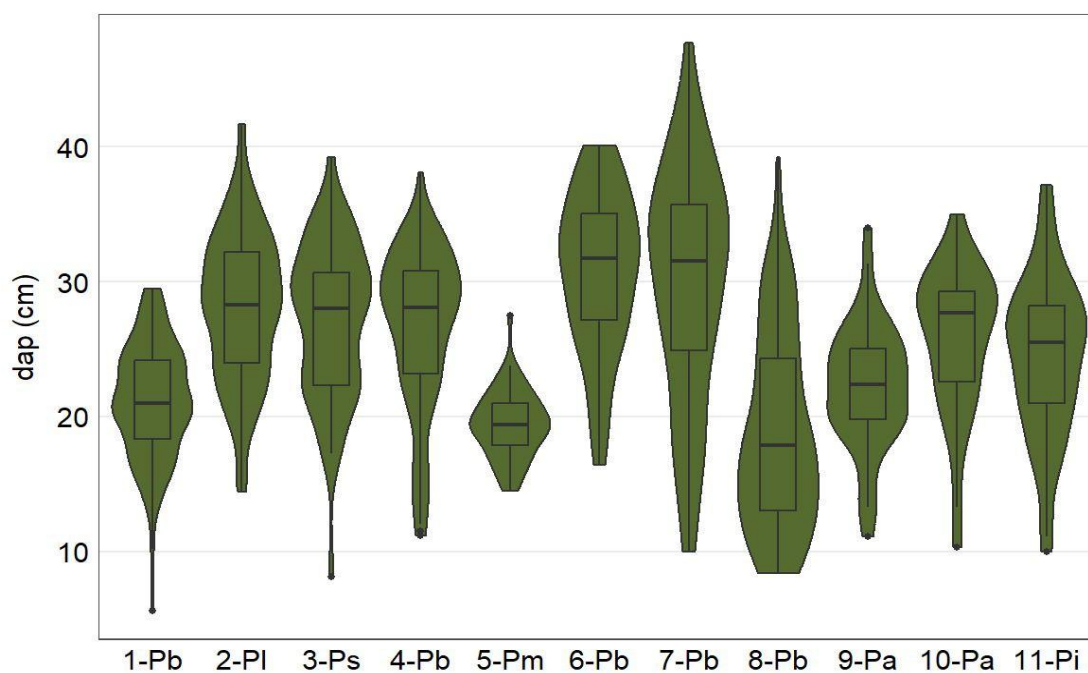


Figura 26 – Gráficos de violino para o diâmetro nas campanhas 2023 e 2024 (Pb, pinheiro-bravo; Pl, pinheiro-larício; Ps, pinheiro-silvestre; Pm, pinheiro-manso; Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne).

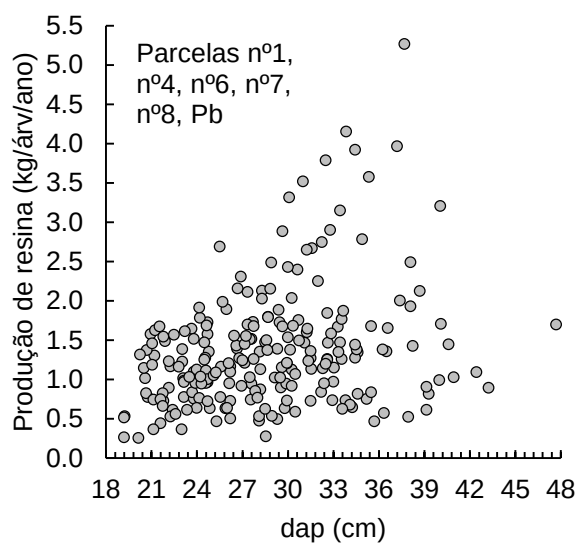


Figura 27 – Relação entre a produção de resina e o diâmetro na totalidade das parcelas de pinheiro-bravo.

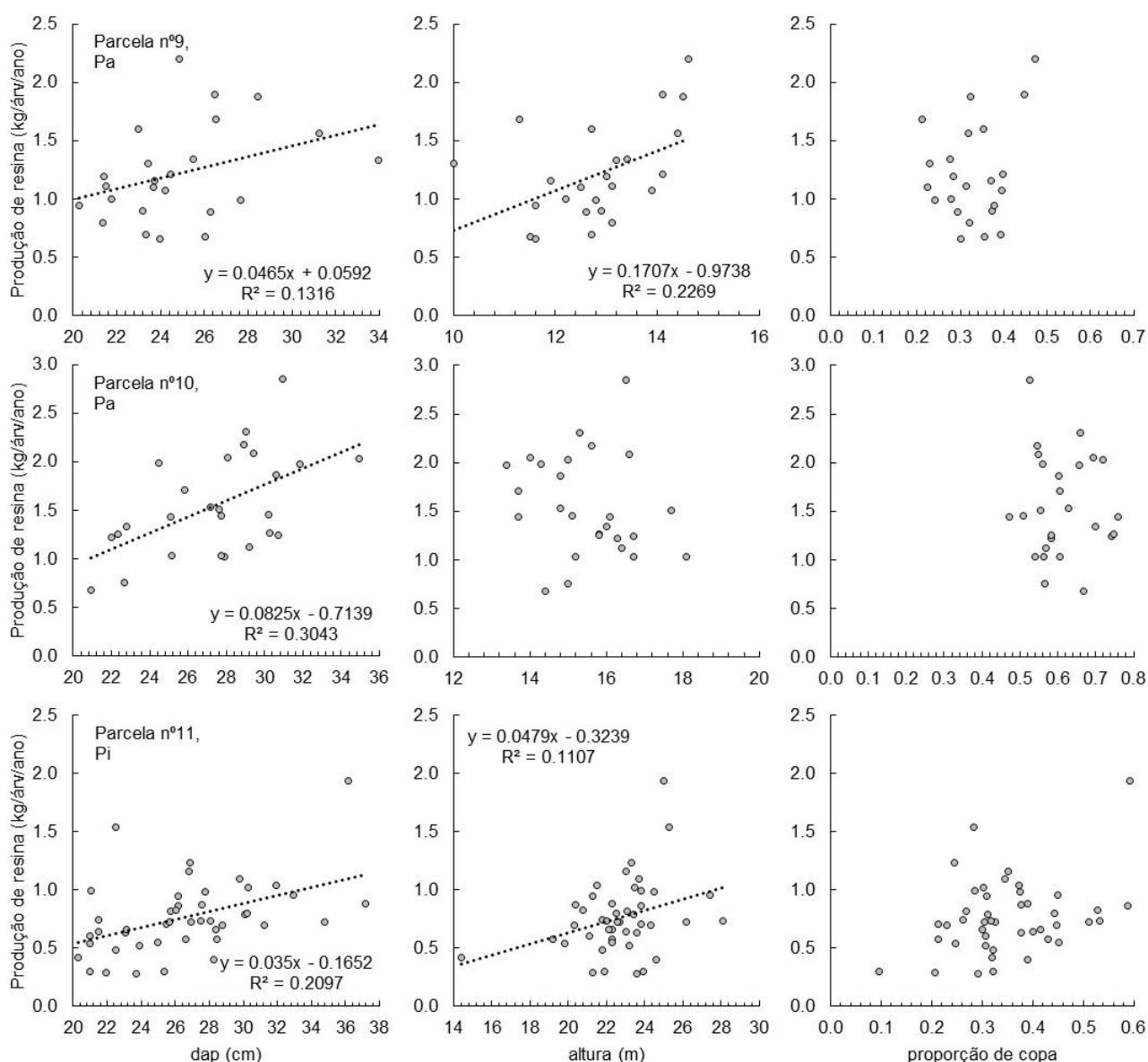


Figura 28 – Relação entre a produção de resina e as variáveis da árvore diâmetro, altura total e proporção de copa na campanha 2024 (Pa, pinheiro-de-Alepo; Pi, pinheiro-insigne).

Em nenhuma das parcelas e campanhas foi observada relação gráfica entre a produção de resina e a proporção de copa da árvore (Figura 24, Figura 25 e Figura 28). No entanto, nalgumas parcelas, as matrizes de correlação (Quadro 12) apresentam valores de coeficientes de correlação para a produção de resina mais elevados com a proporção de copa do que com as outras duas variáveis da árvore (diâmetro e altura total). Foi o caso das parcelas nº1 e nº4, ambas de pinheiro-bravo. No entanto, no conjunto das parcelas de pinheiro-bravo (Quadro 13), a proporção de copa não apresenta correlação com a produção

de resina (coeficiente de determinação de 0.004). Alguns autores encontraram uma relação positiva entre a proporção de copa e a produção de resina (ex., Ruel *et al.*, 1998; Egloff, 2019).

Analisando os coeficientes de correlação do Quadro 12, observa-se correlação entre a produção de resina e o diâmetro (dap) nas parcelas nº4 (0.315), nº6 (0.525), nº7 (0.354), nº9 (0.363), nº10 (0.552) e nº11 (0.458) e, ligeiramente positiva, nas parcelas nº1 (0.226, em 2023), nº2 (0.203), nº3 (0.216, em 2024) e nº8 (0.223). Entre a produção de resina e a altura total da árvore foi detetada correlação positiva nas parcelas nº9 (0.476), nº6 (0.350) e nº11 (0.333), ligeiramente positiva nas parcelas nº4 (0.216) e nº8 (0.233) e sem relação nas parcelas restantes: nº1 (0.117), nº2 (0.103), nº3 (-0.052), nº7 (-0.111), nº10 (-0.180). Relativamente à produção de resina e a proporção da copa, encontra-se uma relação positiva na parcela nº11 (0.329), ligeiramente positiva nas parcelas nº1 (0.181), nº2 (0.103), nº4 (0.276), nº6 (0.240), nº8 (0.232) e nº9 (0.192) e sem relação nas parcelas nº3 (-0.045), nº10 (-0.060) e nº7 (-0.114).

Quadro 12 – Matrizes de correlação para as variáveis da árvore produção de resina, diâmetro, altura total e proporção de copa, por parcela ou conjunto de parcelas.

dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº1, campanha 2023, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.314	1	
proporção copa (pcopa)	-0.176	0.376	1
peso resina (resina)	0.114	0.073	0.207
Parcela nº1, campanha 2024, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.345	1	
proporção copa (pcopa)	-0.136	0.354	1
peso resina (resina)	0.226	0.159	0.162
Parcela nº1, campanha 2023 + 2024, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.329	1	
proporção copa (pcopa)	-0.157	0.365	1
peso resina (resina)	0.172	0.117	0.181
dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº2, campanha 2023, PI			
dap	1		
altura (h)	0.591	1	
proporção copa (pcopa)	0.039	-0.086	1
peso resina (resina)	0.159	0.028	-0.009
Parcela nº2, campanha 2024, PI			
dap	1		
altura (h)	0.591	1	
proporção copa (pcopa)	0.039	-0.086	1
peso resina (resina)	0.255	0.178	0.032
Parcela nº2, campanha 2023 + 2024, PI			
dap	1		
altura (h)	0.591	1	
proporção copa (pcopa)	0.039	-0.086	1
peso resina (resina)	0.203	0.103	0.012
dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº3, campanha 2023, Ps			
dap	1		
altura (h)	0.400	1	
proporção copa (pcopa)	0.134	0.352	1
peso resina (resina)	0.031	-0.064	-0.034
Parcela nº3, campanha 2024, Ps			
dap	1		
altura (h)	0.400	1	
proporção copa (pcopa)	0.134	0.352	1
peso resina (resina)	0.216	-0.043	-0.056
Parcela nº3, campanha 2023 + 2024, Ps			
dap	1		
altura (h)	0.400	1	
proporção copa (pcopa)	0.134	0.352	1
peso resina (resina)	0.133	-0.052	-0.045
dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº4, campanha 2023, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.216	1	
proporção copa (pcopa)	0.252	0.209	1
peso resina (resina)	0.247	0.176	0.279
Parcela nº4, campanha 2024, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.212	1	
proporção copa (pcopa)	0.122	0.245	1
peso resina (resina)	0.445	0.272	0.327
Parcela nº4, campanha 2023 + 2024, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.215	1	
proporção copa (pcopa)	0.204	0.222	1
peso resina (resina)	0.315	0.216	0.276
dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº6, campanha 2024, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.506	1	
proporção copa (pcopa)	0.372	0.490	1
peso resina (resina)	0.525	0.350	0.240
dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº7, campanha 2024, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.489	1	
proporção copa (pcopa)	0.294	0.520	1
peso resina (resina)	0.354	-0.111	-0.114
dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº8, campanha 2024, Pb			
dap	1		
altura (h)	0.466	1	
proporção copa (pcopa)	0.281	0.443	1
peso resina (resina)	0.223	0.233	0.232
dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº11, campanha 2024, Pi			
dap	1		
altura (h)	0.381	1	
proporção copa (pcopa)	0.498	0.307	1
peso resina (resina)	0.458	0.333	0.329

Quadro 12 (cont.) – Matrizes de correlação para as variáveis da árvore produção de resina, diâmetro, altura total e proporção de copa, por parcela ou conjunto de parcelas.

	dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº9, campanha 2024, Pa				
dap	1			
altura (h)	0.336	1		
proporção copa (pcopa)	0.421	0.393	1	
peso resina (resina)	0.363	0.476	0.192	1

	dap	altura	pcopa	resina
Parcela nº10, campanha 2024, Pa				
dap	1			
altura (h)	-0.04	1		
proporção copa (pcopa)	0.202	-0.33	1	
peso resina (resina)	0.552	-0.18	-0.06	1

	dap	altura	pcopa	resina
Parcelas nº9, nº10, campanha 2024, Pa				
dap	1			
altura (h)	0.356	1		
proporção copa (pcopa)	0.468	0.649	1	
peso resina (resina)	0.541	0.315	0.317	1

Quadro 13 – Matriz de correlação para as variáveis da árvore produção de resina, diâmetro, altura total e proporção de copa – conjunto de parcelas de pinheiro-bravo.

	dap	altura	pcopa	resina
Parcelas nº1, nº4, nº6, nº7, nº8, campanhas 2023 e 2024, Pb				
dap	1			
altura (h)	0.406	1		
proporção copa (pcopa)	-0.051	0.433	1	
peso resina (resina)	0.337	0.201	0.004	1

A relação da produção de resina com variáveis da árvore, do povoamento e da estação foi feita para as parcelas de pinheiro-bravo e com os valores das pesagens de resina do ano de instalação das parcelas. O resultado é apresentado no Quadro 14 e resulta da aplicação do método de seleção de variáveis *stepwise*. Inicialmente foram testadas as variáveis:

- diâmetro (dap), altura total (h), proporção de copa (pcopa);
- temperatura média (Tmed), temperatura mínima (Tmin), temperatura máxima (Tmax) e precipitação total (Ptotal) do período da campanha de resinagem;
- altitude (alt), número de árvores total por hectare (N) e diâmetro quadrático médio (dg).

No entanto, as variáveis climáticas relacionadas com as temperaturas e a precipitação total não puderam ser usadas porque as EMA das parcelas nº4, nº7 e nº8 – parcelas de pinheiro-bravo - tiveram falhas de registo. O modelo para o peso de resina da árvore, define esta variável como função do diâmetro, proporção de copa e altitude, sendo a altitude a variável independente mais significativa e a primeira a ser selecionada. Não foi identificada multicolinearidade entre as variáveis independentes (VIF, fator de inflação da variância < 10).

Quadro 14 – Sumário da seleção de variáveis *stepwise* para a produção de resina considerando todas as parcelas de pinheiro-bravo e as pesagens feitas no ano de instalação das parcelas.

Resumo da seleção de variáveis <i>stepwise</i>					
Step	Variáveis entradas	Nº variáveis independentes	R ² modelo	Valor F	Pr > F
1	alt	1	0.2158	62.48	<0.0001
2	dap	2	0.2592	13.24	0.0003
3	pcopa	3	0.2850	8.11	0.0048

Variáveis do povoamento, da estação e outras

De acordo com a revisão bibliográfica, secção 4.4, a produção de resina é influenciada pelas características edafoclimáticas dos locais onde as parcelas estão situadas, nomeadamente, as condições meteorológicas durante as campanhas - temperatura média, máxima e mínima e precipitação total. Também é influenciada pela densidade dos povoamentos, a qual pode ser expressa pelo número de árvores por hectare e área basal.

Na campanha 2023, para o pinheiro-bravo, a produção foi maior na parcela nº4 do que na nº1. A idade dos povoamentos é idêntica e o maior valor da altura dominante da parcela nº4 traduz uma estação mais produtiva. A densidade da parcela nº4 é menor do que a da parcela nº1 (599 árv/ha *versus* 797 árv/ha) e o diâmetro quadrático médio das árvores – resinadas e na totalidade – é superior (27.1 cm *versus* 21.5 cm). A parcela nº1 localiza-se a altitude mais elevada e, tal como referido na secção 3.2, “O pinheiro-bravo...sofre limitações a partir dos 800-900 m de altitude, encontrando o seu ótimo até aos 400 m”. Tal facto pode também contribuir para justificar as diferenças na produção de resina.

Comparando as produções de duas parcelas de pinheiro-bravo instaladas em 2024, a nº6 e a nº7, ambas com valores de diâmetro quadrático médio semelhantes, a parcela nº6 apresentou produções médias por árvore mais altas (Quadro 9). A baixa produção conseguida na parcela nº7, deve-se, provavelmente, ao baixo número de incisões realizadas na campanha (4). Por sua vez, a parcela nº8, da mesma espécie, onde foram realizadas 5 incisões, superou o quilograma por árvore (1.27 kg). Esta parcela é a mais densa da rede (1305 árv/ha) apresentando uma das maiores produções por hectare (449.7 kg), só ultrapassada pela parcela nº6 (1137.3 kg/ha) (Quadro 11). Esta relação entre a produção e a densidade é referida por alguns autores – ver secção 4.4 – que associam maiores produções de resina por unidade de área (hectare) a povoamentos mais densos (ex., Rodríguez-García *et al.*, 2015).

Nas três parcelas localizadas em Vila Pouca de Aguiar, a de pinheiro-bravo é a que tem menor altura dominante (13 m). No entanto, o povoamento é mais jovem do que os das parcelas nº2 e nº3. Ambas com diâmetro quadráticos médios semelhantes 28.8 cm (nº2) e 27.7 cm (nº3). A parcela nº1 apresenta o menor diâmetro quadrático médio entre estas parcelas (21.5 cm). A parcelas nº1 e nº2 apresentam praticamente as mesmas densidades (800 árv/ha), já a parcela nº3 tem 426 árv/ha (Quadro 9). Isto evidencia que mesmo esta parcela apresentando maiores valores de produção por árvore (do que a nº2) ou iguais (do que a nº1), as produções por hectare são menores (380.6 kg/ha) do que na nº1 (495.3 kg/ha) e nº2 (456.6 kg/ha), evidenciando a relação das menores produções por área com menores densidades.

Para as duas parcelas localizadas em Oleiros (pinheiro-bravo - nº4 e pinheiro-insigne - nº11), com idades (30 anos), densidades (424 árv/ha *versus* 474 árv/ha, respetivamente) e valores de diâmetro quadrático médio (27.1 cm *versus* 25.1 cm) semelhantes (Quadro 9), a produção média de resina por árvore foi superior na parcela de pinheiro-bravo (nº4), o que reflete a produção intrínseca à espécie.

Nas parcelas de pinheiro-de-Alepo (nº9 e nº10) localizadas na Serra da Ota, as diferenças de produção resultam da maior produtividade do povoamento da parcela nº10, que apresentou valores de altura dominante, para a mesma idade, superiores. Esta maior produtividade refletiu-se em maiores valores de diâmetro quadrático médio e de produção de resina (Quadro 9 e Quadro 11).

7. Conclusões

Em Portugal, a espécie tradicionalmente resinada é o pinheiro-bravo. O pinheiro-manso também é resinado, mas tem uma expressão menor na produção nacional. A diminuição da área de pinheiro-bravo, os efeitos das alterações climáticas e a dependência da indústria da importação de resina natural, cria oportunidade para se estudar a capacidade resinífera de espécies do género *Pinus* em Portugal continental. Assim, constituiu-se a rede de parcelas permanentes de resina composta por pinheiro-bravo, pinheiro-manso, pinheiro-silvestre, pinheiro-larício, pinheiro-insigne e pinheiro-de-Alepo. O objetivo da rede foi contribuir para o conhecimento sobre a resina, através da pesagem anual das produções, e identificar espécies com potencial viabilidade de exploração resinífera.

De um modo geral, árvores mais grossas apresentaram maiores produções de resina. As variáveis altitude e diâmetro e proporção de copa – variáveis da árvore, foram as que mais contribuíram para a expressão do peso de resina, no pinheiro-bravo. O efeito da densidade do povoamento não foi evidente em todas as parcelas realçando a necessidade de se diversificar o conjunto de características das parcelas que integram a rede. A análise da produção de resina ao nível da espécie reforçou e confirmou o elevado poder resinífero do pinheiro-bravo nas zonas norte e centro (litoral e interior) do país. O pinheiro-larício apresentou produções baixas quando comparadas com as do pinheiro-bravo e pinheiro-silvestre, localizados na mesma região. O pinheiro-insigne, na região centro, também apresentou produções baixas. O pinheiro-de-Alepo confirmou a capacidade resinífera com produções altas e idênticas a algumas das parcelas de pinheiro-bravo.

Referências bibliográficas

- Abdillah, E., Muharyani, N., Na'iem, M. (2020). The characteristics of *Pinus merkusii* resin productivity flow pattern. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 528. <https://doi.org/10.1088/1755-1315%2F528%2F1%2F012031>
- AFN (2012). Regiões de Proveniência, Portugal. Autoridade Florestal Nacional, Lisboa.
- Albuquerque, J.P.M. (1954). Carta ecológica (fito-edafo-climática). Atlas do Ambiente. Comissão Nacional do Ambiente, Lisboa.
- Alegria, C. (2022). Vegetation Monitoring and Post-Fire Recovery: A Case Study in the Centre Inland of Portugal. Sustainability, 14(19), 12698. <https://doi.org/10.3390/su141912698>
- Alegria, C., Almeida, A.M., Roque, N., Fernandez, P., Ribeiro, M.M. (2023). Species distribution modelling under climate change scenarios for Maritime Pine (*Pinus pinaster* Aiton) in Portugal. Forests, 14(3), 591. <https://doi.org/10.3390/f14030591>
- Almeida, M.P., Pinho, J., Cornaglia, G. (1999). Grandes regiões de arborização. Gabinete Técnico de Coordenação dos PROF, Direção-Geral das Florestas, Lisboa
- Almeida, P.A.C. (2023). Produção de resina no ensaio clonal de pinheiro-bravo na Mata Nacional de Escaroupim. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa. <http://hdl.handle.net/10400.5/30760>
- Alves, A.M. (1982). Técnicas de produção florestal. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- Alves, A.A.M. (1988). Técnicas de produção florestal. 2ª edição. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- Alves, A.M., Pereira, J.S., Correia, A.V. (2012). Silvicultura – a gestão dos ecossistemas florestais. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Angelino, J. (2022). Efeito da resinagem na composição química do pinhão de pinheiro-manso. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.
- Baptista, F.O., Santos, R.T. (2005). Os proprietários florestais: Resultados de um inquérito. Celta Editora.
- Bermúdez, A.C. (1998). Aprovechamientos, industrias y comercialización de los productos forestales no maderables. La resina. Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. II Congreso Forestal Español. Sección 6. (https://secforestales.org/publicaciones/index.php/congresos_forestales/article/view/19798)

- Burkhart, H.E, Tomé, M. (2012). Modeling Forest Trees and Stands. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3170-9>
- Cabrita, P. (2018). Resin flow in conifers. Journal of Theoretical Biology, 453, 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2018.05.020>
- Caglayan, I., Dolu, A. Kabak, O., Rodríguez-García, A., Demirel, T., Özkan, U., Makineci, E., Yeşil, A., Ayberk, H. (2024). Dynamics of resin yield in *Pinus brutia*: A quantitative analysis using bark streak tapping. Industrial Crops and Products, 221, 119344. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119344>
- Calaim, L. (2015). Espécies florestais: pinheiro manso. Espaço Rural - CONFAGRI, 109, p 36–38.
- Campôa, J.F.S. (2018). Influência do clima no crescimento de pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) e pinheiro-manso (*Pinus pinea*) em florestas costeiras de Portugal Continental. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente – Perfil Engenharia de Sistemas Ambientais. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Cannac, M., Barboni, T., Ferrat, L., Bighelli, A., Castola, V., Costa, J., Trecul, D., Morandini, F., Pasqualini, V. (2009). Oleoresin flow and chemical composition of Corsican pine (*Pinus nigra* subsp. *laricio*) in response to prescribed burnings. Forest Ecology and Management, 257(4), 1247–1254. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.11.017>
- Carvalho, J.S. (1986). Potencialidades químico-tecnológicas da *P. radiata* em Portugal. 1º Congresso Florestal Nacional. Estação Nacional de Tecnologia dos Produtos Agrários (INIA). 434-437.
- Caudullo, G., Welk, E., San-Miguel-Ayanz, J. (2017). Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief, 662–666. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.05.007>
- CCPMP (2021). Técnicas de resinagem - uma possibilidade para o pinheiro-manso? Centro de Competências do Pinheiro-Manso e do Pinhão. <https://unac.pt/media/attachments/2023/03/02/ccpmp-ficha-5.pdf>
- CentroPinus (2024). A fileira do pinho em 2023 – indicadores da fileira do pinho, julho 2024. Centro Pinus, Viana do Castelo.
- CESE (1996). Conselho Ensino Superior Empresa. O sector florestal português. Póvoa de Varzim, 4-5 outubro.
- Chamorro, E.M. (2016). Revisión de las primeras experiencias de resinación en Galicia (1950-1970). Revista Galega de Economía, 25(1), 73-86. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39146518006>
- Coppen, J.J.W., Hone, A. (1995). Gum naval stores: turpentine and rosin from pine resin. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Correia, A.V., Oliveira, Â.C. (1999). Principais espécies florestais com interesse para Portugal. Zonas de influência mediterrânica. Estudos e Informação no 318. Direção-Geral das Florestas.
- Correia, A.V., Oliveira, Â.C. (2003). Principais espécies florestais com interesse para Portugal. Zonas de influência atlântica. Em Estudos e Informação no 322. Direção-Geral das Florestas, Lisboa.
- Correia, A.V., Oliveira, Â.C., Fabião, A. (2007). Biologia e ecologia do pinheiro-bravo. Em Pinhais e Eucaliptais: A floresta cultivada. Ed. Publico, 17–34.
- Costa, M.S. (1985a). Árvores e arbustos florestais. Árvores florestais (resinosas). Coleção agros 20, Vol. 2. Livraria Popular de Francisco Franco, Lisboa.
- Costa, M.S. (1985b). Pinheiro bravo e pinheiro manso. Cultura, exploração e tratamentos, árvores florestais (resinosas). Coleção agros 19, Vol. 1.
- Costa, M.S. (1990). Ficha monográfica. Pinheiro manso. Floresta e Ambiente, 9, 11–12.
- Cruz, M.M. (1966). A resina. Coleção Educativa Serie N, 18. Ministério da Educação Nacional. Direcção-Geral do Ensino Primário, Lisboa.
- Cunningham, A. (2012). Pine resin tapping techniques used around the world. Em Pine Resin: Biology, Chemistry and Applications. Research Signpost, 1–8.
- Dahmane, M. (1986). Les produits du Pin d'Alep en Tunisie. Options Méditerranéennes, 157–161.
- DGT (2019). Carta de Uso e Ocupação do Solo para 2018. Direção-Geral do Território.
- Dominguez, H.M. (1948). Evolução da resinagem. Revista Pinhal e Resina da Junta Nacional dos Resinosos, I (1), 33-41.
- Du, B., Luan, Q., Ni, Z., Sun, H., Jiang, J. (2022). Radial growth and non-structural carbohydrate partitioning response to resin tapping of slash pine (*Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*). Journal of Forestry Research, 33, 423-433. <http://dx.doi.org/10.1007/s11676-021-01357-1>.
- Egloff, P. (2019). Tapping *Pinus oocarpa* - Assessing drivers of resin yield in natural stands of *Pinus oocarpa*. 1-29. Master's Thesis, Wageningen University & Research, Wageningen, The Netherlands.
- Ferreira, C. (2017). O retorno da resinagem à floresta portuguesa. Uma forma de promoção do desenvolvimento dos sistemas rurais e de prevenção de incêndios florestais. XI Congresso da Geografia Portuguesa. As dimensões e a responsabilidade social da Geografia, Livro de Atas, 401-404.
- Figueiredo, C., Pedro, L., Barroso, J., Trindade, H., Sanches, J., Oliveira, C., Correia, M. (2014). *Pinus pinaster* Aiton e *Pinus pinea* L. Agrotec, 14–18.

- Florestas.pt. (2024). Novas técnicas de resinagem: mais qualidade e produtividade. 29 de outubro de 2024. Florestas.pt (último acesso em dezembro de 2024: <https://florestas.pt/valorizar/novas-tecnicas-de-resinagem-mais-qualidade-e-produtividade/>).
- Fontes, J.S.M. (1941). A resinagem do pinheiro bravo. Livraria Civilização, Porto.
- Fonseca C., Martins M., Marques A. (2022). Potencial da utilização da resina natural. Revista Produtores Florestais nº 9, de novembro de 2022.
- Forte, M.A.F. (2015). Desenvolvimento de métodos analíticos para controlo de qualidade de resinas naturais. Dissertação de Mestrado em Técnicas de Caracterização e Análise Química. Universidade do Minho.
- Gajšek, D., Brečelj, M., Jarni, K., Brus, R. (2018). Resin yield of *Pinus nigra* and *Pinus sylvestris* in the Slovenian Karst. Acta Silvae et Ligni, 115, 21–28. <http://dx.doi.org/10.20315/ASetL.115.2>
- Gameiro, A.E.F. (1935). Resinagem. Estudo comparativo dos sistemas português e francês e contribuição para o estudo da influência dos métodos de resinagem na produção. Estação de Experimentação Florestal do Pinheiro. Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas, vol II, tomos I e II.
- García-Fórner, N., Campelo, F., Carvalho, A., Vieira, J., Rodríguez-Pereiras, A., Ribeiro, M., Salgueiro, A., Silva, M.E., Louzada, J.L. (2021). Growth-defence trade-offs in tapped pines on anatomical and resin production. Forest Ecology and Management, 496, 119406. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119406>
- García-Méijome, A., Lorenzo, M., Blanco, E., Chamorro, E., Gómez-García, E. (2023). Resin-tapping production in *Pinus pinaster* Ait. stands in Galicia (NW Spain): Effects of location, number of faces, wound width and production year. Forests, 128, 14(1). <https://doi.org/10.3390/f14010128>
- Georgoulis, E.B. (1964). Cultivation of Aleppo pine, together with ever- green hardwoods and positive influence on gum yield in composite forest. Forest Research Institute, nº 11, Athens.
- Goes, E. (1991). A floresta portuguesa, sua importância e descrição das espécies de maior interesse. PORTUCEL, Lisboa.
- Gómez-García, E., Lorenzo, M.J.R., Fernández-Blanco, E., Folgoso, A.Q., Chamorro, E.M. (2017). Instalación de ensayos para determinar las posibilidades del aprovechamiento resinero en Galicia. 7º Congreso Forestal Español. Gestión del monte: Servicios ambientales y bioeconomía.
- Graça, J. (1984). Canais de resina: as estruturas secretoras de oleorresina. Uma revisão. Relatório final do Curso de Engenheiro Silvicultor. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.

- Guerra, P.E., Cano, E.A., Andenmatten, E. (1991). Posibilidades de obtención de resina en especies del género *Pinus*, cultivadas en el noroeste del Chubut. V Jornadas nacionales de actualización sobre recursos naturales aromáticos y medicinales, 12(1994), 59–65. <http://www.herbotechia.com.ar/c-biblio012-06.htm>
- Guerreiro, J., Fonseca, C., Salgueiro, A., Fernandes, P., Lopez Iglésias, E., de Neufville, R., Mateus, F., Castellnou Ribau, M., Sande Silva, J., Moura, J.M., Rego, F.C., Caldeira, D.N. (2022). Avaliação dos incêndios ocorridos entre 14 e 16 de outubro de 2017 em Portugal Continental – Relatório final, Lisboa: Assembleia da República.
- Gurau, V., Ragland, B., Cox, D.J., Michaud, A., Busby, L. (2021). Robot Operations for Pine Tree Resin Collection. *Technologies*, 9, 79. <https://doi.org/10.3390/technologies9040079>
- Hadiyane, A., Sulistyawati, E., Asharina, W.P., Dungani, R. (2015). A study on production of resin from *Pinus merkusii* jungh. et de Vriese in the Bosscha observatory area, west Java-Indonesia. *Asian Journal of Plant Sciences*, 14(2), 89–93. <https://doi.org/10.3923/ajps.2015.89.93>
- Heinze, A., Kuyper, T.W., García Barrios, L.E., Ramírez Marcial, N., Bongers, F. (2021) Tapping into nature's benefits: values, effort and the struggle to co-produce pine resin, *Ecosystems and People*, 17(1), 69-86. <https://doi.org/10.1080/26395916.2021.1892827>
- Hodges, A.W. (1995). Management strategies for a borehole resin production system in Slash pine. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. University of Florida. <https://archive.org/details/managementstrate00hodg>
- Hood, S., Sala, A. (2015). Ponderosa pine resin defenses and growth: metrics matter. *Tree Physiology*, 35(11), 1223-1235. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpv098>
- ICNF (2019). Inventário Florestal Nacional VI. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.
- ICNF (2022). Lista das espécies arbóreas florestais utilizáveis em Portugal: espécies indígenas, espécies não indígenas, espécies invasoras. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, Lisboa.
- INE (1945). Estatística Agrícola: 1943. Lisboa: Sociedade Astória, Lda: 1945 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/258640139>).
- INE (1967). Estatísticas Agrícolas e Alimentares: agricultura, silvicultura, pecuária e pesca: 1966. Lisboa: Bertrand (Irmãos), 1967 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/258741952>
- INE (1971). Anuário Estatístico: Continente e Ilhas Adjacentes: 1970. Lisboa: Sociedade Tipográfica, 1971 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/261934767>).
- INE (1973). Anuário Estatístico: Continente e Ilhas Adjacentes: 1972. Lisboa: Sociedade Tipográfica, 1973 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/261858530>).

- INE (1981). Anuário Estatístico: Continente, Açores e Madeira: 1980. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1981 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/261816619>).
- INE (1987). Anuário Estatístico: Continente, Açores e Madeira: 1986. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 1987 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/261547910>).
- INE (1992). Anuário Estatístico de Portugal: 1991. Lisboa: Papelaria Fernandes, 1992 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/261544430>).
- INE (1996). Anuário Estatístico de Portugal: 1995. Lisboa: Palmigráfica, 1996 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/261543145>).
- INE (1998). Anuário estatístico de Portugal: 1997. Lisboa: Soartes, Artes gráficas, Lda, 1998 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/261539134>).
- INE (2001). Anuário estatístico de Portugal: 2000. Lisboa: Soartes, Artes Gráficas Lda, 2001 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/131277>).
- INE (2006). Anuário estatístico de Portugal: 2005. Lisboa: INE, 2006 (<https://www.ine.pt/xurl/pub/375507>).
- INE (2024). Portal do INE – Produção de resina nacional à entrada da fábrica (ton) por Localização geográfica (NUTS - 2013); Anual – INE, Estatísticas florestais. (Recuperado de: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0001150&contexto=bd&selTab=tab2&xlang=pt).
- INFOR (1986). Aplicación de estimulantes y rendimiento de oleorresina en dos rodales de pino radiata. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/6584>
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri, L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151.
- Jevšenak, J., Saražin, J. (2023). *Pinus halepensis* is more drought tolerant and more resistant to extreme events than *Pinus nigra* at a sub-Mediterranean flysch site. *Trees*, 37, 1281-1286. <https://doi.org/10.1007/s00468-023-02413-5>
- Karanikas, C., Walker, V., Scaltsoyiannes, A., Comte, G., Bertrand, C. (2010). High vs. low yielding oleoresin *Pinus halepensis* Mill. trees GC terpenoids profiling as diagnostic tool. *Annals of Forest Science*, 67(4), 412. <https://doi.org/10.1051/forest/2009132>
- Klepzig, K.D., Robison, D.J., Fowler, G., Minchin, P.R., Hain, F.P., Allen, H.L. (2005). Effects of mass inoculation on induced oleoresin response in intensively managed loblolly pine. *Tree Physiology*, 25(6), 681-688. <https://doi.org/10.1093/treephys/25.6.681>
- Knebel, L., Robison, D.J., Wentworth, T.R., Klepzig, K.D. (2008). Resin flow responses to fertilization, wounding and fungal inoculation in loblolly pine (*Pinus taeda*) in North Carolina. *Tree Physiology*, 28(6), 847–853. <https://doi.org/10.1093/treephys/28.6.847>

- Kolosova, N., Bohlmann, J. (2012) - Conifer defense against insects and fungal pathogens. In: Matyssek, R.; Schnyder, H.; Oßwald, W.; Ernst, D.; Munch, J.C., Pretzsch, H. (Eds.) - Growth and defence in plants. Ecological Studies, 220, Springer, 85-109.
- Kurz-Besson, C.B., Lousada, J.L., Gaspar, M.J., Correia, I., David, T.S., Soares, P.M., Cardoso, R.M., Russo, A.C., Varino, F.C., Mériaux, C.A., Trigo, R.M., Gouveia, C.M. (2016). Effects of recent minimum temperature and water deficit increases on *Pinus pinaster* radial growth and wood density in Southern Portugal. *Frontiers in Plant Science*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01170>
- Langenheim, J.H. (2003). Plant resins: chemistry, evolution, ecology, and ethnobotany. United Kingdom. Timber Press.
- Lema, M., López-Villamor, A., Zas, R. (2023). Efectos colaterales del aprovechamiento resinero sobre el crecimiento, la reproducción y la sanidad de las masas. *Revista Foresta*, 46, 40-45 (<https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/638699>)
- Lema, M., Touza, R., Feijoo, D., Bustingorri, G., Martínez, É., Zas, R. (2024). Resin tapping of Atlantic pine forests: towards an optimized use of stimulant pastes over the season. *European Journal of Forest Research*, 143(4), 1213 - 1224 <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117105>
- Liu, Y., Wang, Z., Zhao, F., Zeng, M., Li, F., Chen, L., Wu, H., Che, X., Li, Y., Deng, L., Zhong, S., Guo, W. (2022). Efficient resin production using stimulant pastes in *Pinus elliottii* × *P. caribaea* families. *Scientific Reports*, 12, 13129.
- Lombardero, M., Ayres, M., Lorio, P., Ruel, J. (2000). Environmental effects on constitutive and inducible resin defences of *Pinus taeda*. *Ecology Letters*, 3(4), 329-339. <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2000.00163.x>
- Lombardero, M., Ayres, M., Ayres, B. (2006). Effects of fire and mechanical wounding on *Pinus resinosa* resin defenses, beetle attacks, and pathogens. *Forest Ecology and Management*, 225(1-3), 349-358. <https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2006.01.010>
- Lopes, F.J. (2011). Resinagem: em busca da actividade perdida. *Revista Anefa*. (último acesso em dezembro de 2024: https://anefa.pt/wp-content/uploads/2021/02/revista_14.pdf)
- López-Álvarez Ó., Zas R., Martínez E., Marey-Perez M. (2023a). Resin yield response to different tapping methods and stimulant pastes in *Pinus pinaster* Ait. *European Journal of Forest Research*, 142(6), 1281-1292. <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01590-9>
- López-Álvarez, Ó., Zas, R., Marey-Perez, M. (2023b). Resin tapping: a review of the main factors modulating pine resin yield. *Industrial Crops and Products*, 202, 117105. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117105>

- Lorio, P.L., Stephen, F.M., Paine, T.D. (1995). Environment and ontogeny modify loblolly pine response to induced acute water deficits and bark beetle attack. *Forest Ecology and Management*, 73, 97-110. <https://doi.org/10.1016/0378-1127%2894%2903500-V>
- Louro, V. (1982). O pinheiro larício (*Pinus nigra* Arnold) em Portugal. Divulgação técnica. Direcção-Geral das Florestas.
- Luan, Q., Diao, S., Sun, H., Ding, X., Jiang, J. (2022). Prediction and comparisons of turpentine content in slash pine at different slope positions using near-infrared spectroscopy. *Plants*, 11(7), 914. <https://doi.org/10.3390/plants11070914>
- Lukmandaru, G., Amri, S., Sunarta, S., Listyanto, T., Pujiarti, R., Widyorini, R. (2021). The effect of stimulants and environmental factors on resin yield of *Pinus merkusii* tapping. *BioResources*, 16(1), 163-175. <http://dx.doi.org/10.15376/biores.16.1.163-175>
- Magalhães, M.R. (Coord.). (2016). Ordem ecológica e desenvolvimento: O futuro do território português. ISA Press, Lisboa (<http://epic-webgis-portugal.isa.ulisboa.pt>).
- Mendes, A.C. (2007). Uma história de ascensão e queda. Em *Pinhais e Eucaliptais. A floresta cultivada. Árvores e Florestas de Portugal*, 47–61.
- Michavila, S., Rodríguez-García, A., Rubio, F., Gil, L. López, R. (2020). Salicylic and citric acid as promising new stimulants for resin tapping in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Forest Systems*, 30(3), eSC07. <https://doi.org/10.5424/fs/202029316737>
- MITECO (2023). Anuario forestal de estadística 2021. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid (www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/biodiversidad/estadisticas/aef2021/anuario-estadistica-forestal-2021.pdf).
- Moreno-Fernández, D., Rubio-Cuadrado, Á., Oliveira, N., Hernández Mateo, L., Alberdi, I., Adame, P., Cañellas, I. (2024). Divergent spatio-temporal tree growth trends in *Pinus pinaster* Ait. in South-Western European forests. *Science of the Total Environment*, 935. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173465>
- Moura, M., Campelo, F., Nabais, C., Garcia-Forner, N. (2023). Resin tapping influence on maritime pine growth depends on tree age and stand characteristics. *European Journal of Forest Research*, 142, 965-980. <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01568-7>
- Myers, R.H. (1986). Classical and modern regression with applications. Duxbury Press.
- Neis, F., Costa, F., Füller, T., Lima, J., Rodrigues-Corrêa, K., Fett, J., Fett-Neto, A. (2018). Biomass yield of resin in adult *Pinus elliottii* Engelm. trees is differentially regulated by environmental factors and biochemical effectors. *Industrial Crops and Products*, 118, 20-25. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.03.027>
- Neis, F.A., Costa, F., Almeida, M.R., Colling, L.C., Oliveira Junkes, C.F., Fett, J.P., Fett-Neto, A.G. (2019). Resin exudation profile, chemical composition, and secretory canal

- characterization in contrasting yield phenotypes of *Pinus elliottii* Engelm. Industrial Crops and Products, 132, 76-83. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.02.013>
- Novick, K.A., Katul, G.G., McCarthy, H.R., Oren, R. (2012). Increased resin flow in mature pine trees growing under elevated CO₂ and moderate soil fertility. Tree Physiology, 32(6), 752-763. <https://doi.org/10.1093/treephys%2Ftpr133>
- Oliveira, A.C., Pereira, J.S., Correia A.V. (2000). A silvicultura do pinheiro bravo. Centro Pinus.
- Ortuño Perez, S.F., Garcia-Robredo, F., Ayuga Tellez, E., Fullana Belda, C. (2013) Effects of the crisis in the resin sector on the demography of rural municipalities in Spain. Systems, 22, 39-46. <https://doi.org/10.5424/fs/2013221-02403>
- Palma, A. (2007). Capacidade produtiva de resina do pinheiro-bravo – breve panorâmica do sector resineiro em Portugal. Oeiras, Instituto Nacional de Recursos Biológicos, Estação Florestal Nacional, p. 96.
- Palma, A., Pereira, J.M., Soares, P. (2016). Short communication. Resin tapping activity as a contribution to the management of maritime pine forest. Forest Systems, 25(2), eSC11. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2016252-08925>
- Palma, A., Pestana, M., Azevedo, A. (2012). Pine resin sector in Portugal -weaknesses and challenges. Forestry Ideas, 18(1), 10–18.
- Pejoski B. (1953). Osvrt na industrijsko smolarenje u našoj zemlji. Šumarski list, 77(3), 136-145.
- Pereira J. (2015). Estimativa do potencial produtivo de resina em pinheiro-bravo no concelho de Castro Daire. Dissertação de Mestrado em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais. Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa.
- Pereira, J., Correia, A., Correia, C., Ferreira, M., Onofre, N., Freitas, H., Godinho, F. (2006). Florestas e biodiversidade. Em: Santos, F., Miranda, P. (Eds.). Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação (Projeto SIAM II), p 301–344. Gravida.
- Perrakis, D.D., Agee, J.K. (2006). Seasonal fire effects on mixed-conifer forest structure and ponderosa pine resin properties. Canadian Journal of Forest Research, 36, 238-254. <https://doi.org/10.1139/x05-212>
- Pestana, M. (2016). Aplicações industriais da resina de *Pinus pinea*. Silva Lusitana, 24(2), 101-112. <https://www.inia.pt/divulgacao/publicacoes-bd/revista-silva-lusitana-24-1e2>
- Picardo, Á., Pinillos, F. (2013). La resinación en España y en el mundo en 2013: Situación y perspectivas. II Simposio Internacional de Resinas Naturales, p 30-54, Segovia, España.
- PMDFCI Alcobaça (2015). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2015. Cardeno I - Diagnóstico (Informação de Base). Município de Alcobaça. (https://fogos.icnf.pt/pmdfci/10_Leiria/1001/2G/).

- PMDFCI Alenquer (2021). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2021 - 2030. Cardeno I - Diagnóstico (Informação de Base). Município de Alenquer. (https://fogos.icnf.pt/pmdfci/11_Lisboa/1101/3G/).
- PMDFCI Arcos de Valdevez (2014). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2016 – 2020. Cardeno I - Informação de Base. Município de Arcos de Valdevez. (https://fogos.icnf.pt/pmdfci/16_Viana_do_Castelo/1601/2G/).
- PMDFCI Moura (2015). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2015 – 2020. Cardeno I - Diagnóstico (Informação de Base). Município de Moura. (https://fogos.icnf.pt/pmdfci/02_Beja/0210/2G/).
- PMDFCI Oleiros (2020). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2020 – 2029. Caderno I – Diagnóstico (Informação de Base). CMDF Oleiros. (https://fogos.icnf.pt/pmdfci/05_Castelo_Branco/0506/3G/).
- PMDFCI Vila Nova de Cerveira (2018). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2019 – 2028. Cardeno I - Diagnóstico. Município de Vila Nova de Cerveira. (https://fogos.icnf.pt/pmdfci/16_Viana_do_Castelo/1610/3G/).
- PMDFCI Vila Pouca de Aguiar (2021). Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2021 – 2030. Caderno I – Diagnóstico (Informação de Base). Município de Vila Pouca de Aguiar. (https://fogos.icnf.pt/pmdfci/17_Vila_Real/1713/3G/).
- Radich, M.C. (1995). O saber da resinagem em Portugal. *Ler História*, 177-199.
- Radich, M.C., Alves, A.A.M. (2000). Dois séculos da floresta em Portugal. CELPA, Lisboa.
- Ribas, V.A.C., Dopazo, C.G. (2020). El aprovechamiento de madera teosa de *Pinus halepensis* Mill. y los hornos de alquitrán en Ibiza (Islas Baleares). *Cuadernos De La Sociedad Española De Ciencias Forestales*, 46(1), 139-160. <https://doi.org/10.31167/csecfv0i46.19885>
- Rocha, M., Alpuim, M., Carneiro, M., Carvalho, M. (1998). Pinheiro manso. *Floresta e Ambiente*, 43, 12–14.
- Rodrigues, K.C.S., Fett-Neto, A.G. (2009). Oleoresin yield of *Pinus elliottii* in a subtropical climate: Seasonal variation and effect of auxin and salicylic acid-based stimulant paste. *Industrial Crops and Products*, 30, 316-320. <https://doi.org/10.1016/J.INDCROP.2009.06.004>
- Rodríguez-García, A., López, R., Martín, J., Pinillos, F., Gil, L. (2014). Resin yield in *Pinus pinaster* is related to tree dendrometry, stand density and tapping-induced systemic changes in xylem anatomy. *Forest Ecology and Management*, 313, 47-54. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.10.038>
- Rodríguez-García, A., Martín, J., López, R., Mutke, S., Pinillos, F., Gil, L. (2015). Influence of climate variables on resin yield and secretory structures in tapped *Pinus pinaster* Ait. in

- central Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 202, 83-93. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.11.023>
- Rodríguez-García, A., Martín J., López R., Sanz A., Gil L. (2016). Effect of four tapping methods on anatomical traits and resin yield in Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). *Industrial Crops and Products*, 86, 143-154. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.033>
- Rodríguez-García, A. (2016). Factores anatómicos, dendrométricos y climáticos implicados en la producción de resina de *Pinus pinaster* Ait: aplicación a la mejora de los métodos de resinación. Dissertação de Doutoramento em Engenharia de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- Rodríguez-García, A., Madrigal, J., González-Sancho, D., Gil, L., Guijarro, M., Hernando, C. (2018). Can prescribed burning improve resin yield in a tapped *Pinus pinaster* stand? *Industrial Crops and Products*, 124, 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.049>
- Rodríguez-García, A. (2023a). Caso particular VI. El aprovechamiento resinero. In: Pemán, J. (Ed) - Tecnología de las operaciones para la extracción de los productos forestales. Edicions de la Universitat de Lleid, p 781–819.
- Rosa, M.J.S. (2014). Caracterização de amostras de resina por GC-MS, RMN e análise quimiométrica composição e origem. Tese de Mestrado. Coimbra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. <https://hdl.handle.net/10316/27304>
- Rubini, M., Clapeau, A., Sandak, J., Dumarçay, S., Sandak, A., Gérardin, P., Charrier, B. (2022). Characterization and classification of *Pinus* oleoresin samples according to *Pinus* species, tapping method, and geographical origin based on chemical composition and chemometrics. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2022.102340>
- Ruel, J.J., Ayres. M.P., Lorio, P.L. Jr. (1998). Loblolly pine responds to mechanical wounding with increased resin flow. *Canadian Journal of Forest Research*, 28(4), 596-602. <https://doi.org/10.1139/x98-030>
- Santos, C., Louro, G., Pinho, J., Anastácio, D. (2013). Resinagem em Portugal, situação atual e perspectivas futuras. II Simposio Internacional de Resinas Naturales, Coca, Segovia. 54-65.
- Santos, W., Souza, D.C.L., Moraes, M.L.T., Aguiar, A.V. (2016). Genetic variation of wood and resin production in *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* Barret & Golfari. *Silvae Genetica*, 65(1), 31–37. <https://doi.org/10.1515/sg-2016-0004>
- SAS Institute Inc. (2016). *SAS/STAT®9.4 User's Guide*. SAS Institute Inc.
- Sharma, K., Kumar, R., Dutt, B., Attri, V. (2018a). Effect of morphological and environmental factors on oleoresin yield in *Pinus roxburghii* Sargent. *Bulletin of Environment*,

- Pharmacology and Life Sciences, 7, 75-78.
<http://dx.doi.org/10.36808/if%2F2013%2Fv139i6%2F33766>
- Sharma, S.C., Prasad, N., Pandey, S.K., Giri, S.K. (2018b). Status of resin tapping and scope of improvement: a review. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa & Latin America*, 49, 16-26.
- Silva, J.S. (2007). *Árvores e Florestas de Portugal - Pinhais e Eucaliptais. A floresta Cultivada*. Lisboa: Público, Comunicação Social, SA e Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento.
- Silva, M.E., Loureiro, C., Gaspar, M.J., Pires, J., Ribeiro, M., Loureiro, C., Coutinho, J.P., Santos, E., Carvalho, A., Brito, L.J., Salgueiro, A., Lousada, J.L. (2018). RESIMPROVE - Desenvolvimento de processos de produção e extração de resina de pinheiro para a melhoria da eficiência, racionalização e expansão da atividade. Vila Real, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Soares, P., Carrabs, J. (2024). Como resinam as espécies de pinheiro existentes em Portugal Continental? A importância de uma rede de parcelas permanentes. *Revista Resinae*, 4, 26-31.
- Soares, P., Ribeiro, C., Ribeiro M., Silva, M.E. (2024). Resina natural em Portugal – desafios estratégicos. *Revista de Ciências Agrárias*, 47(3), 479-490.
- Soares, P., Tomé, M (1999). Distance-dependent competition measures for eucalyptus plantations in Portugal. *Annals of Forest Science*, 56(4), 307-319.
<https://doi.org/10.1051/forest:19990405>
- Soliño, M., Yu, T., Alía, R., Auñón, F., Bravo-Oviedo, A., Chambel, M., de Miguel, J., del Río, M., Justes, A., Martínez-Jauregui, M., Montero, G., Mutke, S., Ruiz-Peinado, R., García del Barrio, J. (2018). Resin-tapped pine forests in Spain: Ecological diversity and economic valuation. *Science of the Total Environment*, 625, 1146-1155.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.0270048-9697/>
- Spanos, K.A., Gaitanis, D., Spanos, I. (2010). Resin production in natural Aleppo pine stands in northern Evia, Greece. *Web Ecology*, 10, 38-43. <https://doi.org/10.5194/we-10-38-2010>
- Sukarno, A., Hardiyanto, E., Marsoem, S., Na'iem, M. (2015). Oleoresin production, turpentine yield and components of *Pinus merkusii* from various indonesian provenances. *Journal of Tropical Forest Science*, 27(1), 136–141.
- Susaeta A., Peter G.F., Hodges A.W., Carter D.R. (2014) Oleoresin tapping of planted slash pine (*Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii*) adds value and management flexibility to landowners in the southern United States. *Biomass & Bioenergy*, 68, 55–61.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.06.003>

- Suzuki, K. (2004). Pine wilt and the pine wood nematode. Em: Burley, J. (Ed.). Encyclopedia of forest sciences, Elsevier, 773-777.
- Tadesse, W., Auñón, F. J., Pardos, J. A., Gil, L., Alía, R. (2001). Evaluación precoz de la producción de miera en *Pinus pinaster* Ait. Investigación. Agraria. Sistemas y Recursos. Forestales, 10(1), 141-150.
- Themudo, J.C.F., Carneiro, A.E. (1958). A Resinagem. Suas vantagens e inconvenientes aspetos técnicos e económicos. Ministério da Economia, Junta Nacional dos Resinosos.
- Touza, R., Lema, M., Zas, R. (2021). Timing of resin-tapping operations in maritime pine forests in Northern Spain. Forest Systems, 30(3). <https://doi.org/10.5424/fs/2021303-18414>
- Tsaktsira, M., Tsoulpha, P., Economou, A.S., Scaltsoyiannes, A. (2023). Mitigation of Global Climate Change through Genetic Improvement of Resin Production from Resinous Pines: The Case of *Pinus halepensis* in Greece. Sustainability, 15(10), 8052. <https://doi.org/10.3390/su15108052>
- Tsoumis, G. (1993). Harvesting Forest Products. Stobart Davies Ltd, Pontyclerc, United Kingdom.
- Vasconcelos, T., Inácio, L., Bonifácio, L. (2008). Pragas e doenças dos pinheiros. Em: Branco, M., Valente, C., Paiva, M. (eds), Pragas e doenças em pinhal e eucaliptal. Desafios para a sua gestão integrada. ISA Press, Lisboa.
- Vázquez-González, C., Zas, R., Erbilgin, N., Ferrenberg, S., Rozas, V., Sampedro, L. (2020). Resin ducts as resistance traits in conifers: Linking dendrochronology and resin-based defences. Tree Physiology, 40, 1313–1326. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa064>
- Vázquez-González, C., López-Goldar, X., Alía, R., Bustingorri, G., Lario, F., Lema, M., Mata, R., Sampedro, L., Touza, R., Zas, R. (2021a). Genetic variation in resin yield and covariation with tree growth in maritime pine. Forest Ecology and Management, 118843, 482. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118843>
- Vázquez-González, C., Sampedro, L., Rozas, V., Voltas, J., Zas, R. (2021b). Population differentiation in climate sensitivity of resin duct formation during growth resumption in *Pinus pinaster*. Dendrochronologia, 125839, 67. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125839>
- Wang, H.L., Yang, W.Y., Gao, C.J., Kun, L., Xiong, H., Yang, F.C. (2015). Anatomical comparison of resin canals in *Pinus yunnanensis* with different oleoresin yield. Forest Research, 28(3), 352–357. [http://refhub.elsevier.com/S0926-6690\(23\)00870-1/sbref164](http://refhub.elsevier.com/S0926-6690(23)00870-1/sbref164)
- Wang, Z., Liu, Y., Zhao, F., Zeng, M., Li, F., Wu, H., Li, Y., Liao, F., Deng, L., Zhong, S., Guo, W. (2022). Effects of different resin-stimulant pastes on resin production and growth of *Pinus elliottii* families. Scientia Silvae Sinicae, 58(9), 106-116. <https://doi.org/10.11707/j.1001-7488.20220911>

- Warren, J.M., Allen, H.L., Booker, F.L. (1999). Mineral nutrition, resin flow and phloem phytochemistry in loblolly pine. *Tree Physiology*, 19(10), 655-663. <https://doi.org/10.1093/TREEPHYS%2F19.10.655>
- Wilkins, R.T., Ayres, M.P., Lorio, P.L., Hodges, J.D. (1998). Environmental Effects on Pine Tree Carbon Budgets and Resistance to Bark Beetles. *Ecological Studies*, 128, 591-616. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2178-4_32
- Zaluma, A., Strike, Z., Rieksts-Riekstiņš, R., Gaitnieks, T., Vasaitis, R. (2022). Long-term pathological consequences of resin tapping wounds on stems of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Trees*, 36(5), 1507-1514. <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02307-y>
- Zamorano, J.L. (1983). Mejoras para las explotaciones resineras. Folha Técnica INIA 53, Madrid, Espanha.
- Zas, R., Quiroga, R., Touza, R., Vázquez-González, C., Sampedro, L., Lema, M. (2020a). Resin tapping potential of Atlantic maritime pine forests depends on tree age and timing of tapping. *Industrial Crops & Products*, 157, 112940. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112940>
- Zas, R., Vázquez-González, C., López-Goldar, X., Alía, R., Bustingorri, G., Lario, F., Lema, M., Mata, R., Quiroga, R., Sampedro, L., Touza, R. (2022a). Producción de resina en los pinares Atlánticos de *Pinus pinaster*: factores genéticos, ambientales y ontogenéticos. 8º Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Zas, R., Touza, R., Sampedro, L., Lario, F.J., Bustingorri, G., Lema, M. (2020b). Variation in resin flow among maritime pine populations: relationship with growth potential and climatic responses. *Forest Ecology Management*, 474, 118351. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118351>
- Zeng, X., Ni, P., Li, Y., Wang, W., Sun, S., Wang, Y., Chang, Y., Tao, X., Hou, M., Liu, X. (2021). Short-term resin tapping activities had a minor influence on physiological responses recorded in the tree-ring isotopes of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis*). *Dendrochronologia*, 70, 125895. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125895>

Glossário

Bica – Placa ou lâmina de metal que se fixa no tronco do pinheiro, abaixo da incisão, quando é utilizado o púcaro como recipiente de recolha da resina.

Descarrasque – Operação de eliminação da casca, alisando e uniformizando o tronco na zona onde são feitas as operações de resinagem, para facilitar a realização das feridas e renovas.

Descarrascadeira – Ferramenta de cabo comprido, com lâmina de dois gumes para efetuar o descarrasque.

Ferida – Corte efetuado na região cortical (casca) com recurso ao ferro de renova, para estimular a exsudação e o escoamento da resina, utilizado como sinonimo de incisão.

Ferro de renova – Ferramenta de cabo comprido com lâmina especializada, utilizada para realizar as incisões.

Fiada – Conjunto de feridas numa mesma direção.

Incisão – Ferida feita no tronco, por onde irá exsudar a resina.

Púcaro – Recipiente de plástico (ou de barro, antigamente) utilizado para recolher a resina que corre da incisão.

Pulverizador – Frasco de plástico com tampa “borrifadora”, para pulverizar a incisão com a pasta estimulante.

Renova – Abertura de uma nova incisão acima/abaixo (dependendo do método) da que foi feita anteriormente, sempre na mesma fiada.

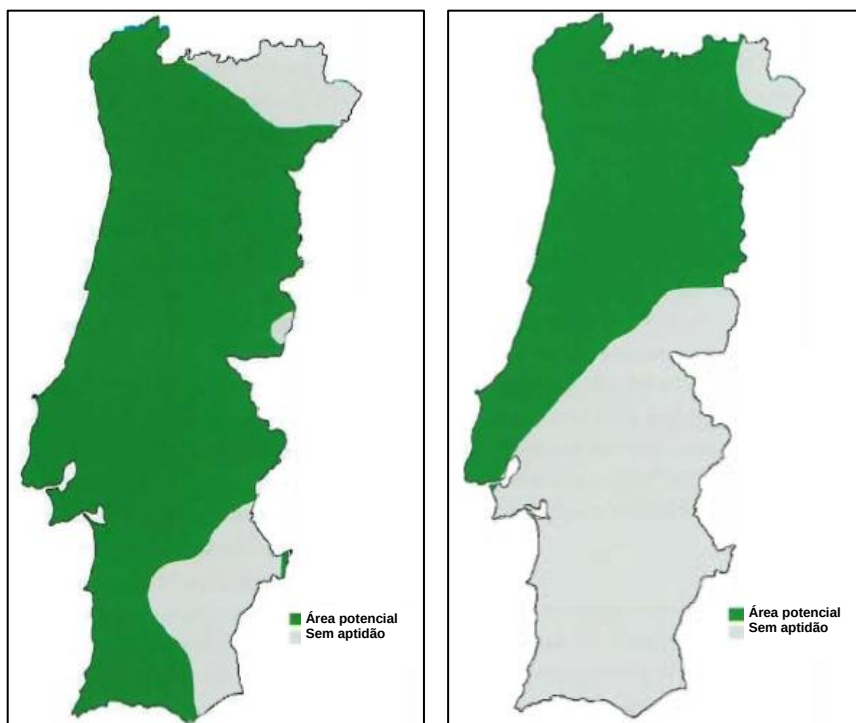
Resinagem – Conjunto de operações associadas à extração de resina de pinheiro.

Resinagem à morte – Modalidade de extração de resina no curto prazo, sendo limitada ao período dos 4 anos que antecede o corte da árvore (desbaste ou corte final).

Resinagem à vida – Modalidade de extração de resina no longo prazo, sem limitação temporal, com início dependente da dimensão da árvore.

ANEXOS

Anexo I



Área potencial de pinheiro-bravo atual e num cenário climático futuro, respetivamente (Pereira *et al.*, 2006).

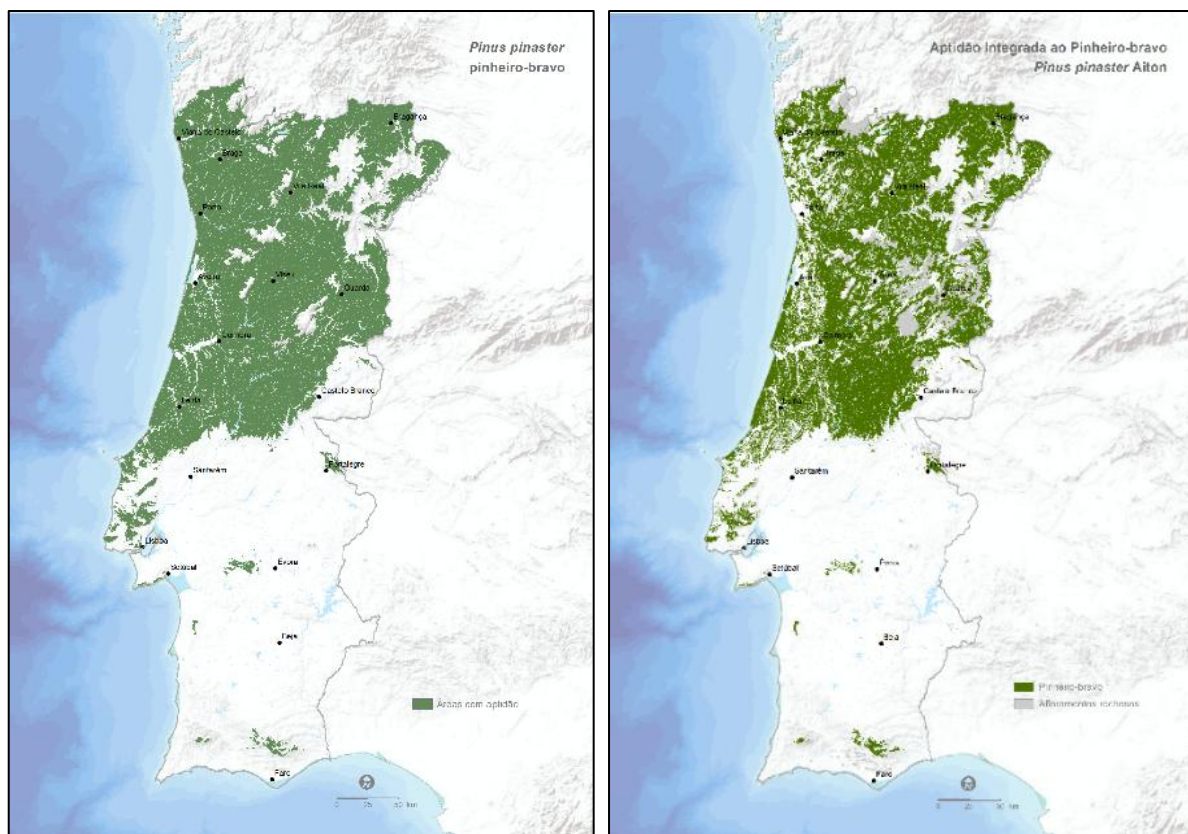
Anexo II

Lista das espécies arbóreas do género *Pinus* possíveis de serem utilizadas em Portugal continental (adaptado de ICNF, 2022).

	Espécie	Nome-comum	Ocorrência
Espécies indígenas	<i>P. pinaster</i> Aiton	Pinheiro-bravo	Predominante
	<i>P. pinea</i> Linnaeus	Pinheiro-manso	Predominante
	<i>P. sylvestris</i> Linnaeus	Pinheiro-silvestre	Frequente
Espécies exóticas não invasoras	<i>P. halepensis</i> Miller	Pinheiro-de-Alepo	Abundante
	<i>P. nigra</i> Arnold	Pinheiro-larício	Abundante
	<i>P. radiata</i> D. Don	Pinheiro-insigne	Frequente
	<i>P. brutia</i> Tenot	Pinheiro-da-Calábria	Ocasional
	<i>P. canarienses</i> Chr. Sm. Ex Buch	Pinheiro-das-Canárias	Ocasional
	<i>P. cembra</i> Linnaeus	Pinheiro-dos-Alpes	Rara
	<i>P. eldarica</i> Medwedew	Pinheiro-da-Transcaucásia	Ocasional
	<i>P. muricata</i> D. Don	Pinheiro-do-bispo	Rara
	<i>P. uncinata</i> Miller ex Mirbel	Pinheiro-montanês	Ocasional
	<i>P. wallichiana</i> Jackson	Pinheiro-do-Himalaia	Rara

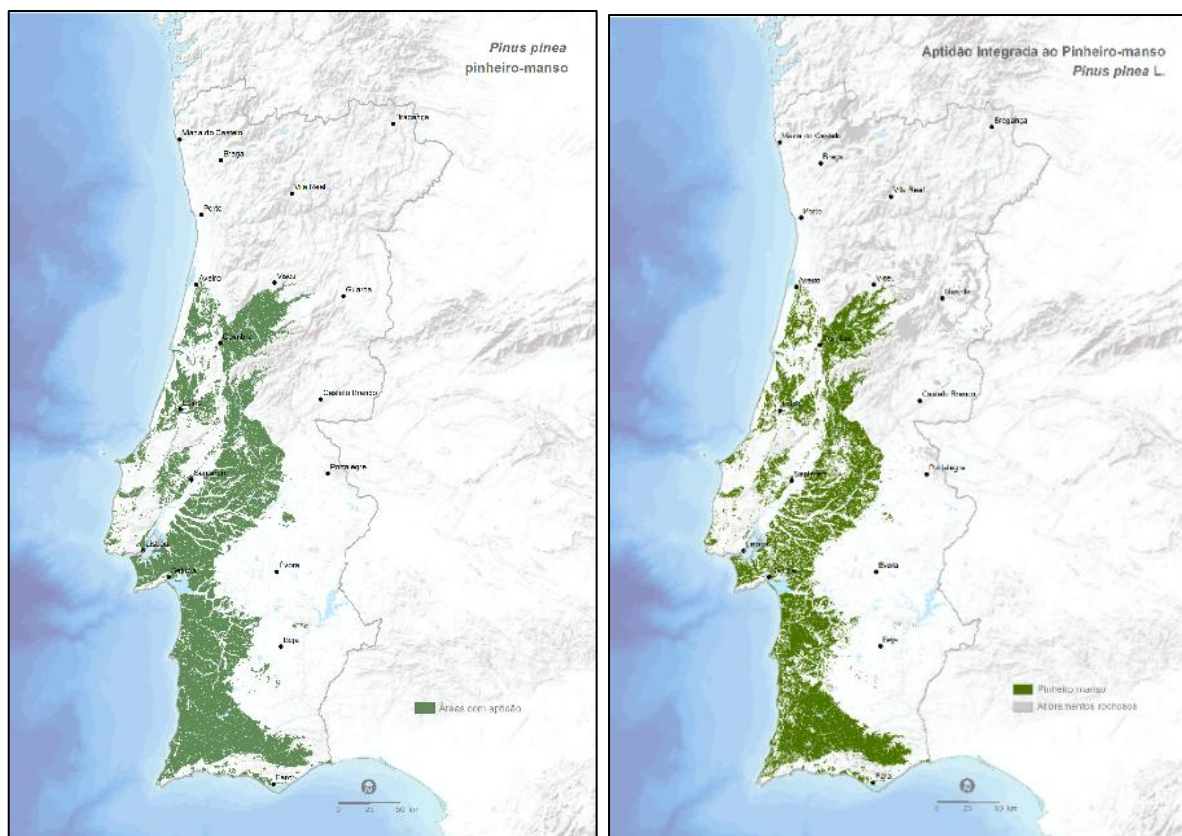
Nota: a verde estão indicadas as espécies selecionadas para a rede de parcelas permanentes de resina.

Anexo III



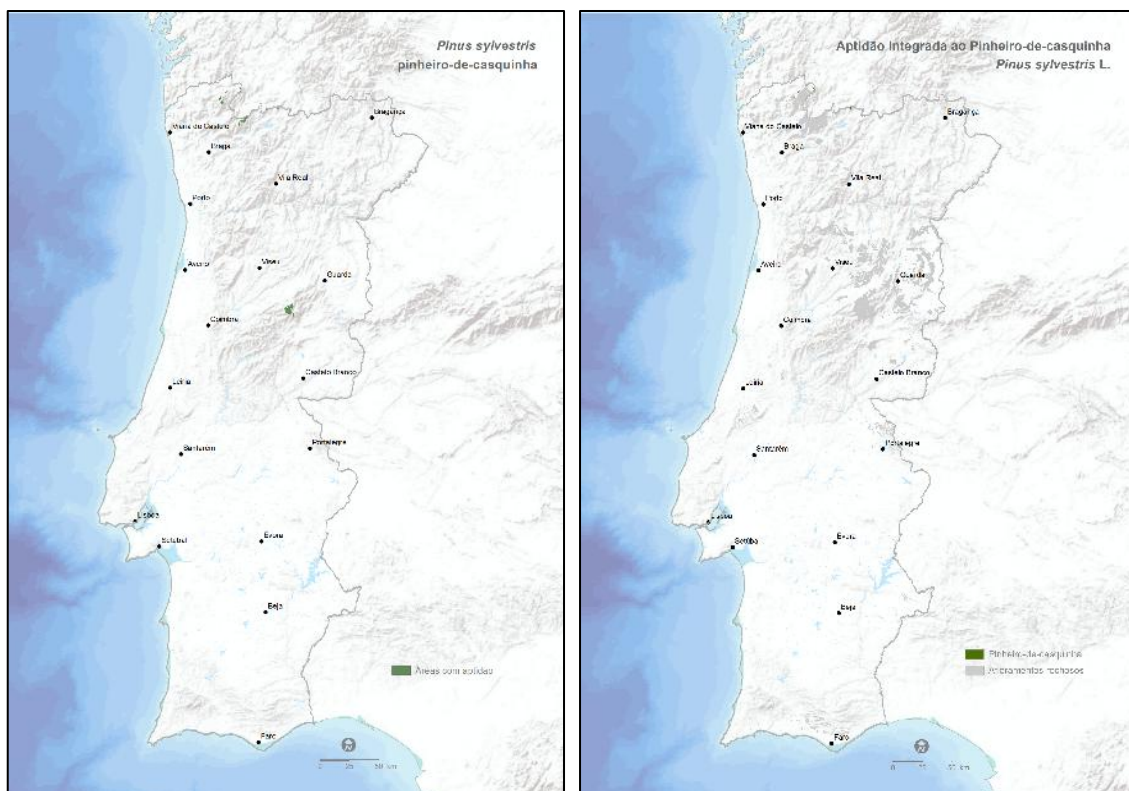
Aptidão bioclimática e aptidão integrada para o pinheiro-bravo, respetivamente (Magalhães, 2016).

Anexo IV



Aptidão bioclimática e aptidão integrada para o pinheiro-manso, respetivamente (Magalhães, 2016).

Anexo V



Aptidão bioclimática e aptidão integrada para o pinheiro-silvestre, respetivamente (Magalhães, 2016).

Anexo VI

Artigo 4.º

Requisitos da resinagem

1 - A resinagem, à vida ou à morte, está, em geral, condicionada ao cumprimento dos seguintes requisitos de execução:

- a) A marcação prévia das fiadas, mediante riscagem;
- b) A profundidade da ferida deve ser inferior ou igual a um centímetro;
- c) A recolha dos equipamentos e de todo o material usado na resinagem quanto terminar a sua utilização.

2 - Na modalidade à vida, a resinagem está ainda sujeita ao cumprimento dos seguintes requisitos:

- a) O tronco dos pinheiros a resinar deve ter perímetro igual ou superior a 63 cm, correspondente a diâmetro de 20 cm, medidos sobre a casca a 1,30 m do solo;
- b) Nos troncos com perímetro menor ou igual a 78,50 cm, correspondente a diâmetro de 25 cm, medidos sobre a casca a 1,30 metro do solo, apenas pode ser realizada uma fiada de feridas;
- c) A largura da ferida não pode ultrapassar 12 cm no primeiro, segundo e terceiro anos, e 11 cm a partir do quarto ano de exploração da resina;
- d) As feridas são iniciadas na base do tronco a uma altura não superior a 20 cm e prolongada nas campanhas futuras, formando uma fiada contínua, na direção do eixo da árvore, até ao máximo de dois metros de altura;
- e) A dimensão das presas entre fiadas não pode ser inferior a 10 cm.

3 - Na modalidade à morte não é permitida a exploração simultânea de várias fiadas na mesma árvore quando a dimensão das presas for inferior a oito centímetros.

4 - Para efeitos do disposto na alínea b) do n.º 1 e nos n.os 2 e 3, é admitida uma tolerância até 10 % superior ou inferior aos limites previstos, relativamente ao número total de pinheiros em resinagem na mesma parcela ou parcelas.

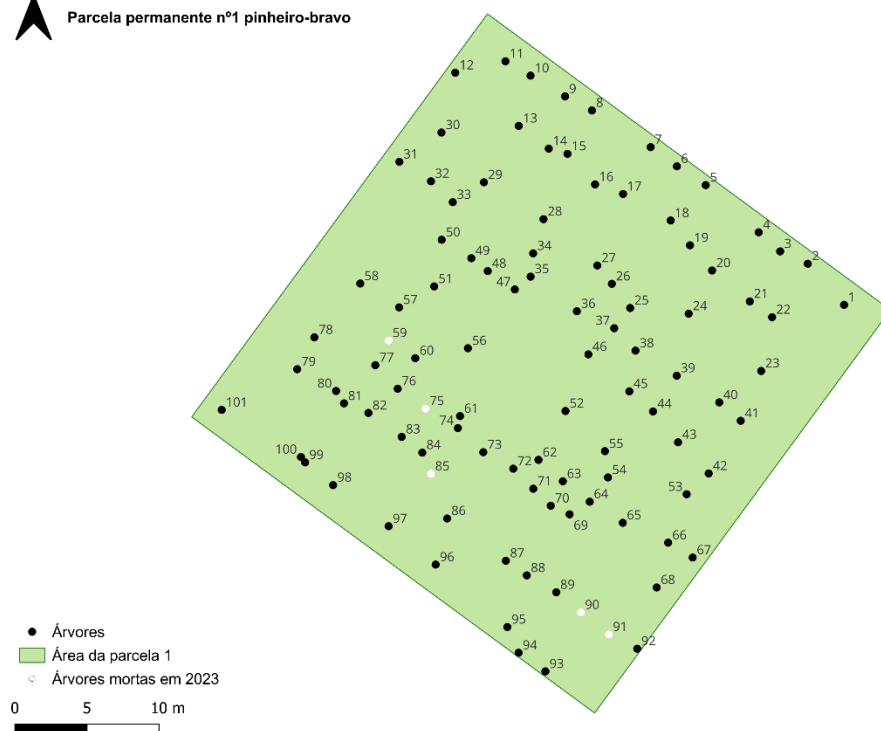
5 - No caso de pinheiros com sintomas de declínio por ação de agentes bióticos e ou abióticos nocivos, a resinagem, à vida ou à morte, apenas pode ter lugar quando for compatível com os procedimentos e práticas exigidas para o controlo do agente físico ou do agente patogénico respetivo.

Artigo nº4 do Decreto-Lei n.º 181/2015, de 28 de agosto, que define os requisitos da resinagem à vida e à morte.

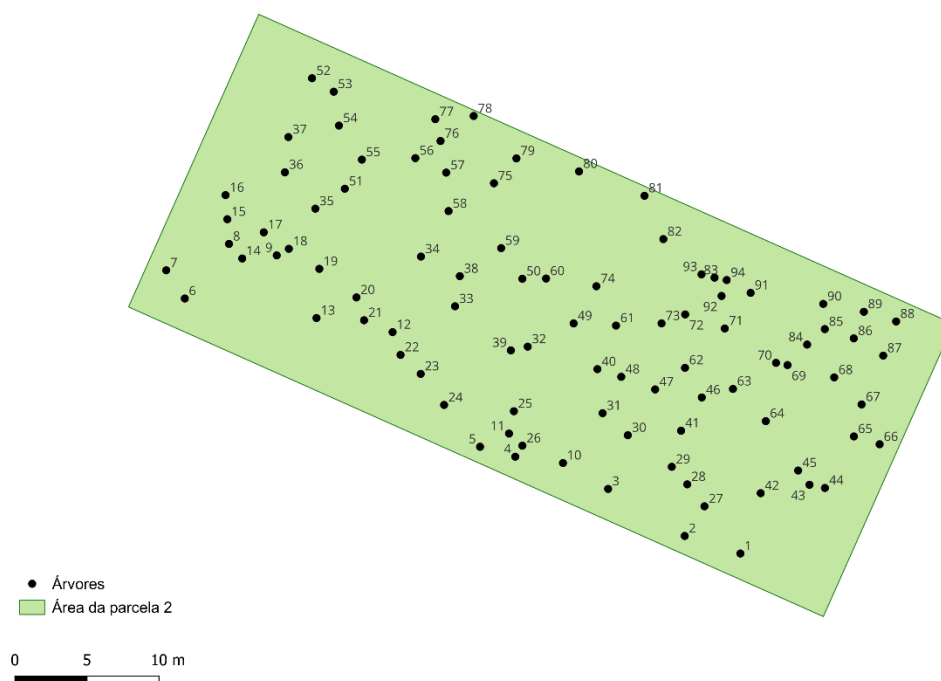
Anexo VII

Mapas parcelas permanentes: (a) pinheiro-bravo nº1; (b) pinheiro-larício nº2; (c) pinheiro-silvestre nº3; (d) pinheiro-bravo nº4; (e) pinheiro-bravo nº6; (f) pinheiro-bravo nº7; (g) pinheiro-bravo nº8; (h) pinheiro-de-Alepo nº9; (i) pinheiro-de-Alepo nº10; (j) pinheiro-insigne nº11. Não se apresenta o mapa da parcela nº5, de pinheiro-manso, porque o proprietário abandonou o projeto no final da campanha 2023.

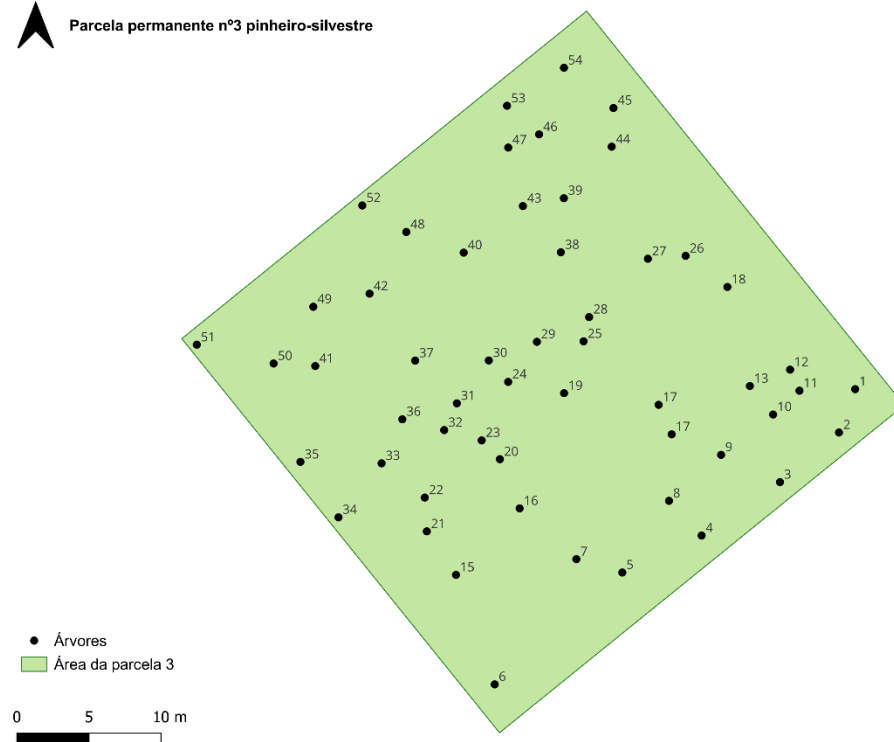
a)  Parcela permanente nº1 pinheiro-bravo



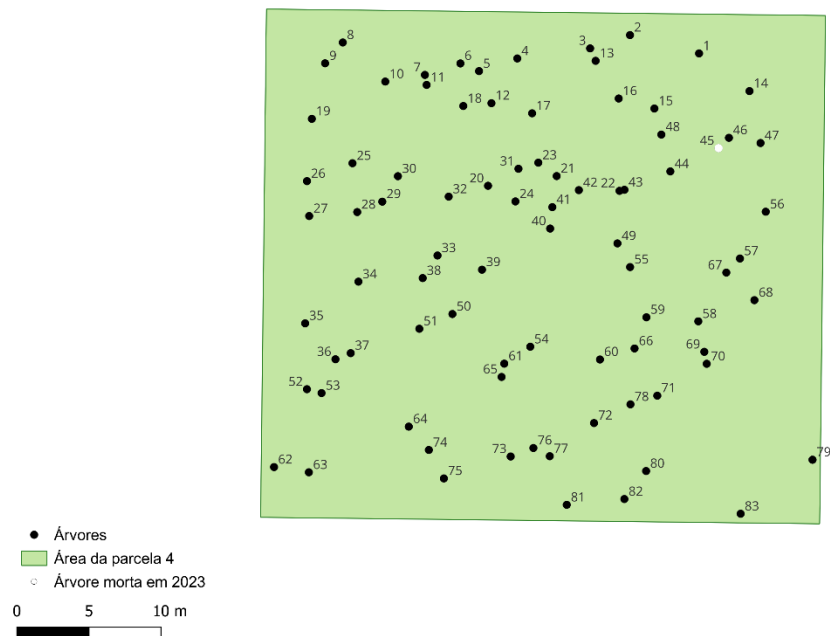
b)  Parcela permanente nº2 pinheiro-larício



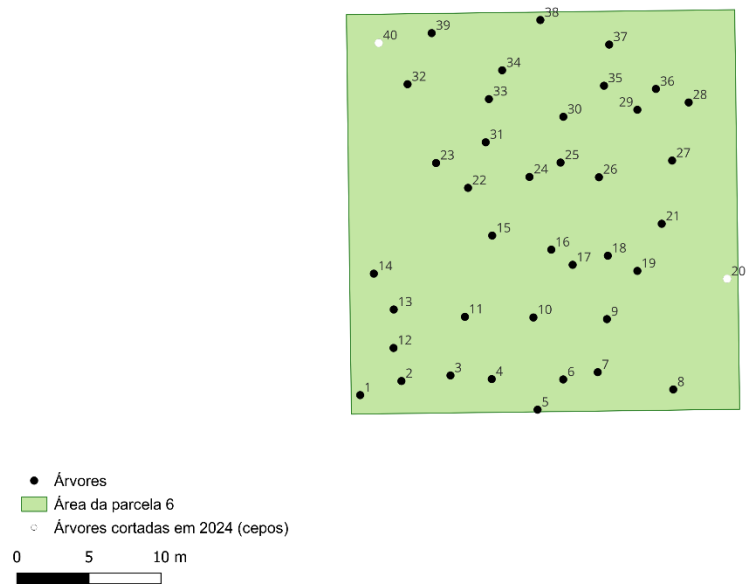
c)  Parcela permanente nº3 pinheiro-silvestre



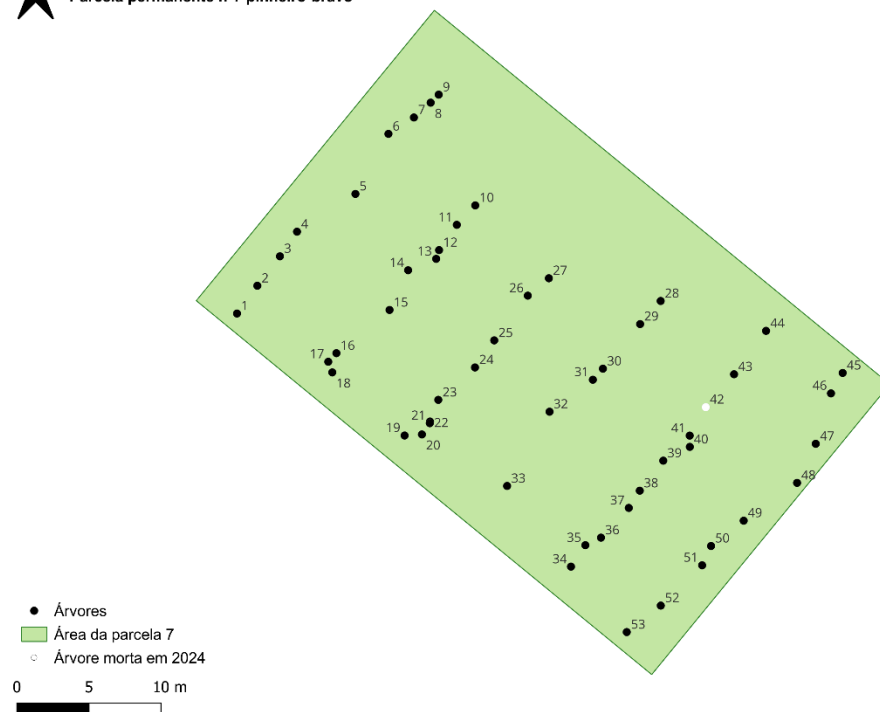
d)  Parcela permanente nº4 pinheiro-bravo



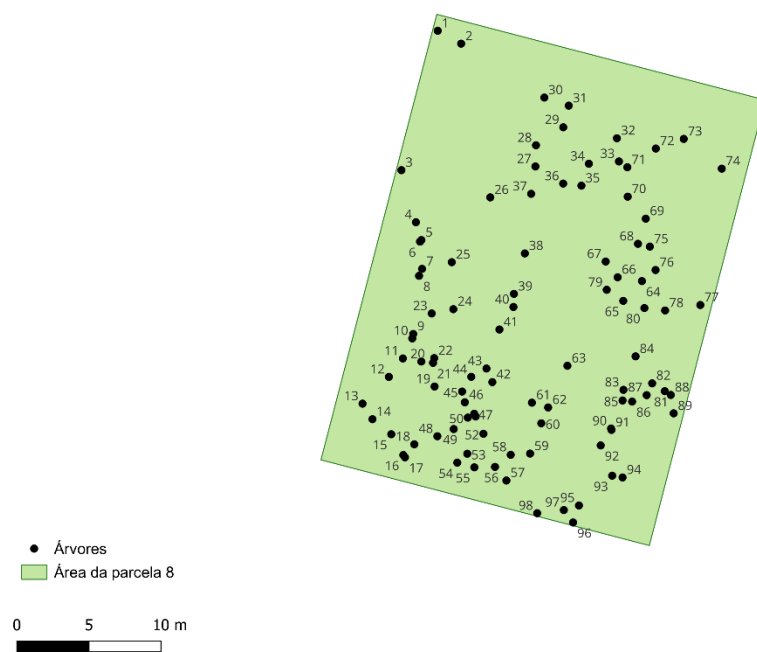
e) Parcela permanente nº6 pinheiro-bravo



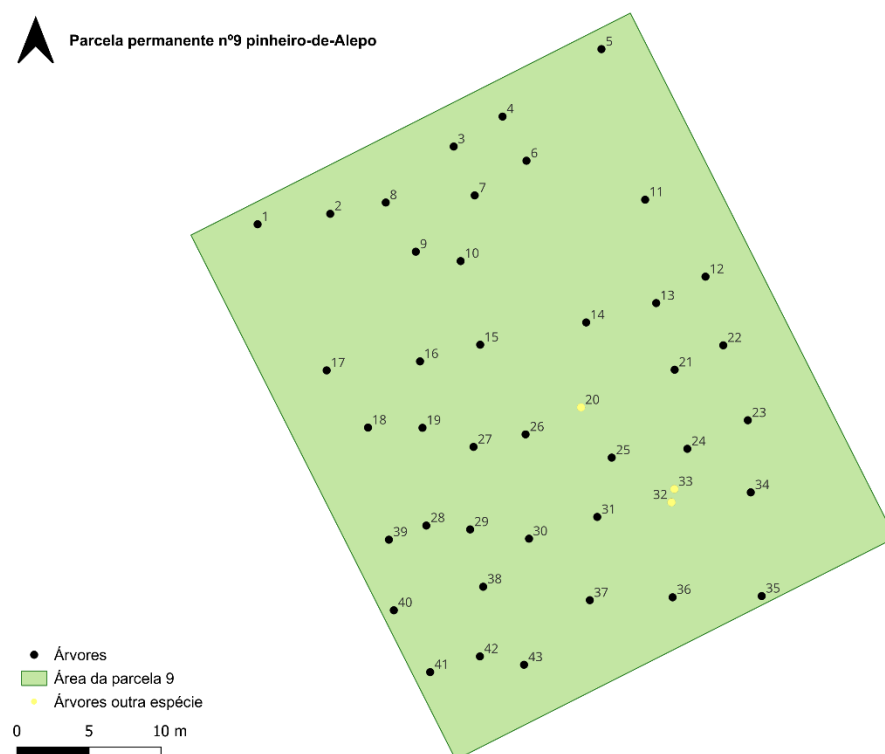
f) Parcela permanente nº7 pinheiro-bravo



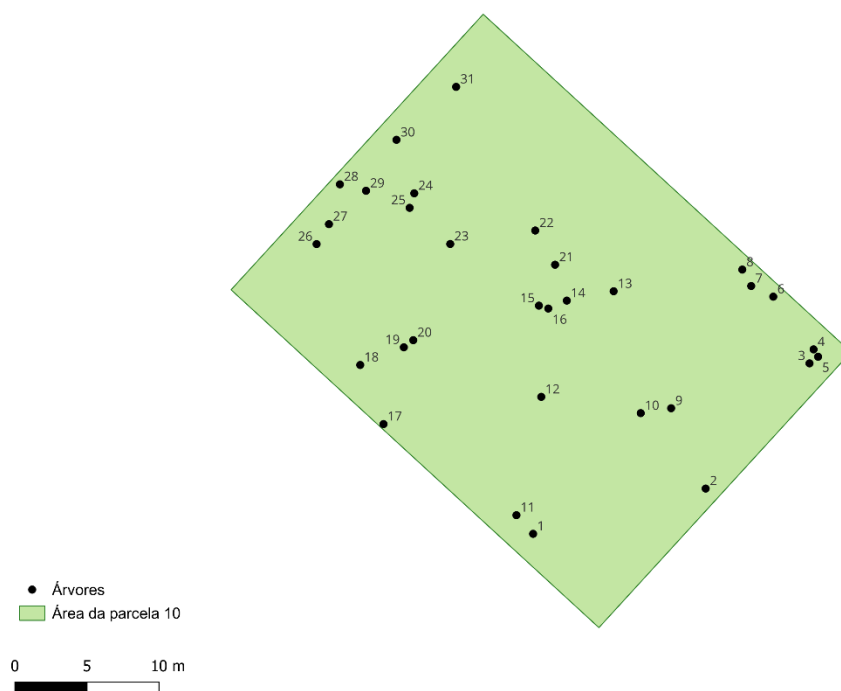
g) Parcela permanente nº8 pinheiro-bravo



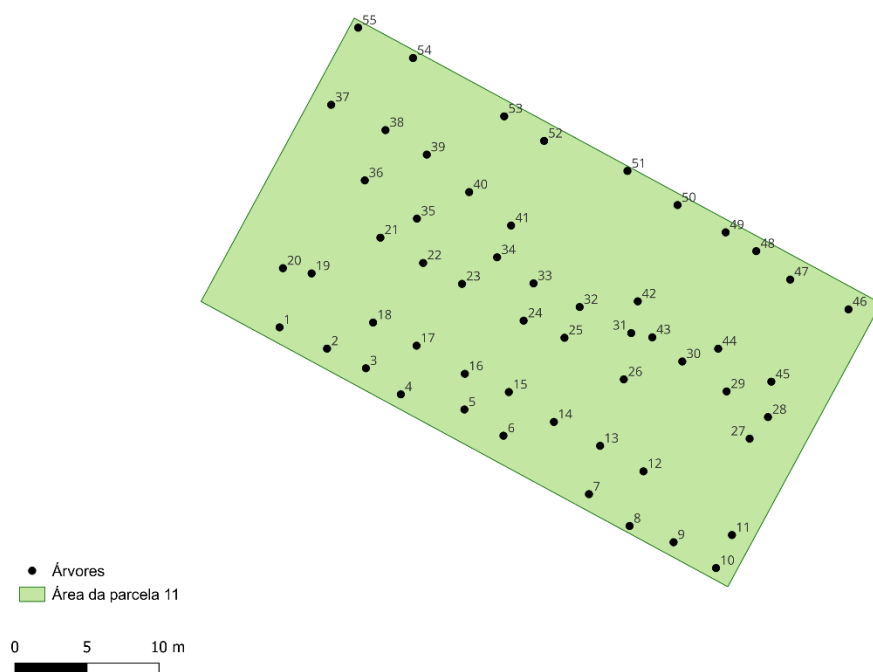
h) Parcela permanente nº9 pinheiro-de-Alepo



i) Parcela permanente nº10 pinheiro-de-Alepo



j) Parcela permanente nº11 pinheiro-insigne



Anexo VIII

Caracterização dos concelhos das parcelas permanentes de resina

Vila Pouca de Aguiar

No concelho de Vila Pouca de Aguiar, encontram-se as parcelas permanentes nº1, nº2 e nº3; Figura 19a, 19b e 19c). Para a caracterização das freguesias de Tresminas e Bornes de Aguiar, foram utilizados os dados disponíveis no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2021-2030 do concelho de Vila Pouca de Aguiar (PMDFCI Vila Pouca de Aguiar, 2021). Este concelho abrange uma área de aproximadamente 431.1 km² e está dividido em 14 freguesias. A caracterização apresentada aplica-se às parcelas permanentes previamente mencionadas, devido à sua proximidade geográfica e semelhança em termos de fatores ambientais. O território do concelho encontra-se predominantemente entre os 900 e os 1000 metros de altitude, abrangendo cerca de 30% da área total. Em relação à ocupação e uso do solo, segundo dados do ano 2018 retirados do PMDFCI, mais de 77% da área tem ocupação florestal, sendo também a ocupação com maior representatividade em todas as freguesias do concelho. Para a caracterização climática do concelho, foram utilizados os dados provenientes da Estação Meteorológica Automática do IPMA número 1240566 – Vila Real/Cidade (Latitude: 41.3090; Longitude: -7.7405; Altitude: 481 m), estação mais próxima das parcelas, 26 km de distância aproximadamente.

Oleiros

No concelho de Oleiros, encontram-se as parcelas permanentes nº4 e nº11 (Quadro 5; Quadro 6; Figura 19d e 19e). Para a caracterização das freguesias de Isna e Oleiros-Amieira foram utilizados os dados disponíveis no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2020 - 2029 do concelho de Oleiros (PMDFCI Oleiros, 2020). O Concelho ocupa uma área de aproximadamente 471 km², dividido em 10 freguesias e encontra-se entre os 400 - 1000 m de altitude. A caracterização apresentada aplica-se às parcelas permanentes previamente mencionadas, devido à sua proximidade geográfica e semelhança em termos de fatores ambientais. Para a caracterização climática do concelho, foram utilizados os dados provenientes da Estação Meteorológica Automática do IPMA número 1210806 – Proença-a-Nova (Latitude: 39.7334; Longitude: -7.8755; Altitude: 414 m, estação mais próxima das parcelas, entre 12 e 20 km de distância, aproximadamente.

Moura

No concelho de Moura, encontra-se a parcela permanente nº5 (Figura 19f). Para a caracterização da freguesia de Amareleja foram utilizados os dados disponíveis no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2015 - 2020 do concelho de Moura (PMDFCI Moura, 2015). O Concelho ocupa uma área de aproximadamente 958 km², dividido em 5 freguesias e encontra-se predominantemente entre 150 m a 250 m de altitude. Para a caracterização climática do concelho, foram utilizados os dados provenientes da Estação Meteorológica Automática do IPMA número 1210851 – Amareleja (Latitude: 38.20058; Longitude: -7.22606; Altitude: 183 m), estação mais próxima da parcela, a 2 km de distância, aproximadamente. O tipo de solo encontra-se detalhado no SNIS, com o código Pac “Solos Argiluvitados Pouco Insaturados - Solos Mediterrâneos, Pardos de Materiais Calcários, Para-Barros, de margas ou calcários margosos ou de calcários não compactos associados com xistos, grés argilosos, argilitos ou argilas ou de grés argilosos calcários (de textura franca a franco-argilosa)”, segundo a nota explicativa da carta dos solos de Portugal (DGADR).

Alcobaça

No concelho de Alcobaça, encontra-se a parcela permanente nº6 (Quadro 6; Figura 19g). Para a caracterização da freguesia de Pataias foram utilizados os dados disponíveis no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI Alcobaça, 2015). Concelho ocupa uma área de 408 km² e encontra-se dividido em 10 freguesias e 3 uniões de freguesia. A parcela tem uma altitude média de 110 m. Só 28,7% da área do concelho encontra-se entre os 100 m e 150 m de altitude. Em relação à ocupação e uso do solo, segundo dados retirados do PMDFCI, mais de 46 % da área tem uma ocupação florestal, sendo também a ocupação com maior representatividade em todas as freguesias do concelho. Para a caracterização climática do concelho, foram utilizados os dados provenientes da Estação Meteorológica Automática do IPMA número 1210726 – Alcobaça / Estação de Fruticultura Vieira Natividade (Latitude: 39.5481; Longitude: -8.9692; Altitude: 35.8 m), estação mais próxima da parcela, 16 km de distância aproximadamente.

Arcos de Valdevez

No concelho de Arcos de Valdevez, encontra-se a parcela permanente nº7 (Quadro 6; Figura 19h). Para a caracterização da freguesia do Soajo foram utilizados os dados disponíveis no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2016 - 2020 do concelho de Arcos de Valdevez (PMDFCI Arcos de Valdevez, 2016). O Concelho ocupa uma área de 448 km² e encontra-se dividido em 51 freguesias. Cerca de 49% da área do concelho encontra-se acima dos 500 m de altitude, apresentando elevações superiores a 1300 m em zonas de montanha. Em relação à ocupação e uso do solo, segundo dados do ano 2012 retirados do PMDFCI, aproximadamente 17% da área tem uma ocupação florestal, sendo os incultos, maioritariamente espaços de montanha, a ocupação com maior representatividade do concelho (60%, aproximadamente). Para a caracterização climática do concelho, foram utilizados os dados provenientes da Estação Meteorológica Automática do IPMA número 1210606 – Lamas de Mouro (Latitude: 42.0430; Longitude: -8.1987; Altitude: 880 m), estação mais próxima da parcela, 16 km de distância aproximadamente. Apresenta 15% de falhas nos meses de junho e julho, devido à ausência de registo da temperatura e precipitação em 10 dias, para cada mês, por motivo de inoperacionalidade do equipamento de medição.

Vila Nova de Cerveira

No concelho de Vila Nova de Cerveira, encontra-se a parcela permanente nº8 (Quadro 6; Figura 19i). Para a caracterização da freguesia de Covas foram utilizados os dados disponíveis no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2019 - 2028 do concelho de Vila Nova de Cerveira (PMDFCI Vila Nova de Cerveira, 2019). O Concelho ocupa uma área de aproximadamente 108 km² e encontra-se dividido em 11 freguesias. No concelho predominam as altitudes compreendidas entre os 10 m a 300m, ocupando 76.23% da área. Em relação à ocupação e uso do solo, segundo dados do ano 2018 retirados do PMDFCI, mais de 48% da área tem uma ocupação florestal, sendo também a ocupação com maior representatividade na maioria das freguesias do concelho. Para a caracterização climática do concelho, foram utilizados os dados provenientes da Estação Meteorológica Automática do IPMA número 1210604 – Vila Nova de Cerveira / Aeródromo (Latitude: 41.9731; Longitude: -8.6762; Altitude: 34 m), estação mais próxima da parcela, 12 km de distância aproximadamente. O sensor de temperatura da EMA de Vila Nova de Cerveira esteve pouco tempo operacional, pelo que apresenta 77% de falhas nesse parâmetro.

Alenquer

No concelho de Alenquer, encontram-se as parcelas permanentes nº9 e nº10 (Quadro 6; Figura 19j e 19k). Para a caracterização da freguesia de Ota foram utilizados os dados disponíveis no Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios 2021 - 2030 do concelho de Alenquer (PMDFCI Alenquer, 2021). O Concelho ocupa uma área de aproximadamente 304 km² e encontra-se dividido em 11 freguesias. Possui um relevo

acidentado, com cota mínima de 4 m (aluviais junto ao rio Tejo) e cota máxima (a Norte) de 666 m. Em relação à ocupação e uso do solo, segundo dados do ano 2018 retirados do PMDFCI, mais de 43% da área tem uma ocupação agrícola, a área florestal representa cerca de 25.3% da área total. Para a caracterização climática do concelho, foram utilizados os dados provenientes da Estação Meteorológica Automática do IPMA número 1210739 – Torres Vedras/Dois Portos (Latitude: 39.0439; Longitude: -9.1794; Altitude: 111.8 m), estação mais próxima das parcelas, 16 km de distância aproximadamente. Apresenta 20% de falhas na precipitação, com notória ausência de medições no mês de julho, devido à inoperacionalidade do equipamento de medição. O tipo de solo encontra-se detalhado no SNIS, com o código Vcsd: “Solos Calcários, Vermelhos dos Climas de Regime Xérico, Para-Barros, de margas interestratificadas associadas a calcários compactos”, segundo a nota explicativa da carta dos solos de Portugal (DGADR).

Anexo IX

Protocolo de instalação e medição de parcelas permanentes de resina

Povoamento

Na seleção dos povoamentos teve-se em conta o cumprimento de requisitos definidos para a instalação das parcelas permanentes: povoamentos a resinar pela 1ª vez, povoamentos das espécies previamente selecionadas (pinheiro-bravo, pinheiro-insigne, pinheiro-larício, pinheiro-silvestre, pinheiro-de-Alepo, pinheiro-manso), dimensão em diâmetro das árvores para cumprimento da legislação e acessibilidade.

Parcelas Permanentes

Na delimitação das parcelas foram tidos em conta diversos aspetos, nomeadamente:

- A distância do limite da parcela à bordadura do povoamento, tendo-se definido, no mínimo, 2 linhas de bordadura
- O número de árvores possíveis de serem resinadas (mínimo 20 cm de diâmetro)

Ao nível da parcela:

- Marcação dos cantos de cada parcela retangular, com auxílio de um prisma de ângulos retos. As coordenadas retiradas com GPS
- Numeração das árvores de cada parcela com chapas de alumínio, pregadas na base da árvore. A numeração é sequencial, iniciando-se pelo nº 1 e feita em serpentina
- Desenho, em folha de papel, de um croqui da parcela com indicação do número de filas e de árvores por fila
- Declive do terreno – medição feita com bússola.

Em cada árvore, de cada parcela, no momento da instalação

Medir:

- dap cruzado – medição feita com suta
- altura total – medição feita com hipsómetro Vertex
- altura da base da copa – medição feita com hipsómetro Vertex; considera-se base da copa o ponto da árvore onde saem, no mínimo, 3 ramos, pertencentes a quadrantes diferentes
- orientação da face resinada (no caso da resinagem já ter sido instalada) – medição feita com bússola

Monitorização da produção de resina por campanha

Duas pesagens por ano, uma a meio da campanha (julho/agosto) e outra no final (outubro/novembro).

Pesar:

- Sacos ou púcaros com resina – medição feita com dinamómetro ou balança digital, registando os valores de produção de resina ao nível da árvore individual
- Sacos ou púcaros vazios – medição feita com dinamómetro ou balança digital, registando os pesos de 50 recipientes de recolha para a determinação da tara média

Monitorizar/controlar:

- A realização, segundo o calendário de atividades, das renovas em cada uma das parcelas (contactar diretamente o resineiro/gestor florestal)

Lista de material

- 1 GPS
- 1 prisma de ângulos retos e varas de orientação para determinação do ângulo de 90º
- 1 hipsómetro Vertex e pilhas para o hipsómetro e para o transponder
- 1 suta de 40 cm e vara de 1.30 m para usar como referência
- 1 dinamómetro digital
- 1 balança digital protegida com mica e uma caixa de plástico para apoiar a balança durante as medições
- 1 fita métrica de 50 m
- 1 bússola
- 1 rolo de fita balizadora preta/amarela
- Chapas de metal já numeradas, pregos e martelo
- 1 prancheta
- Fichas de campo
- Vários lápis, borracha, afia e luvas descartáveis