

Utilização de raio-X para estimativa do rendimento em miolo de pinhão no pinheiro manso (*Pinus pinea* L.)

Maria da Conceição Matos dos Santos Silva

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

Orientadoras: Doutora Maria Margarida Branco de Brito Tavares Tomé
 Doutora Maria Isabel Carrasquinho de Freitas

Júri:

Presidente: Doutora Maria da Conceição Brálio de Brito Caldeira, Professora Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia

Vogais: Doutora Maria Margarida Branco de Brito Tavares Tomé, Professora Catedrática, Instituto Superior de Agronomia, orientadora

Vogais: Doutora Ana Paula Soares Marques de Carvalho, Professora Auxiliar, Instituto Superior de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer à minha família, nomeadamente aos meus filhos e ao meu marido, pedindo-lhes desculpa por todas as horas roubadas aos nossos fins-de-semana, fins de tarde e noites que dediquei à elaboração desta tese, e por todos os momentos em que a minha paciência e atenção para com eles foi muito inferior ao que deveria ter sido....

À Direção da APFC pela confiança que sempre deposita no meu trabalho, por me ter desafiado para o desenvolvimento de um novo serviço e por suportar financeiramente o mestrado.

Às minha colegas, pelo trabalho e ideias que partilhámos ao longo deste tempo sobre o assunto, mas muito especialmente à Margarida e à Teresa por toda a ajuda que me deram e que tornou possível a realização da tese.

Aos meus colegas de profissão, com quem fui partilhando dúvidas e dificuldades, e que sempre tiveram uma sugestão e ideia que me permitiu progredir com o trabalho. Espero que eles saibam quem são. Não os nomeio para não correr o risco de me esquecer de algum.

À Clínica Veterinária Vale do Sorraia Lda. pelo interesse e disponibilidade demonstrados no uso dos equipamentos de raio-X, nos testes realizados e no cuidado com que integraram este projeto na sua actividade diária.

À Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia pela disponibilização dos dados climáticos.

Às minhas orientadoras, Prof. Dr.^a Margarida Tomé e Dr.^a Isabel Carrasquinho, principalmente por me acompanharem desde que terminei a faculdade, por estarem sempre disponíveis para novos projetos e por todos os contributos que deram para o presente trabalho.

A todos,
Muito Obrigada.

RESUMO

No presente trabalho foi analisada a possibilidade de modelação do peso do miolo de pinhão de pinheiro manso, a partir de parâmetros biométricos e morfológicos do pinhão negro, recolhidos através de análise de imagens obtidas por raio-X.

Foram utilizadas amostras de pinhas colhidas para este efeito na campanha de 2015/16, em 6 locais distribuídos pelo concelho de Coruche (60 pinhas/ local) as quais foram abertas para remoção do pinhão negro e realização de raio-X, seguido de quebra manual do pinhão negro para quantificação do rendimento real em miolo de pinhão, expresso como uma percentagem do peso da pinha à abertura.

O recurso ao raio-X possibilita a identificação dos pinhões sãos e dos pinhões com danos, através de análise visual das características da semente. A determinação dos parâmetros biométricos e morfológicos do pinhão foi realizada com recurso a ferramentas de análise de imagem para sementes, disponíveis gratuitamente on-line.

Verificou-se a existência de um conjunto de variáveis com elevada correlação linear positiva entre si (coeficientes de correlação de Pearson $> 0,90$): “n.º total de pinhões negros do raio-X” com o “n.º de pinhões negros”, a “área total de pinhão negro” e a “área total de pinhões negros sãos”; “n.º de pinhões negros sãos” com a “área total de pinhões negros sãos”; “área total de pinhão negro” com a “área total de pinhão negro são”; “n.º de pinhões negros danificados no raio-X” com a “área total de pinhões negros danificados”.

A variável independente “Área total pinhões negros sãos” é a que apresenta maior correlação linear com a variável dependente que se pretende estimar “Peso do miolo do pinhão” (0,909), tendo sido possível modelar esta relação através de regressão linear simples, com um coeficiente de determinação de 0,83.

A simplicidade do modelo, com um reduzido número de variáveis potencia a sua larga utilização pelos produtores florestais contribuindo para aumentar a transparência do negócio de comercialização de pinha.

Palavras-chave: Pinheiro manso | pinha | pinhão | rendimento | amostragem

ABSTRACT

The present work analyzed the possibility of modeling the kernel weight from biometric and morphological parameters of the pine nuts from *Pinus pinea*, measured through X – ray and image analysis.

Cone pine samples were harvested for this purpose in the 2015/16 campaign, at 6 sites distributed in the Coruche County (60 pine cones / local). Pine cones were opened for the removal of the pine nuts, and these were submitted to X-ray, followed by manual opening for quantification of the kernel yield, expressed as a percentage of the weight of the pine cones (after natural opening).

The use of X-ray allows the identification of healthy pine seeds and damaged pine seeds by visual analysis of the characteristics of the seed. The determination of the biometric and morphological parameters of the pine nuts was performed using image analysis tools for seeds, available online, free of charge.

There was a set of variables with a high positive linear correlation (Pearson correlation coefficients > 0,90): "total number of pine nuts in the x-ray " with the "number of pine nuts", the "total area" and "total area of healthy pine nuts"; "Number of healthy pine nuts" with "total area of healthy pine nuts"; "total area" with the "total area of healthy pine nuts"; "Number of pine nuts damaged in X-ray" with "total area of pine nuts damaged".

The independent variable "Total area of healthy pine nuts" is the one with the highest linear correlation with the dependent variable to be estimated "Kernel weight " (0,909), and it was possible to model this relation through simple linear regression, with a coefficient of determination of 0,83.

The simplicity of the model, with a small number of variables, potentiates its wide use by forest producers, contributing to increase the transparency of the pine cone business.

Keywords: Stone pine | cone pine | kernel | yield | sampling

INDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTADO DA ARTE	5
3. OBJETIVO	10
4. METODOLOGIA	10
4.1. Amostragem.....	10
4.2. Processamento da pinha.....	20
4.3. Processamento do pinhão negro.....	21
4.4. Medições.....	23
4.5. Tratamento estatístico.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. Parâmetros de caracterização das pinhas.....	29
5.2. Parâmetros de caracterização do pinhão negro	32
5.3. Avaliação do rendimento da pinha em miolo de pinhão.....	40
6. ANÁLISE CUSTO BENEFÍCIO.....	46
7. CONCLUSÕES	54
8. BIBLIOGRAFIA	55
Anexo I.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características biométricas da pinha	8
Quadro 2 – Características dos locais amostrados	14
Quadro 3 – Caracterização autofítica	14
Quadro 4 – Parâmetros climáticos.....	15
Quadro 5 – Parâmetros climáticos no período de desenvolvimento da pinha amostrada	15
Quadro 6 – Categorias de dano das sementes de pinheiro manso	22
Quadro 7 – Exemplo do ficheiro de registo obtido através do <i>software</i> SmartGrain.....	25
Quadro 8 – Variáveis da pinha utilizadas no estudo.....	26
Quadro 9 – Características das pinhas por local – Peso médio à abertura.....	29
Quadro 10 – Características morfológicas das pinhas por local – Comprimento	30
Quadro 11 – Características morfológicas das pinhas por local – Diâmetro médio	30
Quadro 12 – Intensidade de ataque de pragas e doenças por local	31
Quadro 13 – Número de pinhões negros por local e valores por pinha	32
Quadro 14 – Peso do pinhão negro por local e valores por pinha	33
Quadro 15 – Peso do miolo de pinhão por local e valores por pinha	37
Quadro 16 – Rendimento em miolo de pinhão (semente) por local.....	38
Quadro 17 – Resultados das análises de variância (ANOVA) - método hierárquico	39
Quadro 18 – Resultados do teste Tukey-Kramer	39
Quadro 19 – Matriz de Correlação de Pearson associada às características da pinha	41
Quadro 20 – Coeficientes estimados e desvios padrão do modelo de regressão linear	43
Quadro 21 – Análise da variância do modelo de regressão linear	44
Quadro 22 – Estatísticas de avaliação do modelo	44
Quadro 23 – Variabilidade do rendimento em miolo de pinhão de 30 pinhas em 4 locais.....	49
Quadro 24 – Pressupostos fixados para a análise custo - benefício	50
Quadro 25 – Análise dos custos operacionais da amostragem em globo	50
Quadro 26 – Análise dos custos operacionais da amostragem inovadora	51
Quadro 27 – Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (mat. prima 75%)	51
Quadro 28 – Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (mat. prima 85%)	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição dos povoamentos de pinheiro manso em Portugal continental.....	1
Figura 2: Produção mundial de miolo de pinhões – média 6 anos.....	2
Figura 3: Exportações de pinhão (<i>Pinus pinea</i>) com origem em Portugal, em quantidade	3
Figura 4: Exportações de pinhão (<i>Pinus pinea</i>) com origem em Portugal, em valor.....	3
Figura 5: Preço médio anual de comercialização da pinha entre 2009 e 2017 (€/kg)	3
Figura 6: Produção anual total de pinha em quatro propriedades no distrito de Santarém	6
Figura 7: Produção total de pinha, em número - parcelas permanentes do parque clonal	7
Figura 8: Produção de pinha no parque clonal (PNMQ01)	7
Figura 9: Localização das parcelas	11
Figura 10: Distribuição espacial das árvores sobre carta de solos e ortofotomapa	12
Figura 11: Diagrama ombrotérmico – ano 2013.....	16
Figura 12: Diagrama ombrotérmico – ano 2014.....	16
Figura 13: Diagrama ombrotérmico – ano 2015.....	16
Figura 14: Implantação das árvores sobre carta de aptidão para o pinheiro manso	18
Figura 15: Pormenor dos pinhões das pinhas I, II, III e IV da árvore 61, local OZ	21
Figura 16: Pormenor dos pinhões radiografados com megagametófito alterado	22
Figura 17: Ilustração das medições realizadas através do <i>software</i> Smartgrain.....	24
Figura 18: Visualização dos pinhões negros com danos no raio-X e na foto	24
Figura 19: Exemplo da medição realizada através do <i>software</i> SmartGrain.....	24
Figura 20: Diagramas de extremos e quartis dos parâmetros caracterizadores das pinhas .	31
Figura 21: Diagramas de extremos e quartis dos parâmetros relativos ao pinhão.....	34
Figura 22: Características biométricas e morfológicas dos pinhões – por pinha, por local....	35
Figura 23: Influência da área total do pinhão negro são no peso do miolo de pinhão.....	42
Figura 24: Ajustamento do modelo (<i>SAS University edition</i>).....	45
Figura 25: Representação esquemática dos possíveis canais de distribuição em Portugal..	47
Figura 26: Representação esquemática das fases de amostragem	48
Figura 27: Cotação do miolo de pinhão (€/kg)	50
Figura 28: Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (mat. prima 75%).....	52
Figura 29: Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (mat. prima 85%).....	52

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AFN	Autoridade Florestal Nacional
ANOVA	Análise de Variância
ANSUB	Associação de Produtores Florestais do Vale do Sado
APFC	Associação dos Produtores Florestais do Concelho de Coruche e Limítrofes
CAOF	Comissão de Acompanhamento para as Operações Florestais
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
EM	Estação Meteorológica
FFP	Fundo Florestal Permanente
GPS	Global Positioning System
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas
INE	Instituto Nacional de Estatística
PU	Posto Udométrico
SM	Submediterrânea
SROA	Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário
UNAC	União da Floresta Mediterrânica

1. INTRODUÇÃO

O pinheiro manso (*Pinus pinea* L.) ocupa em Portugal continental 175 742 ha (ICNF, 2013), sendo a 5ª espécie florestal em termos da ocupação do território nacional e representando 20% da distribuição mundial da espécie (Agri-ciência, 2014). O aumento da área foi de 46% desde 1995 (54% em termos de área arborizada), essencialmente associado a plantações, algumas das quais financiadas no âmbito do programa de desenvolvimento rural dos vários quadros comunitários de apoio.

A evolução do valor comercial da pinha, a utilização da enxertia como meio de antecipação da produção, a colheita mecânica e a elevada plasticidade da espécie em termos edafoclimáticos, são fatores que determinaram o maior interesse dos proprietários por esta espécie nos últimos 10 anos.

Sendo uma espécie apta para a exploração em uso múltiplo – madeira, fruto, pastoreio,... - a principal produção com interesse comercial é a semente - o pinhão – utilizado na indústria alimentar, sendo muito importante na economia das explorações agroflorestais localizadas no centro e sul de Portugal, onde se estende a maioria da área de pinhal manso (figura 1).

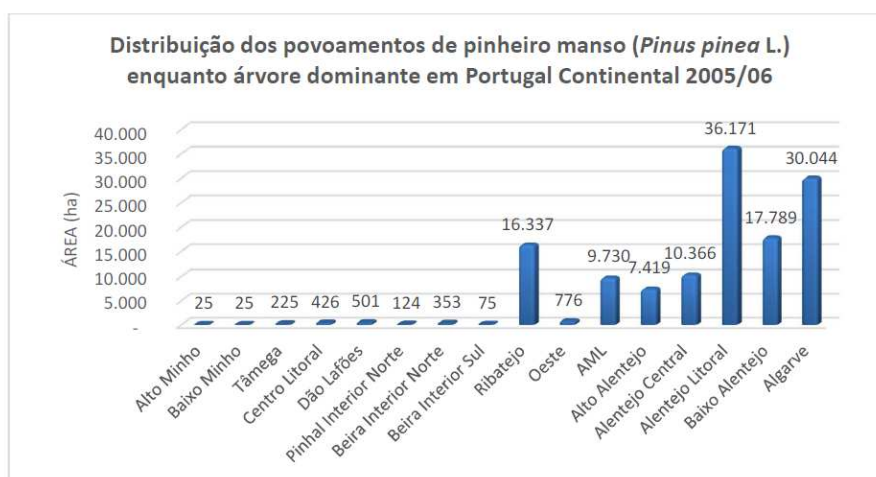


Figura 1: Distribuição da área ocupada pelos povoamentos de pinheiro manso e respetivas áreas enquanto árvore dominante em Portugal continental (2005-2006) (ICNF, 2005)

Desde o pico de produção de pinha que ocorreu em 2010/11, com um recorde de exportações de 1,62 milhões de quilos (INE, 2014) e coincidindo com a deteção em Portugal do inseto sugador das pinhas (*Leptoglossus occidentalis*) em outubro de 2010, o rendimento em miolo de pinhão (razão entre o peso do miolo de pinhão e o peso verde da pinha) tem sido uma preocupação constante de produtores e industriais. De um modo geral, a bibliografia refere como normais os rendimentos em miolo de pinhão na ordem dos 3 a 4% (rendimentos determinados sobre o peso verde da pinha), enquanto alguns industriais nacionais informam sobre uma perda de rendimento desde a campanha de 2010/2011, atingindo valores de 2,5% (Sousa, 1968; Pinheiro e Barriguinha, 2006; Barriguinha, Afonso & Pinheiro, 2009; Sousa et al., 2012).

A nível mundial, o miolo de pinhão corresponde às sementes comestíveis de cerca de 30 espécies de *Pinus* spp. Entre estas, as que apresentam valor comercial são: *Pinus gerardiana* (pinhão paquistanês), *Pinus koraiensis* (pinhão chinês), *Pinus sibirica* (pinhão russo) e *Pinus pinea* (pinhão mediterrânico), com diferentes características nutricionais e organolépticas (INRB, 2008). A representatividade do pinhão mediterrânico com origem em Portugal, ou seja exclusivamente de pinheiro manso, é muito reduzida (1% em 2012; 5% considerando a média de 6 anos – 2007 a 2012) quando comparada com a produção mundial de miolo de pinhão (figura 2).

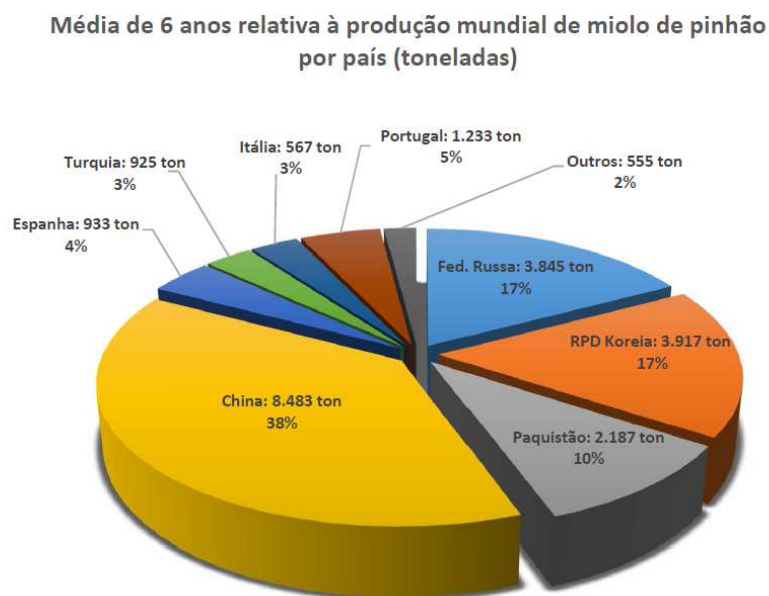
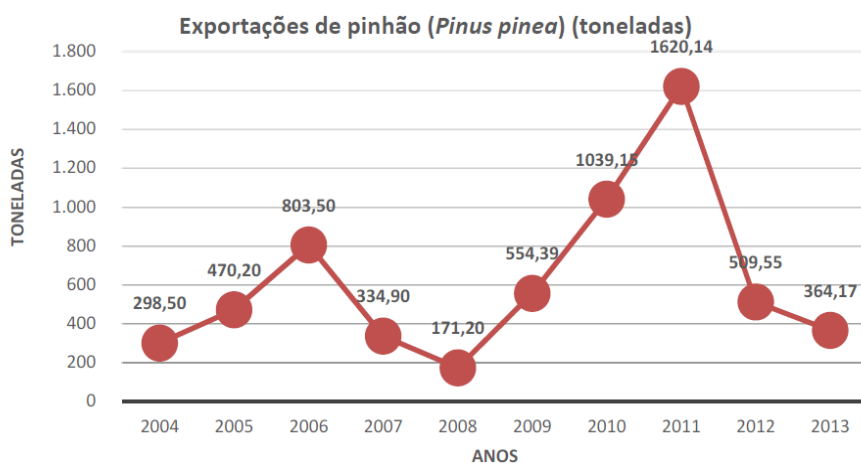


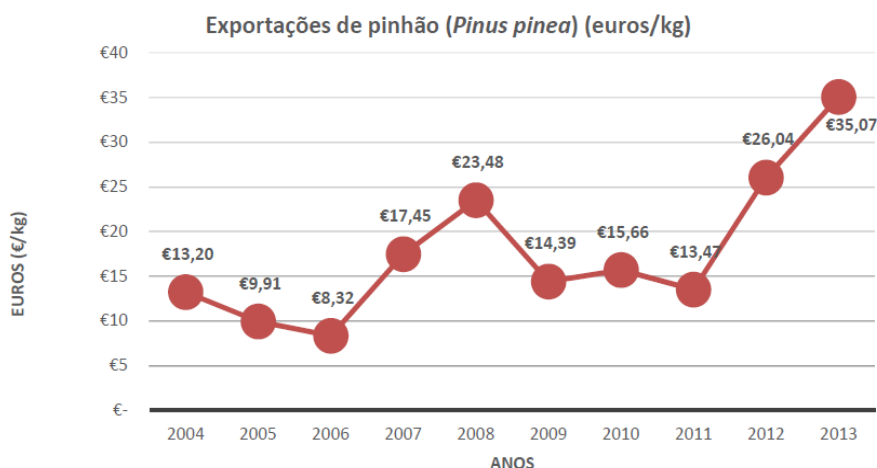
Figura 2: Produção mundial de miolo de pinhões – média 6 anos (2007 – 2012) (Agri-ciência, 2014)

As exportações de pinhão (figuras 3 e 4) a partir de Portugal destinam-se essencialmente ao mercado espanhol e italiano, representando os dois países um volume total médio de exportações na ordem dos 95% (72% para Espanha e 22% para a Itália). O preço por kg apresenta desde 2011 uma tendência de crescimento, provavelmente associada à acentuada quebra de produção e escassez de matéria-prima desde a campanha 2011/12.



Fonte: INE, 2014

Figura 3: Quantidade (ton) de pinhão (*Pinus pinea*) exportado a partir de Portugal (INE, 2014)

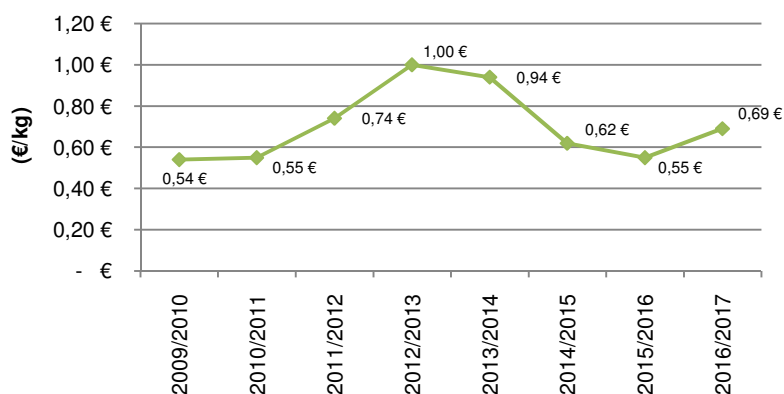


Fonte: INE, 2014

Figura 4: Valor (€/kg) das exportações de pinhão (*Pinus pinea*) a partir de Portugal (INE, 2014)

De acordo com R. Calama (comunicação pessoal, 6/03/2015) o rendimento da pinha em miolo de pinhão não era assunto de interesse para a investigação dada a sua reduzida variabilidade. Apenas nos últimos anos, eventualmente por fatores climáticos e/ou bióticos, se tem detetado uma elevada variabilidade no rendimento da pinha em miolo de pinhão.

Esta elevada variabilidade do rendimento em miolo de pinhão afeta sobremaneira o mercado da pinha, uma vez que introduz um novo fator a tomar em consideração na sua comercialização, a qual anteriormente se caracterizava por apresentar um valor anual transversal para a pinha (€/kg) (figura 5), o qual sofria algumas flutuações entre o início e o término do período de colheita (1 de dezembro a 31 de março), respondendo de forma quase perfeita à lei da oferta e da procura.



Fonte: UNAC, APFC (dados não publicados)

Figura 5: Preço médio anual de comercialização da pinha entre 2009 e 2017 em Portugal (€/kg)

Do ponto de vista industrial, a quantificação do rendimento em miolo de pinhão é obtida pelo rácio peso do miolo de pinhão sobre o peso verde da pinha considerando uma humidade de referência de 9% para o miolo de pinhão (H. Cecílio, comunicação pessoal, março/2015), apesar do normativo

européu (United Nations, 2012) referir 6% como o teor máximo de humidade para comercialização de miolo de pinhão de pinheiro manso. À escala da exploração não existem mecanismos fiáveis que permitam estimar com segurança o rendimento da pinha na propriedade previamente à sua comercialização, dado que se desconhecem dados relevantes, como a variabilidade do rendimento pinha em miolo de pinhão na árvore e/ou na propriedade.

Acresce ainda que a determinação do rendimento de uma amostra de pinha é uma tarefa exaustiva que requer a abertura (natural ou forçada) das pinhas, remoção do pinhão negro e posterior quebra manual do mesmo para obtenção e quantificação do miolo de pinhão. Este processo pode variar entre 8-10 dias (abertura forçada) ou 4-6 meses (abertura natural).

A definição de uma metodologia expedita de avaliação do rendimento da pinha em miolo de pinhão, permitirá apoiar os produtores na venda da pinha e na determinação do valor de mercado da mesma, criando assim mecanismos de diferenciação da qualidade do produto. Para além disso, a avaliação da variabilidade deste parâmetro poderá no futuro apoiar os trabalhos de seleção fenotípica e genética de um programa de melhoramento em pinheiro manso.

O presente trabalho tem como objectivo específico estudar a possibilidade de utilização do raio-X na estimativa do peso do miolo de pinhão, como alternativa ao processo tradicional de abertura manual do pinhão, usado para determinação do rendimento da pinha.

2. ESTADO DA ARTE

O pinheiro manso é uma resinosa característica do clima mediterrâneo, localizando-se nos territórios litorais de Portugal até à Turquia (Carneiro, Alpuim, Carvalho & Carrasquinho, 2007). É uma espécie heliófila, termófila e relativamente xerófila, localizando-se em altitudes abaixo dos 700 m (UTAD, 2018). Do ponto de vista edáfico, a maioria dos povoamentos ocorre em solos arenosos profundos, com boa drenagem interna, pobres em nutrientes, ácidos, de textura muito grosseira e baixa capacidade de campo. É sensível a solos derivados de calcário e/ou com condições de má drenagem interna e hidromorfismo (INRB, 2008).

É uma espécie monóica e anemófila, em que a polinização cruzada ocorre por ação do vento (Carneiro, Alpuim, Carvalho & Carrasquinho, 2007). A floração feminina e masculina ocorre em momentos distintos, como estratégia de diminuir a autofecundação.

O período de floração depende da região, mas ocorre normalmente entre março e junho, com as flores masculinas a surgirem primeiro na base da copa, no início da primavera, e as femininas no final da primavera no topo da copa (semelhantes a micropinhas).

Apesar de, no passado, a exploração madeireira ter tido alguma importância na construção naval (cavername), a madeira de pinheiro manso é hoje pouco valorizada. A resina foi também um subproduto que deixou de ser rentável, devido ao custo da mão-de-obra e ao pressuposto de que a exploração deste recurso diminui a produção de pinha (sem fundamentação científica, de acordo com Agri-ciência, 2014).

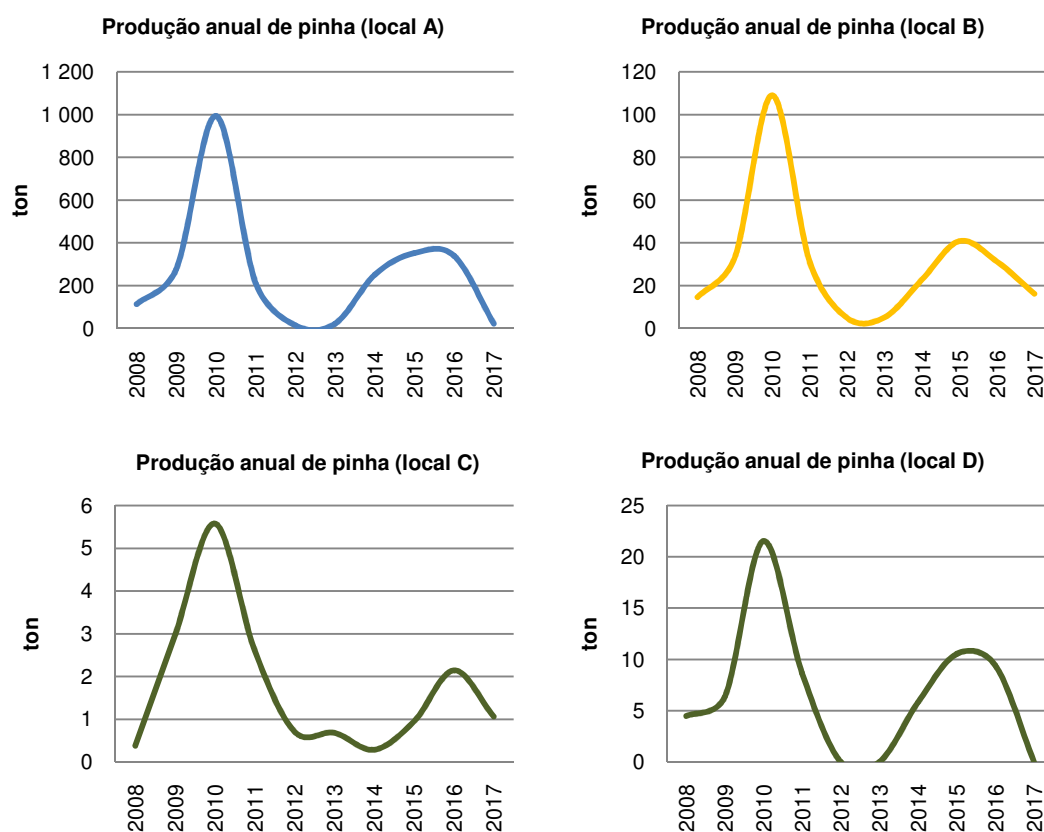
A pinha necessita de três períodos vegetativos para completar o seu amadurecimento. A polinização ocorre na primeira primavera, mas a fecundação realiza-se apenas na terceira, a partir da qual se completa o desenvolvimento, atingindo a pinha a sua dimensão final no término desse verão. A abertura natural das pinhas surge a partir da primavera seguinte, quando a pinha não é colhida antes (Carneiro, Alpuim, Carvalho & Carrasquinho, 2007). A pinha corresponde a estruturas ovóides com dimensões entre os 8 e os 14 cm (comprimento) e os 7 a 10 cm (diâmetro), fasciculadas, globosas ou ovoide-globosas, geralmente muito obtusas, subsésseis, de escamas com escudo proeminente, convexo, deprimido centralmente e mútico (Molina, 1991). Surgem isoladas nos ramos ou em grupos de 2 a 3 (Crawford, 1995).

Não existem mecanismos de estimação na árvore da quantidade de pinhas produzidas anualmente, dependendo esta produção da idade das árvores, competição, qualidade da estação, estado fitossanitário, densidade do povoamento, condução, características genéticas, condições meteorológicas verificadas durante o processo de formação e maturação da pinha (Carneiro, Alpuim, Carvalho & Carrasquinho, 2007; Freire, 2009). A produção de pinhas está ainda condicionada pela precipitação e temperatura nas diferentes fases de desenvolvimento das pinhas (Alonso, 2004; Mutke, Sievänen, Nikinmaa, Perttunen & Gil, 2005; Freire, 2009).

De acordo com Freire (2009), é possível estabelecer uma relação do peso de pinha com a área basal por hectare dos pinheiros mansos. As árvores com maiores produções de pinha ocorreram em parcelas com áreas basais compreendidas entre os 7 e 13m² /ha. As áreas basais mais reduzidas ocorreram nas árvores mais novas. À medida que a densidade aumenta, a competição entre as árvores aumenta, o que afeta a produção de pinhas.

Os povoamentos geridos em sistema agroflorestal, com reduzida competição entre indivíduos e maiores diâmetros à altura do peito e diâmetros de copa tendem a produzir mais pinhas por árvore e mais pesadas (Gonçalves, Afonso, Pereira & Pinheiro, 2016a).

Dado que a maioria dos negócios corresponde a vendas em globo, desconhecendo os proprietários florestais a quantidade real produzida na propriedade ao longo dos vários anos, existem poucos dados históricos fiáveis. A produção de pinha em quatro propriedades localizadas no distrito de Santarém ao longo de 9 anos (figura 6) permite verificar a elevada heterogeneidade anual em termos de quantidade, mas também uma sincronia em termos do padrão de evolução das curvas de produção ao longo dos anos.

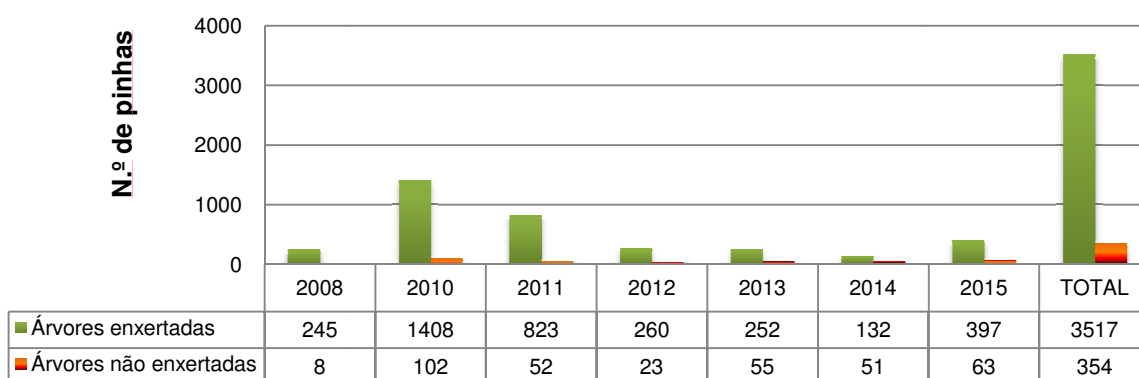


Fonte: APFC (dados não publicados)

Figura 6: Produção anual total de pinha (peso fresco) em quatro propriedades localizadas no distrito de Santarém (local A, B, C e D) no período 2008-2017

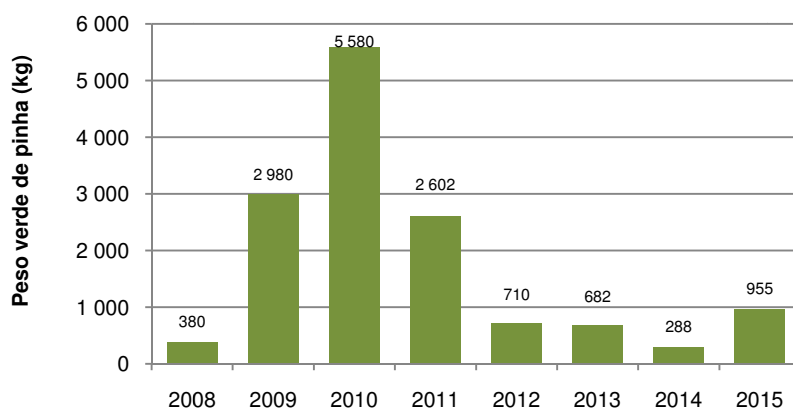
No modelo tradicional, ou seja, sem enxertia, o início da colheita da pinha ocorre por volta dos 20 anos, quando a quantidade de pinha já se traduz em algum valor económico, atingindo a plena produção por volta dos 40-50 anos até aos 80-100 anos (Carneiro, Alpuim, Carvalho & Carrasquinho, 2007). A disseminação da técnica da enxertia permitiu antecipar a produção para os 8 anos, quando as plantas de 3 a 4 anos de idade são enxertadas com garfos provenientes de pinhais inscritos no Catálogo Nacional de Materiais de Base (<https://fogos.icnf.pt/SGPP/RNMBListaInternetlist.asp>) os quais correspondem a árvores-mãe boas produtoras de pinha.

No parque clonal da Quinta Grande, ao longo de oito anos, a produção de pinha em árvores enxertadas foi cerca de 10 vezes superior à produção das árvores não enxertadas numa plantação com 14 anos de idade, com monitorização anual de 11 parcelas permanentes, num total de 176 pinheiros mansos - 43% não enxertados e 57% enxertados (figura 7).



Fonte: APFC (dados não publicados)

Figura 7: Número total de pinhas produzidas nas 11 parcelas permanentes localizadas no parque clonal da Quinta Grande (concelho de Coruche) (código PNMQ01 – Catálogo Nacional de Materiais de Base) – em árvores não enxertadas e em árvores enxertadas em 2004 (Telles, 2013)



Fonte: APFC (dados não publicados)

Figura 8: Produção de pinha no parque clonal da Quinta Grande (PNMQ01) enxertado em 2004

Em geral, a produção de pinhas em indivíduos adultos corresponde a 100-120 pinhas por árvore. Há zonas porém, em que essa média é inferior, mas na zona de Alcácer do Sal pode elevar-se a 200-250 pinhas, sendo frequente encontrarem-se produções superiores a 500, podendo mesmo atingir as 1000 e, mais excepcionalmente, as 2 000 pinhas por árvore. Em média, considera-se que o peso da pinha varia entre 300 a 350g (Carneiro, Alpuim, Carvalho & Carrasquinho, 2007). A flutuação da produção anual pode ser quantificada em 5 classes: 0 = produção nula (nenhuma pinha na árvore); 1 = produção ligeira (1 - 49 pinhas/ árvore); 2 = produção média (50 - 199 pinhas/árvore); 3 = produção significativa (200 - 499 pinhas/ árvore); 4 = máxima produção (> 500 pinhas/ árvore) (Lesieur et al., 2014).

A colheita da pinha ocorre num período definido legalmente pelo DL. n.º 77/2015 de 12 de maio, entre 1 de dezembro e 31 de março, tendo como objetivo evitar a apanha do produto antes do seu amadurecimento. É maioritariamente realizada manualmente, acarretando grandes custos de produção e um muito elevado risco de acidente para os operadores (Gonçalves et al., 2016b).

O quadro 1 resume as características biométricas da pinha referidas na bibliografia (Barriguinha, Afonso & Pinheiro, 2009) complementada com a informação recolhida no âmbito da presente dissertação.

Quadro 1 - Características biométricas da pinha (APFC, dados não publicados; Barriguinha, Afonso & Pinheiro, 2009)

Parâmetro da pinha	Valores Coruche (2015/2016)			Valores Alcácer do Sal			Valores bibliográficos	
	Intervalo	Média	Desvio padrão	Intervalo	Média	Desvio padrão	Intervalo	Média
Peso verde (g)	112-648	332	91,7	202-570	350,2	50,6	303-536	300
Comprimento (cm)	5-14	9,4	1,3	10-16	12,4	1,0	8-14	11,0
Diâmetro (cm)	5-11	7,9	1,1	6-8,3	7,2	0,5	7-10	8,5

Os pinhões aparecem na base de cada escama como duas sementes elipsóides, grandes e de asa curta, rudimentar e rapidamente caduca, cobertos de pó negro sobre o tegumento lenhoso, cujas dimensões variam entre 15 a 20 mm (comprimento) e 7 a 9 mm (largura) (Marques, Pinto, Pinto & Teixeira, 2012).

Diversos fatores podem provocar o aparecimento de pinhões chochos – ausência de polinização, problemas de fecundação e outros problemas relacionados com ataques de insetos (Lesieur et al., 2014), sendo que ultimamente o sugador das pinhas (*Leptoglossus occidentalis*) tem sido apontado como o principal agente causador da perda de rendimento da pinha em miolo de pinhão. Esta praga foi identificada pela primeira vez na Califórnia, em 1910, tendo sido detetada em Portugal em 2010 (Sousa & Naves, 2011), onze anos depois da primeira deteção na Europa (Itália).

O número de pinhões por pinha é muito variável e está dependente da produção e do calibre das pinhas (Piqué, 2004).

Em diversas espécies do género *Pinus* spp. (*Pinus sylvestris* e *Pinus nigra*) as sementes cheias (sem danos) são mais pesadas, em média, que as sementes destruídas pelos insetos (Leusier *et al.*, 2014).

Dados históricos do rendimento da pinha em miolo de pinhão, cedidos pelos industriais, apontam para um decréscimo deste parâmetro desde a campanha 2010/2011 (Sousa *et al.*, 2012). De acordo com os dados publicados (Sousa, 1968) o rendimento médio da amêndoa (miolo de pinhão/ pinha) foi de 4,45% com um mínimo de 2,31% e um máximo de 6,65%. Em peso seco, Saraiva (1997) refere rendimentos médios de miolo de pinhão/ pinha de 6,3%, variando entre 5,1% (mínimo) e 7,4% (máximo). Nas campanhas 2002/2003 e 2003/2004, os rendimentos médios em miolo de pinhão (quantificados sobre o peso verde das pinhas) variaram entre 3,99% e 4,90% em 4 povoamentos localizados nos concelhos de Alcácer do Sal e Vendas Novas (Pinheiro & Barriguinha, 2006; Barriguinha, Afonso & Pinheiro, 2009). Na campanha de comercialização de pinha de 2015/2016, a APFC – Associação de Produtores Florestais do Concelho de Coruche, implementou uma metodologia expedita de amostragem, em 8 propriedades dispersas pelo concelho de Coruche com colheita e abertura de 300 pinhas/ propriedade. A abertura manual dos pinhões e posterior quantificação determinou um rendimento médio da pinha em miolo de pinhão de 3,32% (considerando o peso verde da pinha e o miolo de pinhão com um teor de humidade de 9%), com um valor mínimo de 2,60 % e um valor máximo de 3,83 % (APFC, 2015).

Em Espanha refere-se também a mesma tendência de perda de rendimento em miolo de pinhão, com aumento dos pinhões chochos (Calama *et al.*, 2014) o que se traduziu numa perda de rendimento entre as campanhas 1996/97 (4,4%) e 2012/13 (2%). Num outro estudo Calama e Gordo (2015) apresentou dados da campanha de 2013/14 com rendimentos médios em Portugal de 3,62%, o mais elevado comparativamente aos dados de rendimentos em Espanha na mesma campanha (mínimo de 1,13% na Catalunha litoral e máximo de 3,4% na Depressão do Guadalquivir, na Andaluzia).

O primeiro uso do raio-X para análise de sementes foi realizado por Lundström em 1903 (Simak, 1953) em sementes de coníferas. As vantagens do uso desta tecnologia são evidentes: obtenção de informação da estrutura e condição do embrião, presença de insetos, doenças, defeitos ou conteúdo do fruto (por exemplo sementes multigermen), muito mais rapidamente do que os ensaios de germinação. Como limitações é de referir a capacidade limitada do raio-X relativamente ao número de sementes dispostas por placa (quanto maiores as sementes, mais limitado é o raio-X) e a obtenção de uma informação morfológica e não fisiológica. Acresce ainda que esta tecnologia não afeta geneticamente nem fisiologicamente as sementes (testes em sementes de tomate e pimenta) quando são utilizados reduzidos níveis de energia durante o raio-X (Bruggink, 2012).

Os bancos de sementes utilizam esta tecnologia para garantir que as sementes armazenadas são da melhor qualidade, descartando as sementes que se encontrem vazias, e portanto com capacidade germinativa nula (Bruggink, 2012).

Em sementes de *Pinus* spp. através de raio-X é possível diferenciar as sementes naturalmente abortadas (sem qualquer conteúdo), das sementes parcialmente consumidas (com megagametófitos e/ ou embrião parcialmente consumidos) (Lesieur et al., 2014), conforme diversos estudos publicados sobre os potenciais danos da praga *Leptoglossus occidentalis* (Lesieur et al., 2014; Farinha et al., 2018).

3. OBJETIVO

O objetivo global deste estudo é apoiar a definição de uma metodologia de amostragem em povoamentos de pinheiro manso, para avaliação do rendimento da pinha em miolo de pinhão à escala da propriedade florestal. O objetivo específico é a definição de uma metodologia para avaliar o rendimento da pinha que não exija a abertura do pinhão negro.

A prossecução deste objetivo global será realizada através dos seguintes objetivos específicos:

- a) Avaliar a possibilidade de utilização do raio-X na estimativa do rendimento da pinha em miolo de pinhão;
- b) Identificar variáveis obtidas por raio-X que permitam modelar o peso do miolo de pinhão;
- c) Modelar o rendimento da pinha em miolo de pinhão;
- d) Elaborar uma análise custo benefício da metodologia de amostragem.

Os dados obtidos foram ainda utilizados para analisar a variabilidade entre locais e entre árvores do mesmo local de várias características morfológicas das pinhas e dos pinhões. Este estudo é de grande importância para a definição de uma metodologia de amostragem para a avaliação do rendimento da pinha em miolo de pinhão à escala da propriedade florestal.

4. METODOLOGIA

4.1. Amostragem

Em novembro de 2015, foram selecionadas 6 propriedades associadas da APFC, dispersas pelo concelho de Coruche, nas freguesias de São José da Lamarosa (local AC), Couço (local OZ), Branca (local CZ), Biscainho (local F) e na união de freguesias de Coruche, Fajarda e Erra (locais Q e C) (figura 9). Nestas propriedades, foram selecionadas aleatoriamente 10 árvores em plena produção (DAP > 35 cm), nas áreas de pinheiro manso, com implantação prévia de um ponto de amostragem sobre a cartografia de ocupação de solo disponível no plano de gestão florestal de cada propriedade (figura 10).

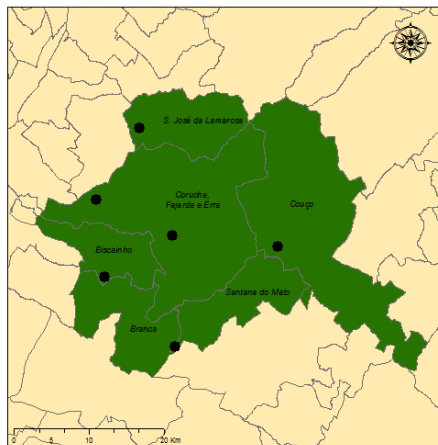


Figura 9: Localização das parcelas

Em cada árvore foi colhida uma amostra composta por seis pinhas maduras aleatoriamente apanhadas na copa e medido o diâmetro à altura do peito de cada pinheiro (total de 60 árvores), dado que esta é uma das mais comuns e importantes medidas na ciência florestal, sendo de fácil medição e altamente correlacionada com outros atributos das árvores tais como o volume do tronco, biomassa e características da copa (Freire, 2009). Todas as árvores foram numeradas com tinta e as suas coordenadas registadas através de GPS – *Global Positioning System*.

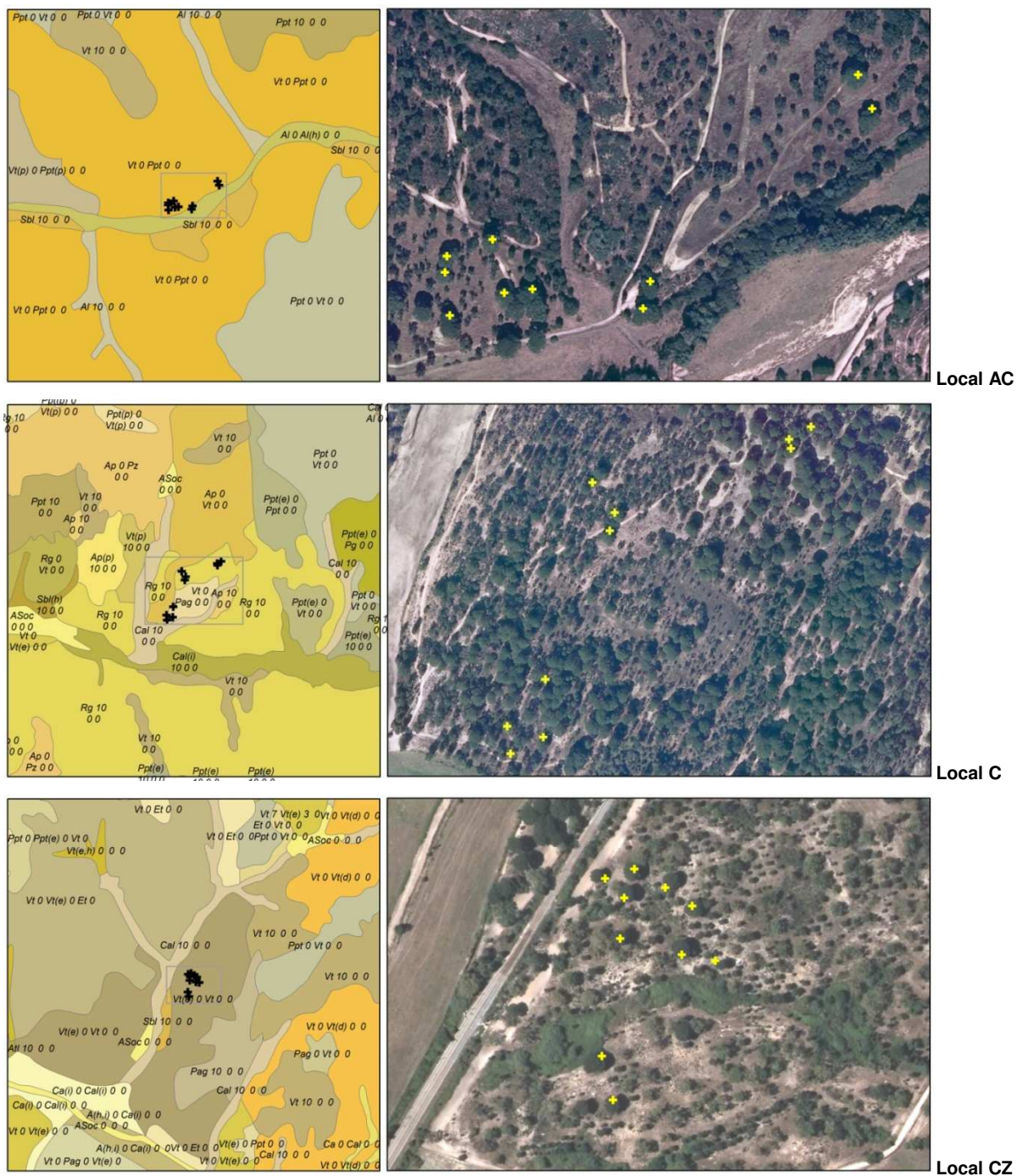


Figura 10: Distribuição espacial das árvores amostradas em cada local sobre carta de solos (a preto) e ortofotomapa (a amarelo)

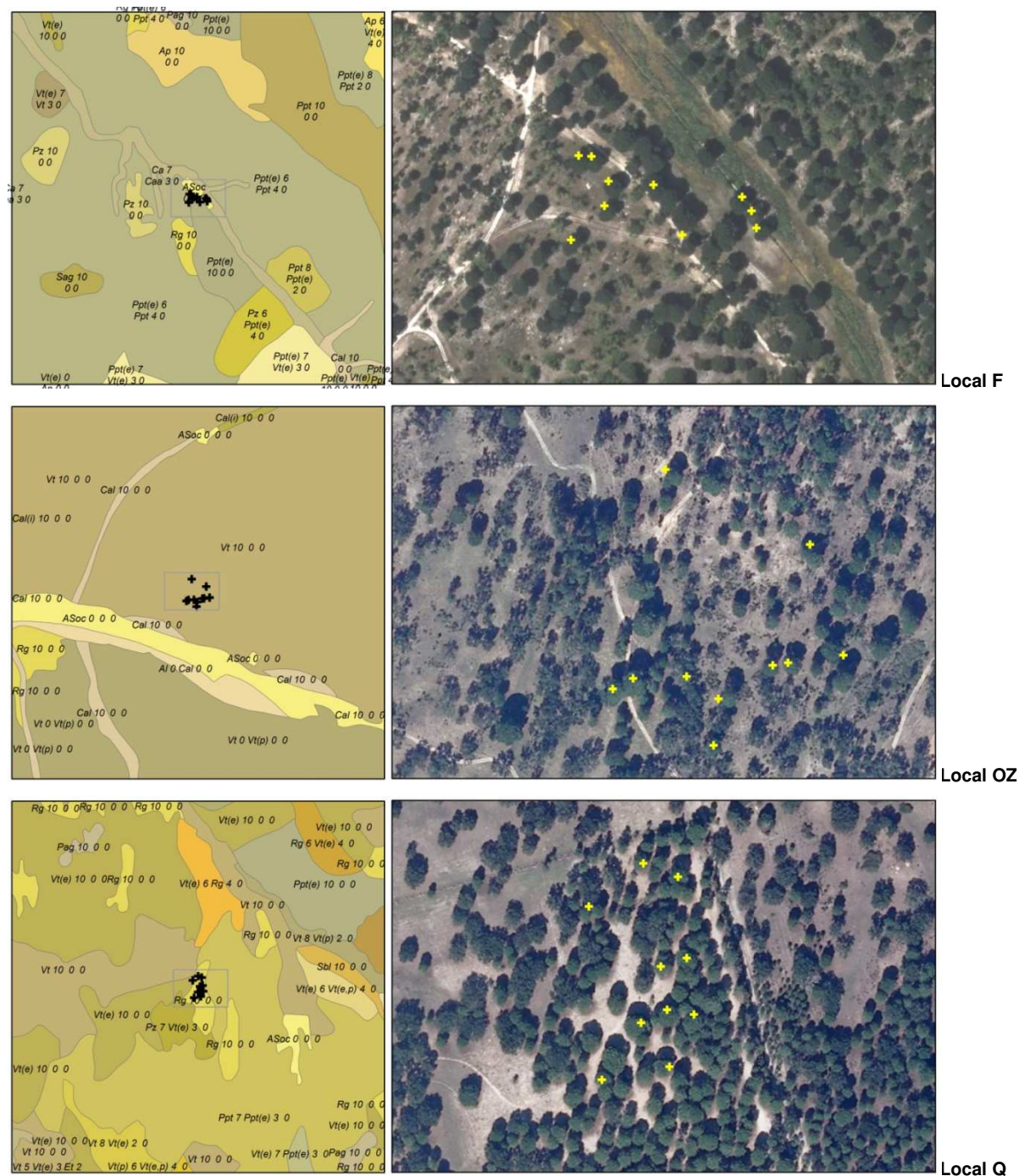


Figura 10: Distribuição espacial das árvores amostradas em cada local sobre carta de solos (a preto) e ortofotomapa (a amarelo) (continuação)

Para caracterização geral das áreas de pinheiro manso existentes em cada local foram utilizados os dados disponíveis nos respetivos planos de gestão florestal, obtidos através de inventário florestal realizado entre os anos de 2008 e 2014, pela APFC (dados não publicados).

O quadro 2 apresenta as características dos locais amostrados. Os pinhais correspondiam maioritariamente a povoamentos mistos de pinheiro manso com sobreiro, cuja densidade total variava entre 82 a 169 árvores/ ha, tendo o pinheiro manso uma representatividade entre os 21% e os 100%

nas parcelas consideradas. O DAP médio das árvores onde foram recolhidas as pinhas situou-se entre 0,60 m e 0,92 m, correspondendo sempre a pinheiros em plena produção.

Quadro 2 – Características dos locais amostrados

LOCAL	Características do Local				Características das árvores amostradas		
	Área pinhal manso (ha)	Composição	Densidade média (n.º arv/ha)	Pinheiro manso (%)	DAP - Diâmetro à Altura do Peito (m)		
					Mínimo	Md ± Desvio padrão	Máximo
AC	291	Pbravo x Sbx Pmanso	169	2	0,64	0,92 ± 0,25	1,38
C	337	Sb x Pmanso	113	21	0,57	0,75 ± 0,12	0,95
CZ	51	Sb x Pmanso	82	45	0,52	0,60 ± 0,11	0,88
F	83	Povoamento puro Pmanso	115	100	0,52	0,64 ± 0,09	0,84
OZ	48	Sb x Pmansox	77	61	0,45	0,71 ± 0,17	1,12
Q	194	Sb x Pmansox	86	45	0,58	0,73 ± 0,13	0,92

Pbravo – Pinheiro bravo; Sb – Sobreiro; Pmanso – Pinheiro manso; Md – Valor médio do DAP

Relativamente às regiões fitoclimáticas, e de acordo com a carta ecológica definida por Albuquerque (1954), as propriedades amostradas inserem-se na zona Submediterrânea¹ (SM), no andar Basal, ou seja abaixo dos 400m de altitude. A caracterização autofítica, ou seja, o conjunto das espécies florestais que naturalmente estariam presentes, tem por base a silva climática² que se apresenta no quadro 3.

Quadro 3 – Caracterização autofítica (Albuquerque, 1954)

Espécie
<i>Olea europaea sylvestris</i> (Zambujeiro)
<i>Pinus pinaster atlantica</i> (Pinheiro bravo)
<i>Pinus pinea</i> (Pinheiro manso)
<i>Quercus faginea</i> (Carvalho lusitano)
<i>Quercus suber</i> (Sobreiro)

A aderência entre o coberto florestal presente nas propriedades (sobreiro, pinheiro manso e pinheiro bravo) e os principais representantes da caracterização autofítica é quase total.

Ao nível climatológico utilizaram-se como elementos caracterizadores dos locais os valores registados na estação meteorológica de Santarém e no Posto Udométrico da Lamasosa (Coruche) (quadro 4).

¹ Pólo de influência climática é o mediterrâneo, com invernos amenos e verões secos

² Espécies florestais características do equilíbrio da sucessão ecológica

Quadro 4 – Parâmetros climáticos

Precipitação (PU Lamarosa 1978/2007)		Temperatura (EM Santarém 1985/2007)	
Média anual	638 mm	Média do mês mais quente	22,7°C
Média estival	39,7 mm	Média do mês mais frio	9,5°C

A região de Coruche apresenta uma precipitação média anual entre os 600 - 800 mm, concentrada no período chuvoso, que decorre normalmente de outubro a abril. À semelhança do resto do País, há um desfasamento entre o regime térmico e o regime pluviométrico, ou seja, os meses mais quentes, junho, julho e agosto, são os que apresentam menores precipitações.

A pinha amostrada na campanha 2015/16 corresponde à floração do ano 2013, pelo que se apresentam os diagramas ombrotérmicos anuais correspondentes ao período de desenvolvimento da pinha - 2013 a 2015 (dados da estação meteorológica da Quinta Grande – Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia) (quadro 5; figuras 11, 12 e 13).

Quadro 5 – Parâmetros climáticos correspondentes ao período de desenvolvimento da pinha amostrada (2013 a 2015) (EM Quinta Grande)

Ano	Precipitação total anual	Temperatura média anual	Temperatura média do mês mais frio	Temperatura média do mês mais quente
2013	551 mm	15,11 °C	7,91 °C (dez)	22,29 °C (jul)
2014	908 mm	14,86 °C	6,22 °C (dez)	20,42 °C (ago)
2015	328 mm	14,82 °C	6,13 °C (jan)	21,58 °C (jul)

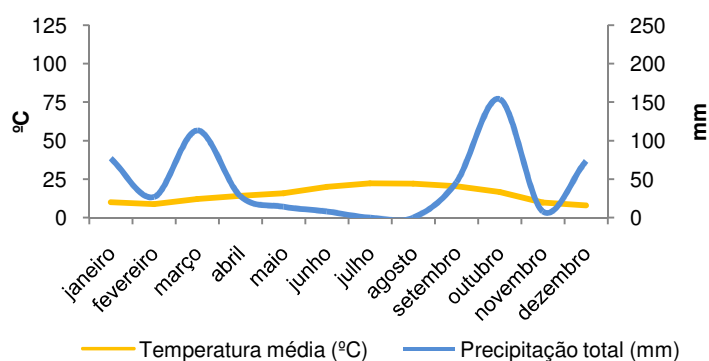


Figura 11: Diagrama ombrotérmico – ano 2013

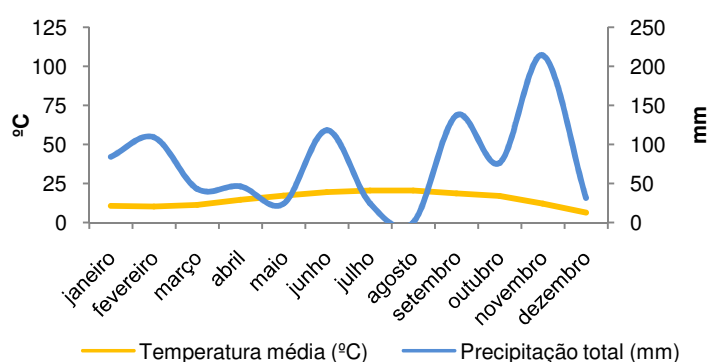


Figura 12: Diagrama ombrotérmico – ano 2014

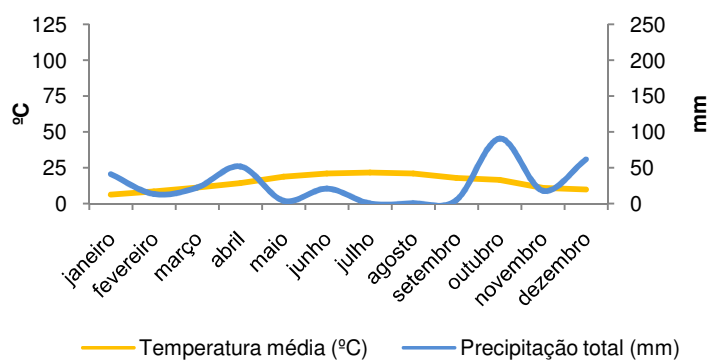


Figura 13: Diagrama ombrotérmico – ano 2015

Verificou-se uma elevada variabilidade meteorológica nos três anos analisados, essencialmente ao nível da precipitação total, com 2014 a corresponder a um ano húmido (908 mm), 2013 a um ano seco (551 mm) e 2015 (328 mm) a um ano muito seco. Os períodos secos decorreram entre abril e setembro (anos 2013 e 2015), tendo em 2014 um período seco bastante mais curto, apenas entre julho e agosto. As temperaturas mais baixas verificaram-se nos meses de janeiro e dezembro, e as mais altas nos meses de julho e agosto.

Doos os locais considerados se inserem em formações geológicas do Mio-Plistocénico e formações do Holocénico. As formações sedimentares do Mio-Plistocénico são constituídas por arenitos, calcários mais ou menos margosos, areias, cascalheiras e argilas, ao passo que as formações do Holocénico são apenas constituídas por aluviões.

De acordo com o Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (SROA, 1969) os solos presentes nas áreas amostradas correspondem maioritariamente a solos litólicos (Cambissolos), não húmicos, pouco insaturados normais, de arenitos grosseiros e a solos podzolizados (Podzois) não hidromórficos, com surraipa, com A2 incipiente, de ou sobre arenitos.

De uma forma geral, estes solos são os característicos desta região cujo material originário é o arenito mais ou menos consolidado. Os solos da família Vt (solos litólicos) são pouco evoluídos e onde o principal fator de formação é a rocha-mãe. O fator clima associado a estes solos, com baixo coberto vegetal, favorece a erosão pelo que são solos delgados, de baixo teor orgânico e fraca capacidade de retenção para a água. Já os solos da família Ppt (solos podzolizados) são solos evoluídos, neste caso com um horizonte de acumulação endurecido que resulta da cimentação dos grãos de areia e de limo por colóides.

No caso dos locais C e Q, a família dominante de solos corresponde a Regossolos (Rg), descritos como solos incipientes - regossolos psamíticos, normais, não húmidos. Também estes se caracterizam por baixos teores de matéria orgânica e reduzida capacidade de retenção de água.

A carta de solo associada à carta ecológica (Albuquerque, 1954) permitiu elaborar a carta de aptidão florestal para cada local, recorrendo à metodologia de Ferreira et al. (2001). A aptidão é calculada com base na carta ecológica e na interpretação da carta de solos relativamente às características - diagnóstico presentes em cada família representada e de acordo com a espécie florestal. No caso dos locais amostrados todas as áreas se enquadravam na classe 1 – acima da referência (APFC, 2012; APFC, 2017; APFC, 2018) em termos de aptidão para o pinheiro manso, à exceção de uma pequena área social (Local F) que não se encontra classificada em termos de aptidão, pela ausência de informação na carta de solos (APFC, 2017) e de duas árvores no local AC localizadas numa área classificada como “abaixo da referência” (APFC, 2012) podendo aqui o erro associado ao equipamento de GPS utilizado justificar esta situação, dado que as árvores se situam no limite entre as manchas classificadas como “Acima da referência” e “Abaixo da referência” (figura 14).

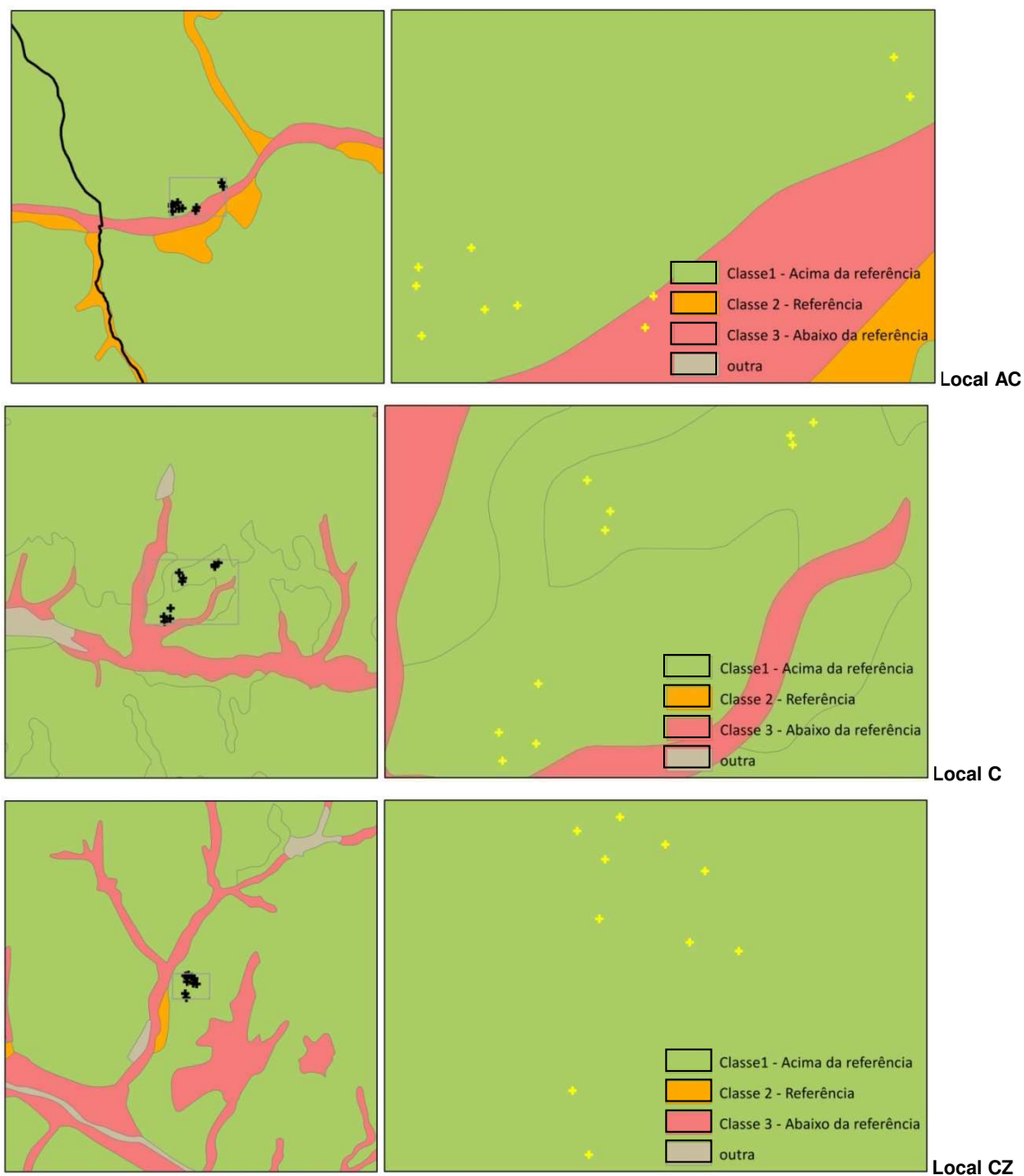


Figura 14: Implantação das árvores amostradas sobre carta de aptidão para o pinheiro manso em cada local



Figura 14: Implantação das árvores amostradas sobre carta de aptidão para o pinheiro manso em cada local (continuação)

4.2. Processamento da pinha

Em laboratório, todas as pinhas (358 no total, dado que no local Cz se perderam 2 pinhas) foram identificadas individualmente com a localização de origem e o número da respetiva árvore. Para cada pinha foi registado o peso seco à abertura (balança digital AND EK-300i - d=0,01 g), o comprimento, dois diâmetros perpendiculares (paquímetro digital MacFer 0309-20) e a presença de sinais de pragas com impacto potencial sobre a produção de pinhão - gorgulho da pinha (*Pissodes validirostis*, Coleoptera, Curculionidae) e lagarta da pinha (*Dioryctria mendacella*, Lepidoptera, Pyralidae) - e doenças (*Diplodia* sp.). Não foi considerado o sugador das pinhas (*Leptoglossus occidentalis*) dado que os seus sinais de ataque não são perceptíveis por análise visual simples.

As pinhas foram abertas ao ar nas instalações da APFC (Portugal, 38º 57' 31,55"N, 8º 31' 27,79"O, elevação 20 m) entre novembro/15 – junho/16.

Apesar das pinhas de pinheiro manso normalmente abrirem a baixas temperaturas (28º C) devido à redução do comprimento da escama quando seca (Dawson, Vincent & Rocca, 1997), houve um reduzido número de pinhas (17%) que não abriu naturalmente tendo sido forçada a sua abertura em estufa de secagem e esterilização (Conterm, modelo 2000200, capacidade 52 lt) a 45ºC durante 24h (Tapias, Gil, Fuentes-Utrilla & Pardos, 2001).

A *Diplodia pinea* é um fungo mitospórico, responsável pelo “dieback” do pinheiro. Ataca principalmente as agulhas, raminhos e ramos do pinheiro, conduzindo ao avermelhamento, curvatura e morte do ápice, no final da primavera e início do verão. Raramente as pinhas são afetadas, porém no inverno o fungo hiberna na sua forma assexuada (picnídios) nas frutificações presentes na base das agulhas mortas, nos ramos e nas pinhas (Sousa, Evangelista & Rodrigues, 2007). Em Itália, este fungo é apontado como particularmente nocivo para as pinhas de pinheiro manso, reduzindo a quantidade de sementes produzidas (Vagniluca et al., 1995; Santini et al., 2008 citados em Luchi, Mancini, Feducci, Santini & Capretti, 2011). Noutras espécies de coníferas os autores referem que são ainda desconhecidas as implicações da colonização das pinhas pela *Diplodia* spp. tanto sobre a produção de semente, como na sua contaminação ou na obtenção de plantas. Muitos fungos associados às pinhas e às sementes causam problemas na fase de armazenamento, na capacidade germinativa, na produção de plantas em viveiro e na regeneração natural (Munck & Stanosz, 2009). A disseminação do fungo ocorre com a dispersão dos conídios pela chuva ou pelo vento, existindo também insetos que são vetores de dispersão da *Diplodia* spp. O sugador das pinhas (*Leptoglossus occidentalis*) é um dos insetos referidos como vetor da *Diplodia pinea*. Apesar deste inseto exótico apenas ter sido identificado em Portugal a partir de 2010, o facto de ter o mesmo habitat e as mesmas condições de crescimento da *Diplodia pinea* justifica a associação das duas espécies (Luchi, Mancini, Feducci, Santini & Capretti, 2011).

A *Dioryctria mendacella*, comumente designada lagarta das pinhas, ataca várias espécies, mas particularmente o pinheiro manso. Nas pinhas maduras os sinais visíveis são: orifícios irregulares com exsudação de resina e excrementos de lagartas; galerias com excrementos, resina e larvas

escuras com patas; pinhas subdesenvolvidas e sem produção de sementes. Em Portugal, tem duas gerações anuais sobrepostas, com as lagartas de várias idades a hibernarem no interior das pinhas. As galerias larvares destroem as pinhas, causando deformações e perda de sementes (Sousa, Evangelista & Rodrigues, 2007).

O *Pissodes validirostris* (gorgulho das pinhas) também ataca essencialmente o pinheiro manso, depositando os ovos nas pinhas em formação. As galerias larvares destroem as pinhas, causando deformações e cessação do desenvolvimento. Os sintomas para identificação nas pinhas maduras são galerias com excrementos finos, resina e larvas ápodas; pinhas subdesenvolvidas e com exsudações de resina; orifícios circulares de emergência (Sousa, Evangelista & Rodrigues, 2007).

4.3. Processamento do pinhão negro

Todos os pinhões negros foram retirados manualmente das pinhas, contados e pesados com registo da totalidade de pinhões em número e peso por pinha.

Foi realizada a separação dos pinhões chochos através de imersão em água à temperatura ambiente, tendo os pinhões negros emersos sido contados e pesados (peso húmido) com registo individual por pinha. No total foram processados 21 378 pinhões negros correspondentes a 358 pinhas.

Os restantes pinhões negros não chochos (14 232 no total) foram lavados em água para remoção do pó negro, de modo a permitir a fixação no papel autocolante colocado sobre placas de PVC alveolar (500 x 400 x 5 mm) e posterior raio-X. Todas as placas montadas com os pinhões negros foram fotografadas previamente ao raio-X, o qual foi realizado com o equipamento (aparelho raio-X *intech top/ 15 HF AF monobloque 125/200*) utilizando as constantes: 8 MA/S, 40 kV, 0,16 s. O aparelho digitalizador acoplado ao raio-X foi o *X-CR tabletop smart pure*, através do qual se obtiveram as imagens em formato “tagged image file format” (.tif) (figura 15).

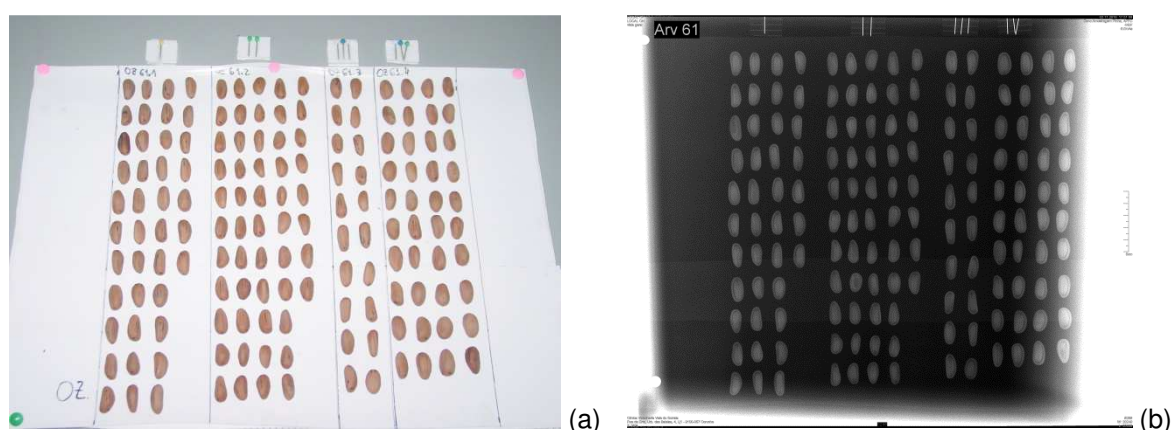


Figura 15: Pormenor dos pinhões das pinhas I, II, III e IV da árvore 61, local OZ (a) foto (b) raio-X

Numa primeira fase, e tendo por objetivo a confirmação de que os pinhões negros identificados como tendo danos no raio-X correspondiam efetivamente a miolo de pinhão com danos, no local OZ foram abertos aleatoriamente pinhões negros de forma a confirmar a observação no raio-X e definir a

respetiva categoria de dano, para que não fossem contabilizados nos pinhões com valor comercial (quadro 6).

Quadro 6 – Categorias de dano das sementes de pinheiro manso – adaptado de Lesieur *et al.* (2014)

CLASSE	DESCRIÇÃO	
Sem danos		Pinhão cheio
Danos ligeiros		Menos de 1/3 do pinhão consumido
Danos moderados		1/3 a 1/2 do pinhão consumido
Danos importantes		1/2 a 2/3 do pinhão consumido
Danos severos		Mais de 2/3 do pinhão consumido
Naturalmente abortadas		Pinhão vazio

A abertura dos pinhões com megagametófito identificado como alterado na imagem de raio-X, confirmou que todos (100%) se apresentavam danificados (figura 16) com sinais de podridões (fungos), pinhão deformado e pinhão enresinado (validação apenas realizada no local OZ).

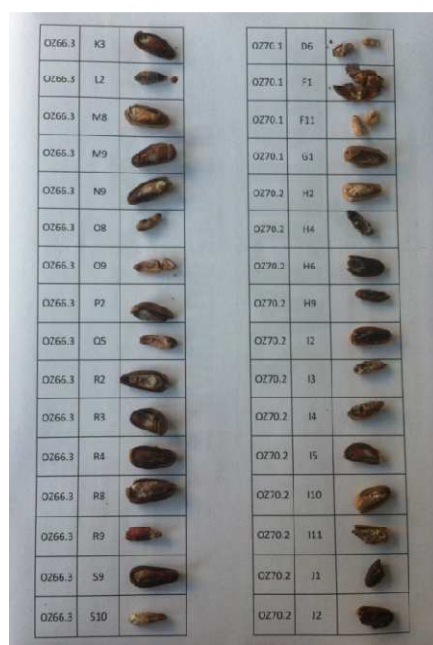


Figura 16: Pormenor dos pinhões radiografados com megagametófito alterado - árvores 66 (pinha 3) e 70 (pinha 1 e 2)

Numa segunda fase, as restantes imagens de raio-X foram visualmente analisadas para identificar os pinhões que não estavam completamente cheios, ou seja, cujo megagametófito e/ou embrião se encontrava parcialmente destruído ou alterado.

Usando as mesmas categorias de dano definidas no quadro 6 (adaptada de Leiseur *et al.*, 2014), apenas foram considerados os pinhões sem danos como pinhões com valor comercial.

Todos os pinhões negros foram posteriormente partidos manualmente com martelo, para extração do miolo de pinhão, sendo os seguintes parâmetros contabilizados individualmente para cada pinha:

- N.º e peso do miolo de pinhão/ pinha
- N.º e peso do miolo de pinhão são/ pinha
- N.º e peso do miolo de pinhão com danos/ pinha

Para cálculo do rendimento da pinha em miolo de pinhão (peso do miolo de pinhão/ peso seco da pinha à abertura), apenas foi considerado o miolo de pinhão são.

Após abertura dos pinhões negros foi retirada uma pequena amostra do miolo de pinhão são (10 g) para quantificação da humidade. A determinação da humidade foi realizada através de balança electrónica de precisão para determinação dos teores de humidade (marca AND) a 160°C, até peso constante (United Nations, 2002).

A análise do raio-X dos pinhões negros provenientes dos 6 locais amostrados, confirma que a imersão em água permitiu retirar da amostra a maioria dos pinhões abortados (semente totalmente vazia), permanecendo nas imagens de raio-X algumas sementes parcialmente consumidas ou cujo megagametófito se apresenta alterado face ao miolo de pinhão normal.

4.4. Medições

A recolha dos dados morfológicos de cada pinhão negro foi feita através do *software* disponível on-line *SmartGrain* v1.2 (Tanataba, Shibaya, Hori, Eban & Yano, 2012) utilizado para a medição de sementes. Os dados obtidos foram (figura 17):

- AS – Área do pinhão negro (mm²)
- PL – Perímetro exterior (mm)
- L - Comprimento do pinhão negro (mm)
- W – Largura do pinhão negro (mm)
- Razão Comprimento/ Largura (mm)
- CS - Circularidade do pinhão negro (razão entre a área do pinhão negro e a área do menor círculo circunscrito)
- Distância entre IS (intersecção da largura com o comprimento) e o CG (centro de gravidade) (mm)

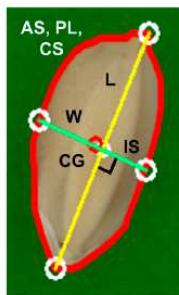


Figura 17: Ilustração das medições realizadas através do software Smartgrain (Tanabata, Shibaya, Hori, Ebana & Yano, 2012)

As medições foram realizadas para cada conjunto de pinhões negros obtidos em cada pinha e dado que apenas se pretende determinar o rendimento do miolo de pinhão com valor comercial, foi necessário associar a cada medição se o miolo de pinhão apresentava ou não danos. O software *SmartGrain* não realiza esta classificação de forma automática, pelo que a mesma foi realizada manualmente por análise visual das características da semente (quadro 6): 1º leitura do raio-X no *SmartGrain*; 2º identificação visual dos pinhões negros com danos (figura 18); 3º marcação dos pinhões negros com danos na foto correspondente ao raio-X (figura 18); 4º realização das medições (conjunto de pinhões negros/ pinha) (figura 19); 5º identificação dos pinhões negros com danos no registo obtido (quadro 7).

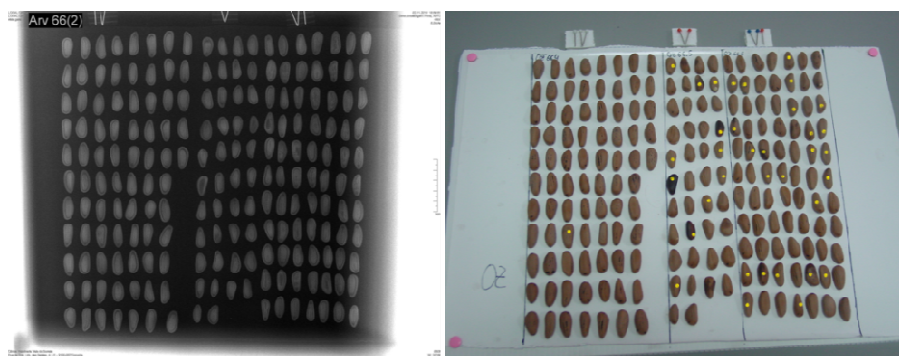


Figura 18: Visualização dos pinhões negros com danos no raio-X e na foto (pinhas IV, V e VI da árvore 66, local OZ)

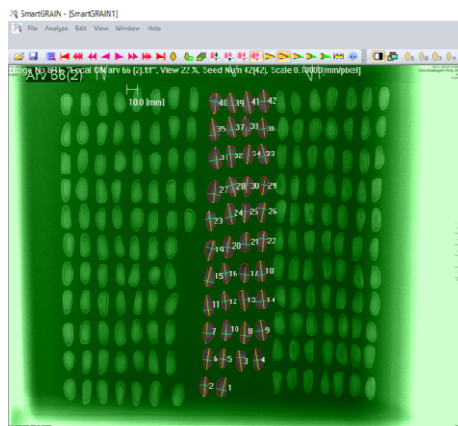


Figura 19: Exemplo da medição realizada através do software SmartGrain na pinha V da árvore 66 do local OZ

O ficheiro obtido do tipo “comma-separated values” (.csv) atribui um número sequencial a cada pinhão negro, o qual foi depois utilizado para registo dos pinhões com danos (quadro 7).

Quadro 7 – Exemplo do ficheiro de registo obtido através do *software* SmartGrain acrescentado da coluna de sinalização dos danos (pinha V da árvore 66, local OZ, pinhões 1 a 15)

Local	N.º Árvore	N.º pinha	Escala [mm/pixel]	n.º pinhão	Área (AS)[mm ²]	Perímetro (PL) [mm]	Comprimento (L) [mm]	Largura (W) [mm]	Razão L / W (LWR)	Circularidade (CS)	Distância entre IS e CG (DS) [mm]	Com danos
OZ	66	5	0,100	1	133,12	50,107821	17,875682	9,291394	1,923897	0,666258	2,687074	
	66	5	0,100	2	98,17	46,699495	17,066048	7,224957	2,362097	0,565671	1,589817	
	66	5	0,100	3	119,26	48,667619	17,650496	9,079648	1,943963	0,632739	3,548968	
	66	5	0,100	4	121,715	50,992388	18,993157	8,634813	2,199602	0,588225	0,223711	
	66	5	0,100	5	97,67	43,273506	17,216562	7,244308	2,376564	0,655431	0,946861	
	66	5	0,100	6	127,22	51,493607	18,853382	8,96772	2,102361	0,602919	1,663965	X
	66	5	0,100	7	148,24	51,267619	19,085073	10,447966	1,826678	0,708743	1,352132	
	66	5	0,100	8	146,865	51,243355	19,525624	9,712878	2,010282	0,702834	2,542618	
	66	5	0,100	9	152,995	52,374725	18,531055	11,175867	1,658131	0,70088	0,404925	
	66	5	0,100	10	142,68	50,19899	18,859745	9,832599	1,918083	0,711513	3,076808	
	66	5	0,100	11	120,105	47,869343	18,952572	7,863841	2,410091	0,658652	3,928531	
	66	5	0,100	12	107,3	45,307821	17,538529	7,863841	2,230275	0,656846	0,392245	X
	66	5	0,100	13	133,23	50,716147	19,262918	9,3771	2,054251	0,650908	0,987324	
	66	5	0,100	14	143,515	48,526197	17,315889	10,977249	1,577434	0,765869	1,449984	
	66	5	0,100	15	122,92	47,390664	18,396739	8,786353	2,093786	0,687776	2,456386	

4.5. Tratamento estatístico

Todos os dados recolhidos foram organizados numa base de dados única que compila as pesagens e contagens realizadas nas pinhas, nos pinhões negros e no miolo de pinhão com todas as medições recolhidas através do *software SmartGrain*. As variáveis utilizadas no presente trabalho encontram-se listadas no quadro 8.

Quadro 8 – Variáveis da pinha utilizadas neste estudo

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS DA PINHA	UNIDADES
1	Peso à abertura	g
2	Comprimento	mm
3	Diâmetro médio	mm
4	N.º total de pinhões negros	n.º
5	N.º total de pinhões negros chochos	n.º
6	N.º pinhões negros_Raio-X	n.º
7	N.º pinhões negros danificados_Raio-X	n.º
8	N.º pinhões negros são_Raio-X	n.º
9	Área total dos pinhões negros (medida exterior da casca)	mm ²
10	Área total dos pinhões negros são (medida exterior da casca)	mm ²
11	Área total dos pinhões negros danificados (medida exterior da casca)	mm ²
12	Comprimento médio do pinhão negro	mm
13	Largura média do pinhão negro	mm
14	Valor médio da razão comprimento/ largura do pinhão negro	-
15	Circularidade média do pinhão negro	-
16	Peso do miolo de pinhão são	g

O tratamento estatístico foi realizado com os programas SAS – University Edition (*free software on line*) e Excel, este último apenas no caso dos parâmetros de estatística descritiva associados ao diagrama de extremos e quartis (*box-plot*).

Procedeu-se à caracterização da amostra (pinha, pinhão negro e miolo de pinhão) para as principais variáveis, através das diferentes medidas de estatística descritiva:

- Medidas de tendência central: Média, Mediana e Quartis
- Medidas de dispersão: Variância e Desvio-padrão
- Medidas de forma: Assimetria e Achatamento
- Medidas de associação: Correlação de Pearson

As medidas de assimetria e achatamento caracterizam a forma da distribuição dos elementos da população amostrados em torno da média. Estas medidas são utilizadas para comparar a forma das distribuições em estudo com a distribuição normal.

No caso do achatamento, as funções classificam-se como:

- Leptocúrticas: funções cuja distribuição é mais afunilada do que a normal ($k > 0$)
- Mesocúrticas: funções cuja distribuição tem o mesmo achatamento da normal ($k = 0$)
- Platicúrticas: funções cuja distribuição é mais achatada do que a normal ($k < 0$)

No caso da assimetria, que corresponde ao grau de afastamento que a distribuição tem em relação ao seu eixo de simetria, esta pode ser positiva ou negativa, consoante o afastamento ocorra do lado direito ou esquerdo do eixo. Consoante o valor obtido (sk – skewness), assim as funções se classificam:

- Distribuição simétrica ($sk = 0$)
- Distribuição assimétrica positiva ($sk > 0$)
- Distribuição assimétrica negativa ($sk < 0$)

Para que uma distribuição se possa assumir como normal, tanto o achatamento como a assimetria têm de ser próximos de zero, considerando o intervalo $]-0,5;+0,5[$ (Runyon, Haber, Pittenger & Coleman, 1996). Para valores absolutos superiores a 1 assume-se que a distribuição dos dados não é do tipo normal (Marôco, 2014).

A representação gráfica foi realizada através do diagrama de extremos e quartis. O limite de deteção de outliers utilizou o intervalo interquartil dado pela distância entre o primeiro e o terceiro quartil. Os limites inferior e superior de deteção de outlier foram calculados, considerando (Marôco, 2014):

- Limite Inferior = Primeiro Quartil – $1,5 * (\text{Terceiro Quartil} - \text{Primeiro Quartil})$
- Limite Superior = Terceiro Quartil + $1,5 * (\text{Terceiro Quartil} - \text{Primeiro Quartil})$

Nas medidas de associação, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, para quantificação da intensidade e direção da associação de tipo linear entre duas variáveis quantitativas. Este coeficiente varia entre -1 e +1, sendo positivo quando as variáveis variam no mesmo sentido e negativo quando variam em sentido oposto (Marôco, 2014).

Como teste paramétrico foi utilizada a análise de variância (ANOVA). Esta é uma técnica estatística que permite dividir a variância total da amostra nas componentes associadas aos vários fatores (variáveis) em análise. A realização do teste F associado à ANOVA, permite testar a hipótese:

- H0: Não existem diferenças significativas entre os conjuntos de dados correspondentes a cada nível do fator, versus
- H1: Existem diferenças significativas entre os conjuntos de dados correspondentes a cada nível do fator

Caso as variáveis em análise apresentem a mesma variabilidade e a mesma média, as distribuições sobrepõem-se indicando que não há diferenças significativas. Caso contrário, quando os conjuntos de

dados apresentam a mesma variabilidade interna mas médias diferentes, as distribuições afastam-se tanto mais quanto mais distintas forem as médias.

Neste caso, a ANOVA multifatorial foi realizada utilizando o método hierárquico, considerando o fator de variação “árvore” encaixado no fator de variação “local”. O modelo destes dois fatores aleatórios hierárquicos com dados equilibrados é dado por Montgomery (1996):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \sum_{(ij)k}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, 6 \\ j = 1, 2, \dots, 10 \\ k = 1, 2, \dots, 60 \end{array} \right.$$

Em que,

Y_{ijk} é a k-ésima observação (pinha) do j-ésimo nível do fator B (árvore) dentro do i-ésimo nível do fator A (local);

μ é a média geral;

α_i é o efeito devido ao i-ésimo nível do fator A (local);

$\beta_{j(i)}$ é o efeito devido ao j-ésimo nível do fator B (árvore) hierarquizado sob o i-ésimo nível do fator A (local);

$\sum_{(ij)k}$ é a componente aleatória do erro.

A comparação múltipla das médias de cada variável foi realizada através do teste de Tukey-Kramer, para identificação dos pares de médias significativamente diferentes. Este é um dos testes mais potente e robusto aos desvios à normalidade e homogeneidade das variâncias para amostras grandes (SPSS, 1999).

A análise de regressão linear simples foi utilizada para determinar a equação mais adequada à estimativa do rendimento da pinha, para aplicação futura no processo de amostragem. Dado o carácter mais aplicado deste trabalho, optou-se pela utilização de modelos simples, com um reduzido número de variáveis, potenciando assim o seu uso no futuro pelos utilizadores finais – os produtores florestais.

Foi considerado o coeficiente de determinação do modelo (R^2), sendo este um indicador estatístico que mede a proporção da variabilidade total que é explicada pelo modelo de regressão (Zar, 1999). Varia entre 0 e 1, representando o valor zero a ausência de ajustamento do modelo aos dados e o valor 1 o ajustamento perfeito do modelo (Marôco, 2014).

Para teste da normalidade dos resíduos do modelo obtido recorreu-se ao teste de Kolmogorov-Smirnov (Marôco, 2014).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Parâmetros de caracterização das pinhas

5.1.1. Peso à abertura

O peso médio das pinhas amostradas variou entre 173 g (local AC) e 267 g (local Q), com um peso mínimo de 74 g (local AC) e um máximo de 452 g (local Q). Considerando a totalidade dos dados dos seis locais a curva de distribuição é ligeiramente leptocúrtica e assimétrica positiva. Para este parâmetro, apenas dois dos locais apresentam características de distribuição diferentes desta: locais CZ e F apresentam curva platicúrtica, assimétrica negativa e positiva, respetivamente (quadro 9).

Quadro 9 – Características das pinhas por local – Número, Peso verde total (g), Peso à abertura (g), Média, Desvio-padrão, Mínimo, Máximo, Achatamento e Assimetria.

LOCAL	N.º pinhas	Peso verde total – pinhas (g)	Peso à abertura/ pinha (g)				
			Md± Desvio padrão	Mn	Mx	Achatamento	Assimetria
AC	60	13 970	172,83 ± 51,61	74,32	307,00	0,05	0,49
C	60	18 090	223,88 ± 46,93	123,38	381,00	1,32	0,57
CZ	58	18 650	238,52 ± 53,49	129,13	334,00	-0,81	-0,16
F	60	18 840	232,51 ± 50,04	126,41	361,00	-0,18	0,32
OZ	60	18 810	232,75 ± 68,80	143,04	410,00	0,28	0,92
Q	60	21 580	266,99 ± 67,21	127,30	452,00	0,20	0,22
TOTAL	358	109 940	228,39 ± 63,29	74,32	452,00	0,26	0,43

Md – média; Mn – mínimo; Mx – máximo

5.1.2. Comprimento e Diâmetro médio

O comprimento médio das pinhas (quadro 10) variou entre 8,5 e 10,1 cm e o diâmetro médio das pinhas (quadro 11) de cada local entre 7,4 e 9,1 cm. Mais uma vez, a curva de distribuição dos dados totais de comprimento da pinha, é leptocúrtica e assimétrica positiva. Apenas o local CZ apresenta uma curva de distribuição distinta, platicúrtica e assimétrica negativa. De assinalar ainda que o local AC tem um valor de achatamento superior ao dos restantes locais, ou seja existe um maior afunilamento dos dados do comprimento da pinha quando comparada com a distribuição normal.

Quadro 10 – Características morfológicas das pinhas por local – Comprimento médio (cm), desvio padrão, mínimo, máximo, achatamento e assimetria

LOCAL	N.º pinhas	Pinha - Comprimento (cm)				
		Md \pm Desvio padrão	Mn	Mx	Achatamento	Assimetria
AC	60	8,46 \pm 1,23	5,4	12,2	0,76	0,35
C	60	9,25 \pm 1,02	7,1	13,1	2,62	0,88
CZ	58	9,94 \pm 1,22	6,9	12,3	-0,29	-0,37
F	60	9,63 \pm 1,06	6,8	12,8	0,51	0,07
OZ	60	10,11 \pm 1,27	7,6	13,6	0,56	0,84
Q	60	9,29 \pm 1,45	6,1	12,8	0,15	0,10
TOTAL	358	9,45 \pm 1,32	5,4	13,6	0,40	0,18

Md – média; Mn – mínimo; Mx – máximo

Quadro 11 – Características morfológicas das pinhas por local – Diâmetro médio (cm), desvio padrão, mínimo, máximo, achatamento e assimetria

LOCAL	N.º pinhas	Pinha - Diâmetro (cm)				
		Md \pm Desvio padrão	Mn	Mx	Achatamento	Assimetria
AC	60	7,36 \pm 0,94	5,4	9,7	-0,43	0,10
C	60	7,76 \pm 0,75	5,9	9,1	-0,62	0,01
CZ	58	8,17 \pm 1,03	5,6	10,1	-0,50	-0,35
F	60	7,36 \pm 0,67	6,0	10,1	3,25	1,10
OZ	60	7,74 \pm 0,99	6,1	10,4	-0,06	0,50
Q	60	9,12 \pm 0,99	6,6	11,0	0,17	-0,21
TOTAL	358	7,92 \pm 1,08	5,4	11,0	-0,15	0,41

Md – média; Mn – mínimo; Mx – máximo

Ao contrário das anteriores, a curva de distribuição do diâmetro da pinha (quadro 11) é platicúrtica, com assimetria positiva. Neste caso, as curvas de distribuição de cada um dos locais apresentam quase todas as combinações possíveis: local AC – platicúrtica e assimétrica positiva; local C – platicúrtica e simétrica; local CZ – platicúrtica e assimétrica negativa; local F – leptocúrtica e assimétrica positiva; local OZ – platicúrtica e assimétrica positiva; local Q – leptocúrtica e assimétrica negativa.

Quando considerada a distribuição total dos dados associados às variáveis em análise na pinha (peso à abertura, comprimento e diâmetro médio), os valores de assimetria e achatamento encontrados são muito próximos de zero, situando-se no intervalo]-0,5, +0,5[razão pela qual ainda se pode considerar uma distribuição normal e a aplicação de testes paramétricos (Marôco, 2014).

Na figura 20, nos diagramas de extremos e quartis relativos ao peso médio à abertura, comprimento e diâmetro da pinha, confirma-se a grande variabilidade existente entre os locais considerados.

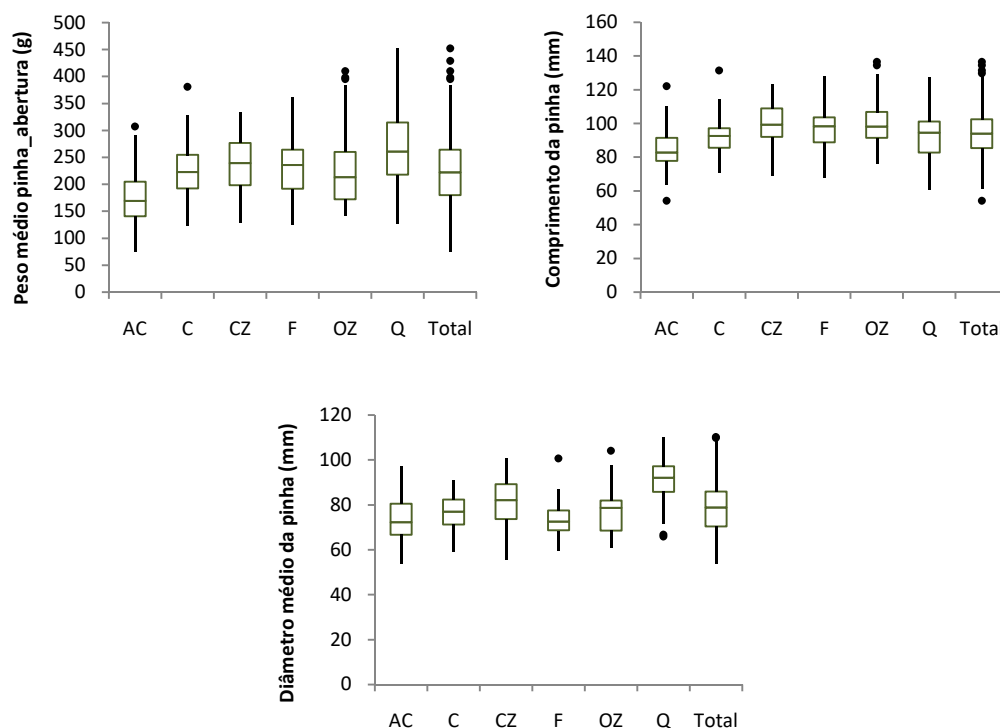


Figura 20: Diagramas de extremos e quartis dos parâmetros caracterizadores das pinhas (peso médio à abertura, comprimento e diâmetro médio)

5.1.3. Pragas e doenças

O quadro 12 mostra que o ataque de pragas é residual na amostra, variando entre 2% e 8%. Já no caso da presença de *Diplodia* sp., verificou-se uma elevada intensidade de ataque, havendo locais em que 100% das pinhas apresentavam sinais deste fungo no exterior da pinha (picnídios sobre as escamas). A intensidade de ataque destas pragas, em pinheiro manso, noutros países (Espanha, França, Itália e Finlândia) pode variar entre 20 e 80% (Sousa, Pimpão, Valdivieso, Naves & Branco, 2017), neste último caso com impactos económicos muito significativos.

Quadro 12 – Intensidade de ataque de pragas e doenças por local (percentagem) - pinhas com sinais de pragas e doenças, pinhas com sinais de lagarta, gorgulho e *Diplodia* sp.

LOCAL	N.º pinhas	Pinhas com sinais de pragas/ doenças (%)	Agente patogénico (%)		
			Lagarta (<i>Dioryctria mendacella</i>)	Gorgulho (<i>Pissodes validirostis</i>)	<i>Diplodia</i> sp.
AC	60	97	5	2	97
C	60	92	2	5	92
CZ	58	52	-	-	52
F	60	83	7	7	78
OZ	60	67	8	7	60
Q	60	100	3	2	100

5.2. Parâmetros de caracterização do pinhão negro

5.2.1. Número de pinhões por pinha

Do total de 21 378 pinhões negros obtidos, 19,1% foram extraídos das pinhas do local Q as quais apresentaram o maior peso médio (267 g) e a menor percentagem de pinhões chochos (22%) (quadro 13). O número médio de pinhões negros obtidos em cada pinha teve o seu máximo no local Q (68 pinhões) e mínimo no local AC (52 pinhões).

Quadro 13 – Número de pinhões negros (semente com tegumento lenhoso) por local (valor total, número e percentagem de pinhões negros chochos e n.º de pinhões negros radiografados) e valores por pinha (n.º médio, desvio-padrão, mínimo, máximo, achatamento e assimetria)

LOCAL	N.º pinhas	Pinhão negro – amostra total				N.º Pinhões negros/ pinha (Tt / n.º pinhas)				
		Tt (n.º)	Ch (n.º)	Ch (%)	RX (n.º)	Md± Desvio padrão	Mn	Mx	Achatamento	Assimetria
AC	60	3 145	1 324	42	1 821	52±19	13	91	-0,77	0,13
C	60	3 196	1 464	46	1 732	53±21	11	107	-0,01	0,55
CZ	58	3 545	1 017	29	2 528	61±18	30	126	1,53	0,73
F	60	3 526	1 142	32	2 384	59±21	26	101	-0,89	0,21
OZ	60	3 877	1 287	33	2 589	66±23	31	123	-0,10	0,70
Q	60	4 089	911	22	3 178	68±24	29	125	-0,41	0,53
TOTAL	358	21 378	7 145	33	14 232	60±22	11	126	0,02	0,51

Tt – n.º total; Ch – n.º pinhões chochos; %Ch – percentagem de pinhões chochos (Ch/Tt *100); RX – n.º pinhões radiografados (não chochos); Md – n.º médio de pinhões por pinha; Mn – mínimo; Mx – máximo

5.2.2. Peso dos pinhões por pinha

Conforme se verifica no quadro 14, o local Q corresponde ao maior peso de pinhão negro obtido (3,69 kg) e o local AC ao menor peso (2,06 kg), mesmo antes da retirada dos pinhões chochos. A mesma situação se verifica em relação ao peso médio dos pinhões negros por pinha, com o local Q a registar um peso médio de 61,50 g e o local AC apenas 34,97 g, ou seja com um peso 43% inferior ao maior peso médio registado nos 6 locais.

Quadro 14 – Peso do pinhão negro (semente com tegumento lenhoso) por local (peso total, peso e percentagem dos pinhões chochos) e valores por pinha (média, desvio padrão, mínimo, máximo, achatamento e assimetria)

LOCAL	N.º pinhas	Pinhão negro – amostra total			Peso dos pinhões negros/ pinha				
		Pt (kg)	PCh (kg)	Ch (%)	Md \pm Desvio padrão (g)	Mn (g)	Mx (g)	Achatamento	Assimetria
AC	60	2,06	0,68	33	34,97 \pm 15,51	6,91	69,69	-0,39	0,50
C	60	2,23	0,87	39	37,78 \pm 15,08	8,46	71,56	-0,49	0,43
CZ	58	2,91	0,65	22	50,09 \pm 17,97	18,73	114,95	1,61	0,75
F	60	2,71	0,72	26	45,25 \pm 18,57	16,21	110,97	1,10	0,68
OZ	60	2,89	0,72	25	48,10 \pm 25,78	17,50	119,98	1,05	1,31
Q	60	3,69	0,64	17	61,50 \pm 24,59	15,86	101,25	0,04	0,41
TOTAL	358	16,49	4,29	26	46,32 \pm 21,73	6,91	133,37	1,19	0,98

Pt – Peso total; PCh – peso dos pinhões chochos; %Ch – percentagem de pinhões chochos (Ch/Pt *100); Md – peso médio do pinhão negro por pinha; Mn – mínimo; Mx – máximo

Na figura 21, apresentam-se os diagramas de extremos e quartis relativos ao número e peso total de pinhões negros por pinha, e ao peso do miolo de pinhão por pinha, sendo a dispersão dos dados bastante diferente de local para local, principalmente no peso do miolo de pinhão obtido.

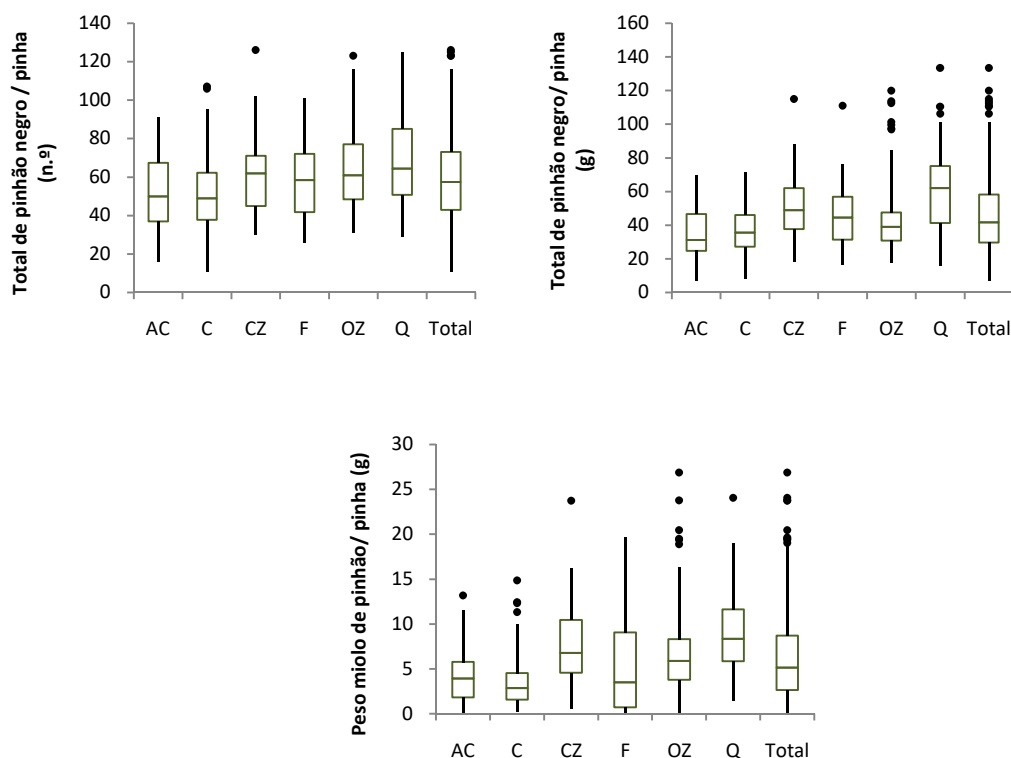


Figura 21: Diagramas de extremos e quartis dos parâmetros relativos ao pinhão (número de pinhões negros/ pinha, peso do pinhão negro/ pinha e peso do miolo de pinhão/ pinha)

Da análise dos gráficos da figura 22 é possível concluir que no extremo superior dos gráficos se encontra sempre o local Q, à exceção do parâmetro morfológico “Circularidade” o qual está negativamente correlacionado com os restantes parâmetros (quadro 19). Neste local, e dado que o número de pinhões negros era o maior, não só a área total do pinhão negro e a área total do pinhão negro são superiores, mas também o são o comprimento médio do pinhão negro, e a razão comprimento/ largura.

No extremo inferior surge o local AC, onde o menor número médio de pinhões negros se traduz também numa menor área total do pinhão negro, e numa menor área total de pinhão negro são. O comprimento médio do pinhão negro é inferior ao verificado nos outros locais, tal como o valor médio da razão comprimento/ largura. Este local é onde se verifica maior valor em termos de circularidade.

O parâmetro “Largura” do pinhão negro, é o que apresenta menor diferenciação de local para local, com as curvas muito sobrepostas, à exceção do local OZ, cujos pinhões negros apresentam largura média inferior à dos restantes locais.

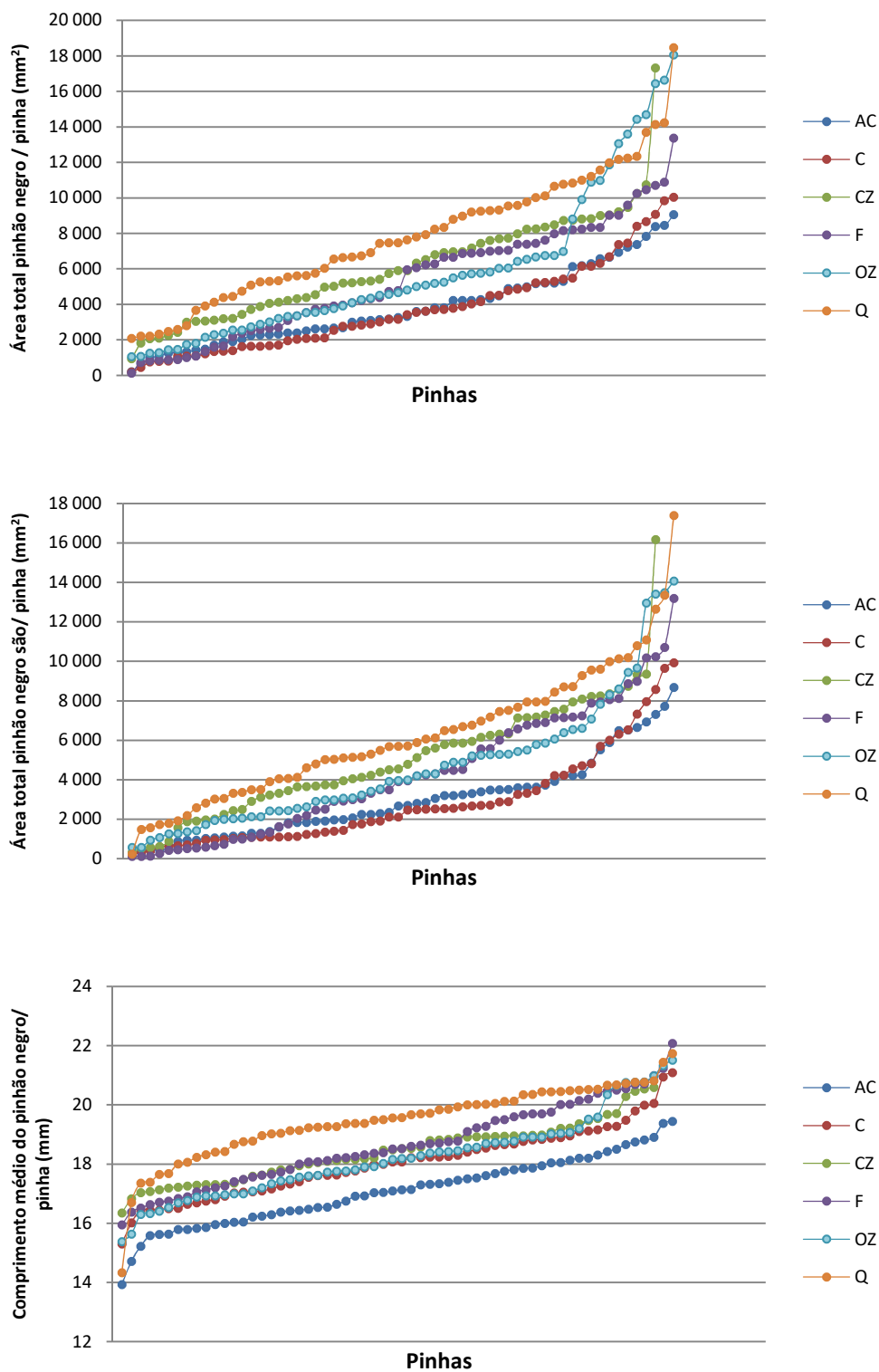


Figura 22: Características biométricas e morfológicas dos pinhões – por pinha, por local

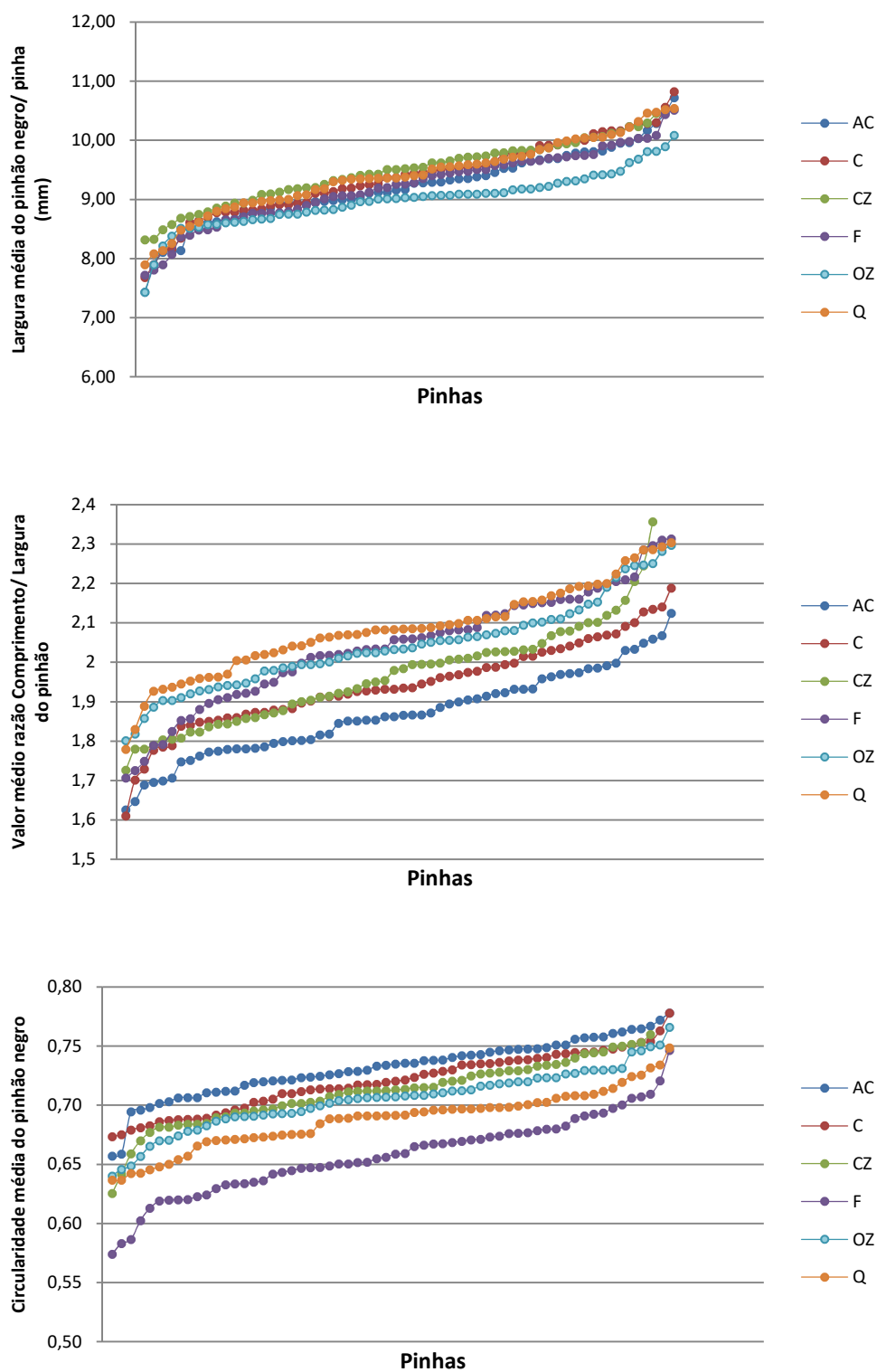


Figura 22: Características biométricas e morfológicas dos pinhões – por pinha, por local (continuação)

5.2.3. Miolo do pinhão

Após abertura do pinhão negro foi quantificado o peso de miolo de pinhão obtido (quadro 15), considerando-se apenas os que tinham valor comercial (miolo de pinhão sem defeitos visíveis). Todo o miolo de pinhão que apresentava danos foi pesado à parte, tendo ainda sido considerados sem valor comercial os pinhões negros que na medição através de raio – X tinham área inferior a 0,70 mm². Foi calculado o rendimento percentual do miolo de pinhão tendo por base o peso à abertura (determinado aquando da abertura da pinha) (quadro 16).

Quadro 15 – Peso do miolo de pinhão (semente sem tegumento lenhoso) por local (peso total) e valores por pinha (média, desvio padrão, mínimo, máximo, achatamento e assimetria)

LOCAL	N.º pinhas	Total (g)	Peso do miolo de pinhão / pinha (g)				
			Md \pm Desvio padrão	Mn	Mx	Achatamento	Assimetria
AC	60	263	4,38 \pm 3,20	0	13,16	0,21	0,91
C	60	246	4,11 \pm 3,34	0,32	14,85	1,42	1,37
CZ	58	447	7,71 \pm 4,53	0,60	23,73	1,29	0,80
F	60	312	5,21 \pm 4,96	0	19,65	-0,17	0,81
OZ	60	462	7,70 \pm 5,67	0,20	26,88	2,37	1,58
Q	60	534	8,90 \pm 4,72	1,52	24,05	0,68	0,74
TOTAL	358	227	6,33 \pm 4,83	0	26,88	1,59	1,14

Md – peso médio do miolo de pinhão por pinha (g); Mn – mínimo (g); Mx – máximo (g); Total – Peso total (g);

A curva de distribuição do peso do miolo do pinhão é leptocúrtica e assimétrica positiva para todos os locais e para a totalidade dos dados, à exceção do local F onde a curva é platicúrtica.

Neste caso, os valores de achatamento e assimetria encontram-se fora do intervalo aceitável para considerar a distribuição normal. Contudo, de acordo com Kline (1998) valores absolutos de assimetria e achatamento inferiores a 3 e a 7, respetivamente não são problemáticos em análise de modelos lineares generalizados como a ANOVA e a regressão linear que apresentam como pressuposto a distribuição normal dos resíduos dos modelos (Marôco, 2014).

Quadro 16 – Rendimento em miolo de pinhão (semente) por local

LOCAL	N.º pinhas	Peso miolo pinhão (g)	Rendimento à abertura (%)		
			Md± Desvio padrão	Mn	Mx
AC	60	263	2,54±1,55	0	6,62
C	60	246	1,83±1,37	0,14	6,56
CZ	58	447	3,23±1,47	0,32	7,70
F	60	312	2,24±1,90	0	6,55
OZ	60	462	3,31±1,61	0,12	6,78
Q	60	534	3,33±1,21	0,63	5,32
TOTAL	358	227	2,78±1,62	0	7,70

Md – rendimento médio em miolo de pinhão por local (%); Mn – mínimo (%); Mx – máximo (%)

O rendimento médio em miolo de pinhão considerando o peso da pinha à abertura, foi de 2,78%, variando entre 1,83% e 3,33% (quadro 16). Este rendimento corresponde a um teor de humidade do miolo de pinhão de 9,4% determinado após abertura dos pinhões negros (1/março/2017).

Da análise do quadro 17 é possível afirmar que o local tem um efeito estatisticamente significativo sobre todas as variáveis dependentes consideradas. O mesmo se passa quando consideramos a variável árvore encaixada na variável local, havendo diferenças estatisticamente significativas para todas as variáveis.

Quadro 17 – Resultados das análises de variância (ANOVA) - método hierárquico aplicado às variáveis considerando os efeitos do local e das árvores

Variáveis dependentes	Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Peso da pinha à abertura (g)	Local	5	284 001,32	56 800,26	22,85	<,0001
	Local_Árvore	54	400 283,14	7 412,65	2,98	<,0001
Comprimento da pinha (mm)	Local	5	10 201,51	2 040,30	18,66	<,0001
	Local_Árvore	54	19 745,12	365,65	3,34	<,0001
Diâmetro médio da pinha (mm)	Local	5	13 144,98	2 622,99	37,68	<,0001
	Local_Árvore	54	7 926,34	146,78	2,11	<,0001
Total de pinhão negro (n.º)	Local	5	11 569,90	2 313,98	7,28	<,0001
	Local_Árvore	54	62 732,94	1 161,72	3,65	<,0001
Total de pinhão negro (g)	Local	5	26 808,43	5 361,69	21,37	<,0001
	Local_Árvore	54	66 484,77	1 231,20	4,91	<,0001
Peso miolo de pinhão são (g)	Local	5	1 219,18	243,84	17,59	<,0001
	Local_Árvore	54	2 968,45	54,97	3,96	<,0001

GL – graus de liberdade; SQ – Soma de quadrados; QM – Quadrados médios

A aplicação do teste post-hoc Tukey-Kramer, permitiu identificar em que locais as médias diferiam significativamente para cada variável (quadro 18).

Quadro 18 – Resultados do teste Tukey-Kramer para comparação das médias do peso da pinha à abertura, do comprimento da pinha, do diâmetro médio da pinha, do número total de pinhões negros, do peso total de pinhões negros e do peso do miolo de pinhão. Letras diferentes assinalam as diferenças significativas entre os locais.

Variáveis dependentes	Locais					
	AC	C	CZ	F	OZ	Q
Peso da pinha à abertura (g)	172,83 ± 51,61 c	223,88 ± 46,93 b	238,52 ± 53,49 b	232,51 ± 50,04 b	232,75 ± 68,80 b	266,99 ± 67,21 a
Comprimento da pinha (mm)	8,46 ± 1,23 c	9,25 ± 1,02 b	9,94 ± 1,22 a	9,63 ± 1,06 ab	10,11 ± 1,27 a	9,29 ± 1,45 b
Diâmetro médio da pinha (mm)	7,36 ± 0,94 c	7,76 ± 0,75 bc	8,17 ± 1,03 b	7,36 ± 0,67 c	7,74 ± 0,99 bc	9,12 ± 0,99 a
Total de pinhão negro (n.º)	52±19 c	53±21 c	61±18 abc	59±21 bc	66±23 ab	68±24 a
Total de pinhão negro (g)	34,97±15,51 d	37,78±15,08 cd	50,09±17,97 b	45,25±18,57 bc	48,10±25,78 b	61,50±24,59 a
Peso miolo de pinhão são (g)	4,38±3,20 b	4,11±3,34 b	7,71±4,53 a	5,21±4,96 b	7,70±5,67 a	8,90±4,72 a

O local Q é significativamente diferente dos restantes locais em termos do peso da pinha à abertura, do diâmetro médio da pinha e do peso do pinhão negro, apresentando nestes casos o valor médio superior.

O local AC é significativamente diferente dos restantes locais em termos do peso da pinha à abertura e do comprimento da pinha, apresentando um valor médio inferior para estas variáveis.

No caso da variável “peso do miolo de pinhão” existem dois conjuntos de médias que diferem entre si: por um lado os locais Q, OZ e CZ com médias superiores (sem diferenças estatisticamente significativas entre eles) e por outro, os locais F, AC e C com médias inferiores, mas também sem diferenças entre os locais.

5.3. Avaliação do rendimento da pinha em miolo de pinhão

A matriz de correlação de Pearson (quadro 19) permitiu identificar as variáveis com maior dependência linear entre si, as quais foram depois utilizadas para determinar a equação para estimar o peso do miolo do pinhão.

Existe um conjunto de variáveis com elevada correlação linear positiva entre si (coeficientes de correlação de Pearson $> 0,90$):

- O “n.º total de pinhões negros no raio-X” com o “n.º total de pinhões negros”, a “área total do pinhão negro” e a “área total do pinhão negro são”, coeficientes de 0,924, 0,975 e 0,920 respetivamente;
- O “n.º total de pinhões negros são” com a “área total de pinhões negros são” (0,979)
- A “área total de pinhão negro” com a “área total de pinhão negro são” (0,930)
- O “n.º de pinhões negros danificados no raio-X” com a “área total de pinhões negros danificados” (0,986)

De ressaltar que a elevada correlação assinalada na tabela entre a “Área total dos pinhões são” e a “Área total dos pinhões” está influenciada pela remoção prévia do pinhão chocho através de imersão em água.

Quadro 19 – Matriz de Correlação de Pearson associada às características da pinha

	Peso da pinha à abertura	Comprimento da pinha	Diâmetro médio da pinha	N.º total de pinhões negros	N.º total de pinhões negros chochos	N.º pinhões_Raio-X	N.º pinhões danificados_Raio-X	N.º pinhões sãos_Raio-X	Área total dos pinhões	Área total dos pinhões sãos	Área total dos pinhões danificados	Comprimento médio do pinhão	Largura média do pinhão	Valor médio da razão comprimento/largura do pinhão	Circularidade média do pinhão
Comprimento da pinha	0,771	1													
Diâmetro médio da pinha	0,733	0,397	1												
N.º total de pinhões negros	0,610	0,515	0,469	1											
N.º total de pinhões negros chochos	-0,155	-0,066	-0,154	0,177	1										
N.º pinhões_Raio-X	0,656	0,518	0,524	0,846	-0,369	1									
N.º pinhões danificados_Raio-X	0,250	0,171	0,157	0,355	-0,066	0,370	1								
N.º pinhões sãos_Raio-X	0,595	0,490	0,490	0,757	-0,382	0,924	-0,013	1							
Área total dos pinhões	0,741	0,576	0,609	0,808	-0,390	0,975	0,386	0,890	1						
Área total dos pinhões sãos	0,684	0,550	0,577	0,740	-0,405	0,920	0,027	0,979	0,930	1					
Área total dos pinhões danificados	0,322	0,225	0,223	0,360	-0,097	0,390	0,986	0,015	0,433	0,073	1				
Comprimento médio do pinhão	0,754	0,518	0,666	0,394	-0,212	0,486	0,288	0,397	0,622	0,528	0,387	1			
Largura média do pinhão	0,317	0,220	0,347	-0,305	-0,295	-0,126	0,000	-0,132	0,043	0,016	0,098	0,525	1		
Valor médio da razão comprimento/largura do pinhão	0,532	0,363	0,405	0,719	0,041	0,653	0,316	0,560	0,642	0,564	0,330	0,610	-0,351	1	
Circularidade média do pinhão	-0,381	-0,264	-0,192	-0,526	0,053	-0,521	-0,252	-0,449	-0,498	-0,440	-0,252	-0,464	0,285	-0,781	1
Peso do miolo de pinhão são	0,650	0,544	0,581	0,657	-0,363	0,820	0,021	0,876	0,845	0,909	0,071	0,494	0,074	0,470	-0,325

A variável independente “Área total dos pinhões sãos” (ASs) é a que apresenta maior correlação linear com a variável dependente que se pretende estimar “Peso do miolo do pinhão” (Pmp) (0,909). Conforme já foi referido, pretende-se que o modelo seja o mais simples possível, com um reduzido número de variáveis potenciando a sua larga utilização pelos produtores florestais.

A modelação através de regressão linear simples destas duas variáveis em cada local permitiu obter os gráficos apresentados na figura 23.

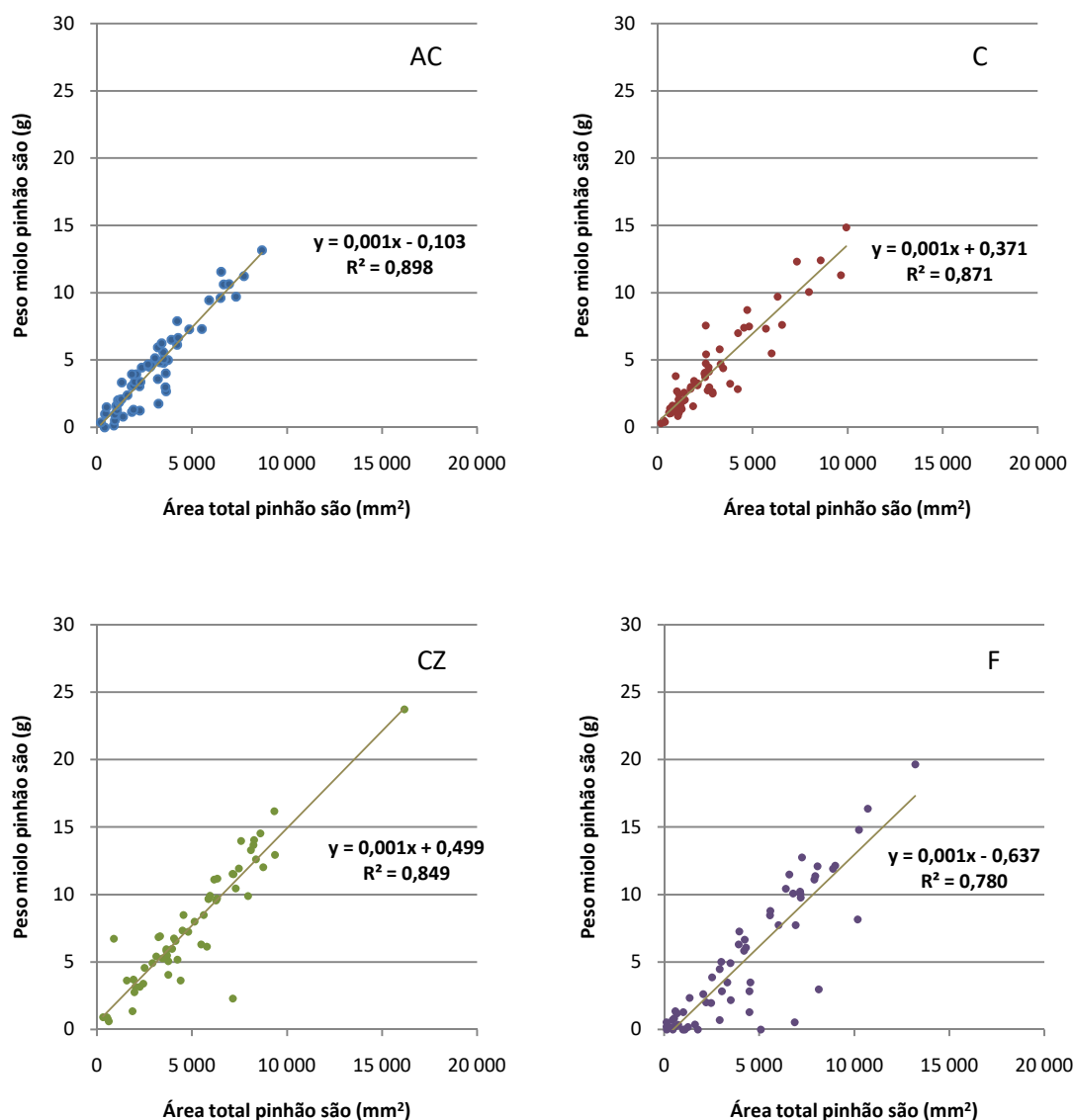


Figura 23: Influência da área total do pinhão negro são no peso do miolo de pinhão para cada local

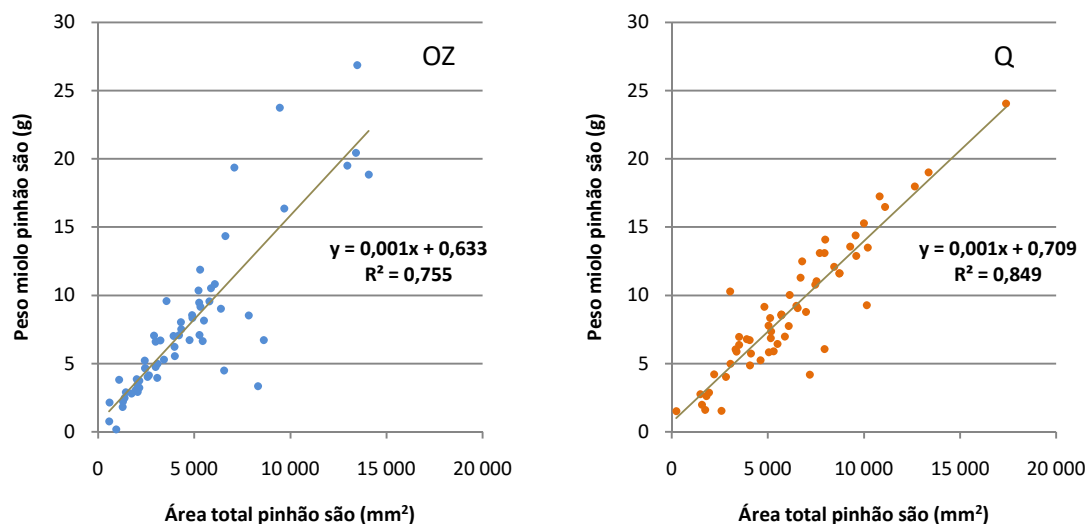


Figura 23: Influência da área total do pinhão negro são no peso do miolo de pinhão para cada local (continuação)

Tendo em conta os resultados obtidos e o objetivo de encontrar um modelo que garanta também um elevado potencial de aplicabilidade pelos utilizadores finais, optou-se por modelar através de regressão linear simples as duas variáveis considerando todos os locais em conjunto. Obteve-se a equação abaixo, com um coeficiente de determinação (R^2) de 0,83, significando que 83% da variância da variável dependente é explicada pelo modelo (detalhes no quadro 20 e na figura 24):

$$Pmp = 0,186107 + 0,001422 * ASs$$

Pmp – Peso do miolo de pinhão são (g); Ass – Área total do pinhão são (mm^2)

Quadro 20 – Coeficientes estimados e respetivos desvios padrão do modelo de regressão linear

Modelo	Variável	Coeficientes	Desvio padrão	Valor t	Pr > t
Peso miolo de pinhão são (Pmp)	Interceção	0,186107	0,183844	1,01	0,3121
	Área do pinhão negro são (ASs)	0,001422	0,000034651	41,02	<,0001

Da aplicação da ANOVA ao modelo pode-se rejeitar a hipótese nula ($p < 0,05$) e concluir que a variável explicativa (ASs) tem efeito na variável resposta (Pmp) (quadro 21).

Quadro 21 – Análise da variância do modelo de regressão linear

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Modelo	1	6 866,94382	6 866,94382	1 683,00	<,0001
Erro	356	1 452,54616	4,08019		
Total corrigido	357	8 319,48998			

GL – graus de liberdade; SQ – Soma de quadrados; QM – Quadrados médios

Apresentam-se no quadro 22 as estatísticas de avaliação da qualidade do modelo. O teste Kolmogorov-Smirnov (Destatístico = 0,1386998 inferior ao valor crítico tabelado = 7,1878, Pr > D <0,01, $\alpha = 0,05$) permite rejeitar a H0 da normalidade dos resíduos, tal como sugeriam as caudas pesadas que se observam no gráfico do Anexo I.

Este facto não nos parece muito grave, uma vez que o número de dados é bastante elevado e o gráfico QQ-plot (ver anexo I) mostra que o afastamento da normal é essencialmente apenas nos valores extremos. Tratando-se de uma regressão linear simples, não ficam postos em causa os possíveis testes estatísticos sobre a H0: coeficientes de regressão =0, dada a elevada correlação entre o peso de miolo de pinhão e a área total de pinhão são.

Quadro 22 – Estatísticas de avaliação do modelo – Erro quadrático médio, média da variável dependente, coeficiente de determinação e coeficiente de determinação ajustado

Parâmetros	Valor
Erro quadrático médio	2,01995
Média da variável dependente (Pmp)	6,32626
R ²	0,8254
R ² ajustado	0,8249

A figura 24 representa graficamente o ajustamento do modelo para as variáveis consideradas, conforme output do programa de tratamento estatístico.

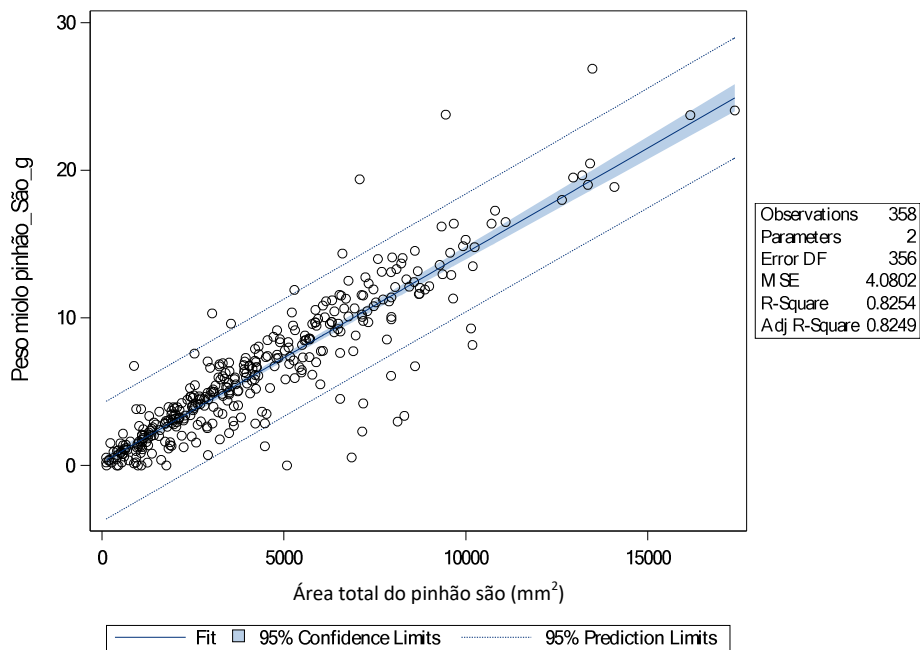


Figura 24: Ajustamento do modelo (SAS University edition)

6. ANÁLISE CUSTO BENEFÍCIO

A análise custo - benefício (ACB) é um método para avaliar o impacto económico líquido de um projeto público, mas, em princípio, a mesma metodologia pode aplicar-se a uma diversidade de projetos. O seu objetivo é determinar se um projeto é viável, através da soma algébrica dos seus custos e benefícios descontados ao longo do tempo.

Através da aplicação desta técnica pretende-se:

- Prever os efeitos económicos de um projeto
- Quantificar esses efeitos
- Transformá-los em unidades monetárias (sempre que possível)
- Calcular a sua rentabilidade económica, por via de um indicador preciso, que permita formular uma opinião concreta em relação ao desempenho esperado do projeto.

À semelhança do que já acontece noutros mercados de produtos florestais, em que uma amostragem prévia do produto a comercializar permite ao produtor conhecer as características do produto e o preço de mercado correspondente às características e potencialidades de transformação industrial do mesmo, pretende-se avaliar o impacto económico potencial da realização de uma amostragem do rendimento da pinha no conhecimento do preço justo de comercialização pelo produtor.

Os preços de venda no mercado da pinha correspondem normalmente a preços de campanha, que podem variar no tempo, mas sem qualquer diferenciação sobre a qualidade da pinha. Este facto deve-se provavelmente a que antes de 2010, os rendimentos médios referidos pela indústria correspondiam a 3 - 4% do peso verde da pinha e não apresentavam grandes variações de propriedade para propriedade. Assim sendo o preço praticado respondia essencialmente a variações do custo da apanha e da expectativa de valorização do miolo de pinhão no consumidor final, de acordo com o histórico de venda existente.

A figura 25 representa esquematicamente as diferentes fases de comercialização da pinha até ao miolo de pinhão, onde se pretende incluir a amostragem da qualidade da pinha previamente à 1ª comercialização.

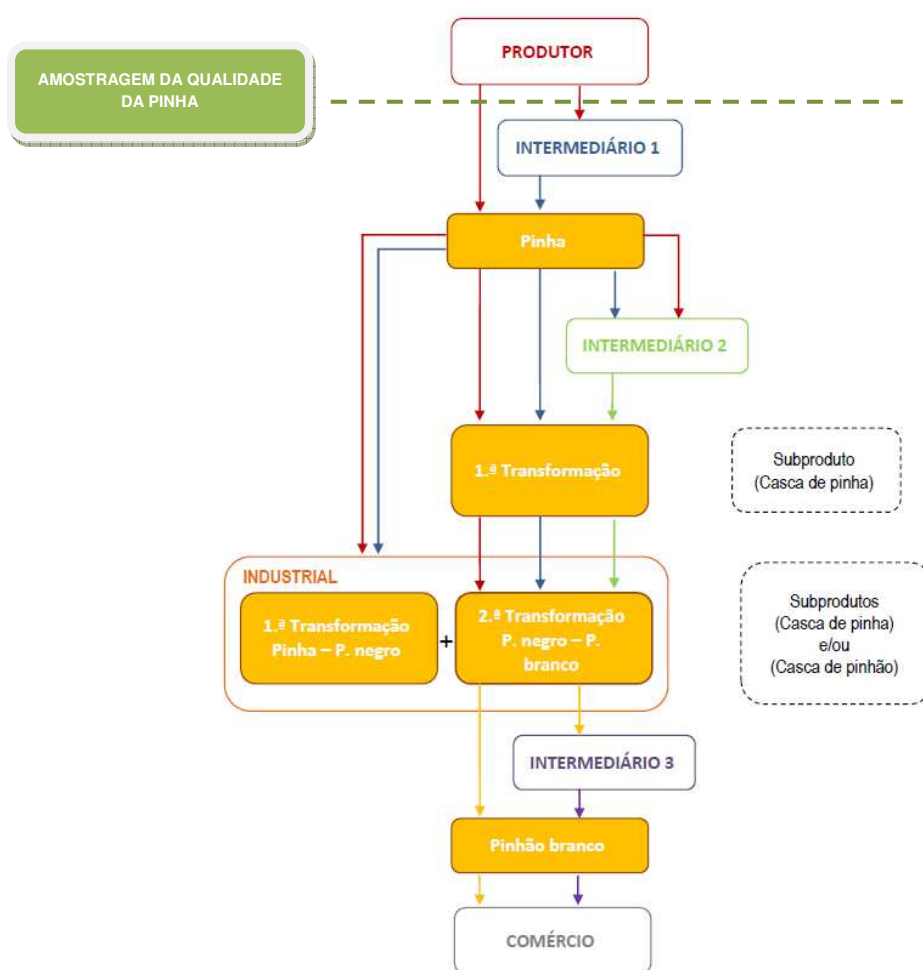


Figura 25: Representação esquemática dos possíveis canais de distribuição da pinha/ pinhão em Portugal (adaptado de Agri-ciência, 2014). Setas vermelhas - canais de distribuição a partir do produtor; Setas azuis - canais de distribuição do intermediário 1; Setas verdes – canais de distribuição do intermediário 2; Setas roxas – canais de distribuição do intermediário 3; Setas amarelas – canais de distribuição do industrial.

No âmbito do presente trabalho pretende-se comparar 3 alternativas para a comercialização da pinha, partindo do pressuposto que esta é sempre realizada mediante pesagem e para um mesmo teor de humidade.

Alternativa A: não fazer nada – consiste na venda da pinha mediante pesagem, mas desconhecendo o rendimento da mesma;

Alternativa B: fazer uma amostragem em globo – consiste na venda da pinha mediante pesagem, realizando uma amostragem expedita do rendimento por análise conjunta de 300 pinhas (recolha aleatória de 10 pinhas em 30 árvores da propriedade);

Alternativa C: fazer uma amostragem inovadora – consiste na venda da pinha mediante pesagem, realizando uma amostragem, de um conjunto de 60 pinhas, com recolha aleatória de 6 pinhas em 10 árvores e tratamento individualizado dos dados/ pinha;

Para apoio à melhor compreensão dos custos que serão imputados apresenta-se abaixo a representação esquemática das várias fases do processo de amostragem considerando as alternativas B e C (figura 26).

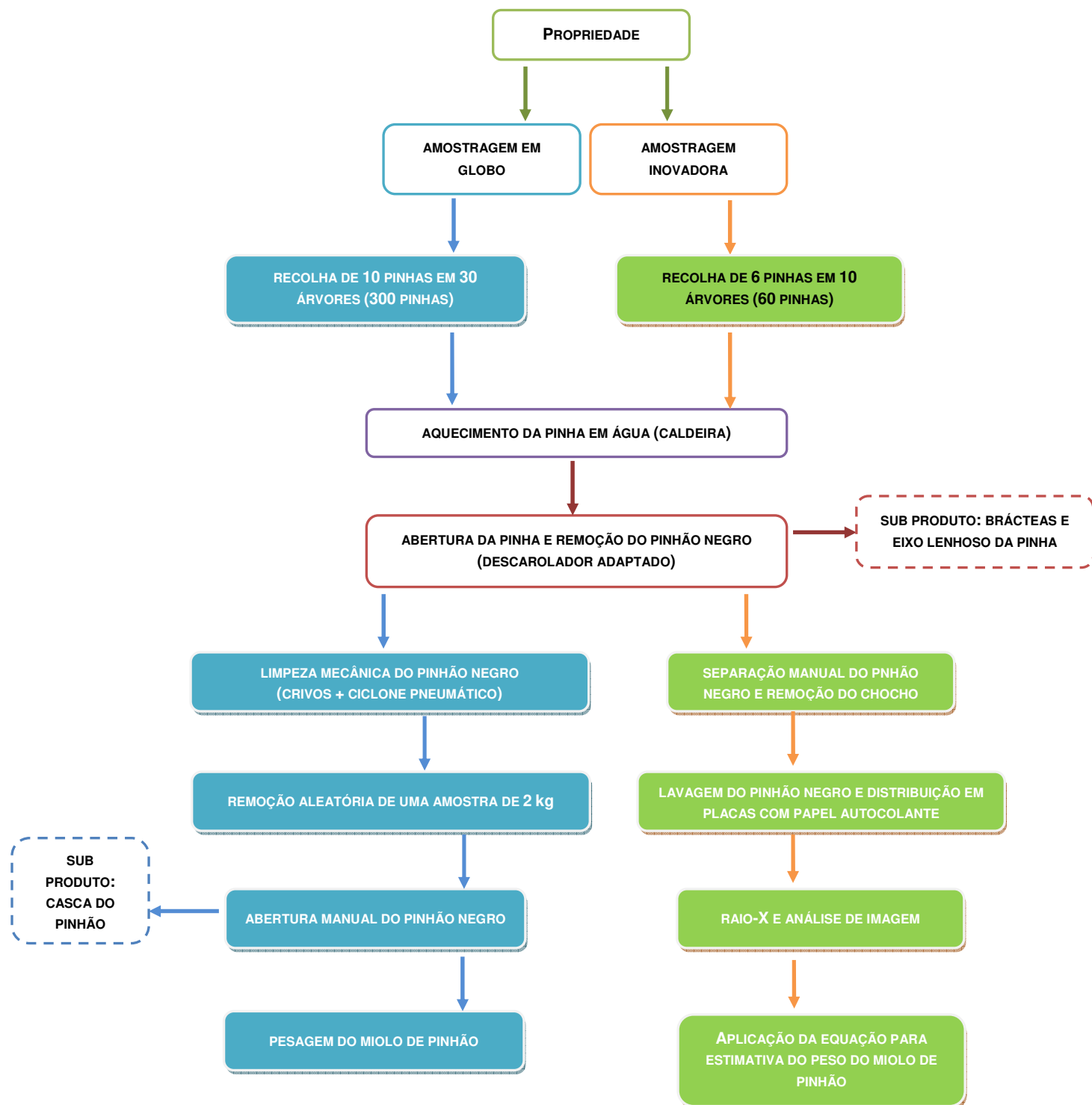


Figura 26: Representação esquemática das fases de amostragem

A alternativa B, amostragem em globo, é uma amostragem já praticada por alguns industriais e pela APFC desde 2015, variando essencialmente na quantidade de pinha recolhida e no ponto de recolha.

No caso da indústria foram identificadas, pelo menos, duas variantes de amostragem: recolha aleatória de 6 pinhas ou recolha aleatória de 10 kg de pinha (aproximadamente 30 pinhas) no local de armazenamento e posterior abertura e quantificação do rendimento em fábrica.

O caso da APFC corresponde ao esquema apresentado na figura 26, que tem sido implementado desde 2015 em 8 propriedades, amostrando sempre as mesmas 30 árvores. Difere da amostragem praticada pelos industriais na dimensão da amostra (300 pinhas) e no ponto de recolha: árvore em vez do local de armazenamento.

A dimensão da amostra é um aspecto bastante relevante na amostragem e deve estar dependente da variabilidade do parâmetro que se pretende estimar. Trabalhos exploratórios anteriores realizados pela APFC com o INIAV (dados não publicados), e que consistiram na amostragem de 30 pinhas recolhidas em 4 locais distintos no concelho de Coruche, com determinação do rendimento em miolo de pinhão para cada pinha, apresentaram para este parâmetro valores de erro percentual que variavam entre 9 e 26%. O número de pinhas estimado correspondente a erros de amostragem de 10% variou nestes casos entre um mínimo de 24 e um máximo de 199 pinhas (quadro 23).

Quadro 23 – Variabilidade do rendimento (%) em miolo de pinhão de 30 pinhas em 4 locais (APFC & INIAV, dados não publicados)

	LOCAL 1	LOCAL 2	LOCAL 3	LOCAL 4
Média	2,89 %	1,58 %	1,72 %	3,13 %
Desvio padrão	1,03	1,14	1,19	0,78
Erro padrão	0,37	0,41	0,43	0,28
Erro percentual (%)	0,13	25,75	24,75	8,95
Mínimo intervalo	2,53 %	1,18 %	1,30 %	2,85 %
Máximo intervalo	3,26 %	1,99 %	2,15 %	3,41 %
n (erro padrão 10%)	48	199	184	24

Com base nesses resultados optou-se por não considerar nas alternativas da análise custo benefício a amostragem realizada pela indústria, uma vez que é muito reduzida (6 a 30 pinhas) e pode não representar de forma fiável o rendimento real das pinhas nas propriedades.

Para cálculo dos custos e benefícios associados às diferentes alternativas foram utilizadas diversas fontes de informação disponíveis.

Quadro 24 – Pressupostos fixados para a análise custo - benefício

PRESSUPOSTOS	VALOR	FONTE
Peso médio por pinha (kg)	0,3	APFC
Preço médio apanha (2009-2015) (€/kg)	0,36	UNAC, 2017
Preço médio cotação miolo pinhão (2009-2016) (€/kg) (ver figura 27)	33,01	UNAC, 2017
Preço médio de comercialização da pinha (2009-2016) (€/kg)	0,70	UNAC, 2017
Custo técnico (€/ dia)	90,00	CAOF
Custo operador (€/dia)	50,00	CAOF
Processamentos mecânicos (€/h)	40,00	APFC
Abertura manual pinhão (kg/ jorna)	3,33	APFC
Rendimento pinhão negro/ peso verde pinha (%)	20	ANSUB, 2012
Preço venda pinhão negro (€/kg)	5,50	ANSUB, 2012

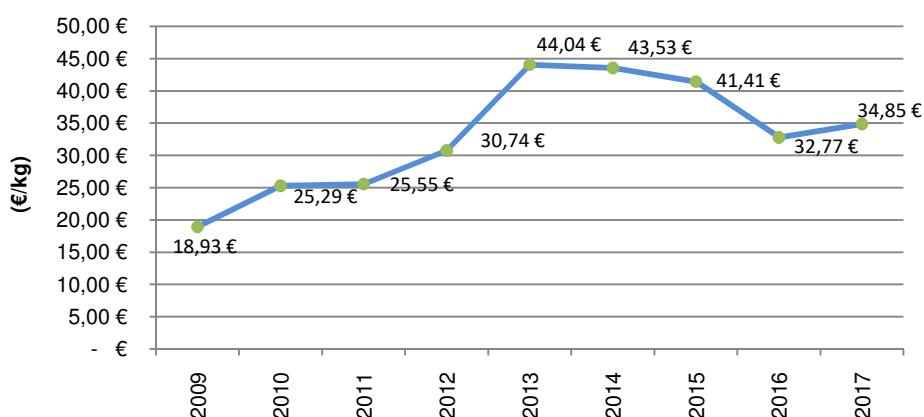


Figura 27: Cotação do miolo de pinhão (€/kg) (Lontja de Reus consultada em 2017)

Quadro 25 – Análise dos custos operacionais da amostragem em globo

AMOSTRAGEM EM GLOBO				
CUSTOS	n.º	peso (kg)	valor unitário	valor total
Pinha	300	90	0,70 €	63,34 €
Apanha	300	90	0,36 €	32,66 €
Acompanhamento técnico_RH	0,5	-	90,00 €	45,00 €
Processamento mecânico abertura da pinha	2	-	40,00 €	80,00 €
Processamento mecânico limpeza pinhão negro	1	-	40,00 €	40,00 €
Processamento mecânico_RH	1,5	-	50,00 €	75,00 €
Processamento pinhão_abertura manual_RH	0,6	-	50,00 €	30,03 €
Pesagem miolo pinhão	0,06	-	90,00 €	5,63 €
CUSTO TOTAL DA AMOSTRAGEM				371,65 €

RH – Recursos humanos quantificados em número de jornas

Quadro 26 – Análise dos custos operacionais da amostragem inovadora

AMOSTRAGEM INOVADORA				
CUSTOS	n.º	peso (kg)	valor unitário (€)	valor total (€)
Pinha	60	18	0,70 €	12,67 €
Apanha	60	18	0,36 €	6,53 €
Acompanhamento técnico_RH	0,2	-	90,00 €	18,00 €
Processamento mecânico abertura da pinha	0,5	-	40,00 €	20,00 €
Processamento manual limpeza pinhão negro	0,25	-	50,00 €	12,50 €
Processamento_RH	0,5	-	50,00 €	25,00 €
Placas PVC alveolar	20,0	-	2,00 €	40,00 €
Papel autocolante	5,0	-	5,41 €	27,07 €
Montagem das placas_RH	0,8	-	50,00 €	37,50 €
Raio-X	20,0	-	10,00 €	200,00 €
Análise de imagem_RH	2,0	-	90,00 €	180,00 €
CUSTO TOTAL DA AMOSTRAGEM				579,27 €

RH – Recursos humanos quantificados em número de jornas

Para cálculo dos benefícios associados ao conhecimento do rendimento da pinha através de amostragem foi considerado o custo do miolo de pinhão disponível on-line na bolsa de Reus (<http://www.llojtadereus.org>) e foram contabilizados dois valores distintos para a representatividade do custo da matéria-prima (pinhas) na formação do preço final do miolo de pinhão: 75% e 85% (Freire, 2018).

Com base nos valores obtidos foi calculado o potencial disponível para valorizar a matéria-prima na produção de acordo com a sua qualidade para rendimentos médios entre 1,5% e 4% (quadros 27 e 28).

Quadro 27 – Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (custo da matéria prima a 75% do valor final)

Ano	Preço miolo pinhão (€/kg)	Preço matéria prima (75%)	Preço da pinha correspondente ao rendimento médio em miolo de pinhão					
			1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%
2013	44,04 €	33,03 €	0,50 €	0,66 €	0,83 €	0,99 €	1,16 €	1,32 €
2014	43,53 €	32,65 €	0,49 €	0,65 €	0,82 €	0,98 €	1,14 €	1,31 €
2015	41,41 €	31,06 €	0,47 €	0,62 €	0,78 €	0,93 €	1,09 €	1,24 €
2016	32,77 €	24,58 €	0,37 €	0,49 €	0,61 €	0,74 €	0,86 €	0,98 €
2017	34,85 €	26,14 €	0,39 €	0,52 €	0,65 €	0,78 €	0,91 €	1,05 €

Quadro 28 – Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (custo da matéria prima a 85% do valor final)

Ano	Preço miolo pinhão (€/kg)	Preço matéria prima (85%)	Preço da pinha correspondente ao rendimento médio em miolo de pinhão					
			1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%
2013	44,04 €	37,43 €	0,56 €	0,75 €	0,94 €	1,12 €	1,31 €	1,50 €
2014	43,53 €	37,00 €	0,56 €	0,74 €	0,93 €	1,11 €	1,30 €	1,48 €
2015	41,41 €	35,20 €	0,53 €	0,70 €	0,88 €	1,06 €	1,23 €	1,41 €
2016	32,77 €	27,85 €	0,42 €	0,56 €	0,70 €	0,84 €	0,97 €	1,11 €
2017	34,85 €	29,62 €	0,44 €	0,59 €	0,74 €	0,89 €	1,04 €	1,18 €

Os quadros 27 e 28 evidenciam o potencial de diferenciação de preço associado ao conhecimento do rendimento da pinha. Nos últimos 5 anos os preços médios praticados à produção corresponderam maioritariamente a rendimentos de pinha de 2,5 a 3%, com os valores mais elevados a registarem-se em 2013 e 2014 e os mais baixo ao último triénio (2015-2017).

Comparando as 2 alternativas disponíveis ao produtor florestal previamente à comercialização da pinha, qualquer uma das metodologias de amostragem (em globo ou inovadora) permite a obtenção de maior retorno financeiro, considerando a existência de preços de mercado diferenciadores da qualidade da pinha, avaliada pelo seu rendimento em miolo de pinhão.

As figuras 28 e 29 comparam graficamente o preço médio da pinha pago anualmente à produção com o preço máximo correspondente a diferentes rendimentos médios da pinha, não contabilizando custos de transformação. Verifica-se a existência de um potencial de valorização no caso de pinhas com rendimentos médios superiores, correspondendo este no máximo à diferença entre o preço médio pago e o preço possível para os rendimentos superiores a 3%.

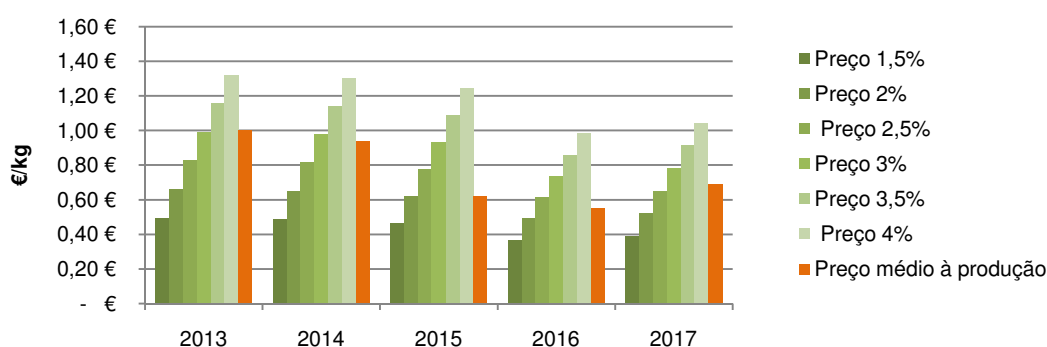


Figura 28: Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (custo da matéria prima a 75% do valor final)

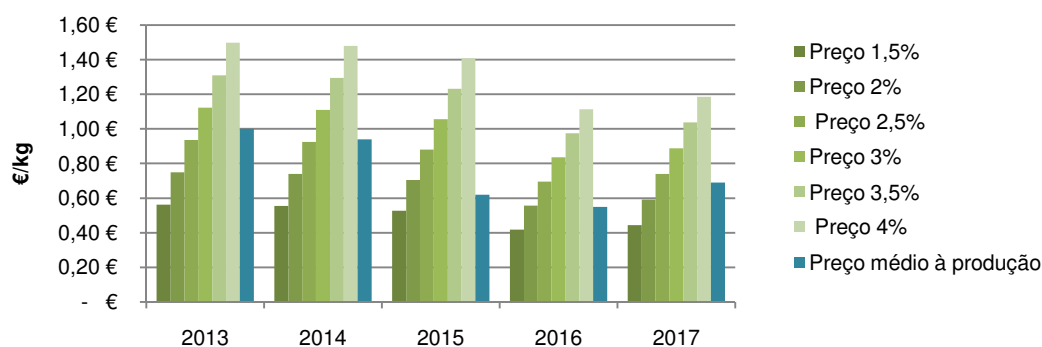


Figura 29: Potencial de valorização da pinha consoante o rendimento (custo da matéria prima a 85% do valor final)

Tomando como exemplo o ano de 2017, em que o preço médio de comercialização da pinha foi de 0,69 €/kg, as pinhas com rendimentos de 3% poderiam ter sido valorizadas no máximo a 0,89 €/kg (dado que se desconhecem os custos reais de transformação), ou seja 29% acima do preço médio da campanha.

Apesar do custo da amostragem inovadora ser superior ao custo da amostragem em globo em 56%, a informação obtida terá maior fiabilidade dado que será possível conhecer o erro de amostragem associado e o respectivo intervalo de confiança do rendimento.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos tem sido reportado pelos compradores de pinha uma perda do rendimento em miolo de pinhão, cujas causas estão ainda por esclarecer, podendo estar associadas a pragas e doenças e/ou a fenómenos climáticos. Esta perda de rendimento tem um impacto directo sobre o preço de compra da pinha aos produtores, não existindo actualmente mecanismos de avaliação do rendimento da pinha à escala da propriedade. O conhecimento do rendimento real é uma informação unicamente ao alcance do industrial, após realizar o processamento da pinha por lotes na fábrica.

Com o presente trabalho foi possível analisar:

- a variabilidade do rendimento da pinha em miolo de pinhão entre locais e entre árvores do mesmo local;
- o uso da tecnologia raio-X aplicada em pinhão negro, onde é possível identificar os pinhões com danos;
- o potencial de ferramentas de análise de imagem de sementes, disponíveis em *open source*, nomeadamente o SmartGrain para realização das medições do pinhão negro a partir de imagens de raio-X em formato .tif;
- a possibilidade de estimar de forma fiável o peso em miolo de pinhão a partir da medição da área exterior dos pinhões negros sem danos, identificados através de análise visual do raio-X.

A relação entre as variáveis modeladas – peso do miolo de pinhão X área do pinhão negro são - é uma relação linear, tendo o modelo apresentado um elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,83$).

Foi possível também verificar a existência de diferenças significativas entre os locais amostrados, pelo que a amostragem deverá ser implementada à escala da propriedade. Nos 6 locais amostrados, considerando-as como sub amostras do conjunto total, confirma-se a relação linear entre as variáveis peso em miolo de pinhão X área do pinhão negro são, variando os coeficientes de determinação entre um valor mínimo de 0,75 e um valor máximo de 0,89.

A análise custo benefício da amostragem da qualidade da pinha poderá traduzir-se no aumento do retorno financeiro para os produtores a quando da comercialização da pinha com melhores rendimentos.

O mercado precisa ainda de evoluir em termos da diferenciação de preços por qualidades e do aumento da transparência na negociação das pinhas, nomeadamente pelo desaparecimento de margens ocultas associadas ao desconhecimento da quantidade real transaccionada ou do teor de humidade da pinha, para além da estimativa do rendimento.

Espera-se que o presente relatório possa trazer um contributo positivo para aumentar essa transparência e para suportar a transmissão sustentável de valor ao produtor, continuando a motivar o investimento dos produtores florestais no pinheiro manso.

8. BIBLIOGRAFIA

Albuquerque, J. P. M. (1954). Carta ecológica de Portugal. Ministério da Economia, Direção Geral dos Serviços Agrícolas, Serviço Editorial da Repartição de Estudos, Informação e Propaganda. Lisboa.

Agri-ciência - Consultores de Engenharia Lda. (2014). Estudo sobre a cadeia de valor da fileira Pinha/Pinhão (*Pinus pinea*). UNAC. Lisboa.

ANSUB (2012). Produzir pinha ou pinhão negro. SIAG – Salão Internacional de Agro-Negócios. Santarém. http://www.unac.pt/images/eventos/conferencia_floresta_mediterranica_SIAG_ANSUB.pdf

APFC (2015). Comunicado público acerca da campanha da pinha 2015/2016. Coruche. http://www.apfc.pt/xms/files/Docs/Comunicado_Campanha_da_Pinha.pdf

APFC (2012). Plano de gestão florestal da ZIF da Charneca da Calha do Grou. Coruche. <http://www.apfc.pt/areas.php?aID=53>

APFC (2012). Plano de gestão florestal da ZIF das Ribeiras da Lamarosa e Magos. Coruche. <http://www.apfc.pt/areas.php?aID=53>

APFC (2018). Plano de gestão florestal da ZIF da Erra. Coruche. <http://www.apfc.pt/areas.php?aID=53>

APFC (2017). Plano de gestão florestal da ZIF do Divor. Coruche. <http://www.apfc.pt/areas.php?aID=53>

APFC (2017). Plano de gestão florestal da ZIF do Baixo Sorraia. Coruche. <http://www.apfc.pt/areas.php?aID=53>

Alonso, G. (2004). Selección de grandes productores de fruto de *Pinus pinea* L. en la meseta norte. PhD. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes.

Barriguiha, A., Afonso, T., Pinheiro, A. (2009). Rendimento em Miolo de Pinhão (*Pinus pinea* L.). Boletim informativo da APFC (16): 4-5 http://www.apfc.pt/xms/files/Boletins/Boletim16_Verao2009.pdf

Bruggink, H. (2012). X-ray based seed analysis and sorting. ISTA - International seed testing association annual meeting. Holanda. <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTA-June11-Seminar-0910-Bruggink.pdf>

Calama, R., Mutke S., Madrigal G., Conde M., Garriga, E., Bachiller A., Manso R., Pardos M., Finat L., Gordo F., Montero, G. (2014). Fatores de influencia en la producción de piña y piñón de *Pinus pinea* L.. Comunicação do seminário “Valorização da fileira da pinha/ pinhão. UNAC. Alcácer do Sal. <http://www.unac.pt/index.php/eventos-noticias/eventos/item/118-seminario-de-encerramento-programa-de-valorizacao-da-fileira-da-pinha-pinhao>

Calama, R., Gordo, F. (2015). Rendimiento de piñon en piña de *Pinus pinea* en Portugal: caracterización y comparación com otras regiones. Comunicação do seminário “ Avanços no Conhecimento na Fileira do Pinheiro Manso”. UNAC. Alcácer do Sal. http://www.unac.pt/images/eventos/seminario_avancos_conhecimento_fileira_pinheiro_manso_Rafael_Calama_INIA.pdf

CAOF (2012). Matrizes de beneficiação. Comissão de Acompanhamento das Operações Florestais. <https://www.dgadr.gov.pt/mecanizacao/caof>

Carneiro, A., Alpuim, M., Carvalho, M. A., Carrasquinho, I. (2007). Manual Ilustrado Enxertia do Pinheiro Manso. Estação Florestal Nacional. Projeto AGRO 451.Oeiras. http://www.inia.pt/fotos/gca/manual_ilustrado_enxertia_do_pinheiro_manso_1369127188.pdf

Carrasquinho, I., Freire, J., Rodrigues, A., Tomé, M. (2010). Selection of *Pinus pinea* L. plus tree candidates for cone production. *Annals of Forest Science*, 67, 814 - 814. <https://doi.org/10.1051/forest/2010050>

Crawford, M. (1995). Nut pines. Yearbook, West Australian Nut and Tree Crops Association.

Dawson, C., Vincent, J.F.V., Rocca, A.M. (1997). How pine cones open. *Nature*, 390, 668.

DGADR (2018). Cartas de Solos e de Capacidade de Uso do Solo. Série SROA/CNROA/IEADR, Escala: 1:50 000. 1- Carta dos Solos de Portugal. Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. Lisboa.

ICNF (2005). Relatório final do 5º Inventário Florestal Nacional - Florestat. ICNF. Lisboa. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn/ifn5/rel-fin>

Marques, H.; Pinto, G.; Pinto, P.; Teixeira, C. (2012). Regiões de proveniência. Portugal. AFN. Lisboa. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/gf/ps/rp/resource/doc/reg-prov/reg-prov-2012jan30>

ICNF (2013). 6º Inventário Florestal Nacional – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal Continental. 1995| 2005| 2010|. ICNF. Lisboa. <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/ficheiros/ifn/ifn6-res-prelimv1-1>

INE (2014). Instituto Nacional de Estatística.Lisboa.

INRB I.P. (2008). Condução de povoamentos de pinheiro manso e características nutricionais do pinhão. Rita Costa e Isabel Evaristo (Eds). Lisboa. http://www.inia.pt/fotos/gca/manual_do_pinheiro_manso_1369127663.pdf

Farinha, A., Silva, J., Correia, A., Sousa, E., Roques, A., Branco, M. (2018). Is *Leptoglossus occidentalis* entirely responsible for the high damage observed on cones and seeds of *Pinus pinea*? Results for a fertirrigation trial in Portugal. *Forest Ecology and Management*, 429, 198 - 206.

Ferreira, A. G., Gonçalves, A. C., Pinheiro, A. C. A., Gomes, C. P., Ilhéu; M., Neves, N., Ribeiro, N. A., Santos, P., (2001). Plano específico de ordenamento florestal para o Alentejo. Alfredo Gonçalves Ferreira e Ana Cristina Gonçalves (Eds.). Universidade de Évora.

Freire, E. (2018). Como criar valor com o pinhão nacional. Vida Rural. <https://www.vidarural.pt/insights/criar-valor-pinhao-nacional/>

Freire, J. (2009). Modelação do crescimento e da produção de pinha no pinheiro manso. Tese de dissertação apresentada para a obtenção do grau de doutor. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa.

Gonçalves, A.C., Afonso, A., Pereira, D.G., Pinheiro, A. (2016a). Influence of umbrella pine (*Pinus pinea* L.) stand type and tree characteristics on cone production. *Agroforestry Systems*, 91, 1019 - 1030. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9975-2>

Gonçalves, A.C., Dias, A., Afonso, A., Pereira, D.G., Pinheiro, A., Peça, J. (2016b). Mechanical versus manual harvest of *Pinus pinea* cones. *Elsevier. Biosystems Engineering*, 143, 50 - 60. https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/17241/1/Goncalves_BE_143_2016.pdf

Kline, R.B. (1998). Principles and practice of structural equation modeling. Guilford Press. New York.

Lesieur, V., Yart, A., Guilbon, S., Lorme, O., Auger-Rozenberg, M.A., Roques, A. (2014). The invasive *Leptoglossus* seed bug, a threat for commercial seed crops, but for conifer diversity? *Biological Invasions*, 16, 1833 - 1849. <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0630-9>

Luchi, N., Mancini, V., Feducci, M., Santini, A., Capretti, P. (2011). *Leptoglossus occidentalis* and *Diplodia pinea*: a new insect-fungus association in Mediterranean forests. *Forest Pathology*, 42, 246 - 251. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2011.00750.x>

Marôco, J. (2014). Análise Estatística com o SPSS Statistics (6ª ed.). Report Number – Análise e Gestão de Informação, Lda. Pêro Pinheiro.

Molina, M.P. (1991). El pino piñonero. Un pino para el secano costero e interior. *Renares*, 8, 8 - 11.

Montgomery, D.C. (1996). Designs and analysis of experiments. Arizona State University. John Wiley & Sons, Inc.. United States of America.

Munck, I.A., Stanosz, G.R. (2009). Quantification of conidia of *Diplodia spp.* extracted from Red and Jack Pine Cones. *Plant Disease*, 93, 82 - 86.

Mutke, S., Sievänen R., Nikinmaa, E., Perttunen, J., Gil, L. (2005). Crown architecture of grafted stone pine (*Pinus pinea* L.): shoot growth and bud differentiation". *Trees - structure and Function*, 19, 15 - 25.

Mutke, S., Iglesias, S., Gil, L. (2007). Selección de clones de pino piñonero sobressalientes en la producción de piña. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 16, 39 - 51.

Pinheiro, A. C., Barriguinha, A. F. (2006). Utilização de um vibrador mecânico na colheita de pinha (*Pinus pinea* L.). *Vida Rural - Dossier técnico mecanização*.

Piqué, M. (2004). La modelización forestal como base para la gestión y aprovechamiento sostenible de los montes de *Pinus pinea* L. de Cataluña. Rural Forest. Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

Regent (2002). Color analysis with Regent's programs. Regent Instruments, Inc.

Runyon, R.P., Haber, A., Pittenger, D.J., Coleman, K.A. (1996). Fundamentals of behavioral statistics. McGraw-Hill. New York.

Saraiva, I. (1997). O pinhão. Litexa Editora.

Simak, M., Gustafsson, A. (1953). X - Ray Photography and sensitivity in forest tree species. *Hereditas*, 39, 458 – 468. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1601-5223.1953.tb03430.x>

Sousa, E., Evangelista, M., Rodrigues, J.M. (2007). Identificação e monitorização de pragas e doenças em povoamentos florestais. Direção Geral dos Recursos Florestais. Lisboa. http://www.inia.pt/fotos/gca/identificacao_e_monitorizacao_de_pragas_e_doencas_em_povoamentos_florestais_1369126156.pdf

Sousa, E., Naves, P. (2011). The western conifer seed bug *Leptoglossus occidentalis* Heidemann, 1910 (Heteroptera: Coreidae) in Portugal. *Bol. San. Veg. Plagas*, 37, 65 – 67.

Sousa, E., Naves, P., Ferreira, C., Valdivieso, T., Varela, C., Pimpão, M. (2012). Estudo do impacte e bio-ecologia do *Leptoglossus occidentalis* e outros insetos e fungos na indústria de pinhão 2011|2012. Relatório de projeto FFP. INRB. Oeiras.

Sousa, E., Pimpão, M., Valdivieso, T., Naves, P., Branco, M. (2017). Cone pests of stone pine in the Mediterranean basin. *Options Méditerranéennes A*, 122 – Mediterranean pine nuts from forests and plantations.

Sousa, M. (1968). Alguns aspectos do melhoramento selectivo do Pinheiro Manso (*Pinus pinea* L.). Relatório final do curso de engenheiro silvicultor. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa.

SPSS (1999). *SPSS Advanced models* 10.0, SPSS, Inc., Chicago, IL.

Tanataba, T., Shibaya, T., Hori, K., Ebana, K., Yano, M. (2012). SmartGrain: High-Throughput Phenotyping Software for measuring seed shape through image analysis. *Plant Physiology*, 160, 1871 - 1880.

Tapias, R., Gil, L., Fuentes-Utrilla, P., Pardos, J.A. (2001). Canopy seed banks in Mediterranean pines of south-eastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinaster* Ait., *Pinus nigra* Arn., and *Pinus pinea* L.. *Journal of Ecology*, 89, 629 - 638.

Telles, M. R. (2013). A cultura do pinheiro manso para a produção de pinha e pinhão. Efeito da enxertia no rendimento de povoamentos de pinheiro manso. Workshop & Ação de Demonstração "A Cultura do Pinheiro Manso para a Produção de Pinha/Pinhão ". UNAC. Coruche. [http://www.unac.pt/images/eventos/03 Mariana Ribeiro Telles APFC.pdf](http://www.unac.pt/images/eventos/03_Mariana_Ribeiro_Telles_APFC.pdf)

United Nations (2002). Standard layout for dry and dried produce - annex ii: determination of the moisture content for dry produce (nuts). Economic Commission for Europe – Committee for trade, industry and enterprise development. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/.../2002_09_a15.doc

United Nations (2012). Unece Standard DDP-12 concerning the marketing and commercial quality control of Pine Nut Kernels. United Nations Economic Commission for Europe. New York and Geneva. [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/Recommendations/Archives/Recommendation_12E PineNutKernels_2012.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/agr/standard/dry/Recommendations/Archives/Recommendation_12E_PineNutKernels_2012.pdf)

UNAC (2017). Mercado da pinha - Síntese da campanha dez de 2016 a mar de 2017. [http://www.apfc.pt/xms/files/Docs/Sintese Campanha da Pinha 2016 2017.pdf](http://www.apfc.pt/xms/files/Docs/Sintese_Campanha_da_Pinha_2016_2017.pdf)

UTAD (2018). Jardim Botânico. https://jb.utad.pt/especie/Pinus_pinea

Zar, J. (1999). Biostatistical analysis (4th Ed.). Prentice-Hall, INC.. Englewood Cliff.

ANEXO 1

Representação gráfica dos testes de diagnóstico de ajustamento do modelo encontrado

