



esac

Politécnico de Coimbra

Mestrado em Recursos Florestais

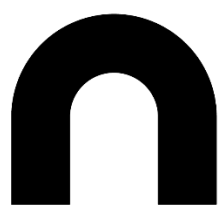
Relatório de Dissertação

**Operação de preparação de terreno e
plantação mecânica com alfaia Risutec**

Filipe Rafael Carvalho Amado

2019101037

Coimbra, 2021



esac

Politécnico de Coimbra

Mestrado em Recursos Florestais

Relatório de Dissertação

**Operação de preparação de terreno e
plantação mecânica com alfaia Risutec**

Orientador interno: Maria Filomena Gomes

Tutor na empresa: António Marques Pinho

Empresa: Altri Florestal

Filipe Rafael Carvalho Amado

2019101037

Coimbra, 2021

Agradecimentos

Este trabalho só foi possível realizar graças à colaboração da equipa de trabalho da empresa Altri Florestal nos últimos três anos. Começo por agradecer aos meus colegas de trabalho, Eng. Pedro Silva, Eng. Miguel Grillo, Sr. Paulo Patrício, Eng. Afonso Costa, Sr. António Lopes, Eng. Luís Ferreira, Eng. Luís Leal, Sr^a Julieta Sousa, ao meu orientador externo Eng. Marques Pinho, pelo apoio prestado, mas alastro o reconhecimento à restante equipa de trabalho que se envolveu de alguma maneira com a alfaia e com quem pude trocar ideias e aplicá-las.

Particularizo a Professora Dr.^a Filomena Gomes, como minha orientadora interna, pelas suas recomendações não só no tratamento dos dados estatísticos como na elaboração do relatório e pela partilha de ideias que me enriquecerão no futuro.

Agradecer a todos os professores com quem me fui cruzando no decorrer do curso e a quem fico imensamente grato pela passagem do conhecimento, pelas trocas de ideias e esclarecimentos de dúvidas.

Tenho que agradecer aos meus colegas de curso, principalmente aos que me acompanharam neste percurso desde a licenciatura durante os últimos 5 anos, com quem pude partilhar inúmeras situações, por tudo o que me proporcionaram, pelo estudo em conjunto, apontamentos e explicações das matérias mal percebidas e por todos os outros momentos que passámos.

Reconheço o contributo dos elementos da empresa Silvokoala, nomeadamente ao empresário Eng. Nuno Valente; ao Rodrigo Martins, operador do conjunto máquina giratória e alfaia; ao Márcio Ferreira e ao Vitor Pereira, elementos cruciais no desempenho da função de apoio à alfaia Risutec.

Pelo auxílio na recolha de dados em campo, agradeço à minha namorada, primo Duarte e ao meu irmão.

Agradeço a toda a minha família, mas destaco os meus pais pelos sacrifícios que fazem no seu dia a dia e por serem a minha principal fonte de inspiração, ao meu irmão, enquanto pessoa que me proporciona ânimo na vida e à minha namorada, enquanto apoiante integrante na minha vida académica e complacente companheira.

Resumo

O presente trabalho tem como objetivos avaliar as produtividades e os custos das operações com recurso à alfaia Risutec SKB-180, aferir a distribuição do tempo de trabalho da alfaia sem aplicação de gel e avaliar a taxa de sobrevivência das plantas, com vista à eficiência e qualidade da operação de plantação mecanizada.

A informação das operações acompanhadas e registadas foi obtida em povoamentos de eucalipto do património florestal da empresa Altri Florestal, inseridos na região florestal Norte, onde a orografia é bastante acidentada. Os dados obtidos resultam da atividade da máquina na época de plantação adequada, sem a aplicação de gel e em diferentes condições de estação.

Em Portugal e na Europa Ocidental não existe nenhuma alfaia igual, assim como o registo de estudos a este respeito é praticamente inexistente.

A produtividade e os custos associados têm tendência a subir com a densidade do povoamento. Esta alfaia instala, aproximadamente, 109 plantas/hora, com o custo médio por planta de 0,70€ na operação. Demora 9h48min por hectare, a efetuar as operações de preparação do terreno simultaneamente com a plantação, e tem um custo associado de 714€ por hectare, assumindo a densidade média de 800 plantas/ha. As plantas instaladas mecanicamente têm uma taxa de sobrevivência idêntica à plantação manual. No entanto, considera-se relevante melhorar a eficiência do equipamento de forma a reduzir o tempo improdutivo.

A operação de preparação de terreno e plantação mecanizada com a alfaia Risutec pode oferecer uma solução viável no futuro próximo ao dar resposta à escassez de mão-de-obra em Portugal, onde a competitividade económica, social e tecnológica está a aumentar. Por outro lado, o equipamento está melhor adaptado face às alterações climáticas globais na medida em que as intervenções são localizadas, reduzindo o impacto ambiental e a erosão associada às mobilizações contínuas ou mesmo em faixas.

Palavras-chave:

Mecanização, Mobilização do Solo, Operação Florestal, Rearborização, Silvicultura.

Abstract

The present work aims to evaluate the productivity and costs of operations using the Risutec SKB-180 implement, to assess the distribution of working time of the implement without the application of gel and evaluate the plant survival rate, with a view to the efficiency and quality of mechanized plantation operation.

The information from the monitored and recorded operations was obtained in eucalyptus stands from the forest heritage of the company Altri Florestal, located in the northern forest region, where the orography is quite rugged. The data obtained result from the machine activity at the proper planting time, without the application of gel and in different season conditions.

In Portugal and Western Europe no similar implement exists, and the record of studies in this regard is practically non-existent.

Productivity and associated costs tend to increase with stand density. This implement plants approximately 109 plants/hour, with an average cost per plant of 0,70€ in the operation. It takes 9h48min per hectare, to perform the land preparation operations simultaneously with planting, and has an associated cost of 714€ per hectare, assuming an average density of 800 plants/ha. Mechanically installed plants have a survival rate identical to manual planting. However, it is considered relevant to improve the efficiency of the equipment in order to reduce unproductive time.

The mechanized field operation and planting preparation with the Risutec implement may offer a viable solution in the near future by addressing the labor shortage in Portugal, where economic, social and technological competitiveness is increasing. On the other hand, the equipment is better adapted to global climate change as the interventions are localized, reducing environmental impact and associated erosion with continuous or banded interventions.

Key words:

Mechanization, Soil Mobilization, Forestry Operation, Reforestation, Silviculture.

Índice

Lista de figuras	VI
Lista de tabelas	VII
Lista de quadros.....	VII
Lista de siglas e abreviaturas	VIII
1. Introdução.....	1
2. Revisão bibliográfica.....	3
2.1. Mecanização das operações florestais	3
2.2. Alfaia Risutec	4
2.3. Técnica de mobilização e tipologia de solos	7
2.4. Planta do género <i>Eucalyptus</i>	8
2.5. Silvicultura do género <i>Eucalyptus</i>	10
2.6. O estudo dos tempos de trabalho	12
3. Materiais e métodos	14
3.1. Produtividade e custos da alfaia Risutec	14
3.2. Distribuição do tempo pelas fases da operação	19
3.3. Avaliação da qualidade da plantação	21
3.4. Recolha de dados e tratamento estatístico	22
4. Resultados e discussão	24
4.1. Produtividades e custos da alfaia Risutec	24
4.2. Estudo comparativo das operações com os valores estimados pela CAO e praticados pelas empresas.....	29
4.2.1. Análise estatística dos resultados.....	32
4.3. Distribuição do tempo pelas fases da operação	35
4.4. Taxa de sobrevivência das plantas.....	38
4.5. Análise SWOT.....	41
5. Conclusão	44
6. Referências Bibliográficas	46
ANEXOS	50

Lista de figuras

Figura 1 - Progressão da mecanização nas operações silvícolas (Adaptado: Ramantswana M. et al., 2020).	3
Figura 2 - Registo fotográfico da alfaia Risutec SKB-180.....	4
Figura 3 - Tipo de subsolador da alfaia Risutec SKB-180.....	4
Figura 4 - Vista de perfil esquerdo da alfaia Risutec SKB-180. (A) Alfaia em processo de recolha do ripper. (B) Alfaia exibindo o tabuleiro de plantas com ripper recolhido...	5
Figura 5 - Alfaia Risutec SKB-180 acoplada a giratória de rastos convencional.	5
Figura 6 - Tanque de água, com capacidade de 200 litros (Fonte: Risutec).	6
Figura 7 - Registo fotográfico da instalação de uma planta no solo pela Alfaia Risutec SKB-180.....	17
Figura 8 - Esquema da Parcela de Inventário Florestal.....	21
Figura 9 - Número de áreas de estudo (amostras) e área intervencionada, de acordo com o declive, nº plantas/ha e armação do terreno.	24
Figura 10 - Média ponderada do custo unitário por planta, de acordo com a condição.....	25
Figura 11 - Média ponderada da produtividade, em número de horas por hectare, de acordo com a condição.	25
Figura 12 - Média ponderada da produtividade de plantas por hora e custos por hectare, de acordo com a condição.	26
Figura 13 - Média ponderada dos custos por hectare, de acordo com a condição.	27
Figura 14 - Distribuição dos tempos de trabalho, em h/ha, em cada área de ensaio.	30
Figura 15 - Produtividade, em nº plantas/h, em cada área de ensaio.	30
Figura 16 - Custos por unidade de área, em €/ha, em cada área de ensaio.	31
Figura 17 - Tempos de trabalho, em h/ha, em função dos graus de dificuldade.....	33
Figura 18 - Análise Multivariada: Análise de componentes principais (PCA)* e de Clusters**.....	34
Figura 19 - Distribuição de tempo total e tempo principal, em função da instalação sem a prévia preparação de terreno.....	35
Figura 20 - Estado da instalação de plantas após a preparação do terreno e plantação com recurso à alfaia Risutec.....	36
Figura 21 - Distribuição de tempo total e tempo principal, em função da instalação com a prévia preparação de terreno.....	36
Figura 22 - Estado da instalação de plantas após a preparação do terreno com meios tradicionais e a plantação com recurso à alfaia Risutec.	37
Figura 23 - Condições dos slots. (A) Planta vigorosa. (B) Planta morta.....	38

Lista de tabelas

Tabela 1 - Análise de regressão linear múltipla para os tempos de trabalho (h/ha) avaliados pelas variáveis independentes: dimensão da área, graus de dificuldade para a alfaia e graus de dificuldade acrescendo a do recurso humano.	32
Tabela 2 - Análise de regressão linear múltipla para os custos de trabalho (€/ha) avaliados pelas variáveis independentes: dimensão da área, graus de dificuldade para a alfaia e graus de dificuldade acrescendo a do recurso humano.	32
Tabela 3 - Taxa de sobrevivência das plantas instaladas em diferentes propriedades. .	38
Tabela 4 - Taxa de sobrevivência das plantas instaladas em função da metodologia, em diferentes propriedades.	39
Tabela 5 - Taxa de sobrevivência das plantas instaladas em função da metodologia, na mesma propriedade.	39

Lista de quadros

Quadro 1 - Caracterização e graus de dificuldade das propriedades analisadas.	29
---	----

Lista de siglas e abreviaturas

AF - Alti Florestal

AFN - Autoridade Florestal Nacional

CAOF - Comissão de Acompanhamento para as Operações Florestais

CNROA - Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

DCCI - Defesa da Floresta Contra Incêndios

FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*

FGC - Faixa de Gestão de Combustível

GPS - *Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global)

IFN - Inventário Florestal Nacional

RJAAR - Regime Jurídico Aplicável às Ações de Arborização e Rearborização

T.E.A. - Termo de Explorabilidade Absoluta

UNESCO - *United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization*

SE - *Standard error* (Erro-padrão)

SROA - Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

WRB - *World Reference Base for Soil Resources*

1. Introdução

Este documento insere-se no âmbito do estágio profissionalizante, enquanto dissertação, do Mestrado em Recursos Florestais e contém o alongamento do tema “Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec”. Este estudo incidiu nas matas próprias do património florestal da empresa Altri Florestal, inseridas na região florestal Norte, uma vez que no resto do país ainda não se realizaram quaisquer tipos de ensaios com o equipamento. Esta região é caracterizada pela orografia acidentada, acessos difíceis com zonas remotas, bons solos e condições climáticas favoráveis para a instalação de povoamentos (Daveau, 1995).

Em termos contextuais, a floresta portuguesa desempenha um papel importante, quer em termos económicos, enquanto base das fileiras industriais desenvolvidas, quer em termos sociais, enquanto garantia de emprego em zonas rurais, assim como em termos ambientais, enquanto garantia da preservação do solo, da regulação da qualidade da água e do ciclo hídrico, da proteção microclimática e pela paisagem que proporciona. Nos últimos anos, os impactes ambientais advêm de inúmeras problemáticas, como a recorrência de incêndios rurais, questões de fitossanidade das plantas, proliferação de espécies invasoras, desordenamento do território e abandono da gestão das propriedades. Nesse sentido, existe a necessidade que identificar as ações essenciais para colmatar os problemas enunciados, passar à implementação no terreno o mais breve possível e tornar a floresta prestável, tendo em conta os conceitos da sustentabilidade e da correta gestão florestal (Presidência do Conselho de Ministros, 2015).

O espaço florestal ocupa 69,4% do território nacional, cerca de 6,2 milhões de hectares. Nos últimos anos, até 2017, houve um aumento significativo da ocupação da área de eucalipto, que representa 26% da floresta continental, ocupando 845 mil hectares (ICNF, 2015).

Face às necessidades da indústria da celulose em Portugal (CELPA, 2020), aliado ao facto de existirem cada vez mais restrições no que concerne à arborização das espécies, como o eucalipto, para o efeito a nível nacional, é necessário rentabilizar o desempenho das atividades na instalação de povoamentos florestais, e daí, ir-se ao encontro dos propósitos do estudo em questão. Neste caso, a empresa Altri Florestal, integrante do grupo Altri, um dos produtores europeus de referência no setor de pasta para papel e um dos mais eficientes produtores da Europa de pasta de eucalipto branqueada. A empresa compreende na sua atividade florestal a preparação e plantação de terrenos, a manutenção dos espaços florestais em todas as áreas geridas pela empresa e a exploração dos povoamentos a corte. As vendas de madeira são efetuadas, na sua quase totalidade, às empresas produtoras de pasta de papel, do grupo Altri: Celbi, Caima e Celtejo (Altri Florestal, 2021).

A alfaia é acoplada a uma giratória, pertencente à empresa parceira Silvokoala, que tem a capacidade de realizar a mobilização do solo de forma localizada, sem implicar o reviramento do mesmo, podendo também colocar adubo e/ou gel juntamente com a plantação de plantas do género *Eucalyptus*, num processo mecânico e automático (Risutec, 2021).

No âmbito deste trabalho foram identificados os seguintes objetivos: Avaliar a produtividade e o custo das operações recorrendo à alfaia Risutec, sem aplicação de gel, em diferentes condições de estação; avaliar a taxa de sobrevivência das plantas instaladas; avaliar a distribuição do tempo de trabalho nas diferentes fases da operação, sem aplicação de gel. Para

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

estudo comparativo, os resultados observados foram comparados com os valores previstos, nas mesmas condições, de acordo com as tabelas da CAO F e, ainda, os valores praticados por prestadores de serviços da empresa.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Mecanização das operações florestais

A mecanização florestal teve início na América do Norte, nos anos 50. Tratou-se de um progresso que foi potencializado pelo custo e escassez da mão-de-obra florestal (Tavares, 1991). O fomento da mecanização em Portugal iniciou-se, numa primeira instância, em áreas agrícolas, no ano de 1917, através da decisão do Ministro do Trabalho Lima Basto, ao importar os primeiros tratores com motor de explosão e a organizar os primeiros cursos para formação de condutores das respetivas máquinas (Branco, 2015). Mais tarde, a maquinaria existente passou a ser adaptada aos trabalhos florestais e a assumir um expressivo aumento no final do século XX, com meios mecanizados dedicados exclusivamente à floresta (Tavares, 1991).

Atualmente, para a mecanização das operações florestais tem ocorrido um crescente recurso à tecnologia silvícola, tendo como objetivo principal o aumento do rendimento e a qualidade da floresta instalada. Também é relevante a proteção florestal, garantindo uma produção sustentada, com base na conservação e na manutenção do potencial produtivo do solo, assim como o contexto sociocultural, onde as intervenções são realizadas. Segundo Alves (1988), a melhoria das condições de trabalho, com a diminuição do esforço físico é também uma vantagem da mecanização que merece a pena referir.

Através da **Figura 1**, verificam-se os diferentes métodos de atuação nas operações florestais de preparação do terreno, plantação e manutenção, que estão relacionados com a atuação da alfaia Risutec. Assim, é possível situar o nível em que se encontra a alfaia em estudo, nomeadamente, no método mecanizado.

	MANUAL	MOTOMANUAL	SEMIMECANIZADO	MECANIZADO	AUTOMATIZADO
PREPARAÇÃO DO TERRENO					
PLANTAÇÃO		—			
MANUTENÇÃO					

Figura 1 - Progressão da mecanização nas operações silvícolas (Adaptado: Ramantswana M. et al., 2020).

De acordo com a imagem anterior, a plantação motomanual ainda não existe e o sistema automatizado é meramente conceitual. As soluções existentes e as vindouras oferecem alternativas para a execução de trabalhos em grande parte ou exclusivamente manual, com tendência para a realização das tarefas somente com máquinas (Ramantswana M. et al., 2020).

2.2. Alfaia Risutec

A alfaia Risutec, retratada na **Figura 2**, corresponde ao modelo SKB-180 das máquinas florestais produzidas pela marca finlandesa Risutec. Enquanto plantador mecânico, com modo subsolador, tem como função a otimização de povoamentos, com o objetivo de produção e aumento dos rendimentos das operações que executa. Assim, combina todas as fases da instalação de povoamentos e aumenta a eficiência do processo de plantação, uma vez que realiza várias tarefas em simultâneo e acaba por reduzir riscos (Risutec Oy, 2017).



Figura 2 - Registo fotográfico da alfaia Risutec SKB-180.

É constituída por uma estrutura robusta de mobilização de solo, um subsolador que se assemelha a um *ripper* tridentado (**Figura 3**), com comprimento de 70 cm e um mecanismo de adubação+plantação. Este mecanismo coloca o adubo de fundo e a planta no solo de forma automática. O conjunto da alfaia tem o peso, aproximado, de 1800Kg e outras especificações, que podem ser consultadas no **ANEXO I**, assim como a ficha técnica.



Figura 3 - Tipo de subsolador da alfaia Risutec SKB-180.

Esta alfaia tem a capacidade de fazer a mobilização de solo localizada, rompendo-o a uma profundidade adequada, controlada pelo operador. Assim, não implica a inversão de horizontes do solo, pois fragmenta e solta-o verticalmente, podendo depois formar valas. Também pode remover alguns resíduos da área, colocar adubo com quantidades padronizadas aquando da precisa plantação e, quando pretendido, pode aplicar gel. As execuções destas operações são realizadas de forma mecânica, automática e sequencial (Risutec, 2021). Após estarem efetuadas, na lateral do exterior do equipamento, acende-se uma luz amarela, que avisa quando o ciclo da instalação termina. Ao acender a luz, o operador sabe que a alfaia deve ser

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

imediatamente deslocada para o próximo espaço a ocupar com uma nova planta. Segundo o fabricante, este ciclo normal de instalação dura entre três e quatro segundos (Risutec Oy, 2017).

Tem uma capacidade de transporte de 180 plantas, armazenadas num tabuleiro que desliza numa base unidirecional nos dois sentidos (consultar **Figura 4**), e possibilita que as mesmas sejam sugadas para dentro da alfaia de forma escalonada. O sistema de reabastecimento de plantas é simples, basta transferir manualmente as plantas, que estão em contentores, **ANEXO II** - (Sinorplásticos, Lda, 2017), para os espaços vazios no tabuleiro da alfaia, com auxílio de um recurso humano, pelo fabricante uma pessoa leva 4 a 6 minutos a reabastecê-lo.

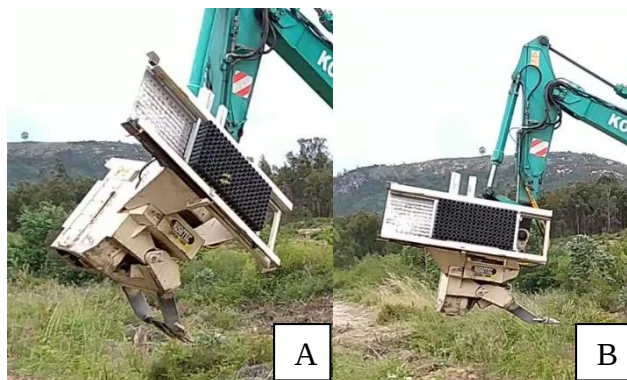


Figura 4 - Vista de perfil esquerdo da alfaia Risutec SKB-180. (A) Alfaia em processo de recolha do ripper. (B) Alfaia exibindo o tabuleiro de plantas com ripper recolhido.

Para trabalhar necessita de estar acoplada a uma escavadora giratória de rastos convencional, neste caso Kobelco SK210, com mais de 16 toneladas, **Figura 5**, sendo o conjunto inferior a 20 toneladas e, portanto, capaz de operar em áreas com diferentes condições, com a presença de pedregosidade e elevados declives.



Figura 5 - Alfaia Risutec SKB-180 acoplada a giratória de rastos convencional.

Para acompanhar o manuseamento da alfaia, como qualquer outra escavadora giratória, deve cumprir-se com a distância de segurança, nunca inferior a duas vezes o comprimento do braço da giratória (Aliança Florestal et al., 2007).

Associado a este equipamento está também uma aplicação informática, desenvolvida pela Risutec, que permite georreferenciar cada planta colocada no terreno, o *software* denominado ASTA. Para além da delimitação da área a trabalhar, a esta georreferenciação, podem ser associadas outras informações, como o material genético das plantas e a armação de terreno. Para além disso, é uma ferramenta que auxilia o operador da giratória a situar-se e ajuda-o a atingir as densidades pretendidas consoante o local, uma vez que fornece informação relacionada com a localização e o número de plantas instaladas, bem como os ritmos de trabalho em tempo real, que acabam por anular a necessidade de fazer registo desses tempos de forma manual e gerar outros relatórios (Jaakob Tiainen, 2018).

O sistema de orientação da Risutec, estabelecido para florestas de grandes dimensões e para diferentes espécies, possibilita a plantação em período noturno. Noutros países, como Chile, África do Sul e China também é utilizado em plantações de eucalipto (Risutec, 2021).

A aplicação de gel com a alfaia necessita da instalação de um módulo de gel com *kit* de bomba de água na giratória, antes da época de verão – período dos meses quentes – e que seja removível quando pretendido, uma vez que nas duas épocas habituais não necessita de o utilizar.

O mencionado *kit* é constituído pela bomba de água, estrutura da bomba de água, válvula de retenção, mangueira de água, conector da mangueira de água ao tubo de plantação e tanque de água, com capacidade de 200 litros, retratado na **Figura 6**. Entre outros aperfeiçoamentos, este complemento foi instalado pela primeira vez no terceiro trimestre do ano de 2021. Para além do que já possui, pode equipar outro reservatório igual ou substituir por outro com diferente dimensão (Risutec, 2021).



Figura 6 - Tanque de água, com capacidade de 200 litros (Fonte: Risutec).

Por ser caso único, tem sofrido algumas alterações com o passar dos tempos, tendo em vista uma adequada estrutura e operacionalidade perante as condições existentes, neste caso em Portugal (Aikala, 2014). A nível mundial, não existem muitos estudos sobre este tipo de alfaia, mas sabe-se que tanto na Finlândia como na Estónia já se fizeram algumas experiências, de onde foram retiradas algumas ilações, entre as quais o elevado custo de utilização, quando comparado aos métodos tradicionais desses países (Vēsmiņš G. et al., 2020).

2.3. Técnica de mobilização e tipologia de solos

Uma avaliação prévia da aptidão do local onde se pretende fazer uma arborização ou rearborização deve ser feita de forma a que tanto os gastos, como os possíveis danos provocados no solo, sejam minimizados. Assim, deve ter-se em conta a tipologia e as condições do solo, como a caracterização física (pedregosidade e textura), química (teor de nutrientes) e morfológica (espessura de horizontes). Também é relevante conhecer-se o relevo, a vegetação existente, o vento e as restantes condições climáticas, para que se possa determinar o potencial de produtividade do local, assim como limitações e adequar as plantas e as práticas silvícolas às condições existentes (Gomes et al., 2006).

A classificação dos solos pode ser consultada no **ANEXO III**, onde se apresenta com a metodologia definida pelo SROA / CNROA, para território nacional, com a correspondência da primeira classificação da FAO / UNESCO (Cardoso et al., 1973) e a versão da WRB, também da FAO que é atualmente uma referência, para contexto internacional. Pela classificação portuguesa, existem solos orgânicos e solos minerais, estes últimos compreendem ordens, incipientes, litólicos, calcários, barros, mólicos, solos argiluvitados, podzolizados, halomórficos e hidromórficos (Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, 2009).

A técnica de mobilização do solo é fundamental para sustentar a instalação de plantas (SILVANUS, 1997). Tem como principal objetivo proporcionar às plantas a instalar condições favoráveis de desenvolvimento, designadamente, uma boa oxigenação e adequados teores de água no solo nos períodos de crescimento. Procura-se intervir no solo, promovendo a sua descompactação no sentido de melhorar o arejamento e capacidade de infiltração e retenção de água, como também aumentar a profundidade útil e romper horizontes impermeáveis que possam ocorrer; é indispensável a criação de uma textura fina para o enraizamento das plantas. A mobilização do solo está diretamente relacionada com o tipo de solo, o seu material originário e o declive (Correia & Oliveira, 1999). Devem assumir-se as técnicas adequadas de mobilização do solo consoante as condições que estão no terreno (Molina, 1989). Ora, esta alfaia consegue efetuar uma mobilização do solo de forma localizada, com abertura de covas e, posterior, instalação das plantas. Também acaba por efetuar uma limpeza de matos de forma localizada e, no caso de um novo ciclo, destroçar alguns cepos mais deteriorados que possam existir, sem forçar muito o dente e os hidráulicos do equipamento (DSVPF, 2003). Conforme mencionado por Correia e Oliveira (1999), entende-se por preparação de terreno um conjunto de operações que nas condições habituais envolve: destruição da vegetação existente; trabalho de mobilização do solo, no sentido de fornecer às sementes ou às plantas as melhores condições de sucesso de instalação.

A utilização da alfaia Risutec substitui a técnica de ripagem, que tem como objetivo o rompimento de horizonte impermeável, sem inverter os horizontes do solo, aumentar o volume de solo explorado pelas raízes, favorecer a infiltração da água, proporcionar o desenvolvimento das raízes com arejamento (Gomes et al., 2006) e, assim, aumentar a produtividade do povoamento a ser instalado. Esta técnica tem uma profundidade de trabalho até aos 70 cm. Pode ser feita de forma simples e é seguida pela plantação no seguimento das linhas, considerando o compasso pretendido (CEF-ISA, 2003).

A instalação das plantas é antecedida pelo controlo da vegetação espontânea junto do local onde se instala a planta, deste modo, preserva-se uma faixa desta vegetação nas entrelinhas e só se remexe na cova. De seguida, na preparação do terreno, procede-se à mobilização do solo através da abertura mecanizada de covas, de forma localizada, tratando-se de uma técnica que pode ser utilizada em quase todas as situações, em especial em zonas com declive muito elevado, sem acesso manual, escassez de mão-de-obra, existência de afloramentos rochosos ou outros aspetos que impeçam ou dificultem a adoção de outros processos de mobilização do solo e, acabando-se por definir a armação do terreno (DSVPF, 2003).

A mecanização das operações florestais tem vários comprometimentos, para além do elevado custo da aquisição dos equipamentos utilizados, também está perante as características do território português, como as más condições e a falta de caminhos ou acessos, as características fundiárias das propriedades, principalmente no minifúndio, mas também as formas, a dispersão das propriedades e os obstáculos existentes podem constituir um impedimento e/ou o aumento dos custos à mecanização florestal.

2.4. Planta do género *Eucalyptus*

As plantas do género *Eucalyptus* correspondem a mais de 700 espécies (na sua maioria originárias da Austrália e Tasmânia), sendo que apenas uma pequena percentagem é plantada a nível mundial e, a plantação em Portugal é ainda mais restrita. Este género tem bastante relevância quanto à sua produção, constituindo a matéria-prima um dos principais setores industriais da economia portuguesa, que é a indústria da pasta e papel (Alves et al., 2007).

A espécie mais utilizada em Portugal é o *Eucalyptus globulus*, também conhecido por eucalipto-comum, originário da Tasmânia e sudeste australiano (UTAD, 2012), foi descoberto e descrito pelo botânico francês Jacques Labillardière (Biorede, 2005).

Este eucalipto tem a particularidade de ser conduzido segundo um sistema de produção relativamente simples, baseado na precocidade do crescimento rápido e na capacidade de criar, após o corte, novos caules a partir de gomos dormentes na base do tronco. Esta facilidade de propagação vegetativa por rebentação da toíça permite a condução em talhadia. Os povoamentos são normalmente explorados em rotações de 10 a 14 anos, permitindo três a quatro cortes. Após o primeiro corte o eucalipto é explorado em regime de talhadia (Alves et al., 2007). Tendo como principal finalidade a produção de celulose destinada à produção de pasta de papel (Celbi, 2018).

De uma forma geral, as condições mais favoráveis ao crescimento desta espécie perenifólia passam por precipitações elevadas, superiores a 600 mm, com distribuições regulares ao longo do ano, temperatura média anual superior a 10°C ou com uma temperatura média mensal do mês mais frio nunca inferior a 7°C (Altri Florestal, 2018) e, segundo o autor Tomé (1994), o número de dias com geada é uma das variáveis climáticas analisadas mais decisivas para a determinação da produção. Situações onde são de prever défices hídricos acentuados (mais de 5-6 meses) são de evitar. Em relação aos solos, adapta-se a uma grande variedade, com melhores desenvolvimentos em solos férteis, limo-argilosos e bem drenados. No que respeita à altitude, acima de 600 metros, o desenvolvimento do *E. globulus* é comprometido,

fundamentalmente devido aos ventos e às baixas temperaturas no Inverno. Também tem como condicionantes ao seu desenvolvimento, as precipitações inferiores a 600 mm, elevadas altitudes, temperaturas baixas, ventos, solos mal drenados (encharcamento) ou calcários (Altri Florestal, 2018), (Tomé, 1994).

Perante as limitações da principal espécie de eucalipto, existe a necessidade de adaptar outras plantas às condições edafoclimáticas existentes nos diferentes territórios em Portugal, como tal, surge a necessidade de introduzir outras espécies, apesar do desempenho de crescimento do lenho não ser tão bem-sucedido, que sobreviva às condições não sustentadas pelo *E. globulus*, recorrendo por exemplo ao *E. nitens*, ao *E. dunni*, ou a clones híbridos, como por exemplo o Eucalipto YG15 (*E. globulus* x *E. Cypelloarpa*) (Nogueira, 2019).

Na altura da plantação, as plantas devem ter entre 3 e 6 meses e uma altura média de 25 a 40 cm. A colocação da planta no terreno deve ser feita sempre com o torrão na vertical, e de forma a não o deformar. Em Portugal, existem duas épocas de plantação adequadas para o eucalipto, nomeadamente, na primavera ou no outono, estações do ano em que há maior disponibilidade de água no solo e temperaturas mais amenas (e-globulus, 2021).

Estas plantas variam o seu comportamento consoante os locais geográficos onde são instaladas, estando diretamente relacionado com as condições de precipitação, temperatura e características do solo (nutrientes e capacidade de armazenamento de água) (Alves et al., 2007).

O elevado teor de humidade das folhas jovens dos eucaliptais, em conjunto com a área foliar elevada do povoamento, enquanto estão na fase de desenvolvimento jovem, originam um comportamento do fogo caracterizado por proporcionar uma intensidade baixa a moderada e o risco é reduzido de transição para fogos de copas (Bernier, 2010).

Em termos legislativos, com base no Decreto-Lei nº 148/2017, de 5 de dezembro, a rearborização com espécies do género *Eucalyptus* sp. só é permitida quando a ocupação anterior constitua um povoamento puro ou misto dominante de espécies do mesmo género. Perante a Portaria nº528/89, de 11 de julho, as áreas de macrozonagem para o eucalipto têm as densidades à plantação limitadas entre 1100 e 1600 plantas/ha (Alves et al., 2007). As restantes implicações do eucalipto em Portugal estão sujeitas ao Decreto-Lei nº 96/2013, de 19 de julho, que estabelece o regime jurídico aplicável às ações de arborização e rearborização, com recurso a espécies florestais, no território continental.

Para se proceder à instalação de eucaliptos é, forçosamente, necessário elaborar um projeto de rearborização para o efeito, o mesmo tem de ser aceite e validado pelos técnicos do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, que para além disso, deverão proceder à autorização e comunicação prévia das ações, instituindo um sistema de controlo, avaliação e informação (ICNF, 2020).

Relativamente à operação de retanchar, desde que o projeto RJAAR contenha essa operação e esteja devidamente aprovado, pode executar-se a operação sem aviso prévio, logo que seja realizado num período de tempo inferior a 2 anos e que contenha o número de plantas definidas no projeto inicialmente elaborado e aprovado.

Quanto aos adensamentos, isto é, a reposição de falhas num povoamento com vista à regularização de densidades, de acordo com um determinado modelo de silvicultura, tratando-se de arborizações realizadas através de plantação ou sementeira no interior de povoamentos

florestais já previamente existentes, não poderá apresentar uma área contínua superior a 0,5 ha, uma vez que nesse caso será considerada como constituindo um novo povoamento florestal e, como tal, está abrangida pelo Decreto-Lei n.º 96/2013, que implica a realização de um novo projeto RJAAR (ICNF, 2017).

2.5. Silvicultura do género *Eucalyptus*

Pelo modelo de silvicultura adotado pela empresa Altri Florestal, a exploração do recurso lenhoso das plantas do género *Eucalyptus* é obtido através do seu corte aos 12 anos (Altri Florestal, 2018). Visto que, é até essa altura que se consegue obter uma produtividade rentável, em unidades de volume de madeira por unidade de área e por unidade de tempo – produção de madeira e o máximo de a.m.a. ($\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) – com as dimensões pretendidas, já que é esse o *core business* face às necessidades das unidades fabris e, também por ser em torno dessa idade, que se obtém o termo de explorabilidade absoluta (Alves et al., 2007).

Para que as ações de plantação tenham maior sucesso, é importante garantir que a qualidade genética das plantas está de acordo com as características do local onde serão instaladas. A plantação deve ser executada quando o solo tiver um teor de humidade adequado e nos sulcos abertos, neste caso pela alfaia Risutec, que são as zonas mais descompactadas e mais arejadas. As plantas devem ser colocadas no terreno, na vertical, evitando danificar as raízes. O torrão deve ficar coberto de terra, devendo o solo envolvente ser levemente compactado para evitar a formação de bolsas de ar (Altri Florestal, 2018).

As ações de retanchar consistem na reposição das plantas, que por algum motivo não sobreviveram, geralmente, após seis meses, no máximo um ano e, em último caso, dois anos da plantação. Consoante a percentagem de mortalidade das plantas instaladas na primeira ação, pode existir a necessidade de adensar o povoamento para uniformizar o povoamento, evitar espaços vazios e rentabilizar a área a gerir.

Caso as plantações e as retanchar tenham de ser executadas fora da época de plantação, existe sempre a possibilidade de aplicar gel, aquando da instalação das plantas. Esse gel tem uma textura gelatinosa, que pode ser aplicado com pistolas de água, tanques ou reservatórios de líquidos, para poder ser derramado ou injetado no solo e pode ser facilmente misturado com fertilizantes orgânicos secos e outros materiais orgânicos. Assume dois métodos de utilização enquanto produto seco ou enquanto mistura pré-hidratada, com água (Evonik Industries, 2010).

Nas plantas, a água e os nutrientes são assimilados diretamente pelas raízes finas, crescendo diretamente pelas partículas do gel e libertando-se pela ação osmótica do solo. A humidade uniforme colmata e leva ao crescimento da planta. Devido ao rápido e intensivo crescimento da raiz, a sobrevivência da planta é significativamente melhorada. O hidrogel não é capaz de absorver água das plantas. Não existe competição do gel pelo uso da água, uma vez que absorve somente o volume de água excedente ao que o solo não foi capaz de absorver. A pressão osmótica do gel é sempre inferior ao da planta ou do solo (Lopes, 2011).

Em Portugal, de acordo com as experiências efetuadas pela Altri Florestal, o idealizado para as plantas de eucalipto será utilizar perto de 1L de hidrogel por cada planta instalada.

Após cada corte, a decisão de reflorestar é baseada na comparação das produtividades e retorno económico da rotação seguinte, em talhadia, a reflorestação, respetivamente. A reflorestação verifica-se quando cumpre os critérios de aumento de produtividade e rentabilidade esperadas. Todas as florestações ou reflorestações, sem exceção, são realizadas com base em projetos legalmente aprovados. A florestação, na época de plantação adequada, inicia-se com a preparação de terreno, que consiste normalmente no destroçamento e incorporação localizada do material lenhoso existente, seguido de mobilização do solo. A fertilização é prescrita com base na análise de solos e a plantação é feita com uma densidade que pode variar entre 1000 e 1600 plantas por hectare, compasso esse que pode assumir várias configurações, como 3,5x3m ou 3,2x2m. Toda a atividade é monitorizada, durante e após a conclusão da plantação. As plantas utilizadas são produzidas a partir de sementes obtidas por polinização controlada, nas áreas de produção de sementes, ou estacas resultantes do programa de melhoramento genético dos viveiros parceiros da empresa (Altri Florestal, 2018).

O ato da plantação – operação final da instalação de um povoamento florestal – com cuidados e técnicas inerentes associados à sua execução, adquire uma importância fulcral na viabilização e qualidade do futuro povoamento. Deste modo, consiste na colocação, em solo previamente preparado, de plantas de torrão de alta qualidade, produzidas em contentor de forma certificada (Decreto-lei 13/2019, de 21 de janeiro). Para além disso, no que respeita às plantas a introduzir, a idade e dimensão das mesmas revelam-se de extrema importância na decisão sobre a sua qualidade: condicionam a sua resistência à transplantação, a rapidez de crescimento no local definitivo, a facilidade de enraizamento e a capacidade de competição com a vegetação espontânea. Os valores mais adequados para os mesmos são definidos em função das características do clima, na área utilizada.

Seguidamente, coloca-se adubo junto ao covacho, sem que esteja em contacto direto com o sistema radicular da planta. Esse produto de fertilização do solo deve ter em atenção a relação solo/espécie/balanço de nutrientes, podendo desempenhar um papel relevante na taxa de crescimento inicial, na capacidade de competição com a vegetação espontânea, e consequentemente, na taxa de sobrevivência (Gomes et al., 2006). Os adubos normais tradicionais contêm os macronutrientes: azoto, fósforo e potássio, e as doses de aplicação de nutrientes depende, principalmente, da análise prévia do solo. No eucaliptal, ao longo da rotação são feitas duas ou três adubações, conforme o desenvolvimento do povoamento e o seu estado nutricional, acompanhado por operações de controlo da vegetação espontânea (CELPA, 2015).

A fertilização dos solos é a aplicação de adubos diretamente no solo, com o objetivo de manter e aumentar a produtividade. São feitas devido à degradação dos solos e, com a exploração florestal, são retiradas grandes quantidades de nutrientes deste, que é um fator essencial para o crescimento de um povoamento florestal. Além da adubação em campo, as fertilizações também são trabalho laboratorial, pois é necessário escolher o nível de adubo indicado, de acordo com a finalidade do povoamento. Cada adubo tem como objetivo o desenvolvimento de partes específicas das plantas: um adubo com maior teor em azoto é o mais adequado para o melhoramento de folhagem e contribui para a formação de proteínas; o adubo com potássio é utilizado em situações de stress hídrico, pois aumenta a rigidez dos tecidos e melhora a resistência da planta; um adubo fosfatado caracteriza-se por fortificar a parte lenhosa da planta e o crescimento do sistema radicular (Barros, 2020).

O intuito da fertilização é colmatar as deficiências nutricionais do povoamento e garantir a sua sustentabilidade, de forma a potenciar o crescimento das árvores em cada local. Existem dois momentos da aplicação de adubo, na instalação das plantas e na manutenção dos povoamentos, sendo, geralmente, utilizado um adubo granulado, totalmente revestidos, de libertação controlada que acaba por ser depositado no fundo da cova de plantação ou lateralmente à vala de plantação, distanciando entre 15 e 25cm, e incorporado no solo. A época de adubação secundária, ocorre de março a maio, variando pelo território nacional (CELPA, 2015). A alfaia Risutec trabalha com este tipo de adubo granulado e de libertação controlada, com composição N-P-K + Mg/B, como por exemplo 8:24:8 ou 9:20:8+0,1B+3Mg.

As operações de sacha e/ou amontoa e da limpeza de vegetação espontânea são cruciais para a boa condução do povoamento recentemente instalado, uma vez que essa vegetação espontânea, essencialmente matos, competem pela água, nutrientes e luz com as plantas jovens, para além de dificultarem os trabalhos de mobilização do solo. Este tipo de vegetação dificulta os trabalhos de mobilização do solo e a execução das plantações, pelo que se torna necessário fazer o seu controlo. Essa execução poderá ter variável intensidade, na totalidade da área, por faixas ou manchas, ou de forma localizada, só no local de plantação. Pode ainda ser feita periodicamente após a instalação dos povoamentos, pois se não forem controlados, os matos podem destruir por completo a plantação. Estas operações podem ser efetuadas de forma manual, motomanual, com recurso a motorroçadora, ou mecanizada, como o destroçador (Fernandes, 2011).

Relativamente à silvicultura preventiva e gestão de combustíveis, é necessária especial atenção nas ações de rearboreção nas áreas que estão inseridas nas Faixas de Gestão de Combustíveis, pelo conjunto de medidas aplicadas à composição e estrutura dos povoamentos florestais, cumprindo com a legislação em vigor relacionada com a Defesa da Floresta Contra Incêndios. Para tal, os compassos na instalação devem garantir com as plantas de rápido crescimento, como é considerado o eucalipto, a corte se garante um distanciamento entre copas de pelo menos 10 metros junto a habitações e/ou infraestruturas (Assembleia da República, 2017).

2.6. O estudo dos tempos de trabalho

O estudo dos tempos de trabalho da plantação mecanizada com a alfaia Risutec SKB-180 é pioneiro no nosso país. Trata-se de um equipamento muito recente e inovador, que começou a ser utilizado após os incêndios de 2017. Dada à escassez de estudos de tempos de trabalho e produtividades, é ainda difícil atribuir uma boa definição dos níveis de produção desta alfaia.

Porém, existem estudos efetuados na Finlândia para alfaias semelhantes, mas com outros sistemas e mecanismos, sendo neste país que se encontra o fabricante da alfaia e onde existem condições diferentes às de Portugal, assim como as espécies florestais principais a instalar são diferentes (Laine & Saarinen, 2014).

O que se pretende com este tipo de estudo é estimar o tempo que um trabalhador qualificado dispõe a realizar uma tarefa específica, com um determinado nível de exigência

(Scott, 1973, op. cit. por Tavares, 1991). Segundo o mesmo autor, este tipo de estudo é usado para:

- a) Comparar diferentes métodos de trabalho;
- b) Executar planos de trabalho realistas;
- c) Servir de base a esquemas de incentivos;
- d) Avaliar a produtividade do trabalho executado;
- e) Formar bases de sistemas de controlo;
- f) Estimar futuras necessidades de trabalho;
- g) Estimar custos.

Destaca-se que existem algumas limitações, uma vez que a realização de uma tarefa depende de vários fatores, que são difíceis de definir e de quantificar, nomeadamente:

- a) A especificação exata de todas as tarefas parcelares associadas à execução da operação;
- b) A perícia do trabalhador;
- c) A rapidez com ele trabalha;
- d) Os efeitos da fadiga.

Segundo Lourenço e Alves (1968), para a recolha dos dados em estudos desta natureza existem quatro métodos: o registo, o inquérito, a cronometragem e a amostragem.

No registo, anotam-se os tempos e as operações em estudo, o que permite um maior rigor em termos de análise de todo o conjunto de operações, que constituem determinada atividade, com base nas observações em períodos isolados (Tavares, 1991).

No inquérito, recolhe-se a informação do passado, de modo a completar um estudo presente, tendo como referência as épocas anteriores e economizando tempo (Tavares, 1991).

A cronometragem é um método definido como sendo a medição de vários elementos constituintes de uma operação, sendo que decompõe o tempo em várias tarefas e permite medir a influência de certos fatores no rendimento do trabalho. Este consiste em decompor uma tarefa já estabilizada em elementos de trabalho e medir em seguida cada um destes elementos, fazendo proceder cada medida através de uma avaliação do executante, faculta uma imagem da estrutura dos tempos de trabalho, através da sua decomposição, para além de que permite medir a influência de certos fatores no rendimento do trabalho (Tavares, 1991).

“Por último, na amostragem, em vez de se medir o tempo gasto em cada operação elementar, são feitas observações a momentos pré-determinados (registo de frequências) seja qual for a atividade que a máquina ou o operador estejam a realizar nesse momento. O resultado obtido pode fornecer uma apreciação global da situação mais verdadeira do que nos estudos contínuos” (Rodrigues, 2002).

Os dados obtidos através do registo dos tempos de trabalho, pretendem, ao máximo, aproximarem-se dos tempos reais executados. A existência e confiança nestes números importam conhecer, pois auxiliam nas definições dos objetivos, no planeamento, nas tomadas de decisão, melhoram as previsões e o controlo dos trabalhos.

3. Materiais e métodos

3.1. Produtividade e custos da alfaia Risutec

Nos últimos três anos ao serviço da empresa Altri Florestal, foi recolhida a informação dos trabalhos efetuados pela alfaia Risutec, nas propriedades geridas por esta empresa, onde existem diversas condições e diferentes pretensões, quanto ao número de plantas a instalar. Registaram-se o número de horas que a alfaia consumiu, assim como o número de jornas para o recurso humano de apoio à alfaia. As obtenções destes dados recaíram sobre o registo diário do tempo consumido, em torno da alfaia. Daí, resultaram conteúdos relacionados com os trabalhos desempenhados nas áreas de ensaio analisadas.

Para determinar os valores das produtividades, rendimentos e custos é fundamental compreender com o que a máquina se deparou no terreno nas áreas testadas. Como tal, procedeu-se à caracterização das propriedades trabalhadas pela alfaia, com base em diferentes parâmetros, classificados numa escala de 0 a 2, em que o número mais elevado identificou maior dificuldade de trabalho, de forma a possibilitar comparações e o tratamento estatístico. De referir que foi utilizada a mesma metodologia adotada na elaboração das tabelas CAO, mas neste caso foram adicionados novos graus de dificuldade para a caracterização do local de ensaio. Entre os quais:

- Dimensão da propriedade, em que importa saber se as áreas trabalhadas têm dimensão superior a 10 ha, uma vez que os custos logísticos são diluídos. A área considerada pequena terá uma correção de 3%/ha a menos em relação ao valor de referência, o que corresponde a um acréscimo nos custos;
- Acessibilidade, considerada boa quando até à área de trabalho e/ou dentro da mesma circulam os meios, tendo boas condições, assim como, também importa a existência de locais para viragem ou inversão de marcha. As condições péssimas, como existência de buracos nos caminhos, percursos longínquos, sinuosos e declivosos, ou acessos inexistentes, impedem o bom funcionamento dos trabalhos;
- Declive, categorizado em áreas planas, com valores inferiores a 5%, áreas com declive moderado, de 5-25%, e as áreas muito declivosas, superiores a 25%;
- Percentagem de elementos grosseiros, a elevada quantidade atrasa a progressão do bom funcionamento dos trabalhos, consideram-se elementos grosseiros todos os resíduos com diâmetros superiores a 100mm, em que inferior a 10% se considera mais fácil, 10% a 50% moderado e superior a 50%, muito difícil;
- Vegetação herbácea ou arbustiva, alturas compreendidas entre 0,5m e 1,5m, com a altura superior a atrasar a progressão da máquina;
- Pedregosidade, há uma exigência acrescida de maiores cuidados devido à existência dos substratos rochosos, com fácil desagregação. Existe uma dificuldade acrescida quando esta se apresenta em grandes quantidades;
- Textura dos solos, a textura leve (franca) não oferece grande resistência à progressão da máquina, nem na ação da operação. No entanto, os solos que começam a assumir textura pesada (franco-argilosos) dificultam um pouco e os solos pesados (argilosos) ainda mais;

- Compactação do solo, um terreno muito compacto dificulta na operação da abertura ou rompimento do solo para formar a cova de plantação, assim um terreno que não tenha o substrato compactado é favorável, o que é um pouco compacto não auxilia e o mais compactado dificulta;
- Profundidade do material desagregado do solo, reúnem-se as condições ideais para o bom funcionamento da operação quando se está perante um solo mais profundo ($\geq 60\text{cm}$), e, um solo com perfil reduzido ou pouco profundo ($< 20\text{cm}$) não favorece a operação, principalmente para o *ripper*;
- Humidade do solo, um solo quanto mais seco estiver, mais fácil é de desagregar. Em contrapartida, num solo encharcado a máquina compacta o solo. Em condições extremas, pelas boas práticas florestais, nem se deve mobilizar o solo nessas condições;
- Densidade de plantas a instalar, importa saber, por regra, quantas mais plantas forem para instalar, menor será o custo por unidade de área e, por outro lado, caso sejam poucas plantas, o custo por unidade de área é superior. Assim, foram definidos os intervalos para a densidade como sendo inferior a 600 plantas por hectare, como a condição mais difícil; de 600 a 1100 plantas/ha e superior a 1100 plantas, como a condição mais fácil;
- Obstáculos, para além dos cepos que possam surgir, existem outros impedimentos como a existência de muros, poços, etc., mas também a armação do terreno, em vala e cômodo ou terraços/socalcos, como tal é fundamental apurar-se, caso existam, essas barreiras que reduzem a normal progressão das máquinas e, consequentemente, aumenta o tempo de trabalho (h/ha).

Também importa saber que o volume do contentor das plantas, utilizado no tempo de trabalho com recurso às tabelas CAOOF, cuja dimensão é aproximadamente 150cm^3 , não altera, e, por conseguinte, não surge como termo de diferenciação. Assim como o valor da jorna inclui o transporte, para uma distância média até 120km (ida e volta), com o custo de 0,132€/km/pessoa e, ainda relativamente a esta medida, são assumidas 7 horas úteis de trabalho.

Segundo a CAOOF (2016), o método utilizado para avaliar o tempo de trabalho em cada estação, passa por somar os graus de dificuldade parametrizados e presentes, avaliando o seu valor em função do valor máximo possível, segundo a subsequente fórmula:

$$V_{et} = V_{tt} + \left(\frac{n}{N} * D_{tt} \right)$$

Em que, o valor estimado do tempo de trabalho para as condições presentes no terreno (V_{et}), prevê o número de horas ou jornas por hectare necessárias para uma dada operação, em função dos graus de dificuldade presentes nas áreas trabalhadas.

O valor do tempo de trabalho referente ao custo mínimo da operação (V_{tt}), refere-se ao valor observado em número de horas ou jornas por hectare para as condições mais fáceis (menor grau de dificuldade), para a execução da operação.

O número de graus de dificuldade presentes no terreno, além das condições fáceis, representado por “n”, consiste no somatório dos valores registados no total do número de níveis de dificuldade existentes, na área em estudo. No entanto, para este método de trabalho com recurso à inovadora alfaia, foi feita uma média ponderada, cujos parâmetros, declive,

percentagem de elementos grosseiros, vegetação herbácea e densidade de plantas, assumiram um peso maior, com 17,5% cada, por se considerar que são mais impeditores e cruciais para explicar e traduzir a produtividade, assim como a existência de obstáculos, com 14%; os restantes parâmetros, assumem 5%. O somatório dessas proporções resulta em 114%, uma vez que a esta operação deve-se acrescer uma dificuldade de 14% relacionada com o trabalho desenvolvido pelo recurso humano, enquanto apoio à alfaia e operador. Este valor percentual resulta no valor médio real, associado aos custos com o apoiante da alfaia nas propriedades onde a alfaia já operou.

O número de graus de dificuldade possíveis além das condições fáceis, assume a classificação máxima de todos os níveis de dificuldades que podem estar presentes para a operação em curso (N), sendo que, para cada parâmetro, as condições de trabalho podem apresentar 3 graus de dificuldade (0 – 1 – 2), das condições mais fáceis às mais difíceis.

O diferencial entre os tempos ou unidades de trabalho (Dtt) consiste na diferença entre o valor máximo e o valor mínimo para a operação em estudo, em horas ou jorna por hectare.

Para a determinação do valor estimado do rendimento do trabalho, para as condições presentes no terreno (Ver), pode recorrer-se a duas opções, sendo uma delas com base na seguinte fórmula:

$$Ver = Vrt - \left(\frac{n}{N} * Drt \right)$$

O valor do rendimento de trabalho referente ao custo mínimo da operação (Vrt), refere-se ao custo por hectare constatado para as condições mais fáceis (menor grau de dificuldade), para a execução da operação. O diferencial entre os rendimentos de trabalho (Drt) consiste na diferença entre o valor máximo e o valor mínimo para a operação em estudo, em euros por hectare (CAOF, 2016).

Outra alternativa, é com base nos dados obtidos para a determinação do Vet, assumir os valores tabelados para o custo por unidade temporal e, sem recorrer à segunda fórmula, obter o mesmo resultado com a multiplicação do número de horas por hectare, fator de correção e o custo por unidade temporal, obtendo-se como resultado o valor para o custo por hectare.

No caso corrente compararam-se os valores reais ou observados com os previstos com o objetivo de identificar uma fórmula que pudesse simular e prever os custos em operações futuras.

Para os valores da Risutec, assumem-se os valores obtidos nos registos que se conseguiram nas áreas intervencionadas, até então. Os dados inicialmente tratados não podem ser divulgados, uma vez que foram fornecidos de forma sigilosa pela empresa, mas sabe-se que o valor da operação com a alfaia a operar consta em 62€/h, quando em reparação 10€/h e, não esquecendo o custo associado ao homem destacado como apoio no funcionamento da alfaia, a 70€ à jorna.

Na análise dos dados também se tem em atenção o tempo despendido pelo recurso humano de apoio à alfaia, através do número de jorna/ha. As funções deste recurso humano são cruciais e bastante variadas, desde abastecer o tabuleiro da alfaia quando necessário, assim como, caso se utilize, o depósito do gel, garantir que as plantas ficam armazenadas em água na carrinha da logística, endireitar e acamar bem as plantas que ficam tortas, recuperar alguma(s) planta(s) do

chão que tenha(m) sido desperdiçada(s) pela alfaia, caso haja disponibilidade o recurso humano pode proceder à plantação manual e adubação à cova, numa linha próxima ao local, onde a alfaia labora para acelerar o processo de toda a operação.

Existem alguns pressupostos aquando da obtenção destes dados, tais como, o facto de a alfaia estar constantemente em alteração, ou seja, é um alvo assíduo de melhorias; a maquinaria foi sempre operada pelo mesmo operador, que tem mais de 40 anos de idade, elevada experiência com o manuseamento de maquinaria e formação para operador de máquinas. A referir ainda que a época de plantação não foi além dos meses habituais e não foi aplicado gel em nenhum dos casos.

As ocorrências relacionadas com avarias mecânicas no(s) equipamento(s), ausência de mão-obra especializada (motivo de férias ou baixa médica do operador), limitações logísticas e condições climáticas também se fazem sentir nos valores registados.

Depois de aferidos os tempos de trabalho e custos por unidade de área com a utilização da alfaia para as várias condições, passou a ser possível obter valores dos custos associados com o objetivo de avaliar a produtividade da alfaia e os custos associados. Procedeu-se à avaliação dos custos com recurso às técnicas tradicionais, em condições de trabalho idênticas, nomeadamente: 1) custos e tempos de trabalho por unidade de área de acordo com a tabela CAOOF e 2) valores praticados pelas empresas prestadoras de serviços.

As operações tradicionais que levam ao mesmo resultado final efetuado pela alfaia, **Figura 7**, correspondem à gradagem contínua, ripagem, plantação manual e adubação secundária. No entanto, a alfaia pode efetuar a preparação do terreno e plantação, como apenas a plantação, assumindo que o solo é preparado pelos meios tradicionais, ou somente a preparação, com a plantação a ser efetuada manualmente.



Figura 7 - Registo fotográfico da instalação de uma planta no solo pela Alfaia Risutec SKB-180.

Quanto aos valores com referência à tabela CAOOF, estão de acordo com os valores traçados na matriz de (re)arborização da CAOOF dos anos 2015/2016 (**ANEXO IV**).

Para esta situação, tal como para a alfaia, começou-se por determinar o grau de dificuldade para cada área intervencionada, consoante os parâmetros avaliados em cada operação. Para a

gradagem considerou-se o declive, percentagem de elementos grosseiros e a vegetação herbácea. Para a ripagem, o declive, percentagem de elementos grosseiros, textura do solo, compacidade do substrato e profundidade do solo. Na plantação, apenas o declive e a percentagem de elementos grosseiros, uma vez que o volume do contentor das plantas não variou (tendo o grau de dificuldade zero e o volume mais pequeno).

Avaliou-se o VET para cada área, com base no grau de dificuldade presentes. Depois, procedeu-se à avaliação do VER. Tendo por base os valores da tabela CAOOF, este último resultado apenas difere na valorização do custo das operações por hora e pela jorna, comparativamente aos preços praticados pelas empresas.

Relativamente aos valores das empresas prestadoras de serviços, assumem diferenças nos valores à hora e à jorna, que habitualmente são adjudicados com a Altri Florestal. Assim, assume-se o valor da jorna praticado pelas empresas prestadoras de serviços para efeitos de plantação manual valorizada a 70€/ha e para uma máquina industrial, como uma bulldozer D60, D65 ou equiparado, 65€/hora.

Para os três casos, assumiu-se o mesmo custo real associado às plantas e ao adubo utilizados na operação com a alfaia. Sendo que o custo unitário da planta foi de 0,18€ e em que cada uma delas foi acompanhada por 30g de adubo, com o custo do mesmo a 1,60€/kg.

Foram calculados os valores de acordo com as tabelas CAOOF, identificados como valores estimados CAOOF; os praticados pelas empresas prestadoras de serviços, identificados como estimados empresas; e comparados com os valores observados com a alfaia Risutec.

Também se averiguou, com base nos dados obtidos no acompanhamento da alfaia, qual é o desempenho do equipamento consoante as condições de trabalho e quais as mais relevantes para o desempenho da alfaia.

3.2. Distribuição do tempo pelas fases da operação

Neste trabalho, a recolha dos dados com vista à decomposição dos tempos de trabalho no ato de preparação de terreno, seguido de plantação e adubação através da alfaia Risutec SKB-180, baseia-se no método da amostragem para o levantamento dos tempos de trabalho.

Esta classificação faz um estudo de frequência com maior pormenor, subdividindo as operações em várias fases e avalia a percentagem dos tempos correspondentes a cada fase de execução dos trabalhos. Para obter dados de frequência, é necessário recorrer a um cronómetro, que possibilite acionar um alerta com som no intervalo de amostragem escolhido de 15 em 15 segundos, afim de assinalar nas folhas de registo, que facilitam a recolha dos dados, o ponto de situação em que o conjunto escavadora giratória e alfaia se encontram para que, pela amostragem, seja possível extrapolar os dados registados num determinado período de tempo e em determinada situação para futuros trabalhos com cenários idênticos.

No terreno, a utilização da prancheta na recolha dos tempos é imprescindível uma vez que deixa as mãos livres ao cronometrista para o manuseamento do cronómetro e para executar os registos (Tavares, 1991).

As folhas de registo das observações devem ser elaboradas e adaptadas de acordo com o trabalho a ser observado e a finalidade do estudo (Stohr & Leinert, 1978). As que foram utilizadas neste trabalho estão incluídas no **ANEXO V**.

Este método, por sua vez, recorre à classificação adaptada de Tavares (1991) numa versão simplificada para corresponder com as designações dos tempos registados, tendo como base as subsequentes designações (Tavares, 1991).

O Tempo Total (T) ou Tempo Global, pode dividir-se em tempo produtivo e tempo improdutivo, corresponde ao somatório dos tempos de todas as operações, segundo a fórmula:

$$T = Tb + Tc + P$$

O Tempo Base ou Tempo Efetivo ou Tempo Produtivo (Tb) resulta da soma do Tempo Principal (Tp), que é o tempo consumido nas operações propriamente ditas, com o Tempo Acessório (Ta), que é o tempo gasto nas manobras a que a realização da operação obriga, segundo a seguinte fórmula:

$$Tb = Tp + Ta$$

Ao Tempo Base dizem respeito as designações consideradas no tempo principal, como o tempo que a máquina usa para se deslocar, para a limpeza de vegetação espontânea, mobilização do solo com a abertura da cova (preparação do terreno), posteriormente, considera-se o tempo que a alfaia consome até se posicionar e, por fim, a atuação do sistema de instalação da alfaia com a plantação, a adubação e o aconchegar da terra, sendo futuramente possível também aplicar gel. Para além disso, também se considera como tempo acessório, a repetição da operação de plantação que não foi conseguida à primeira, o desencravar das plantas que ficam no tabuleiro e atestar o combustível ou as plantas do tabuleiro, necessário ao bom funcionamento do conjunto.

O Tempo Complementar (T_c) corresponde ao tempo gasto em manutenções do(s) equipamento(s), como o arranjo de alguma anomalia, a reparação de um tubo ou a reposição dos níveis dos óleos lubrificantes. Neste rótulo também se podem considerar outras atividades não sendo principais, mas que proporcionam um certo complemento ou brio no trabalho prestado, como o retirar de um cepo pequeno deteriorado ou seco que, por lapso, não tenha sido destruído na operação antecedente, não sendo o *core* da alfaia, o operador sabe que a permanência daquele obstáculo pode comprometer os trabalhos de manutenção naquela área.

O Tempo Morto (P) diz respeito a todo o tempo evitável ou não, todavia não inerente ao decorrer das operações, como o simples facto de parar a operação, o tempo que o operador demora nas pausas por necessidades fisiológicas (refeições e WC) ou para fumar.

Por tempo improdutivo depreende-se como sendo o tempo complementar e o tempo morto em que não se gere produção (Rodrigues, 2002).

O procedimento para obter os tempos de trabalho no papel e acompanhar os trabalhos, deve ser o seguinte (Scott, 1973):

- a) Colocar o operador e ajudante à vontade, explicando-lhes o que deve ser feito e a finalidade da presença do cronometrista;
- b) Assegurar que existem condições para a obtenção dos tempos de trabalho durante o período de tempo pretendido, para tal contabilizar o número de plantas totais existentes na viatura de apoio, assim como o adubo e, caso exista, a quantidade de gel disponível;
- c) Colocar o cronómetro a funcionar simultaneamente ao início dos trabalhos (momento em que é ligada a ignição da máquina) e mantê-lo ativo continuamente ao longo do estudo, com o alerta acionado de 15 em 15 segundos;
- d) Começar a cronometrar, no início do primeiro ciclo completo de trabalho. Pode dividir-se a jorna em dois períodos, o da manhã e o da tarde. Prosseguir o estudo, registando os tempos observados;
- e) No fim do último ciclo de trabalho, parar o cronómetro em simultâneo com a paragem da máquina, fazer a leitura do cronómetro e registá-lo para controlar o período de tempo em que se esteve a acompanhar as operações;
- f) Tomar nota da informação necessária, relacionada com as condições edáficas, climáticas e orográficas que influenciam o desempenho dos trabalhos, nas folhas de registo apropriadas, assim como o número total de plantas instaladas.

Após esta recolha de informação, os dados estão em condições de serem tratados.

Nas operações florestais existe variabilidade na duração do estudo, cuja mesma deve ser suficiente, de modo que esteja presente no período do estudo (Tavares, 1991). Neste caso, não se pode dar o estudo por concluído, uma vez que só se teve em consideração uma reduzida quantidade de condições para o total da diversidade existente no país.

Com tudo isto, pretende-se quantificar o número de frequências (de 15 segundos) que o conjunto máquina e alfaia Risutec SKB-180 com o recurso humano de apoio têm em cada uma das fases no exercer das suas funções, assim como, a proporção na ocupação do tempo de trabalho.

Depois de obtidos os dados, fez-se a introdução da experiência com a prévia preparação do terreno com meios tradicionais, para as mesmas condições, e tirar algumas ilações.

3.3. Avaliação da qualidade da plantação

Foi necessário recorrer ao inventário florestal, visando a avaliação e monitorização da condição das plantas, enquanto recursos florestais (DGF, 2001), para determinar a taxa de sobrevivência das plantas instaladas mecanicamente pela alfaia Risutec, no terreno.

O inventário florestal, neste caso, tem o intuito de obter dados qualitativos e quantitativos das plantas instaladas mecanicamente na época de plantação Primavera 2021, fornecendo informações que podem ser analisadas *a posteriori*. A partir desses dados e da sua análise, a produtividade da máquina, assim como a planificação da permanência das plantas no terreno pode estar ou não comprometida.

Para a obtenção dos dados pretendidos, sendo inviável do ponto de vista económico a avaliação de todas as manchas dos espaços florestais, recorreu-se à observação de pequenas áreas – parcelas de amostragem – distribuídas por toda a área florestal a inventariar (Ferreira et al., 2009). Começou-se por configurar parcelas quadrangulares, de 10 metros de lado, de forma a que fosse possível recolher mais e melhores informações, ao invés de formar parcelas circulares. Foram distribuídas através do método de amostragem aleatório, em gabinete, com dispersão por todas as áreas em estudo, garantindo uma recolha de informação representativa das áreas em questão (Autoridade Florestal Nacional, 2009), sendo que o ponto de referência da parcela situou-se num dos vértices. Assim, a partir desse ponto, foi necessário medir 10 metros para Norte e para Este, recorrendo a fita métrica e bússola, conforme a representação da **Figura 8**, para delinear a parcela de amostragem, perfazendo uma área de 100m² e um perímetro de 40m. O número de parcelas trabalhadas variou com a proporção da área plantada que se quis inventariar, dessa forma, a relação de 1parcela:1ha plantado foi o suficiente para proporcionar segurança e viabilidade nos dados obtidos. Também se recorreu ao dispositivo GPS com relógio e a cartas militares, com identificação das áreas de estudo e respetiva numeração das parcelas, demonstradas no **ANEXO VI**.

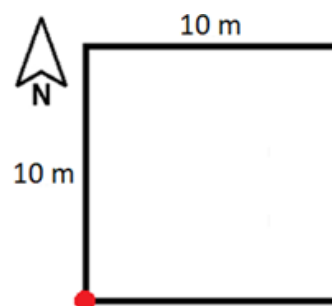


Figura 8 - Esquema da Parcela de Inventário Florestal.

Para a recolha de informação, utilizou-se caneta e prancheta, com folhas de campo (**ANEXO VII**), que consistiu no registo de dois tipos de ocupação em cada *slot*, encontrado nas parcelas, respetivas coordenadas e seguintes possíveis descrições:

- 1) Planta instalada com sucesso, pela alfaia e manualmente;
- 2) Planta morta/seca ou sem planta.

Depois de obtidos os dados, foi necessário exercer o seu tratamento geográfico, com a finalidade de obter a reconstituição das parcelas com o tipo de *slot* encontrado em cada caso, e, principalmente, estatístico para obter a taxa de sobrevivência de plantas sujeitas à instalação pela alfaia Risutec.

Estes dados, com vista ao inventário, foram recolhidos em quatro saídas de campo, com um intervalo temporal após a instalação das plantas de 3-6 meses.

3.4. Recolha de dados e tratamento estatístico

Para a realização do presente estudo, teve-se em consideração diferentes aspetos relacionados com o desempenho da alfaia. Os que requereram tratamento estatístico foram os registos relacionados com as produtividades, custos da alfaia e a avaliação da qualidade da plantação.

Foram realizadas regressões múltiplas para avaliar o efeito de diferentes variáveis (nomeadamente graus de dificuldade presentes e a área intervencionada) nos valores observados de tempo de trabalho da alfaia Risutec (h/ha) e respetivo custo (€/ha).

Foi efetuada uma análise multivariada através de uma análise fatorial (PCA - análise de componentes principais) e dendrograma (análise de clusters), através do *software* STATISTICA, versão 7.0. A PCA teve como objetivo identificar a relação entre as variáveis estudadas e avaliar a percentagem de variância total explicada pelos fatores. Através da análise multivariada (PCA e análise de clusters) pretende-se estimar de um modo global a relação entre todas as variáveis estudadas (ZAR, 1996).

Para estabelecer a análise de clusters foi obrigatório proceder à standardização de todas as variáveis, em função da média (M_x) e o desvio padrão (DP_x), através da seguinte fórmula:

$$z_i = (x_i - M_x) / DP_x$$

Após a standardização, as variáveis sofreram uma transformação, apresentando uma nova distribuição expressa pelo desvio padrão, apresentando uma média de 0 e um desvio padrão de 1, tornando possível a identificação da sua ligação/relação, no caso de estudo, ligação completa (*complete linkage clustering*).

Avaliou-se a taxa de sobrevivência das plantas instaladas mecanicamente, a fim de determinar a qualidade com que as plantas foram deixadas no solo e comparou-se com o método tradicional, plantação manual, de forma a averiguar se a técnica utilizada teve alguma influência sob as plantas deixadas no terreno.

Os parâmetros de avaliação foram:

- 1) Comparação da taxa de sobrevivência das plantas instaladas, em diferentes propriedades;
- 2) Comparação da taxa de sobrevivência das plantas instaladas com os diferentes métodos de instalação, em várias propriedades;
- 3) Comparação da taxa de sobrevivência das plantas instaladas com os diferentes métodos de instalação, na mesma propriedade.

Para estudar o resultado com a instalação de plantas no terreno, procedeu-se à análise de variância – ANOVA, através do *software* STATISTICA, versão 7.0 (Zar, 1996).

A taxa de sobrevivência, expressa em percentagem, foi procedida à transformação do seu valor, em arco seno da raiz quadrada do valor percentual, de forma a reduzir a variabilidade e transformar numa variável com distribuição normal, para a realização da análise de variância.

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Comparou-se a taxa de sobrevivência em diferentes propriedades e com as diferentes metodologias de instalação, sendo que as variáveis paramétricas seguiam uma distribuição normal.

Sempre que se verificaram diferenças significativas, compararam-se as médias da taxa de sobrevivência, através do teste de *Tukey* (nas tabelas, as letras iguais indicam que não existem diferenças significativas entre os tratamentos; $P > 0,05$).

4. Resultados e discussão

4.1. Produtividades e custos da alfaia Risutec

Com base nos dados recolhidos nos últimos três anos, efetuaram-se dois tipos de análise. Por um lado, fez-se uma agregação dos dados reais obtidos com a alfaia para possibilitar um tratamento dos mesmos, perante diferentes situações. Por outro, pretendeu-se comparar esses dados obtidos com os valores praticados nas operações tradicionais, de acordo com a tabela CAOF e os valores praticados pelas empresas prestadoras de serviços.

O registo para a agregação dos dados foi para a operação de plantação, sem recurso a gel e incluindo a preparação de terreno localizada com a alfaia Risutec.

Conforme a **Figura 9**, constata-se as características das áreas em estudo que foram alvo da intervenção com a alfaia Risutec, de onde se totalizaram 19 áreas. Sendo que, com os dados existentes de momento, agruparam-se os dados de acordo com a densidade de plantas instaladas por hectare, o declive e a armação do terreno das áreas intervencionadas, tendo em vista as diferenças entre a média dos valores obtidos nas condições com que a alfaia esteve sujeita no seu trabalho.

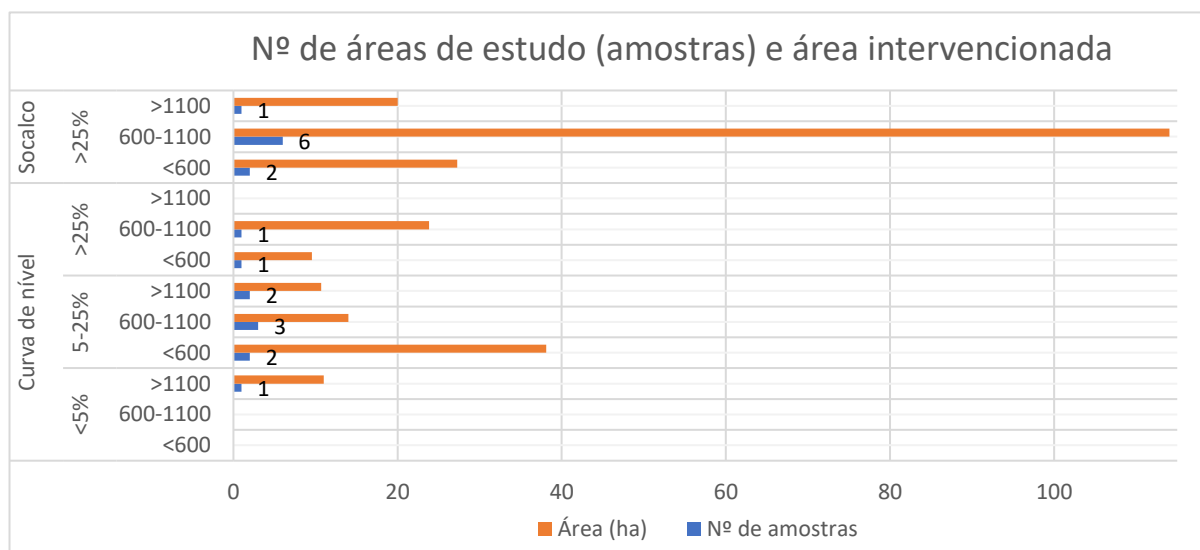


Figura 9 - Número de áreas de estudo (amostras) e área intervencionada, de acordo com o declive, nº plantas/ha e armação do terreno.

A condição com maior representatividade, com 6 áreas de estudo, foi a armação de socalcos, com um número de plantas instaladas de 600 a 1100 por hectare. Como é possível constatar, a inexistência de dados com todas as condições consideradas é uma realidade, particularmente nas áreas com armação à curva de nível, declive <5%, com o número de plantas instaladas inferior a 1100 e para um declive superior a 25%, com mais de 1100 plantas/ha. O número médio de áreas de estudo em cada uma das 12 condições possíveis e representadas, consiste em, aproximadamente, 1,5 áreas. Assim, perante esta configuração dos dados, o número de áreas de estudo revela-se reduzido. Quanto à quantidade de hectares intervencionados, foi nos socalcos que mais dados se registaram, que, por conseguinte, oferece maior robustez nos resultados.

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

De acordo com a **Figura 10**, denota-se que quanto maior for o número de plantas instaladas por hectare, em cada uma das condições, a evolução do custo unitário da instalação é tendencialmente para um acréscimo, excetuando-se no declive 5-25%, com >1100 plantas/ha. Os valores obtidos incluem as operações de mobilização e plantação em cada unidade de planta.

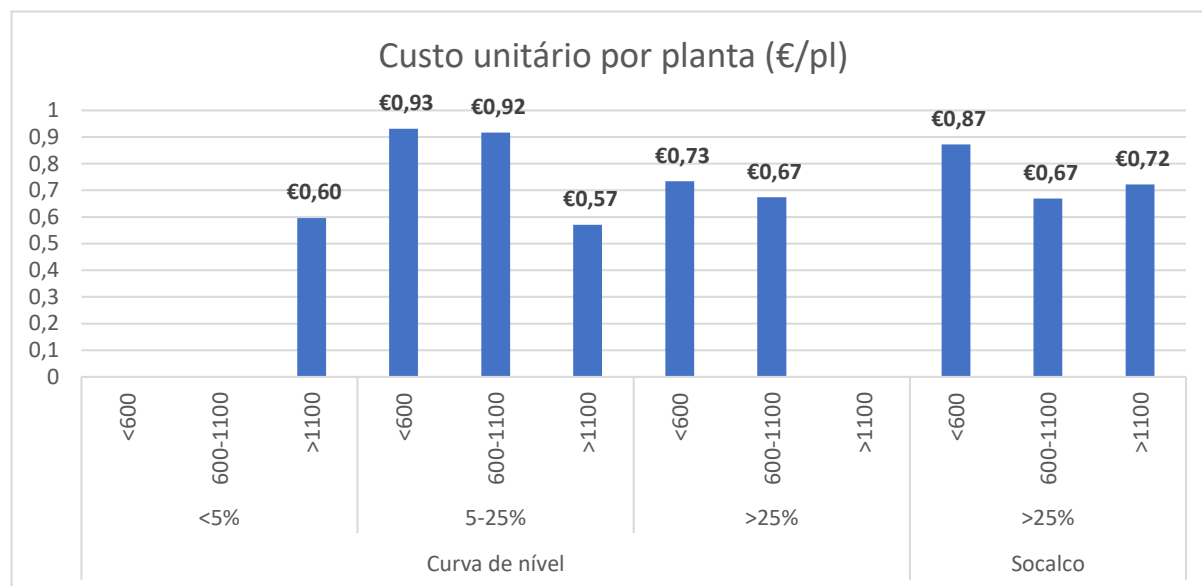


Figura 10 - Média ponderada do custo unitário por planta, de acordo com a condição.

Observando a **Figura 11**, o número de horas verificado no registo é constituído pelas horas de trabalho adicionadas, do tempo em manutenção e reparação. O expectável seria que o número de horas por hectare fosse maior conforme aumenta o número de plantas instaladas por hectare. No entanto, o mesmo não se verificou para a condição 5-25%, com número de plantas >1100, o que significa que houve muitas horas dispensadas em reparações. No caso dos socalcos, a tendência da produção é mais demorada à medida que o número de plantas a instalar por hectare aumenta, sendo este o modelo mais representativo para o presumível.

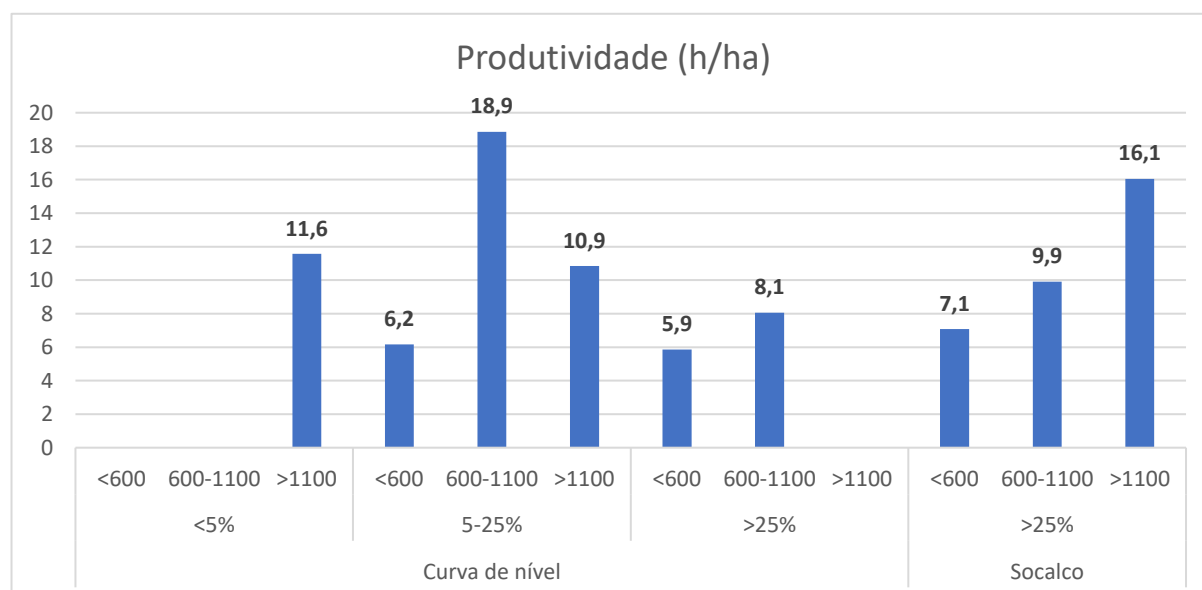


Figura 11 - Média ponderada da produtividade, em número de horas por hectare, de acordo com a condição.

Segundo a **Figura 12**, pode avaliar-se, para cada condição testada, a produtividade, através da média ponderada das plantas instaladas por hora, com a média ponderada dos custos por unidade de área intervencionada. Neste caso, a produtividade assume apenas as horas em que a alfaia esteve efetivamente a operar, sem contabilizar as jornas do recurso humano de apoio e as horas em que esteve em manutenção. Os custos (€/ha) incorporam todos os valores associados na sua atividade, como o custo de mobilização, custo de plantação, custo das plantas, o custo do adubo e o custo do recurso humano.

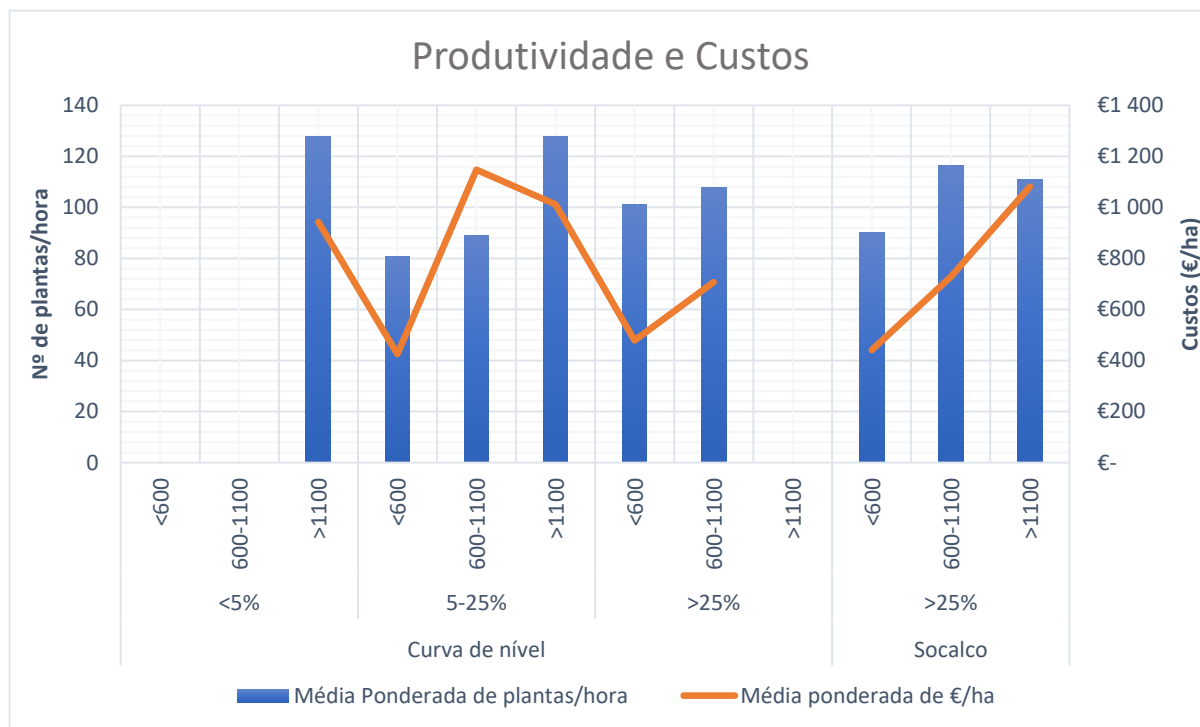


Figura 12 - Média ponderada da produtividade de plantas por hora e custos por hectare, de acordo com a condição.

Apesar da possibilidade de existir algum valor discrepante, devido ao número reduzido de áreas de estudo, podem referir-se as seguintes conclusões: 1) uma tendência de subida da produtividade (número de plantas/hora) de acordo com a densidade do povoamento; 2) O número de plantas/hora variou entre 81 e 128, para densidades do povoamento inferior a 600plantas/ha e superior a 1100plantas/ha em declives inferiores a 5%, respetivamente. 3) Na mesma proporção o custo da operação da alfaia de 425 a cerca de 1148€/ha, para densidades de inferior 600plantas/ha a superior a 110plantas/ha em socalcos; 4) Observando as **Figuras 11 e 12** verificam-se que ainda há um grande número de horas em reparação que será conveniente reduzir melhorando a eficiência do equipamento.

Na **Figura 13**, fracionam-se os custos anteriormente mencionados, de acordo com os diferentes custos assumidos para a execução da operação em estudo. O custo total por hectare assume três variáveis distintas, nomeadamente, o custo de preparação do terreno e plantação, o custo das plantas e da adubação.

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

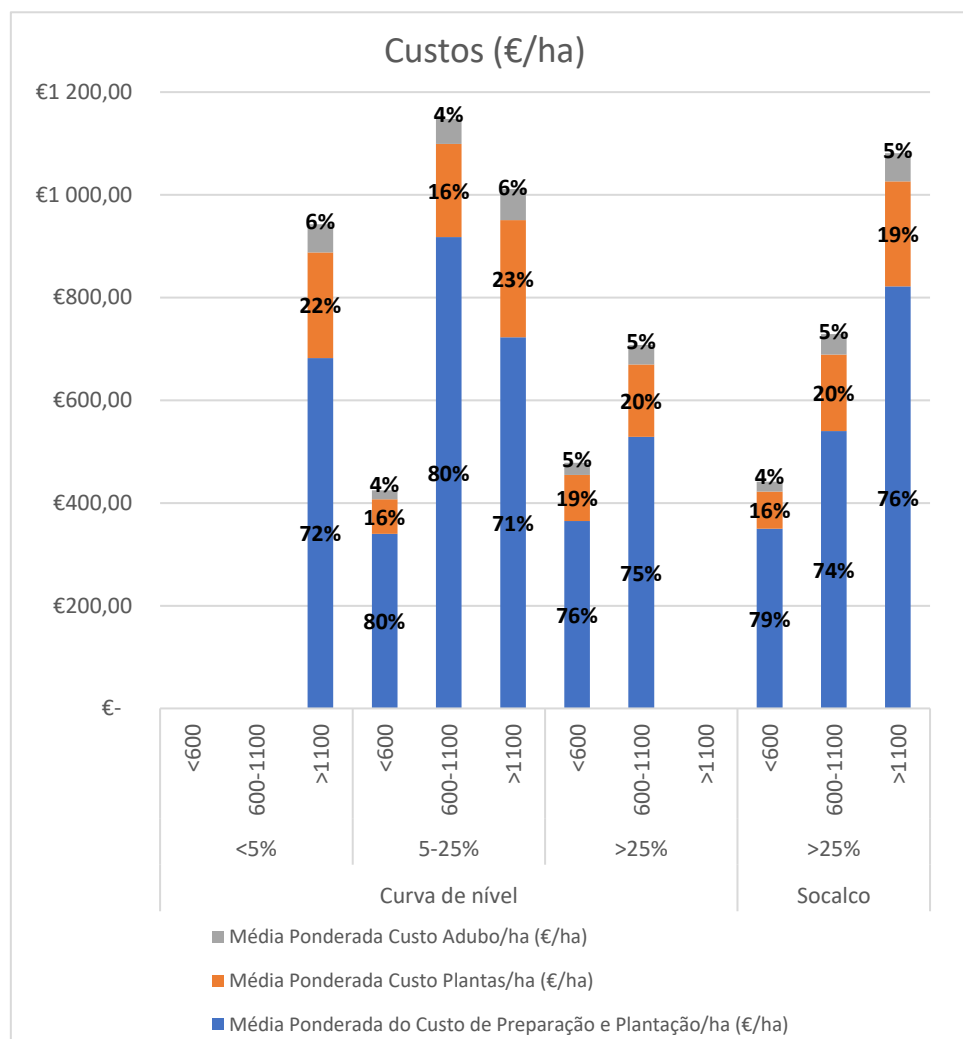


Figura 13 - Média ponderada dos custos por hectare, de acordo com a condição.

Os custos da preparação de terreno e plantação são os que ocupam a maior percentagem na operação, seguindo-se o custo da aquisição das plantas e, por último, o custo com o adubo.

O custo da operação da preparação de terreno juntamente com a plantação acarreta entre 71% a 80% do custo total para a operação. O valor global (€/ha), tende a aumentar com a densidade da plantação. No caso dos socalcos, os valores aparentam ser mais coerentes, uma vez que para densidades <600 plantas, o custo é de 350€/ha, para 600 a 1100 plantas, o custo é de 540€/ha e para densidades >1100 plantas, 822€/ha.

No custo das plantas, existe uma variação dos custos totais de 16% a 23%, proporcionalmente à densidade (nº plantas/ha).

Para os custos com o adubo, as percentagens são diminutas, variam entre 4% e 6%, nos valores de 18€/ha a 61€/ha, consoante a condição. Este custo também está associado à densidade do povoamento (nº plantas/ha).

Os custos mais elevados estão associados à maior densidade do povoamento com >1100 plantas, que, por conseguinte, também se espera uma maior produtividade.

Reconhece-se que podem existir *outliers*, principalmente nas primeiras áreas intervencionadas pela alfaia. No entanto, a ausência de mais áreas de estudo nas diferentes condições também se faz notar nos resultados.

Assim, os valores globais, segundo as médias ponderadas de acordo com as áreas intervencionadas, até ao momento, podem ser consultados no **ANEXO VIII**, mostram que a alfaia tem a capacidade de instalar 109 plantas por hora (**Figura 12**), com o custo por planta de 0,70€ na operação, **Figura 10**. Demora 9h48min por hectare (**Figura 11**), a efetuar as operações de preparação do terreno simultaneamente com a plantação, e tem um custo associado de 714€ por hectare (**Figura 12**), sendo que operou com uma densidade média na ordem das 800 plantas/ha.

Uma outra observação é o facto desta alfaia ter operado em propriedades com média de 14ha, o que comprova que atuou em territórios com estrutura fundiária de minifúndio, variando de 2,3ha a 36ha.

Seria interessante estimar ou avaliar valores e comparar a operação de plantação com a operação de retancho ou a de adensamento. Assim como adotar outras duas variáveis, uma delas seria não considerar a preparação de terreno e fazê-lo com os meios tradicionais, especificando-se a alfaia na operação de instalação de plantas. A outra, seria aplicar o hidrogel. Depois desta informação, com um número elevado de áreas de estudo para cada situação, seria possível complementar este estudo, que foi uma primeira abordagem ao tema.

Em Portugal, ainda não foi realizada qualquer avaliação à utilização de gel com a alfaia. A utilização do método de utilização do gel, nos meses quentes, possibilitará o prolongamento da época de plantação com gel de água, criando um microclima integro na rizosfera das plantas para que a instalação ocorra com êxito. Um alargamento da época de plantação de 2-3 meses, que fosse, proporcionaria um resultado bastante satisfatório, aumentando o período apto para plantação e dar um contributo relevante face à redução de plantação associado às alterações climáticas globais.

Do mesmo modo que, ainda não existem testes, nem registos de tempos para que a alfaia efetuasse apenas a operação de plantação, após a realização da preparação do terreno por outra máquina, e para o conjunto das duas operações, em áreas com declive <5%, sem obstáculos ou resíduos florestais e praticamente sem vegetação espontânea, para se obter a potencialidade máxima da alfaia, em ações de plantação extensivas, com densidades superiores a 1100pl/ha.

Um outro motivo que pode ter contribuído para a escassez de áreas de estudo em diferentes condições, foi o facto de a máquina ter tido como objetivo de intervenção as áreas que foram afetadas pelos incêndios de 2017.

O pressuposto da utilização da fertilização, tendo como função o fornecimento de nutrientes, demonstrou-se fulcral para satisfazer as necessidades iniciais das plantas, auxiliando as mesmas a crescerem mais rápido e reduzirem a competição com a vegetação espontânea. Ainda assim, não se invalida a alteração da composição do adubo para reduzir a pequena margem de mortalidade das plantas, perante as condições edafoclimáticas existentes.

4.2. Estudo comparativo das operações com os valores estimados pela CAO F e praticados pelas empresas

Neste capítulo procedeu-se a um estudo comparativo das operações (produtividade e custos) entre os valores reais ou observados registados com a alfaia Risutec e os estimados, de acordo com a fórmula da CAO F, para a alfaia Risutec e para os métodos tradicionais (gradagem, ripagem e plantação).

A caracterização das áreas de ensaio intervencionadas com base em diferentes parâmetros anteriormente descritos no subcapítulo 3.1, classificados numa escala de 0 a 2, com a respetiva proporção, apresentam um grau de dificuldade, que pode ser consultado no **Quadro 1**.

Áreas de ensaio	Acessibilidade	Declive	% Elementos grosseiros	Vegetação herbácea	Pedregosidade	Textura do solo	Compactação do solo	Profundidade do solo	Humidade do solo	Densidade (N)	Obstáculos / Armação	Observações	ΣGraus de dificuldade presentes (n)
VCO	0	1	1	0	1	1	0	1	1	2	0,5	10% socalcos	10,67
T08	0	2	0	0	1	1	0	1	1	2	2	95% socalcos	12,98
T30	1	2	0	0	1,5	1	0	1,5	1	0	1,5	80% socalcos	9,46
S03	1	2	1	0	2	1	0	1,5	1	1	2	100% Socalcos	14,36
C87	1	1	0	1,5	1	1,5	0	0,5	0	0,5	0	Difícil encontrar linhas por causa da vegetação	7,98
C88	1	1	0	1,5	1	1,5	0	0,5	0	0,5	0		7,98
C93	1	1	0	1,5	1	1,5	0	0,5	0	1	0		8,94
B14	1,5	2	2	0	1	1	0	1,5	0	1,5	2	100% Socalcos	16,42
B13	1,5	2	2	0	1	1	0	1,5	0	1,5	2	100% Socalcos	16,42
P03	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0		4,13
C02	1,5	2	1,5	0	1	1	0	1	0	1,5	2	100% Socalcos	15,18
T11	0	2	1	0	1	1	0	0,5	0	2	2	100% Socalcos	14,08
T15	0	1	1	0	1	1	0	0,5	0	2	0,5	2 caminhos tipo socalcos	9,85
T12	0	2	1	0	1	1	0	0,5	0	1	0		9,08
S04	1	2	1	0	2	1	0	1,5	1	2	0		13,20
910	0	1	1	0,5	1	1	0	1	0	0	0		6,46
R01	0,5	2	0,5	0	1	1	0	1	0	0,5	1	50% socalcos	9,24
P01	2	2	0,5	0	1	0,5	0	1	0	0,5	1,5	80% socalcos	10,56
E23	0	0	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0		3,44
Proporção	5,0%	17,5%	17,5%	17,5%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	17,5%	14,0%		

Quadro 1 - Caracterização e graus de dificuldade das propriedades analisadas.

De acordo com a avaliação dos graus de dificuldade nas diferentes áreas de ensaio (ANEXO IX), a **Figura 14** mostra os tempos de trabalho reais ou observados e os estimados com a alfaia Risutec e do método tradicional, com os valores da tabela CAO F e os valores habitualmente praticados pelas empresas prestadoras de serviços. Os valores dos tempos reais incluem os tempos improdutivos, de manutenção e reparação.

Os valores praticados pelas empresas prestadoras de serviços foram considerados para o período homólogo considerado, pois atualmente podem estar desajustados com os praticados na altura, face ao aumento do preço dos combustíveis durante o ano de 2021 e à escassez de materiais e outros consumíveis, assim como a subida dos seus custos.

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

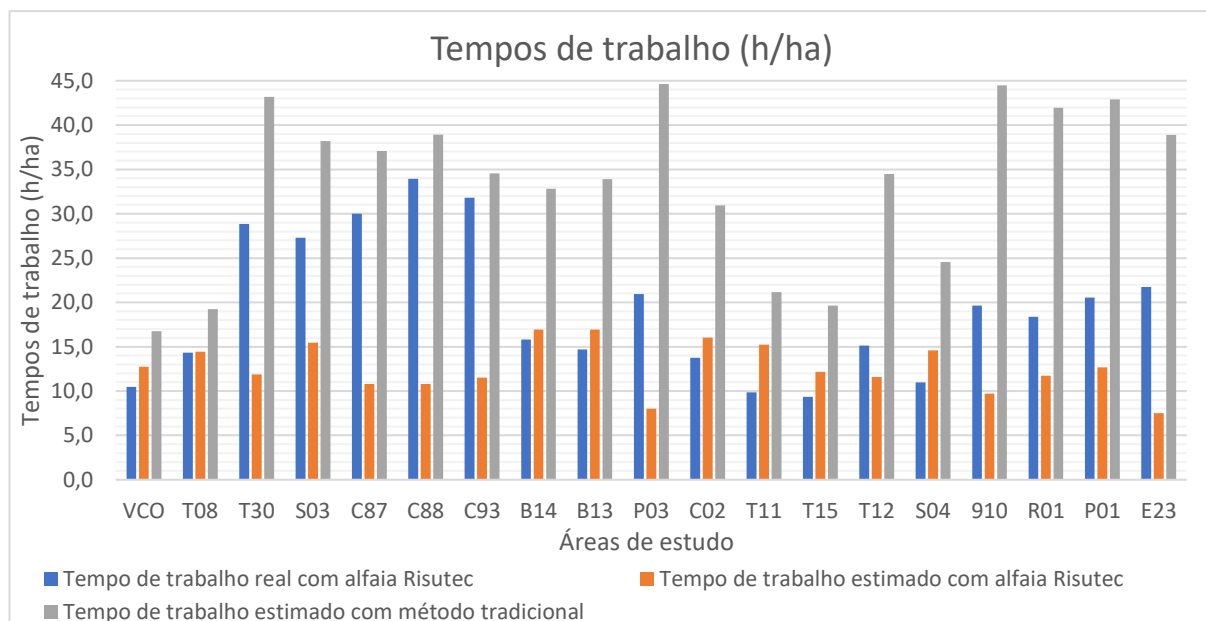


Figura 14 - Distribuição dos tempos de trabalho, em h/ha, em cada área de ensaio.

O tempo de trabalho (h/ha) através do método tradicional, com valores da CAO F iguais aos das empresas, é maior quando comparado com o desempenho da alfaia nas mesmas condições. Verifica-se que, para a alfaia, o tempo estimado foi ligeiramente inferior ao custo real (observado), com a amplitude de 4%, exceto as áreas de estudo VCO, B14, B13, C02, T11, T15 e S04, em que o valor real foi inferior ao estimado (7 áreas de estudo num total de 19).

A produtividade avaliada pelo número de plantas/ha, nas áreas intervencionadas é apresentada na **Figura 15**.

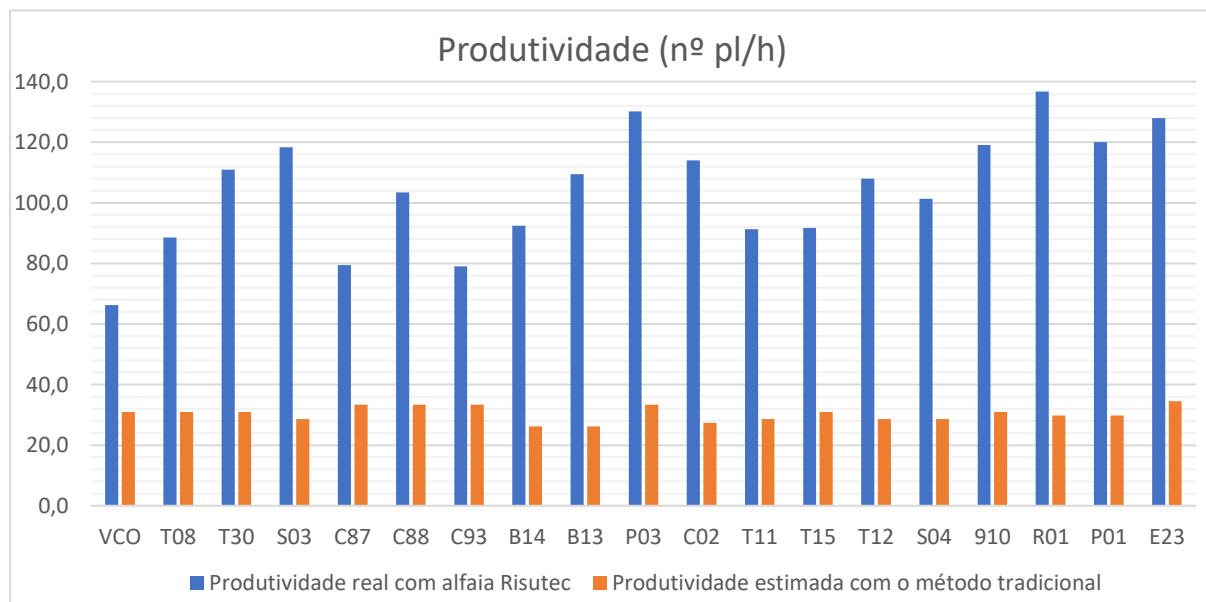


Figura 15 - Produtividade, em nº plantas/h, em cada área de ensaio.

Como se pode observar, a alfaia Risutec tem uma produção muito superior quando comparada ao método tradicional (manual), para o valor unitário de tempo. A produção da alfaia varia entre 66 e 137 plantas/hora, com uma tendência crescente no tempo, ou seja, as primeiras áreas intervencionadas tiveram valores mais baixos e, em contrapartida, nas áreas

plantadas recentemente o número de plantas por hora é superior. Isto também pode estar relacionado com a aquisição de experiência pelo operador da máquina.

De acordo com a **Figura 16**, é possível observarem-se o valor médio do custo das operações, em €/ha, comparando os valores médios observados com a alfaia Risutec com os métodos tradicionais de acordo com a tabela CAOF e o praticado pelas empresas prestadoras de serviços.

A **Figura 16** evidencia: 1) o valor médio do custo das empresas é inferior ao da CAOF, este facto está relacionado com a relação da prestação de serviços e pagamentos estabelecidos com a Altri; 2) quando comparado com a CAOF, em 13 das áreas de ensaio o custo/ha foi mais elevado no método tradicional comparativamente com a técnica da alfaia Risutec (3 em 1), sendo que uma delas teve um custo/ha praticamente semelhante e as restantes observaram-se valores superiores; 3) a alfaia Risutec apresentou comparativamente com os valores praticados pelas empresas: a) valores superiores em 5 áreas de estudo (26,3% das áreas); b) muito semelhantes em 2 áreas e c) inferiores em 12 áreas (68,4% das áreas de estudo).

Para os valores obtidos pelas empresas, apenas existe uma diferença, em que deixa de existir uma área de estudo com custo por unidade de área semelhante, mas desta vez insere-se nas mais dispendiosas, totalizando-se em 6 áreas.

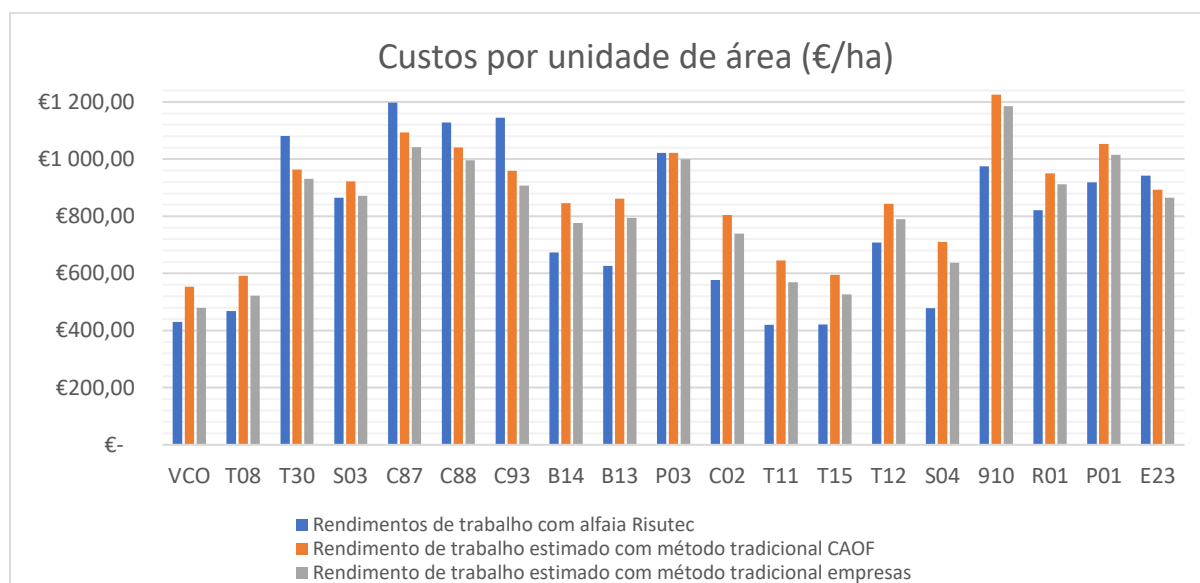


Figura 16 - Custos por unidade de área, em €/ha, em cada área de ensaio.

O diferencial médio da alfaia para o custo com recurso às tabelas da CAOF resulta numa poupança de 115,92€/ha, e, também, no custo das empresas, com o valor de 60,61€/ha (conforme o **ANEXO X**, que inclui o número de jornas consumido pelo recurso humano que acompanha a alfaia).

4.2.1. Análise estatística dos resultados

Através da regressão múltipla, verificou-se que os valores de tempo consumido pela alfaia por unidade de área (h/ha) foram dependentes ($P < 5\%$) das variáveis: 1) graus de dificuldade (Graus de dificuldade_0) e 2) graus de dificuldade valorizados com fator associado ao recurso humano. A variável h/ha mostrou ser independente da área ($P > 5\%$). Os coeficientes de correlação mostram um maior valor para os graus de dificuldade valorizados com o recurso humano.

Tabela 1 - Análise de regressão linear múltipla para os tempos de trabalho (h/ha) avaliados pelas variáveis independentes: dimensão da área, graus de dificuldade para a alfaia e graus de dificuldade acrescendo a do recurso humano.

Regression Summary for Dependent Variable: Risutec Real h/há (Alfaia Risutec.sta)						
R= ,67122512 R²= ,45054316 Adjusted R²= ,34065179 F(3,15)=4,0999 p<,02604 Std.Error of estimate: 6,3280						
N=19	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(15)	p-level
Intercept			24,28341	5,246628	4,6283E	0,00032E
Área (ha)	-0,21468	0,211246	-0,18534	0,182371	-1,0162E	0,325609
Graus de dificuldade_0	2,75593	1,273540	7,22103	3,336906	2,1639E	0,047011
Graus de dificuldade_RH	-3,06794	1,293395	-6,28855	2,651151	-2,37201	0,031500

O **Anexo XI** mostra, através da regressão múltipla, que a variável número de plantas por hora não evidenciou qualquer relação com as variáveis em estudo ($P > 5\%$). O número de plantas instaladas por hora não é dependente da área a trabalhar, tal como a análise anterior, nem com os graus de dificuldade, provavelmente será dependente da densidade do povoamento.

Tabela 2 - Análise de regressão linear múltipla para os custos de trabalho (€/ha) avaliados pelas variáveis independentes: dimensão da área, graus de dificuldade para a alfaia e graus de dificuldade acrescendo a do recurso humano.

Regression Summary for Dependent Variable: Risutec €/há (Alfaia Risutec.sta)						
R= ,74941536 R²= ,56162338 Adjusted R²= ,47394805 F(3,15)=6,4057 p<,00523 Std.Error of estimate: 196,38						
N=19	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(15)	p-level
Intercept			1095,361	162,8209	6,7274E	0,000007
Área (ha)	-0,14264	0,18868E	-4,278	5,6596	-0,7559E	0,461397
Graus de dificuldade_0	2,51457	1,137547	228,912	103,5557	2,2105E	0,043023
Graus de dificuldade_RH	-3,03523	1,155282	-216,156	82,2743	-2,6272E	0,019036

A variação dos custos mostrou um fator de correlação de, aproximadamente, 75% (**Tabela 2**). Estes valores não são dependentes da área trabalhada, mas sim de ambos os graus de dificuldade ($p < 5\%$), com maior significância com o que valoriza o fator recurso humano.

De forma a facilitar a compreensão do coeficiente negativo para o GDRh da evolução do declive dos resultados anteriores, representa-se na **Figura 17** a reta da tendência estimada da performance da alfaia, consoante o agravamento dos graus de dificuldade da estação, e a reta dos dados observados/reais do desempenho da alfaia, com declive negativo. Isto pode explicar-se pelo simples facto de existirem poucas áreas de estudo, dado às diversas variáveis existentes e que possam estar, até ao momento, a influenciar a tendência dessa reta e indicarem da necessidade de melhorar a avaliação do estudo.

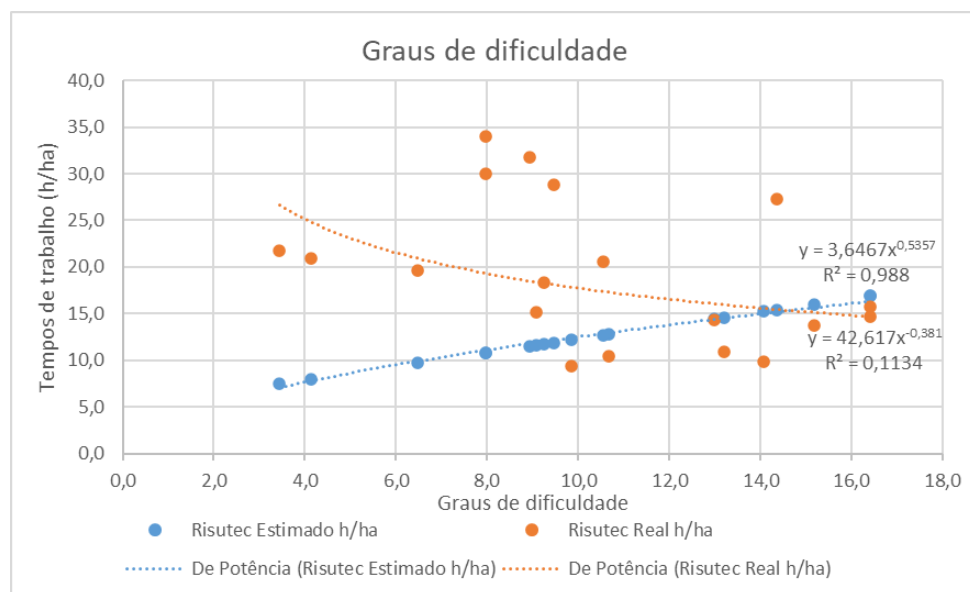


Figura 17 - Tempos de trabalho, em h/ha, em função dos graus de dificuldade.

Na **Figura 18** é possível observar o resultado das análises multivariadas.

Efetuuou-se a análise de componentes principais, de forma a verificar como é que as variáveis estão relacionadas, em dois fatores, para o mínimo de identificação, nos dados observados com a alfaia Risutec (**Figura 18**). Onde constam 7 variáveis, com 73% de variância, nomeadamente, a área de ensaio (Ens), a dimensão da área trabalhada (ha), os graus de dificuldade para a alfaia (GD), os graus de dificuldade para a alfaia e para o recurso humano de apoio (GDRh), tempos de trabalho, em h/ha (RisR h/há), produtividades, em nº pl/h (Ris Pl/h) e custos, em €/ha (Ris €/há). No Fator 1, todas as variáveis têm relevância na sua correlação, com exceção das áreas de ensaio e do número de plantas por hora (produtividade). Estas variáveis estão expressas de forma mais relevante no Fator 2, com os coeficientes de correlação de -0,86 e -0,67, respetivamente. Os fatores de correlação 1 e 2 explicam respetivamente 47% e 26% da variância total observada. Os elevados custos da operação nas áreas pequenas manifestam-se pois não se diluem os custos logísticos, isto é, os custos de transporte da máquina e equipamento não são diluídos na área total de trabalho, graças ao reduzido valor e custos operacionais.

A PCA mostra que o número de horas e os custos por unidade de área relacionam-se diretamente entre si e acabam por ser inversamente proporcionais aos dois tipos de graus de dificuldade, que de igual modo se relacionam.

O Fator 2 explica que 26% de variância está relacionada com a variável local de ensaio e a Ris Pl/h associado ao ensaio, sendo que essas variáveis podem estar associadas à densidade das plantas a instalar, que quanto maior for, menos se desloca a máquina para plantar um maior número de plantas.

A análise de clusters reforça os resultados anteriores, depois de standardizar todas as variáveis, agrupá-las dentro do mesmo cluster, de acordo com as suas semelhanças e, as variáveis com disparidade em diferentes clusters, mais distam entre si.

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Figura 18 - Análise Multivariada: Análise de componentes principais (PCA)* e de Clusters.**

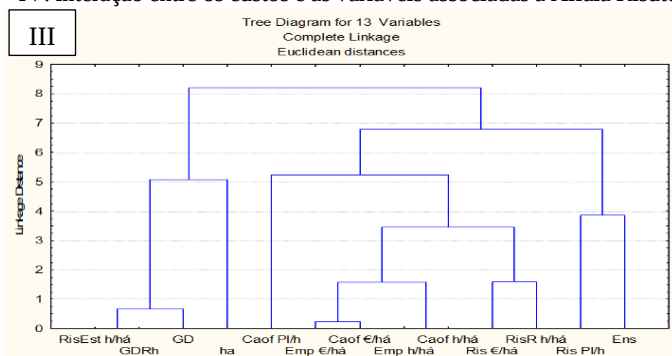
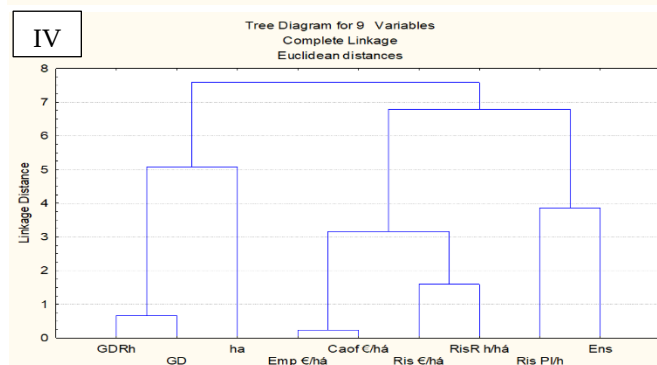
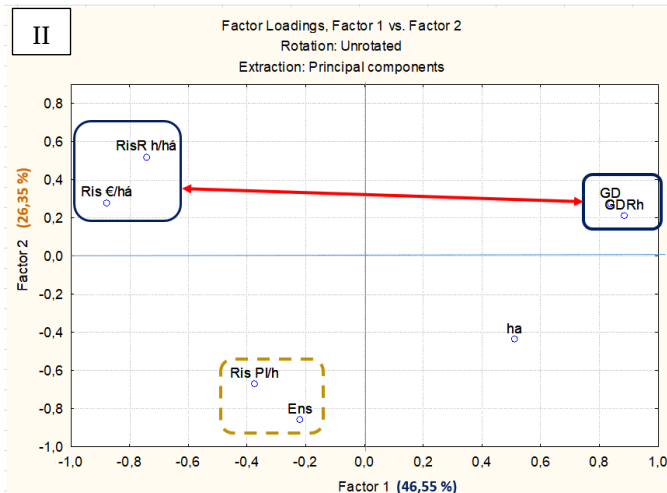
*PCA: avaliar a interação entre as variáveis referidas na Tab I, associadas em 2 fatores de acordo com os coeficientes (*factor loadings*). Valores $\geq 0,70$ estão sinalizados e são relevantes para a expressão da variância total associada (II).

I	Factor Loadings (Unrotated) (Alfaia Risutec_minimolD Extraction: Principal components (Marked loadings are > .700000))	
	Factor 1	Factor 2
Ens	-0,218413	-0,859348
ha	0,512434	-0,438646
GD	0,840012	0,270358
GDRh	0,885725	0,209810
RisR h/há	-0,741419	0,517695
Ris P/h	-0,374257	-0,671709
Ris €/há	-0,876341	0,277764
Expl.Var	3,258168	1,844357
Prp.Totl	0,465453	0,263480

**Análise de clusters (III e IV),

III: interação considerando todas as variáveis;

IV: interação entre os custos e as variáveis associadas à Alfaia Risutec.



4.3. Distribuição do tempo pelas fases da operação

Os trabalhos acompanhados numa reduzida quantidade de condições e de tempo, nomeadamente 12 horas, pretendeu obter o registo do tempo total consumido com a operação resultante da alfaia Risutec.

Analisaram-se dois cenários, o primeiro assume duas operações, nomeadamente a preparação de terreno e plantação, o segundo, somente a plantação, uma vez que a preparação do terreno foi feita previamente pelas técnicas tradicionais. Ambos se dividem em quatro fases da operação.

Em cada fase de trabalho assumem-se diferentes ações, o tempo principal inclui a deslocação da máquina, a limpeza da vegetação espontânea com preparação e/ou mobilização localizada do solo, o posicionamento da alfaia e o sistematizar da plantação, adubação e aconchegamento da terra à(s) planta(s); o tempo acessório, consiste essencialmente no atestar dos consumíveis indispensáveis ao funcionamento do conjunto; o tempo complementar, para ações não fundamentais, como o arranjo de acessórios; e o tempo morto, às paragens.

Esta comparação dos tempos de trabalho permite perceber qual a fase da operação que é mais preocupante e deverá ser alvo de melhoria(s).

No cenário habitual de trabalho operacional, nomeadamente, preparação do terreno e plantação, a distribuição do tempo está conforme a **Figura 19**.

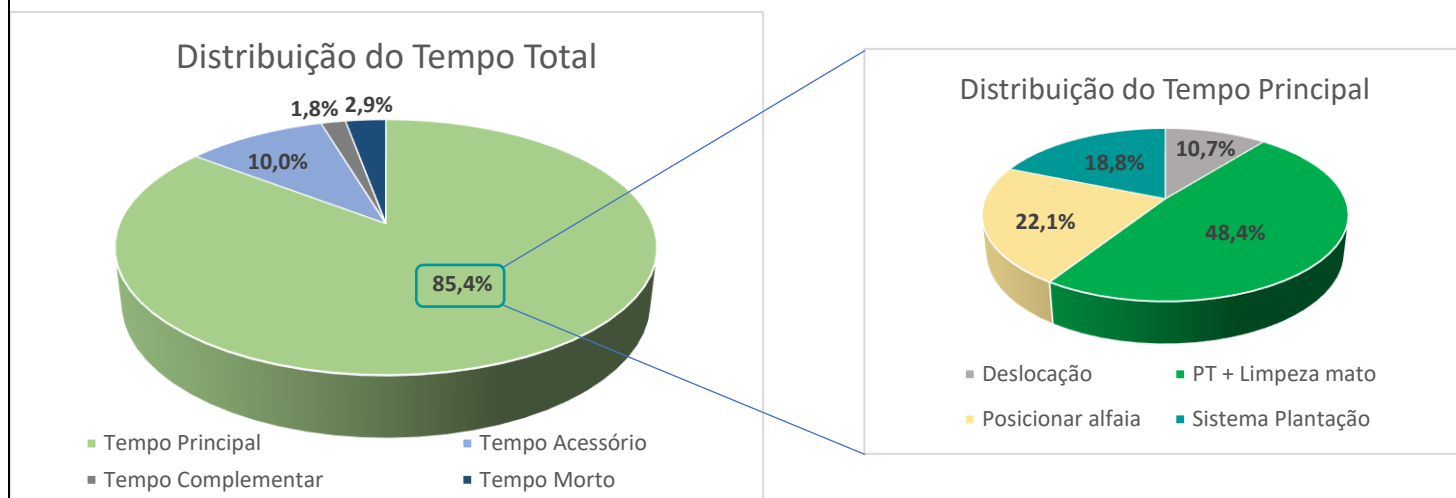


Figura 19 - Distribuição de tempo total e tempo principal, em função da instalação sem a prévia preparação de terreno.

Do que foi registado, o tempo produtivo (principal e acessório) correspondeu a uma grande parte do tempo, cerca de 95%, o que é um bom indicador, pois na grande maioria do tempo a alfaia esteve a produzir. Do tempo principal, 48,4%, quase metade do mesmo, foi consumido na preparação do terreno ou na limpeza do mato antes de se finalizar a instalação da planta.

Quanto ao posicionamento da alfaia correspondeu a 22%, que já é um valor considerável e motivo para despertar a atenção com eventuais melhorias, tal como o sistema de plantação com 18,8%. A deslocação está principalmente relacionada com as condições do terreno e os acessos.

Com a preparação do terreno de forma localizada, obtém-se um panorama ilustrado na **Figura 20**.



Figura 20 - Estado da instalação de plantas após a preparação do terreno e plantação com recurso à alfaia Risutec.

O segundo cenário surge como um modelo experimental numa das últimas plantações executadas na campanha de Outono, procedeu-se uma prévia preparação do terreno, com vista à avaliação do comportamento da alfaia com uma única operação a de plantação, sem ter de abrir o *ripper*. No entanto, os pressupostos existentes no local não permitiram obter o pretendido, testar o limite máximo da alfaia com uma plantação em contínuo, numa zona com boa acessibilidade e pouco declivosa, uma vez que existiam muitos resíduos da exploração florestal e houve a necessidade de recorrer ao *ripper* para os remover, o que provavelmente não deixará de refletir a realidade em muitas condições.

No acompanhamento da alfaia, registou-se, num dia, 7h:30min de trabalho com a distribuição dos tempos representados na **Figura 21**.

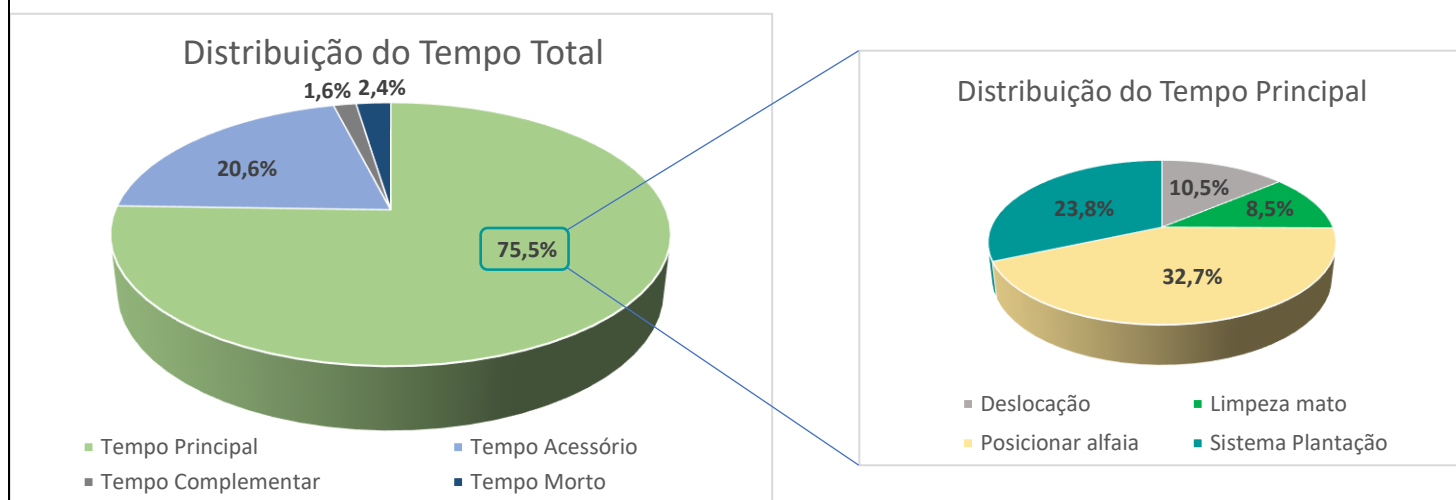


Figura 21 - Distribuição de tempo total e tempo principal, em função da instalação com a prévia preparação de terreno.

Neste caso, a repartição do tempo total consumido distribui-se na grande maioria pelo tempo principal trabalhado ($\frac{3}{4}$), seguido pelo tempo acessório (20,6%), depois o tempo morto e, por último, com menor representatividade, o tempo complementar.

Relativamente ao tempo principal, é composto na maioria pelo posicionamento da alfaia, uma vez que a preparação do terreno foi efetuada com técnicas convencionais ao invés de utilizar a alfaia, **Figura 22**, o tempo para a limpeza de matos, que neste caso consistiu na desobstrução de resíduos oriundos da exploração, ocupa 8,5%, a deslocação foi reduzida (10,5%), uma vez que esta área tinha bons acessos e reduzido declive (classe < a 5%).



Figura 22 - Estado da instalação de plantas após a preparação do terreno com meios tradicionais e a plantação com recurso à alfaia Risutec.

Neste caso, o tempo acessório poderá ser o próximo foco para eventuais melhorias na alfaia, de forma que o tempo principal seja superior, otimizando a *performance* da alfaia em estudo. Isto poderá estar relacionado à logística com que a alfaia é abastecida e à limitação existente na capacidade da mesma para o número de plantas no tabuleiro como no espaço para o reservatório do adubo (futuramente terá outros consumíveis, como o gel).

Os quadros da informação gráfica podem ser consultados no **ANEXO XII**.

Os resultados globalmente sugerem que a utilização da alfaia poderá ser mais interessante para o conjunto das operações de preparação de terreno e plantação do que a especializar-se numa delas. Ainda assim, carece de novas avaliações em diferentes condições, acompanhamento e registo dos valores para posterior estudo.

Fica pendente a mesma análise aquando da aplicação do gel *a posteriori*. Assim como também, um aumento do número de horas de acompanhamento da máquina com a obtenção de registos com este pormenor, de forma a sustentar melhor o significado dos valores obtidos.

4.4. Taxa de sobrevivência das plantas

A determinação da taxa de sobrevivência pretendeu reforçar a avaliação do uso do equipamento, em termos de viabilidade económica e operacional, no que concerne à qualidade com que a planta é plantada, isto é, colocada no terreno e o torrão coberto e coeso com o solo de forma a garantir o desenvolvimento da raiz e a reduzir a perda de água por evapotranspiração (eficácia).

Para determinar a taxa de sobrevivência das plantas instaladas foram estabelecidas 28 parcelas de amostragem, sendo que, 23 parcelas foram instaladas mecanicamente pela alfaia Risutec. Todas as parcelas localizadas de forma aleatória em três áreas de estudo, que correspondem a propriedades geridas pela Altri Florestal, e que foram alvo de instalação na época de plantação da Primavera 2021. Estes valores têm uma relação de 1parcela:1ha plantado.

De acordo com a **Figura 23**, é possível visualizar os dois tipos de condição das plantas avistadas em cada *slot* encontrado nas várias parcelas.



Figura 23 - Condições dos slots. (A) Planta vigorosa. (B) Planta morta.

Analisando os dados recolhidos, começou-se por fazer o devido tratamento estatístico, recorrendo ao *software* STATISTICA, versão 7.0.

Com os dados obtidos, agrupados por propriedade, teve-se o intuito de averiguar se os valores da taxa de sobrevivência para cada uma das áreas foram coerentes entre si. Com base na **Tabela 3**, verifica-se um valor médio da taxa de sobrevivência de 90,68% $\pm$ 1,5%, sem diferenças significativas entre as três áreas de estudo avaliadas.

Tabela 3 - Taxa de sobrevivência das plantas instaladas em diferentes propriedades.

Propriedade	N	Taxa de sobrevivência (%)			
		Média	$\pm$	SE	
COR	10	91,49%	$\pm$	2,12%	^a
E23	11	91,35%	$\pm$	3,11%	^a
P01	7	88,47%	$\pm$	2,06%	^a
Total	28	90,68%	$\pm$	1,50%	

Os motivos para não haver diferenças significativas nestas áreas de estudo, poderá prender-se com o facto de as áreas testadas terem alguma proximidade umas às outras, a nível regional, que acaba por influenciar nas condições edafoclimáticas a que estão sujeitas (Daveau, 1995).

Avaliou-se também a taxa de sobrevivência das plantas instaladas mecanicamente a fim de determinar a qualidade com que as plantas foram deixadas no solo com a alfaia Risutec e comparou-se com o método tradicional, plantação manual, de forma a averiguar se a técnica utilizada teve alguma influência sob as plantas deixadas no terreno. Para tal, recorreu-se à mesma metodologia, fez-se a recolha de dados em 5 parcelas de amostragem de uma área de estudo com a plantação feita de forma manual.

Os resultados constam na **Tabela 4**, de onde se percebe que não se observam diferenças significativas entre as médias da taxa de sobrevivência entre o método manual e mecânico, com os valores $90,7\% \pm 2,8\%$ e $90,7\% \pm 1,7\%$, respetivamente.

Tabela 4 - Taxa de sobrevivência das plantas instaladas em função da metodologia, em diferentes propriedades.

Método de instalação	N	Taxa de sobrevivência (%)		
		Média	±	SE
Manual (tradicional)	5	90,71%	±	2,84% ^a
Mecânico (alfaia Risutec)	23	90,67%	±	1,74% ^a
Total	28	90,68%	±	1,50%

A não existência de diferenças significativas entre os dois métodos utilizados nas diferentes propriedades, evidencia que se observou um comportamento idêntico das plantas no terreno, independentemente dos métodos utilizados. Ou seja, ambos os métodos estão em sintonia, com a taxa de sobrevivência média de 90,7%.

Na mesma propriedade, efetuou-se a plantação com dois métodos distintos. Neste cenário, minimizaram-se alguns fatores de diferenciação que podiam existir entre propriedades. No caso, assumiram-se 5 parcelas para cada metodologia e os valores médios para a taxa de sobrevivência podem ser observados na **Tabela 5**.

Tabela 5 - Taxa de sobrevivência das plantas instaladas em função da metodologia, na mesma propriedade.

Método de instalação	N	Taxa de sobrevivência (%)		
		Média	±	SE
Manual (tradicional)	5	90,71%	±	2,84% ^a
Mecânico (alfaia Risutec)	5	92,28%	±	3,44% ^a
Total	10	91,49%	±	2,12%

Nestas condições, também não existiram diferenças significativas dos valores médios da taxa de sobrevivência em função do método de instalação.

Denotou-se uma pequena diferença, que consistiu no facto da taxa de sobrevivência de 92,3% no método mecanizado ser superior à de 90,7% no manual, mas por sua vez tem um erro-padrão superior, com o valor de 3,4%, comparativamente aos 2,8%. Esta observação da pequena disparidade no valor da taxa no método mecânico ser superior poderá prender-se com o facto de a preparação e mobilização do solo ter sido antecedida à imediata plantação pela

alfaia. No método de plantação manual, só passados dias ou semanas é que se procedeu à plantação. O solo acabou por perder alguma humidade e que pôde comprometer ligeiramente a taxa de sucesso. Quanto ao erro-padrão, verificou-se uma maior distribuição dos valores no método mecânico, no entanto, a conjugação da média e do erro-padrão, permitiu aferir que é possível aplicar o método mecânico, pois não foram observadas diferenças significativas entre os dois métodos.

Assim, na totalidade das parcelas inventariadas, a taxa de mortalidade com recurso à alfaia Risutec é de 9,33%. Em condições similares, a taxa de mortalidade das plantas com o método mecanizado em questão é de 7,72%, ao passo que no método manual é de 9,29%. Isto comprova que a recorrência à alfaia para a operação de plantação está de acordo com as condições geradas manualmente, com tendência para aumentar a taxa de sobrevivência na instalação das plantas.

Mesmo que a comparação do método mecânico com o manual fosse eficientemente e economicamente desvantajoso, dada à carência de mão-de-obra e existência de outras alternativas nesta operação, continuaria a ser uma potencial escolha para operar. No entanto, será conveniente incorporar novas áreas de estudo.

A taxa de sobrevivência é um fator importante para a determinação do sucesso do objetivo da principal operação em estudo, instalar plantas vigorosas e saudáveis com rapidez e com sucesso.

Os *Outputs* resultantes do tratamento dos dados recolhidos podem ser consultados no **ANEXO XIII**.

Os resultados observados podem estar sob influência de outras variáveis, mas mesmo assim são interessantes para colocar em prática esta técnica inovadora.

Um contributo para os valores obtidos é o facto de o operador da máquina conseguir ter a percepção da forma como acondiciona as plantas ao solo, bem como do local a instalá-las, para evitar que se criem “bolhas” de ar junto ao sistema radicular das plantas, não as colocando em zonas com vegetação ou resíduos para que as mesmas fiquem instaladas com êxito.

Fica para o futuro a instalação de ensaios e posterior avaliação com recurso à aplicação do hidrogel.

4.5. Análise SWOT

Pela análise SWOT ou análise FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), especificam-se os objetivos deste estudo, isto é a implementação da alfaia Risutec SKB-180. São identificados os fatores internos e externos que são favoráveis e desfavoráveis para a realização das operações (desde a preparação do terreno à plantação), visando o sucesso na concretização do trabalho e no desenvolvimento da alfaia.

Forças:

- Trata-se de uma alfaia promovida pela inovação em Portugal, com possibilidade de expansão ao resto da Europa. Na realidade da floresta portuguesa, é importante captar interesse pelas atividades florestais, assim, existe uma certa relevância na implementação de máquinas ou equipamentos eficazes e inovadores;
- Esta alfaia é uma alternativa para a falta de mão-de-obra, em particular na plantação associada aos projetos de arborização e beneficiação;
- Multifuncional, com a possibilidade de fazer várias adaptações consoante as situações presentes. Pode realizar as operações de preparação do terreno e plantação em conjunto ou separadamente;
- Realiza uma mecanização localizada, evitando a intervenção excessiva no solo. Por defeito e usualmente, na preparação do terreno, são utilizadas máquinas pesadas e equipamentos que mobilizam toda a área, de forma contínua tendo um impacto elevado no solo (risco de compactação) e na biodiversidade (vegetal, macro e microfauna).
- A alfaia pode aumentar a produtividade, pelo número de plantas instaladas por unidade de área e por unidade de tempo, em comparação com as operações manuais e/ou tradicionais;
- Permite um maior controlo nas quantidades de adubo aplicadas por planta;
- Alcança maior área útil comparativamente com os meios tradicionais, pois consegue fazê-lo de posicionamentos diferentes;
- Proporciona maior visibilidade no mercado, destacando-se pela positiva;
- Os efeitos do uso de operações mecanizadas podem resultar na melhoria da qualidade de instalação das plantas (aumento da taxa de sobrevivência, bom desempenho no crescimento e uniformidade no compasso instalado);
- Preferência para utilizar numa atuação imediata na recuperação de áreas afetadas por catástrofes, como as tempestades e os incêndios rurais, atuando de forma rápida e otimizada, com poucos recursos humanos e com capacidade de resposta para atuar em áreas consideráveis, com as mais variadas condições e soluções.
- O uso de máquinas e equipamentos melhora a segurança dos trabalhadores florestais, principalmente através de uma melhoria significativa na ergonomia, em comparação com as operações tradicionais manuais. Há a possibilidade de o operador da máquina ter uma cadeira confortável, monitor auxiliar e ar condicionado, na cabine da escavadora giratória;
- O *software* ASTA, optativo, faz a automonitorização e consegue fazer a transmissão dos dados relacionados com o desempenho do trabalho efetuado, sem esforço acrescido. Também pode auxiliar na qualidade da plantação, recorrendo-se a

metodologias atuais e inovadoras, como a georreferenciação de cada planta plantada e, posteriormente, permitir a avaliação da taxa de sobrevivência das plantas no terreno (neste caso, não se efetuou pelo motivo do software não estar em funcionamento).

Oportunidades:

- Dada à cada vez maior escassez de mão-de-obra, reduzida formação, ao aumento dos custos laborais e encargos sociais das empresas com os seus colaboradores, a mecanização pode tornar-se numa opção viável para as operações de plantação no futuro, a curto e a longo prazo.
- A utilização e aperfeiçoamento de novas tecnologias, contribuirão para a melhoria e eficiência das operações de instalação de novos povoamentos;
- Esta mecanização pode melhorar a relação custo-benefício das operações e aumentar lucros;
- Pode ser acoplada a diferentes tipos de máquinas, no entanto a giratória é a mais usada e com maior potencial de utilização;
- Pode adaptar-se a outras funcionalidades, como a aplicação localizada de herbicida.
- Tem a capacidade de trabalhar com outras espécies de plantas;
- Fornece soluções para plantar áreas consideradas perigosas ou mais desafiantes ao invés de trabalhos manuais, por exemplo, com elevada pedregosidade ou elevado declive;
- Arboriza áreas sem coberto vegetal e contribui favoravelmente para a alteração do uso do solo;
- Esta alfaia conseguirá provavelmente alcançar os mesmos níveis de qualidade e confiança que um outro equipamento ou máquina de abate e processamento de madeira. Será uma questão de tempo;
- Trata-se de um protótipo para o desenvolvimento de alfaias idênticas, com a possibilidade de conter alguma componente elétrica, híbrida, a biogás ou a biocombustível, enquanto alternativas renováveis;
- Existe um estímulo natural entre as empresas concorrentes, para forçarem novas aquisições de equipamentos idênticos ou gamas com outras facetas e, por conseguinte, mais sofisticadas, dando contributo para a evolução da mecanização em Portugal.

Fraquezas:

- O facto deste tipo de equipamento ser específico para a floresta, no caso para a preparação de terreno e plantação, revela-se num desafio operacional adverso. Este facto torna-se numa barreira para o uso deste tipo de alfaia na atividade de outras operações na floresta ou em outras áreas ou indústrias;
- Falta de assistência a nível nacional, em Portugal, para este tipo de alfaia. Assim como, de acompanhamento tecnológico no setor florestal;
- Há falta de operadores qualificados e experientes de máquinas florestais. Para que estas máquinas sejam economicamente viáveis, exigem operadores altamente treinados com várias habilidades. Muitas vezes, por causa das condições de trabalho, manter esses operadores experientes nas empresas pode ser um desafio para o setor florestal;
- Necessidade de os operadores florestais serem multifacetados;

- Depende das condições edafoclimáticas (por exemplo com o encharcamento dos solos), como acontece com todas as outras máquinas;
- Algumas plantas encravam no tubo plantador por causa de um determinado substrato mais frágil, que se desfaz facilmente, devendo o torrão do substrato e raiz serem mais consistentes;
- Operar em socacos estreitos e sem saída é uma menos valia. Existem limitações de mobilidade e riscos de perda de estabilidade ao rodar o braço da giratória para o local de cota mais baixa ou para instalar novas plantas na linha de plantação inferior;
- Toda a logística associada, quando se aplica gel. É necessário ter uma fonte de água próxima, um local e equipamento adequado para preparar o hidrogel;
- Por causa dos diferentes tipos de solo existentes e das condições climáticas é conveniente uma plantação com espécies diferentes. Essa diversidade cria dificuldades para os fabricantes e cria mercados limitados para equipamentos em todo o mundo, levando ao aumento dos custos, quando importados de outros países;
- No início de qualquer obra necessita sempre de pelo menos 15 a 20 minutos para repor consumíveis;
- Reduz as oportunidades de emprego para pessoas com baixa qualificação nas áreas rurais.

Ameaças:

- Inexistência de formação especializada para operadores de máquinas e equipamentos, em Portugal;
- Ausência de mão-de-obra especializada neste tipo de equipamentos e máquinas. Esta dificuldade acresce com a dificuldade em rejuvenescer esta classe trabalhadora, porque os jovens não querem ter esse estilo de vida, no trabalho rural e longe de casa;
- A falta de mão-de-obra leva a que as empresas sejam pouco criteriosas para a ocupação das funções de operador, o que leva a um menor desempenho e, consequentemente, dos equipamentos manuseados. Ou até, ao receio de investir;
- A complexidade e fragilidade existente na instalação de novas plantas pode comprometer o desenvolvimento do conceito da mecanização, por não se conseguir praticar custos mais baixos e substituir o trabalho manual;
- Existem outras alternativas para exercer as operações de preparação de terreno, existem mais meios tradicionais e com mais disponibilidade;
- Sazonalidade das ações de plantação, em condições normais;
- Existe o risco, em Portugal, de não haver áreas disponíveis e autorizadas para se efetuarem novas plantações de eucalipto, de forma a possibilitar um trabalho contínuo com este tipo de equipamentos, o que implica a presença de um bom plano de ações futuras;
- Os métodos mecanizados geralmente envolvem aumentos nas emissões de carbono e na compactação do solo, ao contrário dos métodos tradicionais. Esta desvantagem pode comprometer a evolução da mecanização, enquanto existir o combate contra o aumento do aquecimento global e outras alterações climáticas;
- Repugnância da sociedade local a este tipo de mecanização e instalação de novos povoamentos.

5. Conclusão

O presente estudo pretendeu avaliar três análises diferentes.

Na avaliação da produtividade e do custo das operações de preparação de terreno e plantação, recorrendo à alfaia Risutec, em diferentes condições de estação, na devida época de plantação, pode concluir-se que, apesar do reduzido número de áreas de estudo, tanto em termos de quantidade como de extensão para diferentes condições, o trabalho desempenhado pela alfaia Risutec comparativamente ao método tradicional apresentou um menor número de horas/ha. Para o trabalho com a alfaia assume um tempo médio de 17h15min (considerando o recurso humano de apoio) para instalar um hectare e com o método tradicional (CAOF) 32h42min, otimizando o trabalho em 47%. No entanto, de acordo com o método tradicional pratica-se uma gradagem contínua e ripagem, comparativamente a uma intervenção localizada da alfaia. Em termos gerais, os custos da alfaia, apresentam maior rendimento comparativamente aos custos da tabela CAOF e aos habitualmente praticados pelas empresas, por hectare. Sendo que, para algumas situações está equiparado aos valores praticados pelas empresas, apresentando, no entanto, valores superiores aos praticados pelas empresas em cerca de 5 áreas de estudo (26,3% do total de áreas).

Relativamente ao registo dos tempos, pretendeu-se pormenorizar a operação, a fim de identificar qual a atividade que deve despertar maior atenção para rentabilizar a mesma. As fases que ocupam mais tempo, podem vir a ser alvo de atenção, numa tentativa de acelerar o processo de eventuais melhorias na alfaia. A fase com maior representatividade foi a do tempo principal, sendo na plantação com o posicionamento da alfaia constituída por 32,7% e, quando assume a preparação do terreno, por 48,4% para a abertura localizada da cova antes de proceder à plantação.

Para avaliar a qualidade da plantação verificaram-se as taxas de sobrevivência das plantas instaladas com a alfaia em cada um dos métodos, de onde resulta o valor de 90,7% de sucesso em ambos os casos, que se traduz na ausência de diferenças significativas comparativamente à plantação manual.

A alfaia Risutec utiliza um método adequado de mobilização do solo, nomeadamente, a mobilização localizada, restringida à periferia dos locais de plantação, descompactando o solo de acordo com as boas práticas florestais, tornando-o menos compactado e de mais fácil desenvolvimento do sistema radicular em profundidade.

A problemática atual da escassez da mão-de-obra para as operações silvícolas, preocupa as empresas do setor, associado também ao elevado custo da que existe e está disponível. Como tal, para se continuar a realizar estas operações, é conveniente manter os valores competitivos e recorrer a meios alternativos, como a mecanização multifuncional.

Este tipo de estudos não deixa de ser um incentivo à implementação assertiva de máquinas e equipamentos inovadores no nosso país, por parte das empresas florestais, tendo estudos experimentais como suporte para monitorização e avaliação. No entanto, reconhece-se a necessidade de se continuar a estudar a alfaia para reduzir tempos de reparação e melhorar o seu desempenho em condições de maior grau de dificuldade. Ficam pendentes ensaios em outras regiões do país, com outras condições para monitorização e avaliação.

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

O futuro da plantação de novos povoamentos, no caso de eucalipto, em Portugal, passará sempre pela viabilidade económica da atividade e pela floresta que se planeia para o futuro, sendo fundamental o investimento na mecanização, na formação de novos operadores, tal como no desenvolvimento e aplicação de novas técnicas de instalação de novos povoamentos.

6. Referências Bibliográficas

- Aikala, J. (2014). Koneellinen metsänistutus. (I.-S. alueyksikkö/Suonenjoki, Ed.) *Koneellisen metsänhoidon kärjessä jo kymmenen vuotta – Risutec Oy*, pp. 8-9.
- Aliança Florestal, Celbi, Direcção-Geral dos Recursos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, Silvicultura, Unimadeiras. (2007). *Planeamento Operacional e Boas Práticas de Exploração Florestal*. Lisboa: ONDAGRAFE.
- Altri Florestal. (Maio de 2018). Resumo Público Plano de Gestão Florestal. *Principais aspetos da gestão florestal da Altri Florestal*. Portugal: Altri.
- Altri Florestal. (30 de abril de 2021). Relatório de Sustentabilidade 2020. *Construindo um mundo mais renovável*. Portugal: Altri.
- António Monteiro Alves. (1988). *Técnicas de Produção Florestal*. 2ª ed. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- António Monteiro Alves, J. S. (2007). *O Eucalipto em Portugal - Impactes Ambientais e Investigação Científica*. Lisboa: ISAPress.
- Assembleia da República. (2017). *Lei nº 76/2017, de 17 de Agosto*. Lisboa.
- Autoridade Florestal Nacional. (2009). *Instruções para o trabalho de campo do Inventário Florestal Nacional*. Lisboa: AFN.
- Barros, J. F. (2020). *Fertilidade do solo e Nutrição das plantas*. Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários e Noções Básicas de Agricultura, Universidade de Évora, Évora.
- Bernier, C. O. (2010). *ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO FOGO EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTO – CASO DE ESTUDO ÁREA GLOBLAND*. Proyecto Final de Carrera, Universidad de Huelva, Lisboa.
- Biorede. (2005). *Eucalyptus globulus Labill*. Obtido de Diversidade Vegetal: <http://www.biorede.pt/page.asp?id=1850>
- Branco, J. P. (2015). *Políticas Agrárias e Florestais em Portugal Continental: Da Regeneração à Política Agrícola Comum, uma abordagem histórico-Geográfica*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- Cardoso, J., Bessa, M., & Marado, M. (1973). Carta de Solos de Portugal (1:1 000 000). 33, 481-602. *Agronomia Lusitana*.
- CEF-ISA. (Outubro de 2003). Principais Espécies Florestais com Interesse para Portugal. *Zonas de Influência Atlântica*. Lisboa: DGF.
- Celbi. (2018). Obtido de Pasta de Papel: <http://www.celbi.pt/pt/pastadepapel/8/>
- CELPA - Associação da Indústria Papeleira. (2020). *Boletim Estatístico*. Lisboa: Celpa.

- CELPA. (2015). *Fertilização Florestal*. Obtido de Projeto Melhor Eucalipto: <http://www.celpta.pt/melhoreucalipto/fertilizacao-florestal/>
- Comissão de Acompanhamento das Operações Florestais. (2015/2016). *Matriz de (Re)arborização. Arborização e rearborização com recurso a espécies florestais*. Lisboa, Portugal.
- Conceição Ferreira; Josefa Carvalho; Manuela Batista. (2009). *MANUAL TÉCNICO - Instruções para o trabalho de campo do inventário florestal nacional - IFN 2005/2006*. Lisboa: Autoridade Florestal Nacional.
- Correia, A. V., & Oliveira, A. C. (1999). *Principais Espécies Florestais com Interesse para Portugal – Zonas de Influência Mediterrânica*. Lisboa: Direcção-Geral das Florestas. Estudos e Informação.
- Creasorb® - Evonik Industries. (2010). The Krefeld site of Creavis Technologies & Innovation. *Stockosorb® - Application guide*.
- Daveau, S. (1995). *Portugal Geográfico*. (J. S. Costa, Ed.) Lisboa, Portugal. Obtido em 2021
- DGF. (2001). *Inventário florestal nacional, 3ª revisão, 1995-1998*. Lisboa, Portugal: Direcção Geral das Florestas.
- Direcção de Serviços de Valorização do Património Florestal. (2003). *Princípios de Boas Práticas Florestais*. Lisboa: Direcção-Geral das Florestas.
- e-globulus. (2021). *Floresta industrial*. Obtido de Silvicultura do eucalipto em Portugal: <https://www.e-globulus.pt/biblioteca-online/dossiers/silvicultura-eucalipto-portugal>
- Fernandes, J. P. (2011). *Manual de Boas Práticas de Gestão dos Espaços Florestais na Bacia da Albufeira de Castelo do Bode*. EPAL - Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A.
- Gomes, F., Gonçalves, J., Rodrigues, D., & Páscoa, F. (2005). Dossier Técnico, Mecanização, Operações Florestais. *Vida Rural, Dezembro 2005/Janeiro 2006*, pp. 33-35.
- ICNF. (2015). *IFN6 – 6º Inventário Florestal Nacional de Portugal*. Lisboa: Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas.
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2017). *Perguntas frequentes sobre o regime jurídico aplicável às ações de arborização e rearborização (RJAAR)*. Obtido de Formulários e FAQ's: <https://www.icnf.pt/florestas/arborizacoes/formulariosefaqs>
- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. (2020). *Manual de Navegação do Módulo RJAAR*. Lisboa. Obtido de Ações de Arborização e de Rearborização.
- Jaakob Tiainen, J. V. (2018). *RISUTEC ASTA - DOKUMENTOINTIJÄRJESTELMÄ*. Metsätalouden koulutusohjelma, KARELIA POLYTECHNIC, Finlândia.
- Laine, T., & Saarinen, V.-M. (2014). Comparative study of the Risutec Automatic Plant Container (APC) and Bracke planting devices. *vol. 48* (3 article id 1161), p. 16.
- Lopes, W. A. (2011). *STOCKOSORB® 500micro*. Degussa Brasil Lda.

- Lourenço, J. S., & Alves, V. M. (1968). *Natureza e Classificação dos Tempos de Trabalho Agrícola numa região Noroeste*. Lisboa: Fund. Calouste Gulbenkian, Centro de Estudos de Economia Agrária.
- Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. (2009). *Decreto-lei 73/2009, de 31 de Março*. Lisboa.
- Ministério da Agricultura, Pescas e Alimentação. (1989). *Portaria nº 528/89, de 11 de julho*. Lisboa.
- Molina, J. L. (1989). *Técnicas de forestación en países mediterraneos*. Madrid (Espanha): Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Nogueira, R. d. (2019). *Avaliação da tolerância ao frio em híbridos de Eucalyptus spp.* Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.
- Presidência do Conselho de Ministros. (2015). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 6-B/2015*. Lisboa. Obtido de www.dre.pt
- Presidência do Conselho de Ministros. (2019). *Decreto-lei 13/2019, de 21 de Janeiro*. Lisboa. Obtido de www.dre.pt
- Ramantswana, M., Guerra, S. P., & Ersson, B. T. (2020). FOREST ENGINEERING. (R. Spinelli, Ed.) *Advances in the Mechanization of Regenerating Plantation Forests: a Review*, pp. 1-16.
- Risutec. (2021). Datasheet - Water Pump. *Flow Jet Installation*.
- Risutec. (maio de 2021). *MAIN SOIL TREATMENT FOR MECHANICAL PLANTING*. Obtido de RISUTEC - Builds the Forest: <https://risutec.fi/main-soil-treatment-for-mechanical-reforestation/>
- Risutec Oy. (2017). *RISUTEC SKB-180 (Balde plantador) - Máquina de plantação com modo subsolador*. Manual de Operação e Manutenção, Risutec - Builds the forest, Nakkila, Finlândia.
- Rodrigues, A. L. (2002). *Processamento com pré abate vs Processamento sem pré abate: produtividade, perdas em material lenhoso e custos*. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra - Escola Superior Agrária de Coimbra.
- Scott, A. H. (1973). Work Measurement: Observed Time to Standard Time. *Work Study in Forestry Bulletin*, 47.
- SILVANUS - Asociación Profesional de Selvicultores de Galicia. (1997). *Preparación del terreno para la repoblación forestal*. Santiago de Compostela: Silvanus.
- Sinorplásticos, Lda. (2017). Ficha técnica - Tabuleiro de sementeira. Espinho, Portugal.
- Stohr, G. W., & Leinert, S. (1978). Importância e Aplicação do Estudo do Trabalho. *Revista do Centro de Pesquisas Florestais, Vol IX (Nº 1)*.
- Tavares, J. M. (1991). *Produtividade do Trabalho de Máquinas Florestais Multi-funções - Estudo de um Caso*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.

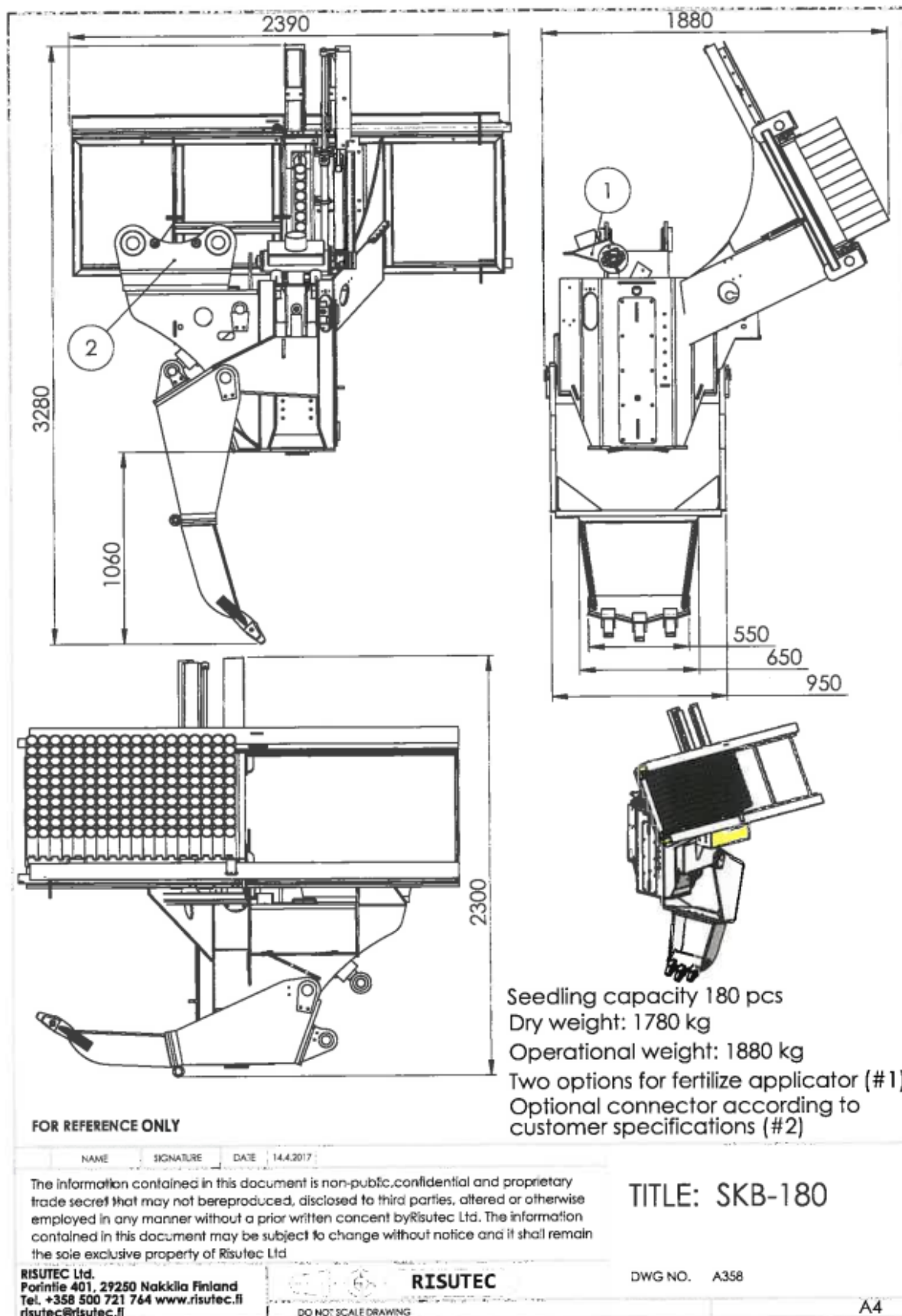
- Tomé, M. (1994). Productivity of *Eucalyptus globulus* plantations in central Portugal. *Eucalyptus for biomass production*, 31-46. (P. J.S., & P. H, Edits.) Lisboa: Commission of the European Communities and Instituto Superior de Agronomia.
- UTAD. (2012). *Ficha da espécie Eucalyptus globulus*. Obtido de UTAD - Jardim Botânico: https://jb.utad.pt/especie/Eucalyptus_globulus
- Vēsniņš, G., Lazdina, D., & Luguza, S. (24 de April de 2020). 15th International Scientific Conference - Forestry and Wood Processing. *POSSIBILITY OF USING EXCAVATOR WITH HEAD RISUTEC TK-120 FOR MECHANICAL REGENERATION OF CONIFERS*, p. 42.
- Zar, J. H. (1996). Biostatistical Analysis. (3ª, Ed.) New Jersey, United States of America: Preutice-Hall.

ANEXOS

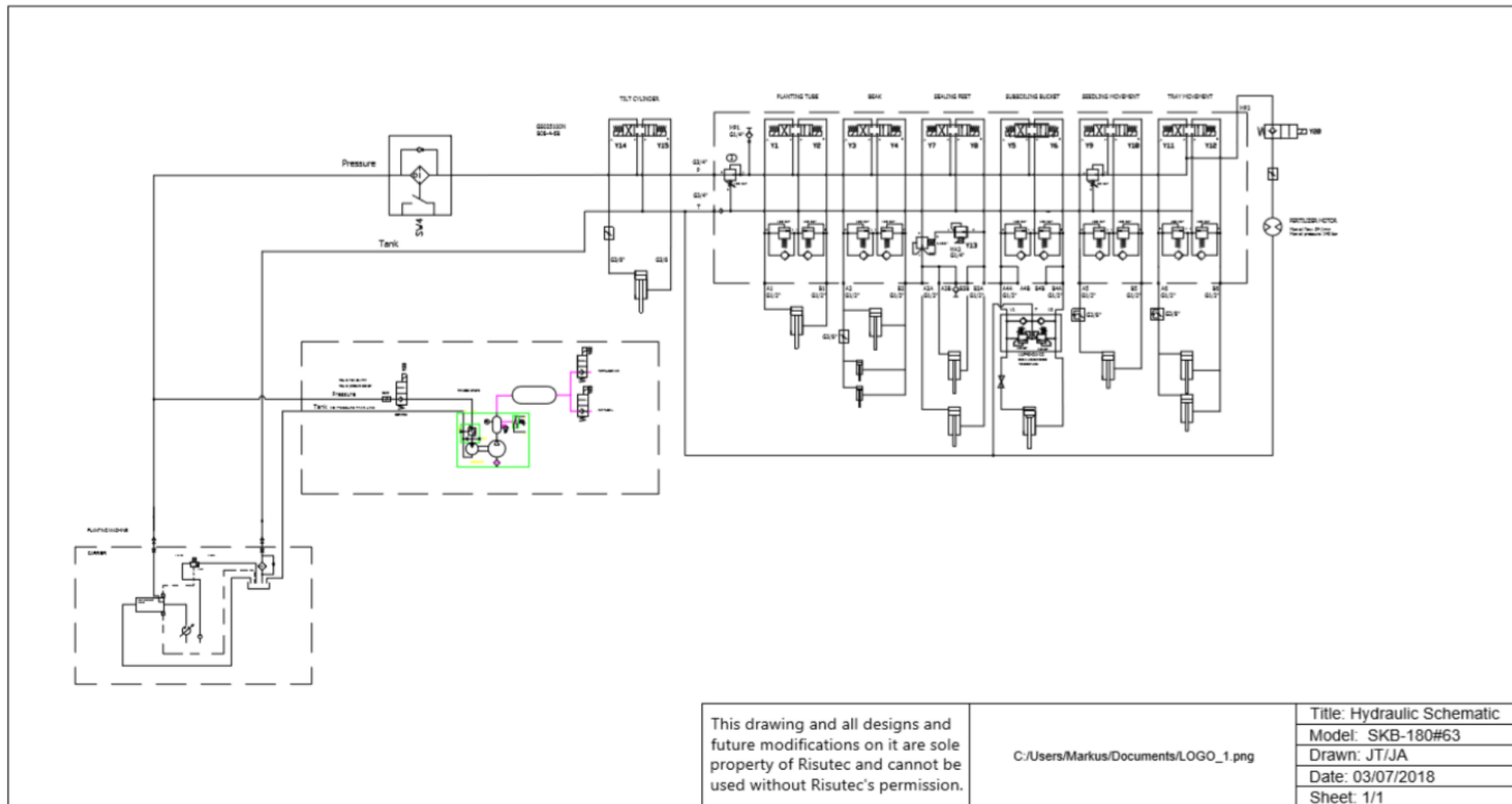
ANEXO I

Ficha técnica, Mapa Hidráulico e Outras especificidades da alfaia Risutec SKB-180

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec



Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec



ESPECIFICAÇÕES:

Peso aproximado	1600 kg
Comprimento	240 cm
Altura pá aberta	350 cm
Altura pá fechada	230 cm
Largura	190 cm
Pressão momentânea máxima	220 bar
Pressão de trabalho	170 bar
Fluxo máximo	70 l

A Risutec reserva o direito de fazer alterações nas propriedades técnicas sem aviso prévio.

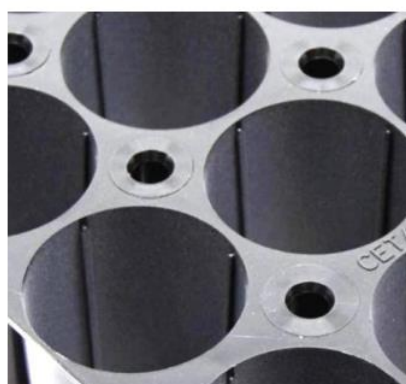
ANEXO II

Contentores para produção de plantas de eucalipto por propagação seminal

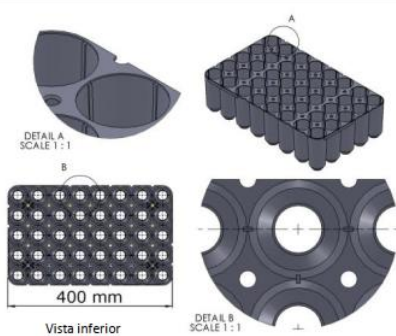
Tabuleiro de sementeira – Ref. 40 OPTIM



Vista em Perspetiva

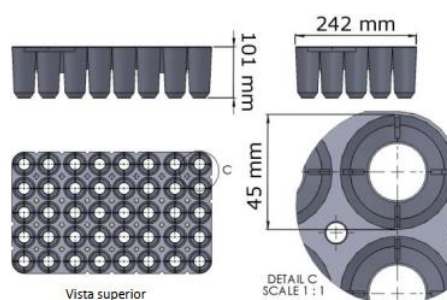


Pormenor



Vista inferior

DETAIL B
SCALE 1:1



Vista superior

DETAIL C
SCALE 1:1

Desenhos Técnicos

ANEXO III

Classificação Portuguesa (CNROA) e a sua relação com a carta de solos da FAO e da WRB.
A sua representatividade em Portugal e o tipo de perfil típico

Classificação dos solos

Portuguesa CNROA / SROA		FAO	WRB	Distrib.	Perfil	
Ordem	Suborbem	(74/81)	(FAO -2006)	(%)		
SOLOS MINERAIS	1. Solos incipientes	Litossolos	Lithosols (I)	Leptossolos	15,1	(A)R
		Regossolos psamíticos	Regosols (R)	Arenossolos	1,8	(A)C
		Aluviossolos	Fluvisols (J)	Fluvisolos	3,2	ApC1C2
		Coluviossolos			-	
	2. Solos Litólicos 34%	Litólicos húmicos	Cambisols húmicos (B)		17,7	A(B)CR
		Litólicos não húmicos	Cambisols não húmicos (B)		16,3	
	3. Solos Calcários	Calcários pardos	Cambisols (B)		2,1	A(B)CR
		Calcários vermelhos			1,6	
	4. Barros	Barros pretos	Vertisols (V)		0,3	A(B)CR
		Barros pardos			-	
		B. Castanho-avermelhados			0,7	
	5. Solos mólicos	Castanozemes	Kastanozemes (K)		0,2	A(B)CR
	6. Solos Argiluvitados pouco insaturados	Mediterrâneos Pardos	Acrisols (A) - V 35 - 50%; Luvisols (L) V > 50%; Lixisols		24,8	AEB _t CR ou AEB _{ts} CR
		Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos				
	7. Solos Podzolizados	Podzóis não hidromórficos	Podzol (P)	Podzol; Podzoluvisols	6,8	AEB _h C/ AEB _{hs} C
		Podzóis hidromórficos	Podzol gleizado (Pg)		0,3	
	8. Solos Halomórficos	Solos salinos	Solonchacks (Z)		0,9	
			Solonetz (B natrico)			
9. Solos Hidromórficos	Hidr. sem horizonte elevial	Gleisols (G)		0,9	A2 ou E	
	Hidr. com horizonte elevial	Planosols (W)				
Ranker	Ranker	Rankers (U)		< 0,1%		
SOLOS ORGÂNICOS	Solos orgânicos hidromórficos	Solos turfosos com materias sápricos	Histosols (O)		< 0,1%	

ANEXO IV

Tipos de operações analisadas da tabela CAO F para comparação com o trabalho da alfaia Risutec

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

referência : 1 hectare

TIPO DE OPERAÇÃO	OBSERVAÇÕES	CUSTO MÍNIMO (Euros)						CUSTO MÁXIMO (Euros)					
		h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho	h	hp	hp total	custo / h	custo / ha	condições de trabalho
Limpeza de mato com grade de discos	trator industrial com grade pesada (220 kg/disco)	2,0	140	280	78,54	157,08	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm < a 10 %. c) vegetação herbácea e/ou arbustiva até 1,0 m de altura	5,5	140	770	78,54	431,97	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 %. c) vegetação arbustiva com altura > a 2,0 m
Ripagem a 3 m com 1 dente, a >= 60cm (*)	trator industrial	2,7	160	432	92,52	249,80	a) declive de 0 a 5 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100mm < a 10 %.	4,0	160	640	92,52	370,08	a) declive > a 25 % b) % de elementos grosseiros, com diâmetro > a 100 mm > a 50%.
Ripagem a 3 m com 2 dentes, a >= 60 cm (*)		3,3	160	528	92,52	305,32	c) solos com textura franca d) substrato rochoso facilmente desagregável ou horizontes de	4,7	160	752	92,52	434,84	c) solos com textura argilosa d) substrato rochoso de difícil desagregação ou horizontes de
Ripagem a 3 m com 3 dentes, a >=60 cm (*)		4,0	160	640	92,52	370,08	compacidade reduzida e) profundidade de ripagem < a 70 cm	6,0	160	960	92,52	555,12	compacidade elevada e) profundidade de ripagem >= a 80 cm

referência: unidade

CUSTO MÍNIMO (Euros)					CUSTO MÁXIMO (Euros)			
TIPO DE OPERAÇÃO	un./jorna	jorna (*)	custo/un.	condições de trabalho	un./jorna	jorna (*)	custo/un.	condições de trabalho
Plantação de resinosas e folhosas em contentor	250	58,51	0,23	a) declive de 0 a 5 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100mm < a 10 % c) volume do contentor < a 150 cc	150	58,51	0,39	a) declive > 25 % b) percentagem de elementos grosseiros com diâmetro > a 100 mm > a 50 % c) volume do contentor > a 250 cc

ANEXO V

Folhas de Registo utilizadas no estudo da distribuição do tempo pelas fases da operação

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

ESTUDO DE FREQUÊNCIA - Preparação de terreno e plantação com alfaia Risutec SKB-180

Data: ____/____/____

Pág. ____ de ____

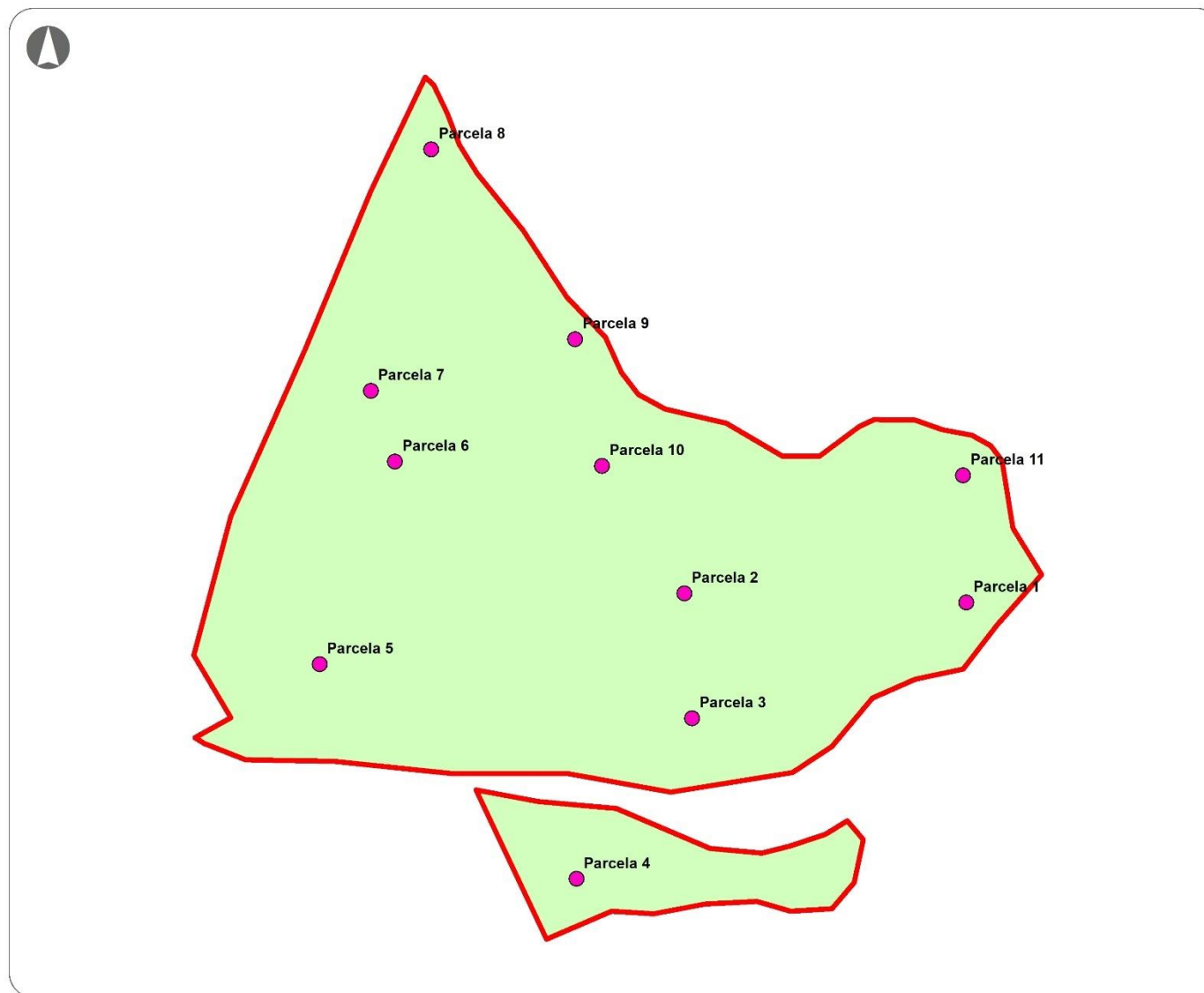
Ensaio de acordo com folha de registo de frequências nº _____

Tabela de acordo com forma de registro de frequências: H=		Tot.
Deslocação		Somat
Limpeza do mato e mobilizar solo		Somat
Colocar/ Posiciona r alfaia no chão		Somat
Sistema Plantação + Adubação + Aconcheg amento da terra		Somat
Total Tempo Principal -Tp		
Reposiçã o de Consumív eis		Somat
Total Tempo Acessório -Ta		
Arranjo equipame nto (tubos e óleos)		Somat
Total Tempo Complementar -Tc		
Parar / Fumar		Somat
Total Tempo Morto - P		

ANEXO VI

Cartografia das propriedades com localização das parcelas inventariadas

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec



altriflorestal

E23

Legenda:

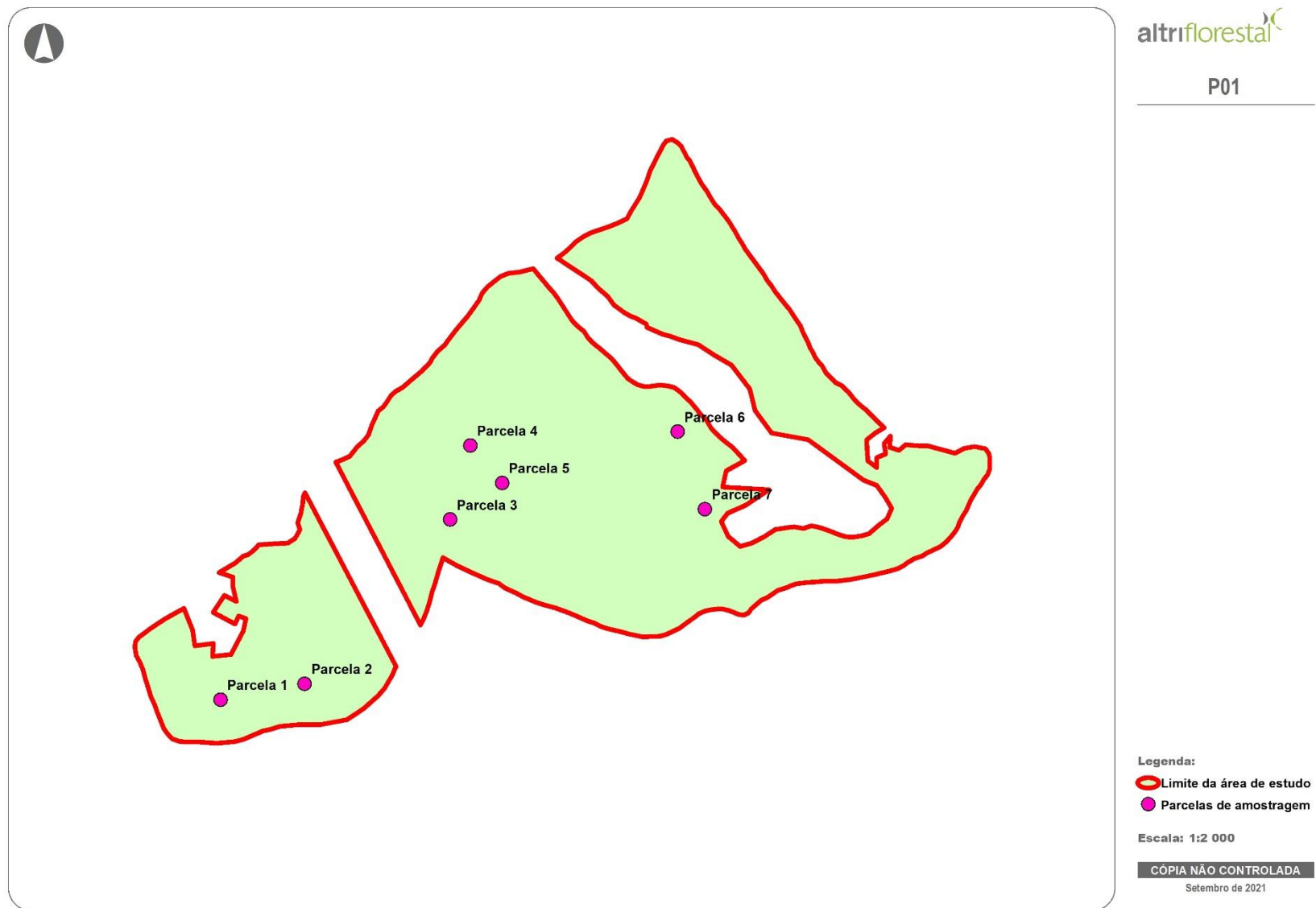
- Limite da área de estudo
- Parcelas de amostragem

Escala: 1:2 000

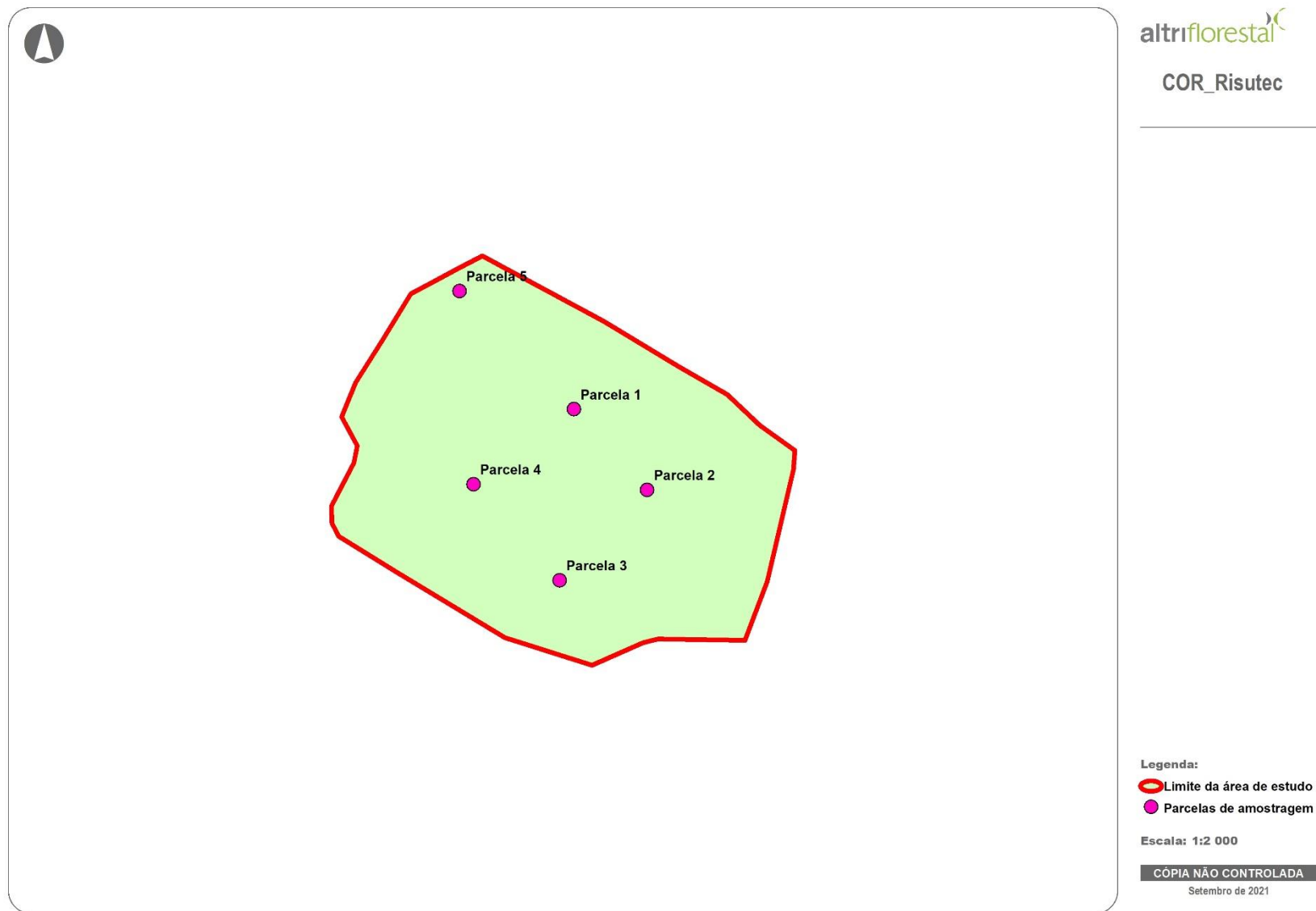
CÓPIA NÃO CONTROLADA

Setembro de 2021

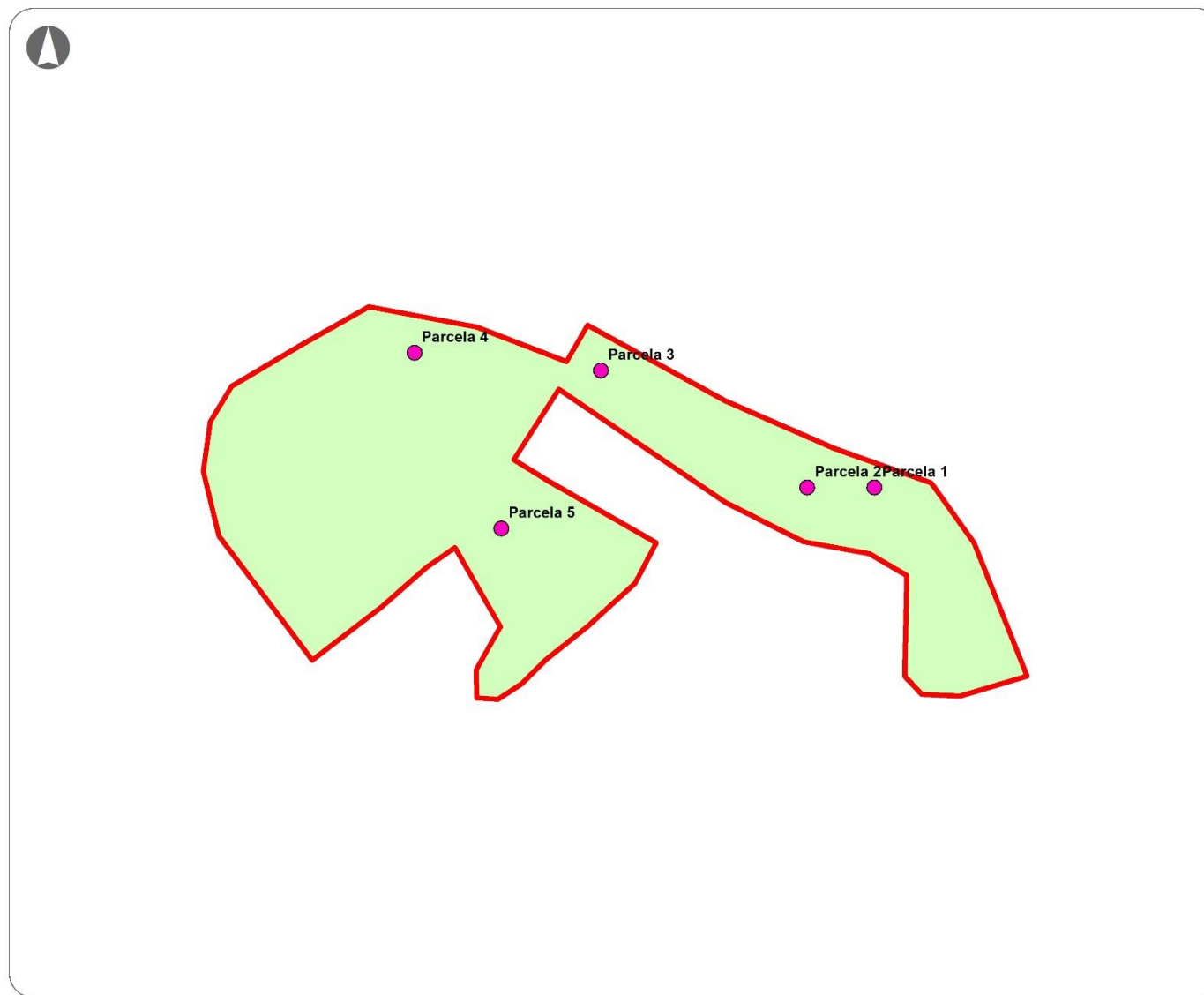
Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec



Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec



Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec



altrifloresta

COR_Manual

Legenda:

- Limite da área de estudo
- Parcelas de amostragem

Escala: 1:2 000

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Setembro de 2021

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec



altrifloresta

COR_Manual
COR_Risutec

Legenda:

○ Limite da área de estudo
● Parcelas de amostragem

Escala: 1:3 500

CÓPIA NÃO CONTROLADA

Setembro de 2021

ANEXO VII

Folha de campo para caracterizar os *slots* inventariados das plantas, para análise da taxa de sobrevivência

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Data: __/__/____

Propriedade: _____

Parcela: _____

nº slot	x	y	Condição da planta	Observações
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

Pág. ____ de ____

ANEXO VIII

Médias ponderadas das produtividades e custos, de acordo com a condição da área de estudo

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Armação	Declive	N	Nº de amostras	Área (ha)	Média Ponderada de plantas/hora	Média ponderada de €/ha	Média ponderada €/pl	Média ponderada h/ha	Média Ponderada Custo plantas/ha	Média Ponderada Custo Adubo/ha	Média Ponderada do Custo de Preparação e Plantação/ha (€/ha)	% € PT + PL/ha	Média Ponderada Custo Plantas/ha (€/ha)	% € pl/ha	Média Ponderada Custo Adubo/ha (€/ha)	% € adubo /ha
Curva de nível	<5%	<600	0													
		600-1100	0													
		>1100	1	11,0	127,9	942,73 €	0,60 €	11,6	205,74 €	54,86 €	682,12 €	72%	205,74 €	22%	54,86 €	6%
	5-25%	<600	2	38,1	80,7	425,01 €	0,93 €	6,2	67,11 €	17,90 €	340,00 €	80%	67,11 €	16%	17,90 €	4%
		600-1100	3	14,0	89,0	1 147,59 €	0,92 €	18,9	181,37 €	48,37 €	917,86 €	80%	181,37 €	16%	48,37 €	4%
		>1100	2	10,7	127,8	1 011,33 €	0,57 €	10,9	228,14 €	60,84 €	722,36 €	71%	228,14 €	23%	60,84 €	6%
	>25%	<600	1	9,6	101,3	478,42 €	0,73 €	5,9	89,46 €	23,86 €	365,10 €	76%	89,46 €	19%	23,86 €	5%
		600-1100	1	23,8	108,0	707,55 €	0,67 €	8,1	141,12 €	37,63 €	528,80 €	75%	141,12 €	20%	37,63 €	5%
		>1100	0													
Socalco	>25%	<600	2	27,3	90,1	441,33 €	0,87 €	7,1	72,14 €	19,24 €	349,94 €	79%	72,14 €	16%	19,24 €	4%
		600-1100	6	114,1	116,6	728,89 €	0,67 €	9,9	149,03 €	39,74 €	540,12 €	74%	149,03 €	20%	39,74 €	5%
		>1100	1	20,0	110,9	1 080,84 €	0,72 €	16,1	204,66 €	54,58 €	821,60 €	76%	204,66 €	19%	54,58 €	5%
Total Geral			19	268,5	107	713,81 €	0,74 €	9,8	138,08 €	36,82 €	538,91 €	75%	138,08 €	19%	36,82 €	5%

ANEXO IX

Caracterização das áreas de ensaio

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Áreas de ensaio	Acessibilidade	Declive	% Elementos grosseiros	Vegetação herbácea	Pedregosidade	Textura do solo	Compactação do solo	Profundidade do solo	Humidade do solo	Densidade (N)	Obstáculos / Armação	Observações	ΣGraus dificuldade presentes (n)	Graus dif. nº níveis	Graus dificuldade máximo (N)	Graus dificuldade (n/N)	Vtt (valor refer. custo mín.)	Vmáx (valor refer. Custo máx)	DTT (≠ entre tempos ou unidades)	VET
VCO	0	1	1	0	1	1	0	1	1	2	0,5	10% socalcos	10,67	11	22	0,49	5	21	16	12,8
T08	0	2	0	0	1	1	0	1	1	2	2	95% socalcos	12,98	11	22	0,59	5	21	16	14,4
T30	1	2	0	0	1,5	1	0	1,5	1	0	1,5	80% socalcos	9,46	11	22	0,43	5	21	16	11,9
S03	1	2	1	0	2	1	0	1,5	1	1	2	100% Socalcos	14,36	11	22	0,65	5	21	16	15,4
C87	1	1	0	1,5	1	1,5	0	0,5	0	0,5	0	Difícil encontrar linhas por causa da vegetação	7,98	11	22	0,36	5	21	16	10,8
C88	1	1	0	1,5	1	1,5	0	0,5	0	0,5	0		7,98	11	22	0,36	5	21	16	10,8
C93	1	1	0	1,5	1	1,5	0	0,5	0	1	0		8,94	11	22	0,41	5	21	16	11,5
B14	1,5	2	2	0	1	1	0	1,5	0	1,5	2	100% Socalcos	16,42	11	22	0,75	5	21	16	16,9
B13	1,5	2	2	0	1	1	0	1,5	0	1,5	2	100% Socalcos	16,42	11	22	0,75	5	21	16	16,9
P03	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0		4,13	11	22	0,19	5	21	16	8,0
C02	1,5	2	1,5	0	1	1	0	1	0	1,5	2	100% Socalcos	15,18	11	22	0,69	5	21	16	16,0
T11	0	2	1	0	1	1	0	0,5	0	2	2	100% Socalcos	14,08	11	22	0,64	5	21	16	15,2
T15	0	1	1	0	1	1	0	0,5	0	2	0,5	2 caminhos tipo socalcos	9,85	11	22	0,45	5	21	16	12,2
T12	0	2	1	0	1	1	0	0,5	0	1	0		9,08	11	22	0,41	5	21	16	11,6
S04	1	2	1	0	2	1	0	1,5	1	2	0		13,20	11	22	0,60	5	21	16	14,6
910	0	1	1	0,5	1	1	0	1	0	0	0		6,46	11	22	0,29	5	21	16	9,7
R01	0,5	2	0,5	0	1	1	0	1	0	0,5	1	50% socalcos	9,24	11	22	0,42	5	21	16	11,7
P01	2	2	0,5	0	1	0,5	0	1	0	0,5	1,5	80% socalcos	10,56	11	22	0,48	5	21	16	12,7
E23	0	0	0,5	1	0	1	0	0	0	0	0		3,44	11	22	0,16	5	21	16	7,5
Cenário Fácil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0,00	11	22	0	5	21	16	5,0
Cenário Difícil	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		25,08	11	22	1,14	5	21	16	23,2
Peso dif.	5,0%	17,5%	17,5%	17,5%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	17,5%	14,0%	114,0%								

ANEXO X

Produtividades, tempos de trabalho e custos por unidade de área obtidos, por área de ensaio

Área de ensaio	Área (ha)	Tempos de trabalho (h/ha)			
		Alfaia Risutec		Método Tradicional	
		Real	Estimado	CAOF	Empresas
VCO	16,4	10,5	12,8	16,8	16,8
T08	12,0	14,3	14,4	19,2	19,2
T30	20,0	28,9	11,9	43,2	43,2
S03	9,3	27,3	15,4	38,2	38,2
C87	2,5	30,0	10,8	37,1	37,1
C88	5,7	33,9	10,8	38,9	38,9
C93	5,8	31,8	11,5	34,5	34,5
B14	22,6	15,8	16,9	32,8	32,8
B13	26,8	14,7	16,9	33,9	33,9
P03	8,4	21,0	8,0	44,6	44,6
C02	12,5	13,8	16,0	30,9	30,9
T11	15,3	9,9	15,2	21,1	21,1
T15	21,7	9,4	12,2	19,6	19,6
T12	23,8	15,1	11,6	34,5	34,5
S04	9,6	11,0	14,6	24,6	24,6
910	2,3	19,7	9,7	44,5	44,5
R01	36,0	18,4	11,7	42,0	42,0
P01	6,8	20,5	12,7	42,9	42,9
E23	11,0	21,7	7,5	38,9	38,9
Média Ponderada		17,3	13,2	32,7	32,7

Área de ensaio	Área (ha)	Produtividade (nº pl/h)		
		Alfaia Risutec	Método Tradicional	
			CAOF	Empresas
VCO	16,4	66,2	31,0	31,0
T08	12,0	88,5	31,0	31,0
T30	20,0	110,9	31,0	31,0
S03	9,3	118,3	28,6	28,6
C87	2,5	79,5	33,3	33,3
C88	5,7	103,4	33,3	33,3
C93	5,8	79,0	33,3	33,3
B14	22,6	92,5	26,2	26,2
B13	26,8	109,5	26,2	26,2
P03	8,4	130,1	33,3	33,3
C02	12,5	114,0	27,4	27,4
T11	15,3	91,3	28,6	28,6
T15	21,7	91,7	31,0	31,0
T12	23,8	108,0	28,6	28,6
S04	9,6	101,3	28,6	28,6
910	2,3	119,1	31,0	31,0
R01	36,0	136,7	29,8	29,8
P01	6,8	120,0	29,8	29,8
E23	11,0	127,9	34,5	34,5
Média Ponderada		106,5	29,6	29,6

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Área de ensaio	Área (ha)	Custos por unidade de área (€/ha)		
		Alfaia Risutec	Método Tradicional	
			CAOF	Empresas
VCO	16,4	430,15 €	553,33 €	479,24 €
T08	12,0	468,08 €	591,68 €	521,67 €
T30	20,0	1 080,84 €	963,49 €	931,56 €
S03	9,3	864,76 €	922,55 €	871,47 €
C87	2,5	1 197,70 €	1 093,19 €	1 041,69 €
C88	5,7	1 128,29 €	1 040,49 €	996,42 €
C93	5,8	1 144,97 €	959,02 €	906,97 €
B14	22,6	673,84 €	845,89 €	776,95 €
B13	26,8	626,54 €	861,76 €	794,63 €
P03	8,4	1 021,46 €	1 021,58 €	999,77 €
C02	12,5	577,48 €	804,89 €	739,10 €
T11	15,3	420,31 €	645,17 €	569,51 €
T15	21,7	421,12 €	594,89 €	526,74 €
T12	23,8	707,55 €	843,50 €	789,73 €
S04	9,6	478,42 €	710,67 €	637,24 €
910	2,3	974,18 €	1 225,46 €	1 185,62 €
R01	36,0	821,18 €	949,58 €	911,85 €
P01	6,8	918,39 €	1 053,63 €	1 015,32 €
E23	11,0	942,73 €	892,91 €	865,02 €
Média Ponderada		713,81 €	829,73 €	774,43 €

Anexo XI

Resultado do tratamento estatístico: regressão múltipla das variáveis dependentes: 1) tempo real (h/ha) da alfaia; 2) nº de plantas/h e custo (€/ha), em função das variáveis áreas (ha) e dos graus de dificuldade presentes sem e com a valorização do recurso humano

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Statistic		Summary Statistics; DV: Risutec Real h/há (Alfaia Risutec.sta)				
Value						
Multiple R		0,671225				
Multiple R²		0,450543				
Adjusted R²		0,340652				
F(3,15)		4,099896				
p		0,026039				
Std.Err. of Estimate		6,328012				

Regression Summary for Dependent Variable: Risutec Real h/há (Alfaia Risutec.sta) R= ,67122512 R²= ,45054316 Adjusted R²= ,34065179 F(3,15)=4,0999 p<,02604 Std.Error of estimate: 6,3280						
N=19	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(15)	p-level
Intercept			24,28341	5,246628	4,62838	0,000328
Área (ha)	-0,21468	0,211246	-0,18534	0,182371	-1,01628	0,325609
Graus de dificuldade_0	2,75593	1,273540	7,22103	3,336906	2,16399	0,047011
Graus de dificuldade_RH	-3,06794	1,293395	-6,28855	2,651151	-2,37201	0,031500

Summary Statistics; DV: Risutec N Pl/h (Alfaia Risutec.sta)	
Statistic	Value
Multiple R	0,46034
Multiple R²	0,21191
Adjusted R²	0,05429
F(3,15)	1,34446
p	0,29747
Std.Err. of Estimate	18,54770

Regression Summary for Dependent Variable: Risutec N Pl/h (Alfaia Risutec.sta) R= ,46033767 R²= ,21191077 Adjusted R²= ,05429292 F(3,15)=1,3445 p<,29747 Std.Error of estimate: 18,548						
N=19	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(15)	p-level
Intercept			107,9170	15,37811	7,01757	0,000004
Área (ha)	0,36393	0,252993	0,7689	0,53454	1,43849	0,170832
Graus de dificuldade_0	1,57393	1,525223	10,0930	9,78063	1,03193	0,318455
Graus de dificuldade_RH	-1,95840	1,549002	-9,8244	7,77065	-1,26430	0,225416

Summary Statistics; DV: Risutec €/há (Alfaia Risutec.sta)	
Statistic	Value
Multiple R	0,7494
Multiple R ²	0,5616
Adjusted R ²	0,4739
F(3,15)	6,4057
p	0,0052
Std.Err. of Estimate	196,3800

N=19	Regression Summary for Dependent Variable: Risutec €/há (Alfaia Risutec.sta) R= ,74941536 R ² = ,56162338 Adjusted R ² = ,47394805 F(3,15)=6,4057 p<,00523 Std.Error of estimate: 196,38					
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(15)	p-level
	Intercept		1095,361	162,8209	6,72740	0,000007
	Área (ha)	-0,14264	0,188688	-4,278	5,6596	-0,75593 0,461397
	Graus de dificuldade_0	2,51457	1,137547	228,912	103,5557	2,21052 0,043023
Graus de dificuldade_RH	-3,03523	1,155282	-216,156	82,2743	-2,62726 0,019036	

Anexo XII

Distribuição do tempos de trabalho pelas fases da operação

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Alfaia Risutec PT + PL					Frequências	Segundos	Minutos	Peso
Tempo Total	Produtivo	Tb	Tempo Principal	Deslocação	99	1485	24,75	9,2%
				PT + Limpeza mato	446	6690	111,5	41,3%
				Posicionar alfaia	204	3060	51	18,9%
				Sistema Plantação	173	2595	43,25	16,0%
	Ta	Tempo Acessório	108	1620	27	10,0%		
	Improdutivo	Tc	Tempo Complementar	19	285	4,75	1,8%	
		P	Tempo Morto	31	465	7,75	2,9%	
				Sum	1080	16200	270	100%

Alfaia Risutec PL					Frequências	Segundos	Minutos	Peso
Tempo Total	Produtivo	Tb	Tempo Principal	Deslocação	189	2835	47,25	10,5%
				Limpeza mato	153	2295	38,25	8,5%
				Posicionar alfaia	588	8820	147	32,7%
				Sistema Plantação	429	6435	107,25	23,8%
	Ta	Tempo Acessório		370	5550	92,5	20,6%	
	Improdutivo	Tc	Tempo Complementar		28	420	7	1,6%
		P	Tempo Morto		43	645	10,75	2,4%
				Sum	1800	27000	450	100%

Anexo XIII

Tratamento estatístico: análise de variância, para a variável Taxa de sobrevivência em função da propriedade e do método de instalação (alfaia Risutec vs plantação manual)

Operação de preparação de terreno e plantação mecânica com alfaia Risutec

Univariate Tests of Significance for Arc Sen Sobrev (Sobrevivencia RA_Eg.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	151792,1	1	151792,1	1258,755	0,000000
propriedade	156,3	2	78,1	0,648	0,531690
Error	3014,7	25	120,6		

Univariate Tests of Significance for Arc Sen Sobrev (Sobrevivencia RA_Eg.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	92440,00	1	92440,00	760,0969	0,000000
metodolo instalacao	8,98	1	8,98	0,0738	0,788022
Error	3162,02	26	121,62		

Univariate Tests of Significance for Arc Sen Sobrev (Sobrevivencia COR_RA_Eg.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	57581,12	1	57581,12	507,4051	0,000000
metodolo instalacao	25,90	1	25,90	0,2283	0,645589
Error	907,85	8	113,48		