



**Escola Superior  
Agrária**

Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

**MESTRADO EM RECURSOS FLORESTAIS**

Tiago Luís Borges dos Santos

**Avaliação de diferentes tipos de mobilização de  
solo à instalação de eucalipto na produtividade e  
fertilidade do solo (1-4 anos)**

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Filomena Gomes

Coorientadora: Eng.<sup>a</sup> Rosinda Leonor Pato

Coimbra, 2024

Tiago Luís Borges dos Santos

# **Avaliação de diferentes tipos de mobilização de solo à instalação de eucalipto na produtividade e fertilidade do solo (1-4 anos)**

Relatório de estágio apresentado à Escola Superior Agrária de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em **Recursos Florestais**

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Filomena Gomes

Coorientadora: Eng.<sup>a</sup> Rosinda Leonor Pato

Coimbra, 2024

## **JÚRI:**

Presidente: Professor Doutor David José de Carvalho Rodrigues

Arguente: Professor Doutor Joaquim Manuel Sande da Silva

Orientadora: Professora Doutora Maria Filomena Figueiredo Nazaré Gomes

Coorientadora: Eng.<sup>a</sup> Rosinda Leonor Pato

## **AGRADECIMENTOS**

A elaboração do presente trabalho não seria possível sem o apoio de alguns intervenientes. Assim sendo, pretendo agradecer a todos os que sempre me apoiaram e contribuíram para a realização e concretização desta etapa final na minha formação, Mestrado em Recursos Florestais. Deste modo, agradeço: à OFA – Organização Florestal Atlantis em particular ao Eng<sup>o</sup> António Oliveira, à minha família, em especial à minha namorada e minha filha, pois tudo isto foi possível graças ao esforço e dedicação que sempre tiveram comigo nesta longa caminhada, foram os meus alicerces.

A todos os docentes do Mestrado em recursos Florestais da Escola Superior Agrária de Coimbra (IPC), a quem fico imensamente grato pela passagem do conhecimento, e a todos os meus colegas de curso.

À Orientadora de Estágio Interna, Professora Filomena Gomes e Coorientadora: Eng.<sup>a</sup> Rosinda Leonor Pato, pela disponibilidade e compreensão, orientando e guiando todo desenrolar do meu trabalho, manifestando sempre as suas opiniões enriquecedoras para o crescimento deste Relatório Final de Mestrado e enriquecimento da minha formação.

## RESUMO

O presente trabalho foi realizado no âmbito do projeto “Instalação eficiente de povoamentos de eucalipto - IEPE”, dos Grupos Operacionais (PDR2020) e teve como objetivo estudar alternativas de mobilização do solo, melhor adaptadas à propriedade de minifúndio (dominante no Centro/Norte do país), associadas a uma menor intervenção (área a intervencionar e profundidade), menor recurso a diferentes tipos de máquinas e equipamentos (menor custo de transporte) e menor impacto ambiental. Foram instalados três ensaios, em blocos completos, no concelho de Cantanhede, onde diferentes tratamentos (Teste mobilização mínima), foram comparados com a mobilização tradicional (Operacional, aplicada em áreas de latifúndio), em três locais de ensaio (Ançã, Andorinha e Fujaco).

No âmbito deste estágio do 4º semestre do Mestrado em Recursos Florestais, pretendeu-se avaliar o impacto no crescimento das plantas e na fertilidade do solo (4 anos após a instalação), das diferentes técnicas de mobilização mínima do solo (Teste), comparativamente à mobilização tradicional (Operacional). No ensaio de Fujaco e Ançã, em ambos os tratamentos (Operacional vs Teste), não se observaram diferenças significativas, relativamente aos parâmetros dendrométricos (altura, DAP e volume). No ensaio de Andorinha, o tratamento Operacional foi superior ao Teste ( $P < 5\%$ ). Estes resultados confirmam os resultados anteriormente observados (3 anos). Este facto e considerando uma boa correlação entre o estado juvenil e o estado adulto desde os 3-4 anos (para a espécie), é um indicador de que para condições semelhantes às testadas em Fujaco e Ançã (meio ambiente X genótipo X tipo de mobilização) não será expectável a existência de diferenças significativas à idade de corte. Os tratamentos Teste com menor mobilização de solo beneficiaram de um aumento percentual de matéria orgânica ao fim de 4 anos, em todos os ensaios, o mesmo não se verificou no tratamento Operacional.

Palavras-chave: *Eucalyptus globulus* Labill; Grupos Operacionais (PDR2020); IEPE (Instalação eficiente de povoamentos de eucalipto); mobilização mínima.

## **ABSTRACT**

This work was carried out within the scope of the project “Efficient installation of eucalyptus stands - IEPE”, of the Operational Groups (PDR2020) and aimed to study soil preparation alternatives, better adapted to the ownership of smallholdings (dominant in the Center/North of the country), associated with less intervention (area to be intervened and depth), less use of different types of machines and equipment (lower transport costs) and lower environmental impact. Three trials were installed, incomplete blocks, in the municipality of Cantanhede, where different treatments (Minimum mobilization test) were compared with traditional mobilization (Operational, applied in larger areas of large estates), in three trial locations (Ançã, Andorinha, and Fujaco).

Within the scope of this internship of the 4th semester of the Master in Forestry Resources, the aim was to evaluate the impact on plant growth and soil fertility (4 years after installation), of different minimum soil mobilization techniques (Test), in comparison with traditional mobilization (Operational). In the Fujaco and Ançã trial, in both treatments (Operational x Test), no significant differences were observed about dendrometric parameters (height, DBH, and volume). In the Swallow trial, the Operational treatment was greater than the Test ( $P < 5\%$ ). These results confirm the results observed previously (3 years). This fact and considering a good correlation between the juvenile state and the adult state from 3-4 years old (for the species), is an indicator that for conditions similar to those tested in Fujaco and Ançã (environment X genotype X type of mobilization) no significant differences in cut-off age will be expected. The Test treatments with less soil disturbance benefited from a percentage increase in organic matter after 4 years, in all tests, the same did not occur in the Operational treatment.

Keywords: *Eucalyptus globulus* Labill; Operational Groups (PDR2020); IEPE (Efficient installation of eucalyptus stands); minimal mobilization.

## FINANCIAMENTO

Este trabalho foi realizado no âmbito do projeto “IEPE - Instalação eficiente de povoamentos de eucalipto, com o código de operação PDR2020-101-001, Refª 031985, do Instituto Politécnico de Coimbra, no âmbito da Operação - 1.0.1 - Grupos Operacionais, Parceria Nº - 37 / Iniciativa Nº - 57, co-financiado pelo FEADER – Fundo Europeu Agrícola de Desenvolvimento Rural, através do Acordo de Parceria Portugal 2020, Programa PDR2020.

O trabalho foi desenvolvido sob a coordenação da Entidade Proponente, OFA em estreita colaboração com o RAIZ e o IPC – ESAC / (CERNAS, Centro de Estudos em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade).



# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
FINANCIAMENTO	IV
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	IX
1 Introdução	1
1.1 Espécie <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	2
1.2 Classificação dos solos e as áreas de ocupação de eucalipto	3
1.3 Produtividade do Eucalipto	4
2 Objetivos	4
3 Mobilização de solo	4
3.1 Destroçamento/arranque de cepos (giratória equipada com enxó)	5
3.2 Gradagem com Bulldozer de lagartas com grade de discos off set rebocada	6
3.3 Ripagem (Buldózer equipada com 1 dente ripper)	7
3.4 Tririper na mobilização do solo	8
3.5 Destroçamento de cepos e coveamento em simultâneo com a enxó	9
4 Áreas de estudo	10
4.1 Localização geográfica dos ensaios	11
4.2 Caracterização litológica e edáfica	11
4.3 Caracterização biofísica	13
4.4 Caracterização do potencial produtivo nos 3 ensaios em função do solo e clima	13
5 Material e métodos	15
5.1 Caracterização dos ensaios instalados	15
5.2 Colheita de amostras de solo	16
5.3 Amostragem foliar para análise química.	17
5.4 Monitorização dos ensaios	19
	V

5.5	Análise estatística de resultados	19
6	Resultados e discussão	20
6.1	Avaliação da fertilidade do solo	20
6.1.1	Amostras de solo	20
6.1.2	Avaliação da vegetação espontânea e da camada orgânica	22
6.1.3	Vegetação espontânea existente nos ensaios	25
6.1.4	Avaliação do estado nutricional das plantas de eucalipto	26
6.2	Taxa de sobrevivência	27
6.3	Acréscimo médio em altura ao final de 1 ano de instalação	28
6.4	Análise de componentes principais (PCA)	28
6.5	Valores médios para diferentes parâmetros dendrométricos	30
6.6	Interação entre o local do ensaio e os tratamentos de mobilização testados	32
7	Conclusão	36
8	BIBLIOGRAFIA	38
9	ANEXOS	40
	Anexo I	40
	Anexo II	41
	Anexo III	42
	Anexo IV	44
	Anexo V	45
	Anexo VI	46
	Anexo VII	47

# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 DESTROÇAMENTO/ARRANQUE DE CEPOS COM UMA GIRATÓRIA EQUIPADA COM ENXÓ	
FIGURA 2 GRADAGEM COM BULLDOZER ACOPLADA COM GRADE DE DISCOS PESADA .....	6
FIGURA 3 RIPAGEM COM 1 FERRO (1 DENTE DE RIPER), APÓS A REALIZAÇÃO DE UMA GRADAGEM TOTAL / CONTÍNUA EM TODA A ÁREA .....	7
FIGURA 4 GIRATÓRIA (BRAÇO) ACOPLADA COM RÍPER DE 3 DENTES (TRIRIPER) .....	8
FIGURA 5 GIRATÓRIA (BRAÇO) ACOPLADA COM ENXÓ A DESTROÇAR CEPOS DE EUCALIPTO E A COVEAR ENTRE CEPOS .....	9
FIGURA 6 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO DA ÁREA DE ESTUDO NO CONCELHO DE CANTANHEDE .....	10
FIGURA 7 CARTAS MILITARES DAS ÁREAS DE ESTUDO .....	11
FIGURA 8 HORIZONTES DE SOLO NOS DIFERENTES ENSAIOS EM CANTANHEDE .....	12
FIGURA 9 RECOLHA AMOSTRA SOLO (ENSAIO ANDORINHA) .....	17
FIGURA 10 PROCEDIMENTO COMO SE DEVE RETIRAR AS FOLHAS NUM RAMO DE EUCALIPTO ...	18
FIGURA 11 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) .....	29
FIGURA 12 ENSAIOS AO FINAL DE 4 ANOS (2022): 1- FUJACO, 2- ANDORINHA, 3- ANÇÃ. ....	31
FIGURA 13 EFEITO DA INTERAÇÃO ENTRE O LOCAL E O TRATAMENTO NOS ENSAIOS INSTALADOS EM CANTANHEDE NO ACRÉSCIMO MÉDIO EM ALTURA OBSERVADO AO FIM DE 1 ANO .....	32
FIGURA 14 EFEITO DA INTERAÇÃO ENTRE O LOCAL E O TRATAMENTO NOS ENSAIOS INSTALADOS EM CANTANHEDE NO VOLUME MÉDIO/ÁRVORE (M <sup>3</sup> COM CASCA E COM CEPO), OBSERVADO AO FIM DE 4 ANOS .....	33
FIGURA 15 ALTURA MÉDIO/ÁRVORE (M) E DAP (CM) OBSERVADO AO FIM DE 1º, 3º E 4º ANOS, NOS 3 ENSAIOS INSTALADOS EM 2018 .....	34

# LISTA DE TABELAS

TABELA 1 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE ENSAIO.....	11
TABELA 2 CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO NOS 3 ENSAIOS EM FUNÇÃO DO SOLO E CLIMA. ....	14
TABELA 3 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS NOS TRÊS ENSAIOS INSTALADOS EM CANTANHEDE	15
TABELA 4 NÚMERO DE PLANTAS (N) E RESPECTIVA ÁREA POR TRATAMENTO E ENSAIO, NA REGIÃO DE CANTANHEDE.....	16
TABELA 5 METODOLOGIAS LABORATORIAIS UTILIZADAS NAS DETERMINAÇÕES LABORATORIAIS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SOLO, MATERIAL VEGETAL (FOLHAS, VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA E CAMADAS ORGÂNICAS).....	18
TABELA 6 CARACTERIZAÇÃO DA ANÁLISE DETALHADA DOS SOLOS PRESENTES NOS ENSAIOS REALIZADOS EM CANTANHEDE (2018 E 2022).....	21
TABELA 7 CARACTERIZAÇÃO DETALHADA DOS RESULTADOS DAS AMOSTRAS E A SUA CLASSIFICAÇÃO MEDIANTE A QUALIDADE DA ESTAÇÃO.....	22
TABELA 8 VALORES MÉDIOS ( $\pm$ SE) RELATIVOS À AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA – PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA (T/HA) (N=5).....	23
TABELA 9 VALORES MÉDIOS ( $\pm$ SE) RELATIVOS À AVALIAÇÃO DA CAMADA ORGÂNICA – PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA (T/HA) (N=5).....	23
TABELA 10 VALORES MÉDIOS RELATIVOS À AVALIAÇÃO DA CAMADA ORGÂNICA – PRODUÇÃO EM MATÉRIA SECA E NUTRIENTES NA FOLHADA, EM KG (MACRONUTRIENTES) E G (MICRONUTRIENTES) POR HECTARE (N=5).....	24
TABELA 11 LISTA DE ESPÉCIES (VEGETAÇÃO ESPONTÂNEA) IDENTIFICADAS NOS ENSAIOS .....	25
TABELA 12 RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE FOLHAS DE EUCALIPTO, EXPRESSOS EM MATÉRIA SECA.....	26
TABELA 13 TAXA DE SOBREVIVÊNCIA (%) OBSERVADO AO FIM DE 1 ANO NOS TRÊS ENSAIOS INSTALADOS EM CANTANHEDE .....	27
TABELA 14 ACRÉSCIMO MÉDIO EM ALTURA (M) OBSERVADA AO FIM DE 1 ANO NOS TRÊS ENSAIOS INSTALADOS EM CANTANHEDE .....	28
TABELA 15 VALORES MÉDIOS PARA A ALTURA (M) DAP (CM) E VOLUME (M <sup>3</sup> ) COM CASCA E COM CEPO/ÁRVORE OBSERVADOS AO FINAL DO 3º E 4º ANO NOS TRÊS ENSAIOS INSTALADOS EM CANTANHEDE .....	30
TABELA 16 EFEITO DA INTERAÇÃO ENTRE O LOCAL E O TRATAMENTO NOS ENSAIOS INSTALADOS EM CANTANHEDE (4 ANOS).....	33

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

CNROA - Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

COS – Carta de Uso e Ocupação do Território

DAP - Diâmetro altura do peito

ESAC – Escola Superior Agrária de Coimbra

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

GO-IEPE - Grupo Operacional - Instalação eficiente de povoamentos de eucalipto

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

IPC - Instituto Politécnico de Coimbra

N - Número de plantas

NUT - Nomenclatura das Unidades Territoriais

OFA - Organização Florestal Atlantis

PCA - Análise de componentes principais

PROF - Programa regional de ordenamento florestal do Centro Litoral

RAIZ - Instituto de Investigação da Floresta e Papel

SROA - Serviço de Reconhecimento e Ordenamento Agrário

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

WRB - World Reference Base

# 1 Introdução

O trabalho foi realizado no âmbito do projeto "GO-IEPE - Grupo Operacional - Instalação eficiente de povoamentos de eucalipto", pretendendo desenvolver uma ferramenta de gestão para instalação de povoamentos de eucalipto em minifúndio que determine a expectativa de produção, as melhores práticas silvícolas mediante diferentes ambientes e permita a redução de custos e de impacto no solo, avaliando assim o efeito de diferentes sistemas de preparação de terreno na instalação de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill).

Na generalidade, a maioria dos proprietários florestais tem preferência por espécies de rápido crescimento como o eucalipto, por ser uma espécie que se adapta bem à maioria dos solos da região, bem-adaptada ao clima e com capacidade de regeneração (2 a 3 revoluções). O seu crescimento rápido e com um mercado consolidado, faz com que seja uma opção para rentabilizar a típica propriedade de minifúndio da região. No entanto, o uso desenfreado de técnicas dispendiosas de preparação do terreno, como a surriba, em particular em minifúndio (com elevado impacto ambiental e legalmente já não permitida), representa um problema relevante para a conservação do solo e para a rentabilização da espécie. Para agravar esta situação, acresce o acesso limitado à informação e a faixa etária elevada dos proprietários.

A preparação do terreno para a plantação de uma espécie florestal (eucalipto) é a fase inicial que pode determinar o sucesso do povoamento florestal. O objetivo é reduzir a resistência do solo (calo da lavoura ou a existência de horizontes mais compactados), para facilitar o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade e controlar a vegetação espontânea (herbácea e arbustiva) e os resíduos remanescentes das espécies anteriores. O processo pode ser dividido em duas etapas, a limpeza seletiva do coberto vegetal, preferencialmente realizada quando é necessário e de forma localizada e, posteriormente, a mobilização do solo. Estes processos podem ser executados de maneira combinada ou isolada, desempenhando assim um papel fundamental para o sucesso da instalação das plantas, sobrevivência e posterior crescimento.

O sistema de preparação do solo para instalação das plantas de *E. globulus*, em Portugal, tem sido alvo de polémica, ora se enfatizando o benefício da mobilização

profunda e intensiva no crescimento das árvores, ora a menor afetação das características do solo pelo recurso à mobilização menos intensiva ou mesmo nula (Madeira et al., 2007).

O solo é um recurso natural essencial para a produção vegetal. Tem também um papel importante em funções ecológicas e serviços dos ecossistemas, nomeadamente na regulação hídrica (infiltração, escoamento superficial, distribuição e qualidade da água da chuva), no armazenamento de carbono e na biodiversidade (Fabres et al., 2021).

Fabres et al. (2021) refere a possibilidade de conduzir povoamentos de eucalipto em várias rotações em regime de talhadia, sem necessidade de grandes intervenções ao nível do solo, em particular, com a redução da área a ser intervencionada, contribuindo assim para a o reequilíbrio de processos ecológicos relevantes, uma vez que reduz a exposição direta do solo a gotas de chuva, que provocam a sua desagregação (primeira etapa do processo de erosão) e aos raios solares que podem elevar a temperatura do solo com consequente aumento da evaporação, principalmente nos períodos mais quentes do ano, diminui também os riscos de erosão pela proteção física que é conferida ao solo pela biomassa florestal residual que permanece no terreno (*mulching*) e sistema radicular desenvolvido em ciclo anterior, contribui para o aumento dos níveis de matéria orgânica do solo e melhora a eficiência de controlo da vegetação espontânea, ao mesmo tempo que contribui para uma maior diversidade de espécies no sub-bosque.

De acordo com a (Direção Geral do Território, 2021) a Carta de Uso e Ocupação do Território (COS) entre 2010 e 2018 a área florestal de eucalipto no Concelho de Cantanhede aumentou em 9,1%. Atualmente cerca de 39% da área florestal do concelho de Cantanhede é composta por Eucalipto.

### **1.1 Espécie *Eucalyptus globulus* Labill.**

A introdução do eucalipto em Portugal ocorreu há quase 200 anos. Contudo, só a partir do final do século XIX e início do século XX começa a haver interesse económico na produção de madeira de eucalipto, sobretudo como combustível, para o fabrico de postes e estacas, na construção civil e para travessas de caminho-de-ferro. Com o propósito de ocupar uma área de terra pobre e subaproveitada, Luís Falcão de Sommer, plantou diferentes espécies de eucalipto, importadas de várias partes do mundo, na herdade agrícola da Agolada, no Ribatejo. Nos anos de 1920-1930 deu-se o início da produção de

pasta e papel a partir do eucalipto. Portugal foi ainda pioneiro a nível mundial ao usar *Eucalyptus globulus* para produzir papel. O eucalipto ganha proeminência na floresta portuguesa, graças à sua capacidade produtiva em grande parte do território nacional, aliada às excelentes propriedades da madeira para a produção de pasta de celulose. A importância económica que adquiriu reflete-se no aumento da área de ocupação de eucalipto que corresponde hoje a cerca de 26% da área florestal nacional (Marques et al., 2022).

As regiões litorais centro e norte e a região oeste apresentam condições ótimas para o desenvolvimento do eucalipto comum, mas à medida que se caminha para o interior surgem limitações devido ao frio e ao prolongado período de défice hídrico. A espécie prefere climas húmidos, com precipitação média anual superior a 700 mm, distribuída uniformemente ao longo do ano. Abaixo destes valores, as taxas de crescimento diminuem bastante, e os povoamentos ficam debilitados devido ao stresse hídrico, tornando-se mais suscetíveis a ataques de pragas ou doenças. O eucalipto é muito sensível às geadas, que constituem uma das principais limitações à sua expansão. O eucalipto não é muito exigente em relação ao tipo de solo, sendo capaz de crescer em solos pouco férteis e ácidos. Os melhores crescimentos observam-se em solos siliciosos de granito ou do complexo xisto-grauvático. É muito sensível ao encharcamento ou à má drenagem (Correia & Oliveira, 2023 pp. 105 e 106).

## **1.2 Classificação dos solos e as áreas de ocupação de eucalipto**

A classificação do solo tem por objetivo agrupar diferentes tipos de solo em função das suas semelhanças permitindo identificá-los e catalogá-los utilizando uma nomenclatura nacional ou universal como por exemplo o *World Reference Base for Soils Resources (WRB/FAO)*. Considerando o nível categórico mais elevado desta classificação, em Portugal as plantações de eucalipto encontram-se sobretudo em *Leptosols*, *Regosols*, *Cambisols*, *Umbrisols*, *Arenosols* e *Podzols* (e-globulus, s.d.). A classificação dos solos para território nacional pode ser consultada no **ANEXO I**, onde é identificada a classificação Portuguesa definida pelo SROA / CNROA, com a correspondente primeira classificação da FAO / UNESCO (1974) e a WRB/IUSS (2014;

2022) (WRB 2006: World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 103).

### **1.3 Produtividade do Eucalipto**

Segundo o Programa Regional de Ordenamento Florestal do Centro Litoral (PROF), a produtividade do eucalipto divide-se em 3 classes: a classe baixa correspondendo a produtividades inferiores a 7 m<sup>3</sup>/ha/ano, a classe regular com produtividades entre os 7 e os 12 m<sup>3</sup>/ha/ano e a classe de boa produtividade que corresponde a produtividades superiores a 12 m<sup>3</sup>/ha/ano. O eucalipto tem aptidão em 89,16% da Região Centro Litoral, distribuindo-se maioritariamente pelas classes de produtividade Boa e Regular, a que correspondem, respetivamente, 87,82% e 1,34%. Assim, apenas 10,84% do território da região Centro Litoral encontra-se classificado com baixa aptidão produtiva (ICNF, 2018).

## **2 Objetivos**

O presente relatório realiza-se no âmbito do estágio de final de curso do Mestrado em Recursos Florestais e tem como objetivo a avaliação de diferentes tipos de mobilização de solo na instalação de povoamentos de eucalipto no sistema de minifúndio em Cantanhede, na sequência de três ensaios instalados no âmbito do GO-IEPE. Em cada ensaio, o tratamento Operacional foi comparado com o tratamento Teste de mobilização mínima. Ao fim de 4 anos, para avaliar o efeito das diferentes técnicas de mobilização do solo no crescimento / produtividade, na fertilidade do solo e no estado nutritivo das plantas, procedeu-se, respetivamente, à avaliação de dados dendrométricos (altura e DAP), à colheita de amostras de solo e de folhas para avaliar o nível de fertilidade do solo das parcelas e o estado nutritivo das plantas.

## **3 Mobilização de solo**

Madeira et al. (2002) refere que quanto mais intensivas as práticas de preparação do terreno e a fragmentação das camadas orgânicas, maior é a aceleração da atividade microbiana e, assim, a depleção de carbono no ecossistema.

As principais lacunas de conhecimento neste contexto estão relacionadas com a dinâmica de carbono no solo, que depende diretamente da gestão silvícola e das condições de solo e clima. As operações florestais mais frequentemente utilizadas e que podem

provocar depleção de carbono são a gradagem, a ripagem, a remoção dos cepos e o uso de fogo controlado. É assim importante aprofundar os estudos que quantifiquem o seu impacto no ecossistema florestal em função da intensidade de atuação no terreno (Ferreira et al., 2019).

Na grande parte do território de Portugal continental, face às limitações naturais de grande parte dos solos, agravadas pelas condições climáticas, com défice hídrico estival, elevado e fraco suporte radical, era prática corrente proceder-se à preparação do terreno mais ou menos intensa, antes da plantação, para correção dessas limitações e maior garantia de sucesso das plantações. Estas intervenções consistiam essencialmente em mobilizações profundas, com desagregação da camada superficial do solo (horizontes A e B) e da própria rocha e, conseqüente, aprofundamento e descompactação do solo, associada a armação do terreno para correção do declive, no sentido de se obter um maior suporte radical, maior disponibilidade de nutrientes e de água e maior estabilidade, havendo à época, um consenso generalizado sobre as vantagens dessas operações (Martins & Pinto, 2004). No entanto, a utilização de máquinas e equipamentos na fase de instalação do povoamento podem ter um impacto negativo nas propriedades do solo como no teor em matéria orgânica, estrutura e compactidade, pelo que a técnica a aplicar na mobilização do solo à instalação deve ser adequada a cada condição, em função do tipo de rocha-mãe, tipo de solo e profundidade, declive do terreno e uso anterior (Madeira et al., 2007).

Seguidamente são apresentadas as diferentes técnicas de mobilização do solo para a (re)arborização com eucalipto (rearborização, caso das três áreas de estudo). As técnicas tradicionalmente aplicadas passam por: 1) destroçamento dos cepos (obrigatório em todos os casos de estudo); 2) controlo de vegetação espontânea que poderá ser realizada em simultâneo com 3) mobilização do solo. Além das técnicas tradicionalmente aplicadas em áreas de latifúndio, são depois descritas as técnicas ensaiadas nas modalidades de Teste.

### **3.1 Destroçamento/arranque de cepos (giratória equipada com enxó)**

O destroçamento/arranque de cepos tem como principal objetivo impedir a sua regeneração vegetativa, destroçando ou arrancando todo o sistema radicular das árvores (adultas), após o abate. Este material vegetal (sobrantes / resíduos) pode ser retirado para

produção de energia (biomassa), ou pode ficar no solo como fonte de matéria orgânica e de cobertura do solo (*mulching*). Por outro lado, após a instalação do novo povoamento, a ausência dos cepos facilita a manutenção/gestão de combustíveis ou outra intervenção que seja necessária no povoamento. Esta operação necessita de mão de obra e maquinaria especializada, daí os custos sejam elevados. A Figura 1, mostra uma máquina giratória com enxó a destroçar cepos de eucalipto.



*Figura 1 Destroçamento/arranque de cepos com uma giratória equipada com enxó*

### **3.2 Gradagem com Bulldozer de lagartas com grade de discos off set rebocada**

O controlo da vegetação espontânea em simultâneo com a mobilização do solo pode ser efetuada através de uma grade de discos, que corta e enterra parcialmente a vegetação (controlo da vegetação espontânea) e mobiliza o solo ao mesmo tempo. Esta operação, gradagem, é muito frequente na instalação bem como na manutenção de povoamentos de eucalipto. Esta operação deve ser realizada segundo a curva de nível em zonas declivosas. A Figura 2, mostra uma Bulldozer com uma grade de discos off-set rebocada, a efetuar uma gradagem.



*Figura 2 Gradagem com Bulldozer acoplada com grade de discos pesada*

### **3.3 Ripagem (Bulldózer equipada com 1 dente riper)**

A ripagem é a operação que se destina a romper o solo na vertical, a uma profundidade de 50 a 70 cm, sem alterar a disposição dos horizontes do solo, de forma a estimular o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade. Deve ser efetuada segundo as curvas de nível ou com ligeira inclinação em terrenos com risco de encharcamento (BIOND, 2024). Neste caso, após a realização da ripagem de 1 dente riper (na linha de plantação), a preparação de solo para a posterior plantação fica concluída. A Figura 3, mostra uma Bulldozer a realizar a operação de ripagem com 1 dente riper.



(Fonte: Oliveira et al, 2024)

*Figura 3 Ripagem com 1 ferro (1 dente de riper), após a realização de uma gradagem total / contínua em toda a área*

### 3.4 Tririper na mobilização do solo

A Figura 4, refere-se a uma máquina giratória acoplada com tririper, riper de 3 dentes na posição de balde.



(Fonte: SPR Esperanças)

*Figura 4 Giratória (braço) acoplada com ríper de 3 dentes (tririper)*

Uma só máquina (giratória) pode fazer vários tipos de trabalhos, consoante o equipamento que estiver acoplado, neste caso é tririper de 3 dentes (ripagem).

O tri-riper (3 dentes) é introduzido no solo e puxado por uma máquina giratória. Este movimento ao romper o solo, vai promover a descompactação e o arejamento sem que altere os horizontes do solo.

Deve-se evitar usar esta operação em solos com elevada pedregosidade, para evitar que sejam arrastadas pedras/rochas para a superfície e para que no futuro não seja prejudicial às operações silvícolas manuais ou mecanizadas.

### **3.5 Destroçamento de cepos e coveamento em simultâneo com a enxó**

A Figura 5, refere-se a uma máquina giratória acoplada com a enxó, a destroçar cepos de eucalipto e, posteriormente, procede ao coveamento entre cepos, para plantação na linha.

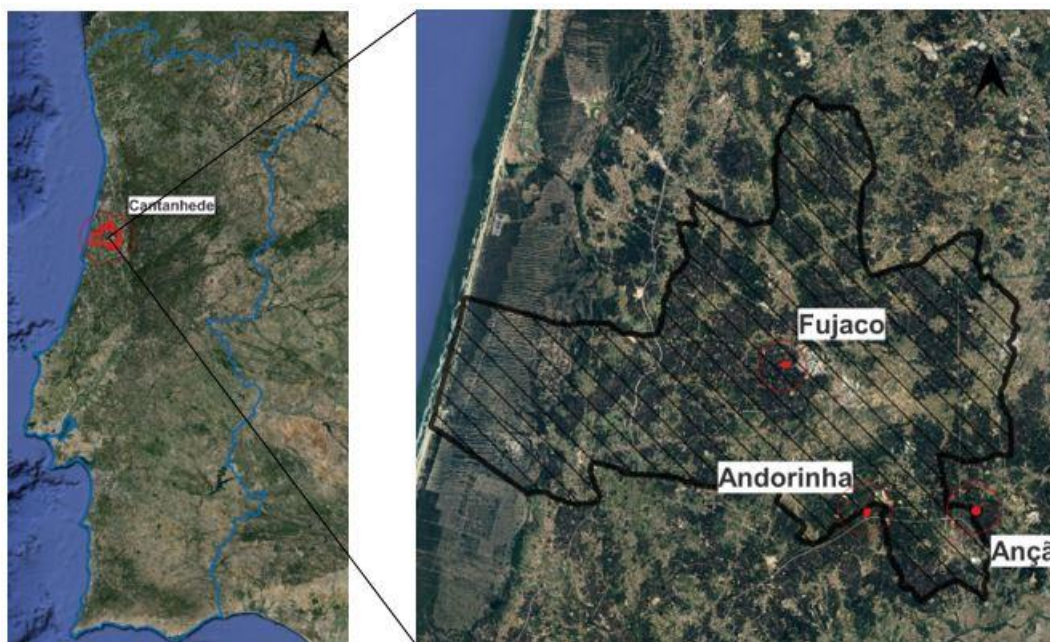


*Figura 5 Giratória (braço) acoplada com enxó a destroçar cepos de eucalipto e a covear entre cepos*

Um só equipamento associado a uma única máquina (Giratória; redução de custos de transporte) procede, muna única passagem a duas operações diferentes de destroçamento de cepos e posterior preparação de terreno, consistindo esta no coveamento entre cepos para plantação.

## 4 Áreas de estudo

As áreas de estudo localizam-se no distrito de Coimbra, Concelho de Cantanhede, na União de Freguesias de Cantanhede e Pocariça, Ançã e União de Freguesias de Portunhos e Outil. A Figura 6, mostra a localização das áreas de estudo.



*Figura 6 Enquadramento geográfico da área de estudo no Concelho de Cantanhede*

Cantanhede é uma cidade que pertence ao Distrito de Coimbra, região Centro (NUT III) e sub-região do Baixo Mondego. É maior Concelho do Distrito de Coimbra, implantado numa zona de clima temperado, com características atlânticas e mediterrânicas, é banhado a Poente pelo Oceano Atlântico e confronta com os municípios de Mira, Vagos e Oliveira do Bairro a Norte, Figueira da Foz, Montemor-o-Velho e Coimbra a Sul e Anadia e Mealhada a Nascente (Cantanhede, 2024).

## 4.1 Localização geográfica dos ensaios

A Figura 7, mostra a localização na carta militar dos ensaios designados por Fujaco (1), Andorinha (2) e Ançã (3).



Figura 7 Cartas militares das áreas de estudo

A Figura 7 revela que as áreas de estudo estão localizadas em zonas relativamente planas, como se pode verificar pelas curvas de nível.

## 4.2 Caracterização litológica e edáfica

Relativamente à Geologia, segundo a classificação (FAO, 2014) (IUSS, 2022), as áreas de estudo apresentam 3 tipos de solo diferentes. A Tabela 1, mostra a caracterização dos locais de ensaio, relativamente à litologia, tipo de solo e profundidade.

Tabela 1 Caracterização dos locais de ensaio

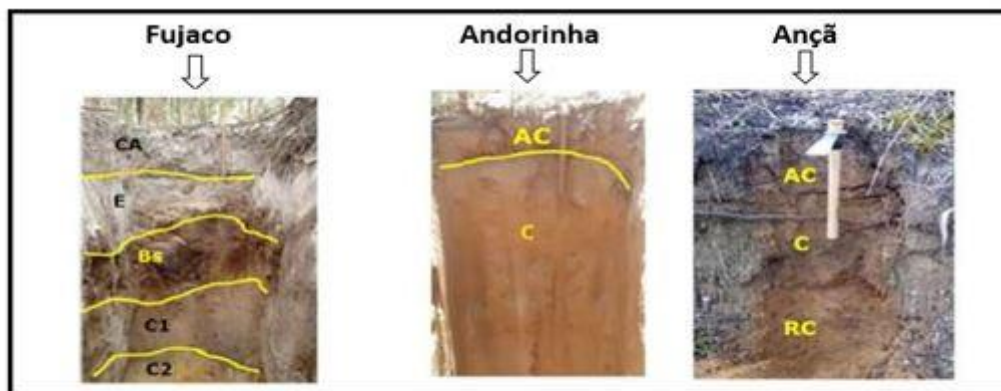
Distrito Local	Ensaio	Litologia	Tipo de Solo (FAO 2014)	Profundidade do solo (cm)
Distrito: Coimbra Local: Cantanhede	1 Fujaco	Areias, arenitos pouco consolidadas	Entic Podzols	> 140 cm
	2 Andorinha	Areias e cascalheiras	Humic Arenosols	> 140 cm
	3 Ançã	Arenitos pouco consolidados	Arenic Endoleptic Regosols	RC > 60 cm

(Fonte: Oliveira et al, 2024)

O ensaio do Fujaco apresenta Podzois (formado em areias/ com horizonte B<sub>h</sub> ou B<sub>s</sub> ou B<sub>hs</sub>, vulgarmente designado por surraipa), com profundidade superior a 140 cm,

Andorinha apresenta solos húmicos (muito arenosos) com profundidade superior a 140 cm e Ançã apresenta solos de textura grosseira formados em arenitos pouco consolidados com profundidade superior a 60 cm.

A Figura 8, mostra o perfil de solo característico em cada uma das parcelas de estudo, com os diversos horizontes associados.



(Fonte: Oliveira et al, 2024)

*Figura 8 Horizontes de solo nos diferentes ensaios em Cantanhede*

O ensaio do Fujaco apresenta um solo com vários horizontes, típicos de um Podzol (CA; E; Bs; C1 e C2), em que o horizonte Bs, caracterizado pela imigração de sesquióxidos de ferro (provenientes do horizonte eluvial/E de tom mais claro), bem evidente pela sua cor avermelhada. Este horizonte, no caso de estar compactado, poderá dificultar o desenvolvimento das raízes, em particular, em zonas com baixa drenagem externa. Em Andorinha estão presentes apenas com 2 horizontes, típicos dos Arenossolos, solos pouco evoluídos, com um horizonte superficial (AC, com maior teor em matéria orgânica) e o material originário do solo (C, areias e cascalheiras). Em Ançã estão presentes 3 tipos de horizontes (AC, C e RC), que, comparativamente a Fujaco, não mostra a migração de material mineral ou orgânico entre horizontes e, comparativamente a Andorinha, é um solo um pouco mais evoluído que apresenta o material originário do solo desagregado (horizonte C) proveniente da rocha-mãe (R, arenitos pouco consolidados) e que podem acrescentar a este solo a presença de argila, com maior potencial para a retenção de água no solo.

### **4.3 Caracterização biofísica**

O clima é uma das variáveis fundamentais nos estudos de caracterização pela sua influência na formação de um território, bem como pelo facto de condicionar certos tipos de usos e atividades em Ordenamento do Território, permitindo ainda identificar os sítios com condições propícias para outros tantos (Partidário, 1999).

A temperatura média anual da área de estudo é cerca de 14°C, enquanto a precipitação média anual varia entre os 800 a 1000 mm, existe a probabilidade de haver geada entre 15 a 25 dias por ano (SNIAMB, 2024).

As temperaturas baixas e a ocorrência de geada são o principal fator limitante da sua expansão a Norte do Tejo, longe da faixa litoral (Correia & Oliveira, 2023).

### **4.4 Caracterização do potencial produtivo nos 3 ensaios em função do solo e clima**

A Tabela 2, mostra a caracterização do potencial produtivo para os 3 ensaios (Fujaco, Andorinha e Ançã) em função do solo e clima de acordo com a zonagem edafoclimática proposta por (ALTRI & RAIZ, 2019) Projeto iPLANT.

Tabela 2 Caracterização do potencial produtivo nos 3 ensaios em função do solo e clima.

Caracterização do clima e potencial produtivo	Cantanhede		
	Fujaco	Andorinha	Ançã
Precipitação média total (mm)	1200 mm	1200 mm	1000 mm
Nº de dias com precipitação > a 1 mm	110 dias	110 dias	110 dias
Precipitação média dos meses junho a agosto (mm)	84 mm	84 mm	84 mm
Verão: média da temperatura max. Do mês mais quente (°C)	26 °C	27 °C	28 °C
Nº de dias com temperatura > a 25 °C	60 dias	65 dias	70 dias
Inverno: média de temperatura mínima do mês mais frio (°C)	4 °C	4,2 °C	4,5 °C
Nº de dias com temperatura < a 0 (°C)	2 dias	4 dias	4 dias
<b>Potencial de clima <sup>1</sup></b>	8	8	7
<b>Potencial de solo <sup>1</sup></b>	2 a 3	2 a 3	4 a 5

(Fonte: Oliveira et al, 2024)

A classificação do potencial de solo e de clima varia numa escala crescente de potencial produtiva de 0 a 10. A zonagem é crucial para a identificação das melhores práticas de preparação do terreno, identificando as características específicas do solo e clima, além das condições locais como orografia, litologia, profundidade do solo e o potencial de aptidão para a espécie.

A característica de zonagem para o cultivo de eucalipto envolve estratificar áreas em unidades homogêneas baseadas na aptidão combinada entre o solo e clima, foi usado uma escala para o potencial produtivo de 0 a 10. O ensaio de Ançã é o que apresenta maior potencial de produção em relação ao solo, em contrapartida os ensaios de Fujaco e Andorinha são os que apresentam maior potencial de produção em relação ao clima. O potencial do solo para o cultivo de eucalipto é determinado pela profundidade do solo, pedregosidade, textura e tipo de rocha-mãe (ALTRI & RAIZ, 2019) Projeto iPLANT.

## 5 Material e métodos

### 5.1 Caracterização dos ensaios instalados

Para a comparação e avaliação de resultados, entre diferentes ensaios e tratamentos, foram utilizadas plantas clonais (do mesmo clone) nos três ensaios. Assim, reduz-se o efeito da resposta aos vários tipos de tratamentos, em função das características do genótipo, anulando a variância devido ao efeito genético.

No conjunto dos três locais, a preparação do terreno ocorreu entre março e maio, conforme mostra a Tabela 3, (e prévia descrição das operações) a plantação foi realizada em abril de 2018. Os ensaios foram instalados em área de minifúndio, em que o eucalipto já era a ocupação anterior. Antes da instalação dos ensaios, foi necessário realizar o destroçamento dos cepos. A operação de destroçamento de cepos foi realizada com uma giratória equipada com enxó, conforme mostra a Tabela 3. O tratamento Operacional foi testado em todos os ensaios, o Teste 1 foi aplicado nos ensaios de Fujaco e Ançã e as operações de Teste 2 foram aplicadas no ensaio de Andorinha.

Em todos os ensaios, o tratamento Operacional geralmente utilizado em grandes propriedades, foi comparado com tratamentos alternativos viáveis para o minifúndio, utilizando uma única máquina a giratória e como equipamentos a enxó e o tri-riper, menos impactantes, conforme descrito abaixo.

*Tabela 3 Descrição dos tratamentos nos três ensaios instalados em Cantanhede*

Ensaio	Tratamentos	Descrição das operações	Equipamento	Máquina
Fujaco, Andorinha e Ançã	Operacional	Destroçamento de cepos	Enxó	Giratória
		Gradagem total	Grade de discos	Bulldozer
		Ripagem com 1 dente <sup>1</sup>	Riper	
Fujaco e Ançã	Teste 1	Destroçamento de cepos	Enxó	Giratória
		Ripagem	Tri-riper	
Andorinha	Teste 2	Destroçamento de cepos	Enxó	Giratória
		Coveamento com enxó na linha, entre os antigos cepos		

(Fonte: Oliveira et al, 2024)

Para os tratamentos Teste 1 e 2 foi utilizada só uma máquina (giratória). No tratamento Operacional foram utilizadas 2 máquinas com 3 passagens (destroçamento de cepos, gradagem e ripagem), aumentando o custo de transporte das máquinas e o impacto ao nível do solo (3 passagens). No tratamento Teste 1, são necessárias duas passagens

com os dois equipamentos (enxó e tri-riper). No tratamento Teste 2, um único equipamento (enxó) realiza o destroçamento de cepos e o coveamento simultaneamente na linha, entre os antigos cepos para posterior plantação.

A ripagem com um dente de riper (Operacional) permite estabelecer as linhas de plantação com espaçamento pretendido entre linhas, sem que haja inversão de horizontes, criando condições favoráveis para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas jovens.

A Tabela 4, mostra o número de plantas (N) e respetiva área por tratamento e ensaios instalados em Cantanhede. À plantação foi realizada a adubação, usada em termos convencionais, que consiste na aplicação de 30g/planta de adubo de libertação controlada (14:12:9), ao fundo da cova e de 60g/planta de superfosfato 42% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicado em filete, 30 cm para cada lado da planta.

Tabela 4 Número de plantas (N) e respetiva área por tratamento e ensaio, na região de Cantanhede.

Tratamento	Fujaco		Andorinha		Ançã	
	N	Área (m <sup>2</sup> )	N	Área (m <sup>2</sup> )	N	Área (m <sup>2</sup> )
<b>Operacional</b>	36	288 m <sup>2</sup>	67	536 m <sup>2</sup>	39	312 m <sup>2</sup>
<b>Teste (1; 2)</b>	29	232 m <sup>2</sup>	71	568 m <sup>2</sup>	38	304 m <sup>2</sup>
<b>Total geral</b>	65	520 m <sup>2</sup>	138	1104 m <sup>2</sup>	77	616 m <sup>2</sup>

(Fonte: Oliveira et al, 2024)

O compasso de plantação definido foi de 4 x 2 metros (8 m<sup>2</sup>/planta), com os tratamentos distribuídos em 3 repetições, variando o número de plantas conforme a área disponível e de acordo com o proprietário.

## 5.2 Colheita de amostras de solo

As amostras de solo foram recolhidas de acordo com Ferreira e Morais, (2021) antes da instalação dos ensaios (janeiro 2018), foram colhidas várias subamostras (10 a 15) em cada parcela e a duas profundidades (0-10cm e 10-40cm) e obedecendo a um traçado em ziguezague, como demonstrado na Figura 9. A colheita foi realizada com uma sonda de trado, removendo os detritos e pedras à superfície antes de realizar a recolha de cada sub-amostra. Após a recolha, foi realizada a homogeneização do solo colhido em cada profundidade e foram enviadas para análise no laboratório de solos e fertilidade da ESAC, 2 amostras compósitas de cada local de ensaio para caracterização físico-química.



*Figura 9 Recolha amostra solo (ensaio Andorinha)*

Em 2022, 4 anos após a instalação dos ensaios, foram realizadas várias colheitas de material: 1) amostras de folhada e vegetação espontânea, com quadrados de 50x50cm e 5 amostragens por tratamento, colhidas na linha de plantação; 2) amostras de solo nos vários tratamentos à profundidade de 0-40cm, em cada local de colheita de folhada, com a análise de uma amostra compósita/tratamento; 3) amostras de material vegetal, colhendo o 2º ou 3º par de folhas (recém-formadas e completamente desenvolvidas) (Figura 10), nos quatro quadrantes da árvore (colhidas na primavera/início do verão), com a análise de uma amostra compósita/tratamento. As referidas colheitas foram realizadas durante o mês de agosto.

A análise físico-química das amostras colhidas foi realizada no laboratório de solos e fertilidade da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), de acordo com a metodologia referida na Tabela 5.

### **5.3 Amostragem foliar para análise química.**

De acordo com Ferreira e Morais, (2021) deve-se colher folhas da parte exterior do terço médio a superior da copa, no 2º ou 3º par de folhas completas (totalmente desenvolvidas) de ramos ativos, percorrendo os quatro quadrantes ao longo da amostragem. Colher no mínimo 20 árvores, num total mínimo de 60 folhas por amostra. Abranger de forma ampla a área em amostragem. Na amostragem devem ser evitadas folhas sujas de terra, com pragas e/ou doenças, e necroses. Se o povoamento estiver em transição de folha jovem para adulta, colher apenas de um tipo de folhas

(preferencialmente folhas adultas). Colocar as folhas em saco de papel, de forma arejada, até envio para o laboratório de análise química (já com as folhas pré-secas).

Embora possa ser feita em qualquer altura do ano, a amostragem de folhas para análise nutricional é feita preferencialmente na primavera, após desenvolvimento das folhas do ano, Figura 10.



Figura 10 Procedimento como se deve retirar as folhas num ramo de eucalipto

A Tabela 5, mostra a metodologia adotada para caracterização das amostras de solo, material vegetal (folhas, vegetação espontânea e camadas orgânicas).

Tabela 5 Metodologias laboratoriais utilizadas nas determinações laboratoriais para caracterização das amostras de solo, material vegetal (folhas, vegetação espontânea e camadas orgânicas).

## Solos

Secagem em estufa de ventilação forçada de ar, a 38°C e preparação em moinho específico para solos, com crivagem através de malha de  $\varnothing < 2$  mm (LQARS, 1977). Na terra fina ( $\varnothing < 2$  mm) foram efetuadas as seguintes determinações: Textura de campo (LQARS, 1977); pH ( $H_2O$ ) - (ISO 10390:2005); carbono orgânico/matéria orgânica, combustão e deteção por infravermelhos (ISO 10694, 1995) e a matéria orgânica foi calculada multiplicando o carbono orgânico pelo fator 1,724 (fator de van Bemmelen); fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) extraíveis, método Egnér-Riehm, utilizando uma solução de lactato de amónio e ácido acético a pH 3,65-3,75 (1,20, p/v), com quantificação de  $P_2O_5$ , na mistura de extrato com molibdato de amónio em meio ácido e ácido ascórbico, por espectrofotometria de absorção molecular e o doseamento de potássio por espectrofotometria de absorção atómica com chama (Egnér *et al.*, 1960); catiões de troca  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , extração com acetato de amónio 1N a pH 7 e doseamento por espectrofotometria de absorção atómica com chama (Chapman, 1965); micronutrientes extraíveis Cu, Zn, Fe Mn, extração simultânea com uma solução de acetato de amónio 0,5 N, ácido acético 0,5 N e EDTA 0,02 M, a pH 4,65 (Lakanen e Ervio, 1971); boro extraível, método da azometina-H, extração com uma solução de cloreto de cálcio 0,01M (1/2,5, p/v) a 100°C e doseamento por espectrofotometria de absorção molecular em analisador de fluxo segmentado (Skalar® 2004).

---

**Material vegetal\*** Secagem a 60oC; azoto - Kjeldahl (Bremner, 1979); fósforo - digestão seca a 480-500°C com redissolução com ácido diluído/EAM (Lucas & Sequeira, 1975); nutrientes: Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn - digestão seca a 480-500°C com redissolução com ácido diluído/FAAS (Lucas & Sequeira, 1975), boro total - fósforo – digestão seca a 480-500°C com redissolução com ácido diluído/azometina H, EAM com fluxo contínuo segmentado (Skalar®, 2004).

---

AEM – Espectrometria de absorção molecular; FAAS-Espectrometria de absorção atômica com chama.  
Material vegetal\* - folhas, vegetação espontânea e camadas orgânicas

## 5.4 Monitorização dos ensaios

Os três ensaios foram avaliados regularmente para verificar as taxas de sobrevivência e variáveis dendrométricas (altura e diâmetro à altura do peito / DAP). A altura foi medida com hipsómetro Vertex IV e o DAP com fita de diâmetros/suta. Com base nessas variáveis, o volume (com casca e com cepo) foi calculado usando a equação estabelecida por Tomé et al. (2007). A fertilidade do solo foi avaliada inicialmente (1º ano em 2019 e 4º ano 2022).

## 5.5 Análise estatística de resultados

O tratamento estatístico dos resultados obtidos foi realizado no programa STATISTICA versão 12.0 e consistiu no seguinte:

- a) Avaliar se as variáveis (altura, dap e volume/árvore com casca e com cepo) apresentavam uma distribuição normal;
- b) No caso das variáveis apresentarem uma distribuição normal (variável paramétrica), procedeu-se à análise de variância (Anova) para avaliar o efeito dos tratamentos testados nas variáveis dependentes (altura, dap e volume/árvore). No caso das variáveis explicarem parte significativa da variância observada (sobrevivência, altura e volume), procedeu-se à realização de um teste de comparação múltipla de médias, teste de Duncan, para um nível de significância inferior a 5 % (DUNCAN, 1955);
- c) No caso das variáveis não apresentarem uma distribuição normal (variável não paramétrica), as médias foram comparadas pelo teste Kruskal-Wallis, para testar a existência de diferenças significativas devido aos Tratamentos testados.

## **6 Resultados e discussão**

### **6.1 Avaliação da fertilidade do solo**

#### **6.1.1 Amostras de solo**

A Tabela 6, mostra que dos três ensaios instalados é o de Ançã que apresenta (à instalação) os valores mais baixos de pH 5,2-5,4 e teores ligeiramente superiores de matéria orgânica, potássio e ferro extraíveis.

A Tabela 6, mostra a caracterização das amostras compósitas de solos presentes nos ensaios realizados em Cantanhede (conforme previamente referido, as 1<sup>as</sup> amostras de solo foram colhidas em janeiro de 2018, a preparação do terreno foi realizada entre março e maio e plantação em abril 2018 e as 2<sup>as</sup> amostras de solos foram colhidas ao 4<sup>o</sup> ano, em 2022). Os resultados revelam que os solos são predominantemente de textura ligeira, caracterizados por uma composição que exhibe teores muito baixos em matéria orgânica e fósforo extraível.

Tabela 6 Caracterização da análise detalhada dos solos presentes nos ensaios realizados em Cantanhede (2018 e 2022)

Cantanhede (2018/2022)		Terra fina (< 2mm) (%)	Textura campo	pH (H <sub>2</sub> O)	MO (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup>	Ca <sup>2+</sup> cmol(+) kg <sup>-1</sup>	Mg <sup>2+</sup> cmol(+) kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	B mg kg <sup>-1</sup>
<b>Operacional</b>		<b>Fujaco</b>												
2018	0-10 cm	98,1	Ligeira	6,4	0,6	≤ 25	32	1,7	0,17	4,1	≤ 0,6	35	≤ 7	0,3
	10-40 cm	97,8	Ligeira	6,4	0,4	≤ 25	42	2,1	0,21	9	≤ 0,6	45	≤ 7	0,2
2022	0-40 cm	59,8	Ligeira	5,3	0,7	≤ 25	27	1,0	0,1	0,9	0,3	29,7	2	≤ 0,20
<b>Teste 1</b>		<b>Andorinha</b>												
2018	0-10 cm	96,4	Ligeira	6,0	0,3	≤ 25	≤ 25	0,2	0,0	0,4	≤ 0,6	20	≤ 7	≤ 0,20
	10-40 cm	96,7	Ligeira	5,9	0,3	≤ 25	≤ 25	0,2	0,1	0,6	≤ 0,6	18	≤ 0,7	0,32
2022	0-40 cm	59,8	Ligeira	5,2	0,6	≤ 25	≤ 25	0,6	0,1	0,7	0,3	25,1	0,9	≤ 0,20
<b>Operacional</b>		<b>Andorinha</b>												
2018	0-10 cm	96,6	Ligeira	5,5	0,6	≤ 25	≤ 25	0,3	0,1	0,4	≤ 0,6	33	21	≤ 0,20
	10-40 cm	95,3	Ligeira	5,6	0,4	≤ 25	27	0,2	0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	27	14	≤ 0,20
2022	0-40 cm	59,8	Ligeira	5,4	0,5	≤ 25	25	0,7	0,1	0,8	0,3	25	24	≤ 0,20
<b>Teste 2</b>		<b>Anã</b>												
2018	0-10 cm	95,4	Ligeira	6,2	0,6	≤ 25	≤ 25	1,0	0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	29	28	0,4
	10-40 cm	96,8	Ligeira	6,1	0,3	≤ 25	27	0,3	0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	20	17	0,4
2022	0-40 cm	59,8	Ligeira	5,7	0,7	≤ 25	30	1,1	0,1	0,8	0,4	28	44	≤ 0,20
<b>Operacional</b>		<b>Anã</b>												
2018	0-10 cm	84,6	Ligeira	5,2	1,0	≤ 25	71	0,3	0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	66	≤ 7	0,8
	10-40 cm	85,5	Ligeira	5,3	0,5	≤ 25	45	0,2	0,0	≤ 0,3	≤ 0,6	38	≤ 7	0,4
2022	0-40 cm	59,8	Ligeira	4,9	0,7	≤ 25	62	0,9	0,1	0,8	0,6	33	2,8	≤ 0,20
<b>Teste 1</b>		<b>Anã</b>												
2018	0-10 cm	81,9	Ligeira	5,4	0,8	≤ 25	56	1,0	0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	57	≤ 7	0,5
	10-40 cm	81,9	Ligeira	5,4	0,4	≤ 25	49	0,1	0,1	≤ 0,3	≤ 0,6	35	≤ 7	0,7
2022	0-40 cm	59,8	Ligeira	4,9	1,1	≤ 25	51	1,2	0,1	0,6	0,6	63	3,9	≤ 0,20

Todos os tratamentos com menor mobilização de solo, tratamento Teste, beneficiaram de um aumento percentual de matéria orgânica, o mesmo não se verificou nos tratamentos Operacional, que diminui. O teor em matéria orgânica, em particular em solos de textura ligeira, é relevante, porque permite aumentar a capacidade de retenção de água no solo, de retenção de nutrientes e estimular a atividade biológica do solo.

A Tabela 7, mostra a caracterização detalhada dos resultados das amostras recolhidas em 2022 e a sua classificação mediante a qualidade da estação para os macro/micronutrientes (ANEXO IV).

Tabela 7 Caracterização detalhada dos resultados das amostras e a sua classificação mediante a qualidade da estação

Profund (cm)	Terra fina	Textura campo	pH (H <sub>2</sub> O)	MO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	(%)			(%)	mg kg <sup>-1</sup>	cmol(+) kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>						
<b>Fujaco - Operacional</b>													
0-40cm	59,8	Ligeira	5,3	0,7	3,5	26,6	1	0,1	0,9	0,3	29,7	2	<0,20
			Ácido	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Média	Muito baixa	Muito baixa
<b>Fujaco - Teste</b>													
0-40cm	59,8	Ligeira	5,2	0,6	8,9	22,8	0,6	0,08	0,7	0,3	25,1	0,9	<0,20
			Ácido	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Média	Muito baixa	Muito baixa
<b>Andorinha - Operacional</b>													
0-40cm	59,8	Ligeira	5,4	0,5	5,2	24,6	0,7	0,1	0,8	0,3	24,8	24,4	<0,20
			Ácido	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Baixa	Média	Muito baixa
<b>Andorinha - Teste</b>													
0-40cm	59,8	Ligeira	5,7	0,7	6,2	30	1,1	0,1	0,8	0,4	27,8	44,4	<0,20
			Pouco ácido	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Média	Média	Muito baixa
<b>Andorinha - (zona mais baixa)</b>													
0-40cm	59,8	Ligeira	4,3	1,2	5,4	26,8	1,4	0,2	1,0	0,4	41,8	51,3	<0,20
			Muito ácido	Baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Muito baixa	Média	Muito baixa	Alta	Alta	Muito baixa
<b>Ançã - Operacional</b>													
0-40cm	59,8	Ligeira	4,9	0,7	4,1	62	0,9	0,1	0,8	0,6	33,1	2,8	<0,20
			Ácido	Muito baixa	Muito baixa	Média	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Média	Muito baixa	Muito baixa
<b>Ançã - Teste</b>													
0-40cm	59,8	Ligeira	4,9	1,1	7,1	51,2	1,2	0,1	0,6	0,6	62,8	4,0	<0,20
			Ácido	Baixa	Muito baixa	Média	Muito baixa	Muito baixa	Baixa	Muito baixa	Alta	Muito baixa	Muito baixa

(Fonte: Classificação da estação INIAV)

Como se pode verificar pela análise das Tabelas 6 e 7, os solos não são os desejáveis para produção (qualidade estação), ou seja, existe grande déficit de alguns nutrientes. Destaca-se, entretanto, que ao considerar o conjunto dos três ensaios, o ensaio de Ançã distingue-se, em relação aos outros ensaios, por apresentar algumas particularidades significativas, concretamente, maior percentagem de matéria orgânica, potássio (K) e ferro (Fe) extraíveis e registar o valor de pH mais baixo em comparação com os outros ensaios.

A caracterização detalhada do solo proporciona uma base sólida para a interpretação dos resultados experimentais e a compreensão dos efeitos das práticas de mobilização do solo no crescimento das plantas de eucalipto.

### 6.1.2 Avaliação da vegetação espontânea e da camada orgânica

A Tabela 8 mostra os resultados (médias ± SE) das amostras da vegetação espontânea recolhidas nos diferentes ensaios.

Tabela 8 Valores médios ( $\pm$  SE) relativos à avaliação da vegetação espontânea – produção de matéria seca (t/ha) (N=5).

Local	Tratamento	Matéria seca (t/ha) (média $\pm$ SE)	
Fujaco	Operacional	0,52	$\pm$ 0,53
	Teste 1	2,41	$\pm$ 0,87
Andorinha	Operacional	3,54	$\pm$ 2,08
	Teste 2	2,89	$\pm$ 1,41
Ançã	Operacional	1,48	$\pm$ 0,87
	Teste 1	7,35	$\pm$ 4,29

Os resultados mostram variações na produção de matéria seca (vegetação espontânea) entre os diferentes ensaios e tratamentos. O tratamento designado por Teste apresenta valores superiores nos ensaios de Fujaco (+78,42%) e Ançã (+79,86%). No ensaio de Andorinha, o tratamento Operacional apresenta maior produção de vegetação espontânea, relativamente ao tratamento Teste.

Tabela 9 Valores médios ( $\pm$  SE) relativos à avaliação da camada orgânica – produção de matéria seca (t/ha) (N=5).

Local	Tratamento	Matéria seca (t/ha) (média $\pm$ SE)	
Fujaco	Operacional	3,58	$\pm$ 1,68
	Teste 1	6,48	$\pm$ 5,20
Andorinha	Operacional	4,17	$\pm$ 3,77
	Teste 2	6,21	$\pm$ 2,54
Ançã	Operacional	3,58	$\pm$ 1,68
	Teste 1	6,48	$\pm$ 5,20

A Tabela 9 mostra os resultados (médias  $\pm$  SE) das amostras da camada orgânica recolhidas nos diferentes ensaios. Verifica-se que todos os tratamentos designados por Teste apresentaram valores médios superiores de produção de matéria seca da camada orgânica, relativamente aos tratamentos Operacionais. No entanto, essa maior produtividade foi acompanhada por uma maior variabilidade nos resultados, especialmente nos ensaios realizados em Fujaco e Ançã.

A Tabela 10, mostra o teor em nutrientes das camadas orgânicas, considerando a produção em matéria seca (Anexo V). Salientam-se os valores em azoto e cálcio, em particular nos ensaios de Fujaco e Andorinha. Refere-se que os nutrientes serão disponibilizados ao sistema através da mineralização, revelando a importante contribuição das camadas orgânicas para a manutenção e aumento da fertilidade do solo dos ensaios.

*Tabela 10 Valores médios relativos à avaliação da camada orgânica – produção em matéria seca e nutrientes na folhada, em kg (macronutrientes) e g (micronutrientes) por hectare (N=5)*

Local	Tratamento	Matéria seca	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Cu	Zn	Fe	Mn	B
		(t/ha)	(kg/ha)					(g/ha)				
Fujaco	Operacional	3,58	33,77	6,32	71,57	6,30	4,29	0,33	45	3032	496	133
	Teste 1	6,48	65,03	11,91	135,56	8,40	9,03	0,43	88	5670	1349	228
Andorinha	Operacional	4,17	31,57	10,71	72,88	5,45	8,61	0,80	126	11767	2566	236
	Teste 2	6,21	38,26	9,52	86,98	6,35	7,40	1,09	89	8072	5523	300
Ançã	Operacional	3,58	33,77	6,32	71,57	6,30	4,29	0,33	45	3032	496	133
	Teste 1	6,48	65,03	11,91	135,56	8,40	9,03	0,43	88	5670	1349	228

### 6.1.3 Vegetação espontânea existente nos ensaios

A Tabela 11, mostra as espécies que foram identificadas em cada ensaio e o respectivo tratamento.

Tabela 11 Lista de espécies (vegetação espontânea) identificadas nos ensaios

Ensaio	Tatamento	Espécie
Fujaco	Operacional	<i>Ulex minor, Erica umbellata, Cistus psilosepalus, Cistus salvifolius, Dittrichia viscosa, Sanguisorba verrucosa, Lithodora prostrata, Agrostis curtisii, Panicum repens, Potentilla erecta</i>
	Teste 1	<i>Ulex minor, Dittrichia viscosa, Sanguisorba verrucosa, Lithodora prostrata, Agrostis curtisii</i>
Andorinha	Operacional	<i>Rubus ulmifolius, Calluna vulgaris, Cistus salvifolius, Cistus psilosepalus, Dittrichia viscosa, Sanguisorba verrucosa, Pteridium aquilinum, Agrostis curtisii</i>
	Teste 2	<i>Rubus ulmifolius, Cistus salvifolius, Cistus psilosepalus, Ulex europaeus, Ulex minor, Dittrichia viscosa, Pteridium aquilinum, Agrostis curtisii</i>
Ançã	Operacional	<i>Calluna vulgaris, Erica cinerea, Erica umbellata, Cistus salvifolius, Ulex europaeus, Ulex minor, Pteris tridentatum, Pteridium aquilinum, Dittrichia viscosa, Agrostis curtisii, Gramínea n/i (sem flor)</i>
	Teste 1	<i>Calluna vulgaris, Erica cinerea, Erica australis, Cistus salvifolius, Cistus psilosepalus, Ulex europaeus, Ulex minor, Genista triacanthos, Pteridium aquilinum, Agrostis curtisii, Dactylis glomerata</i>

Como se pode verificar na Tabela 11, existem algumas espécies que se encontram em ambos os ensaios (*Ulex minor, Dittrichia viscosa, Agrostis curtisii, Cistus salvifolius, Cistus psilosepalus*), ou seja são as espécies predominantes.

## 6.1.4 Avaliação do estado nutricional das plantas de eucalipto

### 6.1.4.1 Resultados das análises nas amostras de folhas de eucalipto

A análise foliar é uma técnica de diagnóstico particularmente útil para avaliar o estado nutricional dos povoamentos e, assim, auxiliar a tomada de decisão sobre a necessidade, formulação, momento e dose de fertilizantes a aplicar. Para além da avaliação visual, que permite apenas uma apreciação qualitativa do estado da planta, a análise química das folhas, recorrendo a técnicas laboratoriais, permite determinar a concentração de nutrientes no tecido vegetal e compará-la com valores de referência (Quintela et al., 2019).

Recorrendo à análise foliar obtém-se a informação necessária para conhecer as carências nutricionais das plantas, e, também avaliar a disponibilidade de nutrientes do solo e a sua capacidade para os disponibilizar às plantas.

A Tabela 12, mostra os resultados das análises das amostras das folhas de eucalipto, valores expressos em percentagem de matéria seca.

Tabela 12 Resultados das análises das amostras de folhas de eucalipto, expressos em matéria seca (DM)

Ensaio	Tratamento	N, % (DM)	P, % (DM)	Ca, % (DM)	Mg, % (DM)	K, % (DM)	Cu, mg/kg (DM)	Zn, mg/kg (DM)	Fe, mg/kg (DM)	Mn, mg/kg (DM)	B, mg/kg (DM)
Fujaco	Operacional	1,64	0,14	0,89	0,13	0,74	8,45	13,60	51,35	98	27,44
	Teste 1	1,70	0,12	0,85	0,15	0,82	8,20	14,30	53,20	86	18,19
Andorinha	Operacional	1,45	0,13	0,75	0,13	0,63	7,50	14,60	38,55	1073	21,09
	Teste 2	1,70	0,12	0,85	0,15	0,82	8,20	14,30	53,20	86	18,19
	Zona + baixa	1,71	0,18	0,93	0,20	0,93	12,05	21,95	48,55	1037	9,43
Ança	Operacional	1,36	0,12	0,75	0,13	0,87	11,45	22,05	34,85	494	10,37
	Teste 1	1,38	0,12	0,72	0,14	0,85	4,85	12,55	31,85	439	16,43

Como se pode verificar na Tabela 12, foram avaliados diversos nutrientes (macronutrientes: N, P, Ca, Mg, K e micronutrientes: Cu, Zn, Fe, Mn, B) expressos em percentagem de matéria seca (DM) ou em mg/kg. Os resultados indicam, nesta fase ativa de crescimento, a necessidade de uma fertilização azotada, em particular no ensaio de Ança.

Seria conveniente realizar uma fertilização em todos os ensaios que apresentam valores baixos ou muito baixos em azoto (N), magnésio (Mg) e boro (B). Refere-se que este défice nutricional pode estar a limitar o desenvolvimento/crescimento das plantas.

## 6.2 Taxa de sobrevivência

Para avaliar o efeito dos tratamentos (Operacional, Teste 1 e Teste 2) nos ensaios em Cantanhede, foi realizada a avaliação da sobrevivência das plantas ao fim de 1 ano, como mostra a Tabela 13.

Tabela 13 Taxa de sobrevivência (%) observado ao fim de 1 ano nos três ensaios instalados em Cantanhede

Fujaco			Andorinha		
Tratamento	N	Sobrevivência (%)*	Tratamento	N	Sobrevivência (%)*
		Média ± SE			Média ± SE
Operacional	36	97,22 ± 0,80 <sup>a</sup>	Operacional	67	80,00 ± 6,55 <sup>a</sup>
Teste 1	29	90,00 ± 1,86 <sup>a</sup>	Teste 2	71	87,40 ± 3,52 <sup>a</sup>
Total Geral	65	93,61 ± 1,00	Total Geral	138	83,70 ± 5,04

Ançã		
Tratamento	N	Sobrevivência (%)*
		Média ± SE
Operacional	39	92,22 ± 2,60 <sup>a</sup>
Teste 1	38	82,50 ± 6,29 <sup>a</sup>
Total Geral	77	87,36 ± 4,45

\*Os valores representam a (Média±SE); Letras diferentes mostram a existência de diferenças significativas (P<0,05) Teste de Duncan.

Fonte: (Oliveira, et al., 2024)

Os resultados da taxa de sobrevivência após 1 ano (2019) (Tabela 13) mostram que os tratamentos de mobilização mínima (Teste 1 e 2), com menor impacte ambiental, não apresentaram diferenças significativas em relação ao tratamento Operacional. De acordo com Oliveira et al. (2024) a avaliação da sobrevivência é relevante na seleção dos tratamentos já que pode ser avaliado numa fase precoce do povoamento e, ainda, está associado ao custo de instalação do povoamento e à necessidade de serem realizadas operações complementares, como a retanchar. A substituição de plantas mortas (a operação de retanchar) está associada a custos acrescidos ao processo de (re)arborização e, em particular, para espécies de luz e de rápido crescimento (como o eucalipto), à redução da homogeneidade e da produtividade do povoamento à idade de corte (Correia & Oliveira, 2003).

### 6.3 Acréscimo médio em altura ao final de 1 ano de instalação

A Tabela 14, mostra o acréscimo médio em altura dos três ensaios em Cantanhede, um ano após a instalação.

Tabela 14 Acréscimo médio em altura (m) observada ao fim de 1 ano nos três ensaios instalados em Cantanhede

Acréscimo médio de altura (m)*			
Tratamento	Fujaco	Andorinha	Ançã
	(Média ± SE)	(Média ± SE)	(Média ± SE)
<b>Operacional</b>	<b>0,62 ± 0,04<sup>a</sup></b>	<b>0,92 ± 0,03<sup>a</sup></b>	<b>0,80 ± 0,01<sup>a</sup></b>
Teste	0,49 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,50 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,71 ± 0,03 <sup>b</sup>
Total Geral	0,57 ± 0,03	0,71 ± 0,03	0,76 ± 0,02

Fonte: (Oliveira, et al., 2024)

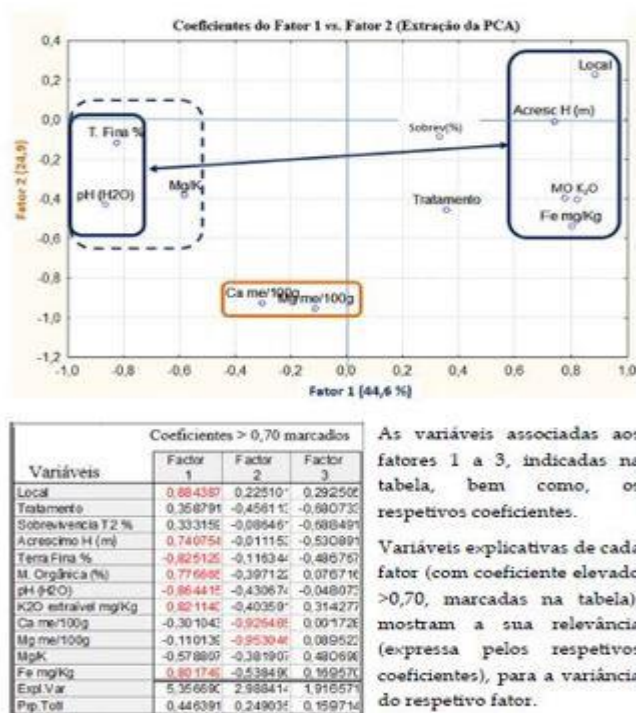
Ao fim de 1 ano, nos 3 ensaios instalados em Cantanhede, independentemente da modalidade executada no tratamento Teste (Teste 1 com tri-riper em Fujaco e Ançã; ou Teste 2 coveamento com enxó entre cepos em Andorinha), verificou-se que o acréscimo médio em altura no tratamento Operacional apresentou resultados significativamente superiores relativamente às modalidades de Teste (Oliveira, et al., 2024).

Um dos fatores de maior crescimento no ensaio de Ançã (Operacional) poderá estar associado à maior percentagem de matéria orgânica à instalação como se pode verificar na Tabela 6.

### 6.4 Análise de componentes principais (PCA)

A Figura 11, mostra a análise de componentes principais (PCA) para o acréscimo em altura observado ao fim de 1 ano, nos três locais do ensaio e a sua relação com os tratamentos e as características do solo. A Figura 11 mostra que o fator 1 da PCA explica 44,6% da variância observada e está associado ao acréscimo em altura (com coeficiente de 0,74). O fator 1 mostra que o acréscimo em altura é dependente do local do ensaio (coef. 0,88), está correlacionado positivamente com o teor de matéria orgânica no solo (coef. 0,78), com o potássio extraível (coef. 0,82) e o ferro (coef. 0,80). O coeficiente elevado do ferro, apesar de ser um micronutriente, está provavelmente associado a uma maior absorção de nutrientes, em condições do solo com pH mais baixo e consequente maior disponibilidade de ferro. Este facto explica a correlação negativa (coef. -0,86) registada entre o pH do solo e o acréscimo em altura. Tal como outras espécies, o

eucalipto apresenta sensibilidade ao pH do solo, não tolerando solos com pH mais elevado (Fabres et al., 2012).



(Fonte: Oliveira et al, 2024)

Figura 11 Análise de componentes principais (PCA)

O fator 1 evidencia, ainda, uma interação negativa entre o crescimento e a percentagem em terra fina (coef. -0,83). Este facto poderá estar associado ao declive reduzido (cerca de 5%), onde a presença de elementos grosseiros poderá favorecer a drenagem interna, favorecendo o desenvolvimento das raízes em maior profundidade (Oliveira et al., 2024). A PCA explica 85,5% da variância observada, o fator 1 explica 44,6%, o fator 2 explica 24,9% e o fator 3 explica 16,0%.

A textura ligeira e o baixo teor em matéria orgânica dos solos dos ensaios em Cantanhede mostram uma baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, assim influenciam negativamente a fertilidade do solo para o crescimento das plantas. Acresce a este facto a realização da plantação já um pouco tardia, em abril de 2018.

A PCA confirma que o maior crescimento está associado ao maior teor de matéria orgânica e ao pH mais baixo.

## 6.5 Valores médios para diferentes parâmetros dendrométricos

A Tabela 15, mostra os valores médios para os diferentes parâmetros dendrométricos (altura, DAP e volume/árvore com casca e com cepo) observados nos três ensaios instalados em Cantanhede no 3º ano e 4º ano.

Tabela 15 Valores médios para a altura (m) DAP (cm) e volume (m<sup>3</sup>) com casca e com cepo/árvore observados ao final do 3º e 4º ano nos três ensaios instalados em Cantanhede

Tratamento	3 anos (2021)						4 anos (2022)					
	Altura média (m)		DAP (cm)		Vol m <sup>3</sup> (c/c e c/cepo)		Altura média (m)		DAP (cm)		Vol m <sup>3</sup> (c/c e c/cepo)	
	(Média ± SE)*		(Média ± SE)*		(Média ± SE)*		(Média ± SE)*		(Média ± SE)*		(Média ± SE)*	
<b>Fujaco</b>												
Operacional	6,40 ± 0,24	<sup>a</sup>	6,03 ± 0,29	<sup>a</sup>	0,0105 ± 0,0011	<sup>a</sup>	9,52 ± 0,52	<sup>a</sup>	8,07 ± 0,42	<sup>a</sup>	0,0290 ± 0,0040	<sup>a</sup>
Teste 1	6,03 ± 0,20	<sup>a</sup>	6,13 ± 0,36	<sup>a</sup>	0,0098 ± 0,0014	<sup>a</sup>	8,34 ± 0,63	<sup>a</sup>	7,86 ± 0,59	<sup>a</sup>	0,0247 ± 0,0041	<sup>a</sup>
Total Geral	6,25 ± 0,16		6,07 ± 0,22		0,0103 ± 0,0009		9,05 ± 0,41		7,98 ± 0,34		0,0273 ± 0,0029	
<b>Andorinha</b>												
Operacional	<b>6,57 ± 0,18</b>	<sup>a</sup>	<b>5,94 ± 0,21</b>	<sup>a</sup>	<b>0,0108 ± 0,0009</b>	<sup>a</sup>	<b>10,16 ± 0,27</b>	<sup>a</sup>	<b>7,88 ± 0,29</b>	<sup>a</sup>	<b>0,0290 ± 0,0022</b>	<sup>a</sup>
Teste 2	4,36 ± 0,22	<sup>b</sup>	3,36 ± 0,23	<sup>b</sup>	0,0037 ± 0,0007	<sup>b</sup>	6,47 ± 0,33	<sup>b</sup>	4,76 ± 0,32	<sup>b</sup>	0,0108 ± 0,0019	<sup>b</sup>
Total Geral	5,45 ± 0,17		4,63 ± 0,19		0,0072 ± 0,0006		8,36 ± 0,26		6,36 ± 0,25		0,0202 ± 0,0016	
<b>Ançã</b>												
Operacional	7,01 ± 0,16	<sup>a</sup>	6,49 ± 0,21	<sup>a</sup>	0,0129 ± 0,0009	<sup>a</sup>	10,62 ± 0,23	<sup>a</sup>	8,27 ± 0,25	<sup>a</sup>	0,0309 ± 0,0020	<sup>a</sup>
Teste 1	6,53 ± 0,29	<sup>a</sup>	5,69 ± 0,36	<sup>a</sup>	0,0114 ± 0,0015	<sup>a</sup>	10,24 ± 0,41	<sup>a</sup>	7,19 ± 0,43	<sup>a</sup>	0,0272 ± 0,0032	<sup>a</sup>
Total Geral	6,80 ± 0,16		6,13 ± 0,2		0,0122 ± 0,0008		10,45 ± 0,22		7,79 ± 0,24		0,0293 ± 0,0018	

Dados relativos aos 3 anos publicados em Oliveira, et al., 2024

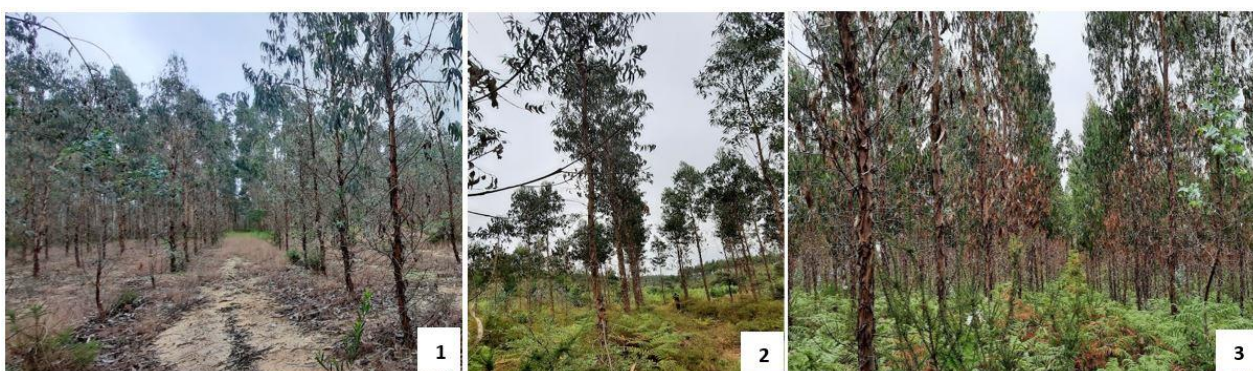
\*Os valores representam a (Média±SE); Letras diferentes mostram a existência de diferenças significativas (P<0,05) Teste de Duncan.

Os resultados observados ao fim do 1º, 3º e 4º ano, mostram que no ensaio de Andorinha, foram observados resultados significativamente superiores para todos os parâmetros dendrométricos no tratamento Operacional. Contudo, nos ensaios de Fujaco e Ançã, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos Operacional e Teste nos 3º e 4º ano.

No ensaio em Andorinha existe uma zona mais baixa, logo a probabilidade de encharcamento é maior em relação ao resto do ensaio. Assim com este tipo de condições, a ripagem realizada no tratamento operacional, favoreceu a drenagem interna do excesso de água, pois na modalidade de “Teste 2” (coveamento entre cepos, para plantação) não favoreceu a drenagem interna de água. Esta diferença de mobilização de solo tornou-se mais relevante desde os 3 anos. Estas observações sugerem que o impacto dos tratamentos pode variar dependendo das condições específicas de cada local e confirmam os resultados observados na PCA.

Os resultados observados ao fim de 4 anos, mostram que no ensaio de Andorinha, foram observados resultados significativamente superiores para todos os parâmetros dendrométricos no tratamento Operacional (**Anexo II**). No entanto, nos dois restantes ensaios instalados (Fujaco e Ançã), ao fim de 4 anos e para todos os parâmetros dendrométricos não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Operacional vs. Teste; **Anexo II**).

A Figura 12, mostra os povoamentos ao final de 4 anos, Fujaco (1), Andorinha (2) e Ançã (3).

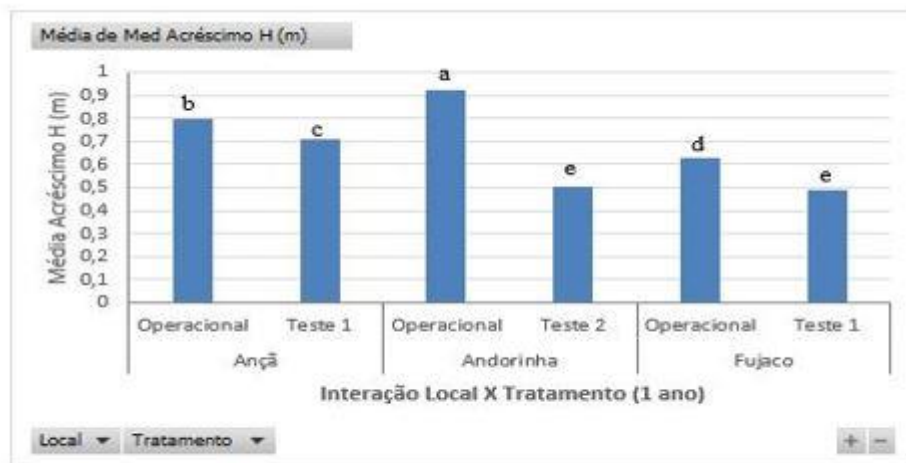


*Figura 12 Ensaios ao final de 4 anos (2022): 1– Fujaco, 2- Andorinha, 3- Ançã.*

## 6.6 Interação entre o local do ensaio e os tratamentos de mobilização testados

O tratamento Operacional foi testado em todos os ensaios, o Teste 1 foi aplicado no ensaio de Fujaco e Ançã o Teste 2 foi aplicado no ensaio de Andorinha.

A Figura 13, mostra que nos três ensaios foram observados resultados inferiores ( $P < 0,05$ ) no tratamento de Teste para a variável acréscimo médio de altura, ao fim de 1 ano.



(Fonte: Oliveira et al, 2024)

Figura 13 Efeito da interação entre o local e o tratamento nos ensaios instalados em Cantanhede no acréscimo médio em altura observado ao fim de 1 ano

As diferenças significativas no acréscimo em altura em função da interação entre o Local e o Tratamento (tipo de preparação de terreno) são evidenciadas na Figura 13, ao final do 1º ano.

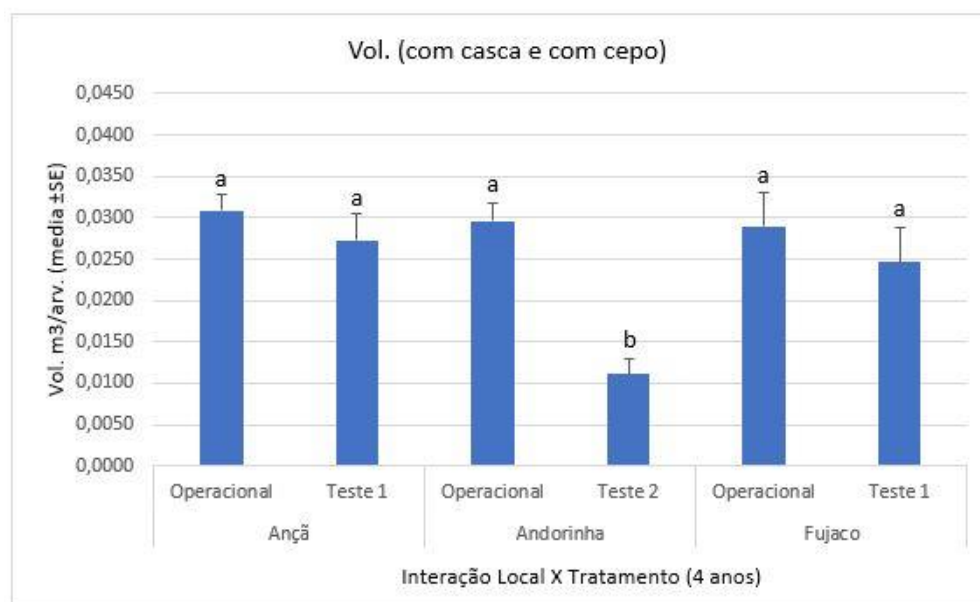
A Tabela 16, evidencia ao fim de 4 anos: 1) a não existência de diferenças significativas para ambas as variáveis (altura e DAP) em função dos locais, para o tratamento operacional; 2) para o DAP só foi observado um resultado médio significativamente inferior em Andorinha; 3) considerando os resultados de altura em cada local, só em Andorinha se observou um valor médio significativamente inferior no tratamento Teste comparativamente ao Operacional (**Anexo III**).

Tabela 16 Efeito da interação entre o local e o tratamento nos ensaios instalados em Cantanhede (4 anos)

Local X Tratamento		Med. Altura (m)	Med. DAP (cm)
		Média ± SE**	Média ± SE**
<b>Ançã</b>	<b>Operacional</b>	10,62 ± 0,23 <sup>a</sup>	8,27 ± 0,25 <sup>a</sup>
	<b>Teste 1</b>	10,24 ± 0,41 <sup>ab</sup>	7,19 ± 0,43 <sup>a</sup>
<b>Andorinha</b>	<b>Operacional</b>	10,16 ± 0,27 <sup>ab</sup>	7,88 ± 0,29 <sup>a</sup>
	<b>Teste 2</b>	6,47 ± 0,33 <sup>c</sup>	4,76 ± 0,32 <sup>b</sup>
<b>Fujaco</b>	<b>Operacional</b>	9,52 ± 0,52 <sup>ab</sup>	8,07 ± 0,42 <sup>a</sup>
	<b>Teste 1</b>	8,34 ± 0,63 <sup>bc</sup>	7,86 ± 0,59 <sup>a</sup>
Média Geral		9,15 ± 0,17	7,09 ± 0,17

Nota: Letras diferentes mostram a existência de diferenças significativas (P<0,05) Teste de Duncan.

De acordo com a informação anterior, ao fim de 4 anos, a diferença entre os tratamentos Teste e Operacional, avaliados pelo volume, não foi significativa para os ensaios de Ançã e Fujaco (Figura 14).



Nota: Letras diferentes mostram a existência de diferenças significativas (P<0,05) Teste de Duncan

Figura 14 Efeito da interação entre o local e o tratamento nos ensaios instalados em Cantanhede no Volume médio/árvore (m<sup>3</sup> com casca e com cepo), observado ao fim de 4 anos

No ensaio de Andorinha, o tratamento convencional (Operacional) mostrou um maior acréscimo médio de altura comparado aos outros tratamentos no primeiro ano, previa-se que poderia ser o melhor ensaio, contudo verificou-se que ao final de 4 anos já não

existiam diferenças significativas entre ensaios no tratamento Operacional. O tratamento Teste 1 nos ensaios Ançã e Fujaco não apresenta diferenças significativas do tratamento Operacional, apenas o Teste 2, em Andorinha, mostra diferenças significativas do tratamento Operacional. Este facto poderá estar associado a problemas de drenagem externa e interna do solo, uma vez que existe uma zona mais baixa no terreno e o facto de não ter sido “ripado”, poderá reduzir o escoamento do excesso de água, prejudicando o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade, na sequência de restrições físicas do solo.

A Figura 15, mostra os resultados da altura média (m) e o DAP (cm) nos diferentes tratamentos ao final do 1º, 3º e 4º ano nos ensaios instalados em Cantanhede.

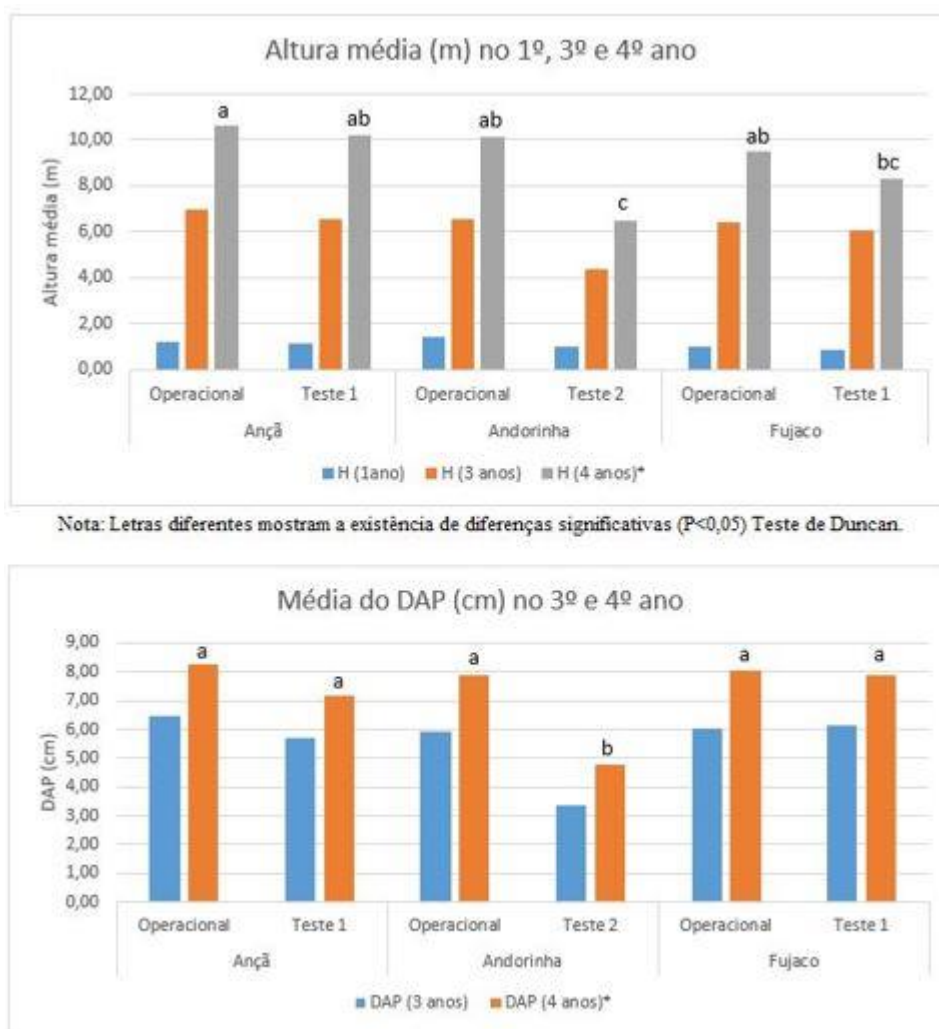


Figura 15 Altura médio/árvore (m) e DAP (cm) observado ao fim de 1º, 3º e 4º anos, nos 3 ensaios instalados em 2018

No 4º ano, a altura média, dos ensaios de Ançã e Fujaco, não apresenta diferenças significativas entre tratamentos (Operacional e Teste); só são observadas diferenças

significativas no ensaio de Andorinha entre os tratamentos Operacional e Teste 2 (conforme Tabela 16). O melhor resultado foi observado no tratamento Operacional em Ançã, sem diferenças significativas do tratamento Operacional, nos restantes 2 ensaios, nem do respetivo tratamento Teste. Estes resultados confirmam as observações realizadas ao fim de 3 anos, indicador que nestas condições será provável antecipar a correlação entre o estado juvenil e adulto para os 3 anos.

Relativamente ao DAP (cm) verifica-se que existem apenas diferenças significativas para o ensaio de Andorinha no tratamento Teste 2 (conforme Tabela 16).

Para condições semelhantes do meio ambiente verifica-se, a 1/3 da rotação dos povoamentos, uma boa correlação entre a mesma característica expressa em duas idades diferentes (correlação entre o estado juvenil e o adulto / à idade de corte) correspondendo a 4 anos, para a idade de corte aos 12 anos Oliveira, et al., (2024). De acordo com as Figuras 13 e 14 (Altura, DAP e Volume) pode estimar-se, em condições ambientais semelhantes às testadas em Fujaco e Ançã, a não existência de diferenças significativas para o volume à idade de corte entre os tratamentos Operacional e Teste, considerando a boa relação entre o estado juvenil e o estado adulto (a partir dos 3 anos e confirmada aos 4 anos de idade).

## 7 Conclusão

Com os resultados obtidos, adquiriu-se um novo conhecimento sobre alternativas, para as áreas de menores dimensões (minifúndio), para a mobilização de terreno, com uma redução de máquinas, equipamentos e, em particular, com um menor número de passagens no terreno.

Nos três ensaios instalados em Cantanhede, não foi verificada diferença significativa nas taxas de sobrevivência entre tratamentos no primeiro ano.

Foi observado um melhor arranque em termos de crescimento das plantas com a técnica de preparação de terreno convencional (Operacional). No entanto, essa diferença em relação aos tratamentos Teste (tri-riper ou coveamento com enxó) apresenta uma tendência para diminuir com o ciclo de crescimento.

Os valores médios de altura dependem da local do ensaio, do tratamento e respetiva interação.

Os resultados registados (aos 4 anos) nos tratamentos Teste só foram significativamente inferiores ao tratamento Operacional no ensaio de Andorinha. Neste caso, a falta de drenagem externa e interna associadas ao declive e, em particular, ao tipo de preparação de terreno (Operacional / ripagem vs. Teste / coveamento) poderá ter contribuído para um menor crescimento em Andorinha ( $P < 5\%$ ), na sequência da maior dificuldade de crescimento em profundidade do sistema radicular.

Os valores médios de altura estão associados ao pH do solo (na razão inversa), ao teor em matéria orgânica (na razão direta), mas também, dependem das condições de crescimento do sistema radicular em profundidade.

Para condições semelhantes às observadas em Ançã ou Fujaco os tratamentos Teste mostraram um bom desempenho, com valores de altura e volume sem diferenças significativas do tratamento Operacional, sugerindo que nestas condições os tratamentos Teste, com menor impacte ao nível do solo, não apresentarão diferenças significativas de produtividade à idade de corte (boa correlação entre o estado juvenil e adulto a partir dos 4 anos).

Para condições semelhantes às do ensaio em Andorinha, sem drenagem externa e interna, será relevante melhorar as condições de drenagem (valas de drenagem ou

ripagem), de forma a estimular o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade, para melhorar a resiliência do povoamento ao longo período de verão quente e seco.

Os tratamentos Teste, com menor mobilização de solo, beneficiaram de um aumento percentual de matéria orgânica ao fim de 4 anos, em todos os ensaios, o mesmo não se verificou no tratamento Operacional.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- ALTRI, & RAIZ. (2019). *Inovação na identificação e produção de plantas melhoradas de eucalipto para enfrentar desafios atuais*. Projeto iPLANT.
- BINKLEY, D., & FISHER, R. (S.D.) - *Ecology and Management of Forest Soils – 5ª Ed.* Wiley Blackwell, New York.
- BIOND. (2024). *BIOND. Rearborizar o Eucalipto em 3 passos*. <https://www.biond.pt/melhoreucalipto/rearborizacao/>
- CANTANHEDE, C. (2024). *Enquadramento Geográfico*. Câmara Municipal de Cantanhede. <https://www.cm-cantanhede.pt/mcsite/pagina/864/Enquadramento-Geografico>
- CORREIA, A. V., & OLIVEIRA, Â. C. (2023). *Principais Espécies Florestais com Interesse Para Portugal - Zonas de Influência Atlântica*.
- DGT, D. G. (2021). *Carta de Uso e Ocupação do Solo - 2010/2018*. <https://snig.dgterritorio.gov.pt/rndg/srv/por/catalog.search#/home>
- E-GLOBULUS. (s.d.). e-globulus. *Conhece a tipologia de solo da sua propriedade*. <https://www.e-globulus.pt/biblioteca-online/dossiers/tipologia-de-solo>
- FABRES, S., QUINTELA, A., FERREIRA, D., TEIXEIRA, C., AIRES, A., COUTINHO, J., & MADEIRA, M. (2021). *As plantações de eucalipto e os Recursos Naturais em Portugal*. INIAV.
- FAO. (2020). Global Forest Resources Assessments. *National Data*. <https://fra-data.fao.org/assessments/fra/2020/PRT/sections/forestOwnership>
- FERREIRA, D., & MORAIS, S. (2021). *Nutrição do eucalipto*. Manual de apoio à gestão nutricional. Edição RAIZ. p. 106.
- FERREIRA, D., FABRES, S., CARVALHO, A. S., & GUIMARÃES, P. (2021). *As plantações de eucalipto como sumidouro de carbono em Portugal*. In *As plantações de eucalipto e os recursos naturais em Portugal*. Silva Lusitana, Caderno Técnico nº 07. Pestana, M. (ed.). 85-108.
- FLORA.ON. (s.d.). *Flora*. <https://flora-on.pt/>
- ICNF. (2018). *ICNF - Plano Regional de Ordenamento Florestal do Centro Litoral*.
- VELOSO, A., SEMPITERNO, C., CALOURO, F., REBELO, F., PEDRA, F., CASTRO, I. V., GONÇALVES, ENCARNAÇÃO MARCELO, M. C., PEREIRA, P., FARELEIRA, P., JORDÃO, P., MANO, R., FERNANDES, R. (2022). *Manual de Fertilização das culturas*. INIAV – 3ª Edição, ISBN: 978-972-579-063-2. 471 pp.
- MADEIRA, M., AZEVEDO, A., SOARES, P., TOMÉ, M., & ARAUJO, M. (2002). *Efeitos da lavoura profunda e da gradagem nas características do solo e na produtividade de plantações de Eucalyptus globulus*. Revista de Ciências Agrárias 25(1-2):158-169
- MADEIRA, M., CORTEZ, N., AZEVEDO, A., MAGALHÃES, M.C., RIBEIRO, C., FABIÃO, A., 2007. *As plantações de eucalipto e o solo* (Capítulo 5). In: ALVES, A.M., PEREIRA, J.S.,

- SILVA, J.M.N. (Eds), O Eucaliptal em Portugal. Impactes Ambientais e Investigação Científica. Instituto Superior de Agronomia, ISAPress, Lisboa.
- MARQUES, C., BORRALHO, N., NETO, N., NETO, C., & LÉ, J. (2021). *As Plantações de Eucalipto e os Recursos Naturais em Portugal: Avanços Recentes e Desafios*. In *As plantações de eucalipto e os recursos naturais em Portugal*. Silva Lusitana, Caderno Técnico nº 07. Pestana, M. (ed.). pp.1-6
- MARTINS, A., & PINTO, G. (2004). Efeitos da ripagem localizada versus ripagem contínua nas propriedades do solo e na resposta das plantas em novos povoamentos florestais. *Silva Lusitana* (2004) **12**(2) 191-202.
- OLIVEIRA, A., MENDES, E., QUINTELA, A., FABRES, S., VENTURA, P., SANTOS, T., PATO, R., SILVA, J., GOMES, F. 2024. *Avaliação de diferentes técnicas de preparação de terreno na instalação de povoamentos de eucalipto*. *Silva Lusitana*, 32 (1): 33 – 60. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.1051/SILU/20243201033](https://doi.org/10.1051/SILU/20243201033)
- PARTIDÁRIO, M. R. (1999). *Introdução ao ordenamento do território*.
- QUINTELA, A., FERNANDES, C., & FABRES, S. (2019). *E-globulus.pt*. Requisitos nutricionais do eucalipto: <https://www.e-globulus.pt/biblioteca-online/dossiers/requisitos-nutricionais-eucalipto>.
- SANTOS, T. (2021). *Instalação Eficiente de Povoamentos de Eucalipto*. Relatório de Estágio da Licenciatura em Ciências Florestais e Recursos Naturais, Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária de Coimbra. IPC.
- SNIAMB. (2024). SNIAMB. *Geada número de dias no ano*. <https://sniamb.apambiente.pt/>.
- TOMÉ, M., TOMÉ, J., RIBEIRO, F., & FAIAS, S. (2007). *Equação de Volume Total, Volume Percentual e de Perfil do Tronco para Eucalyptus globulus Labill. em Portugal*. *Silva Lusitana* 15 (1): 25 - 39.
- WRB 2006: World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 103, F. R. (s.d.). *WRB 2006: World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports 103, FAO, Rome, IUSS Working Group WRB, 2006*.

# 9 ANEXOS

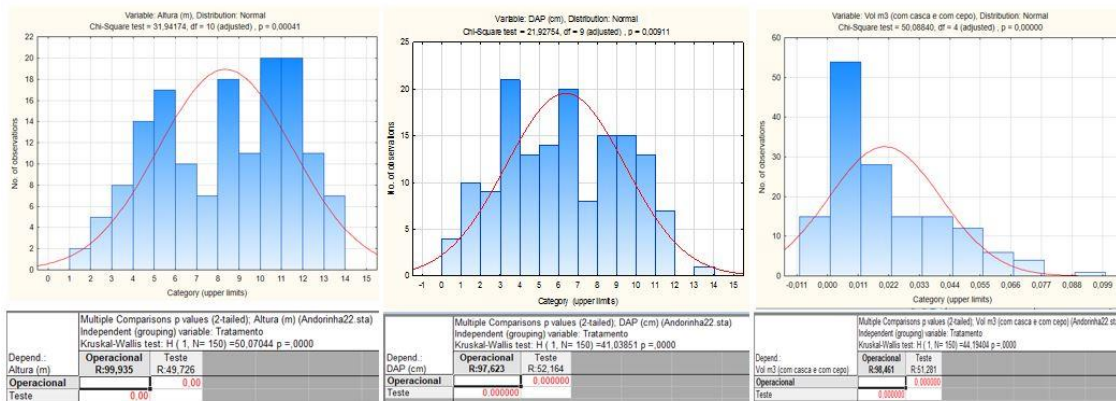
## Anexo I

Classificação solos								
Portuguesa CNROA / SROA		FAO (74/81)	WRB (FAO -2006)	Distrib. (%)	Perfil	Obejtivo	RAN vs REN	
Ordem	Suborbem							
SOLOS MINERAIS	1. Solos incipientes	Litossolos (e < 10 cm)	Lithosols (I)	Leptosolos	15,1	(A)R	proteção	REN
		Regossolos psamíticos	Regosols (R)	Arenossolos	1,8	(A)C	proteção	REN
		Aluviossolos	Fluvisols (J)	Fluvisolos	3,2	ApC1C2		RAN
		Coluviossolos			-			
	2. Solos Litólicos 34%	Litólicos húmicos	Cambisols húmicos (B)		17,7	A(B)CR	produção	
		Litólicos não húmicos	Cambisols não húmicos (B)		16,3			
	3. Solos Calcários	Calcários pardos	Cambisols (B)		2,1	A(B)CR	produção	RAN
		Calcários vermelhos			1,6			
	4. Barros	Barros pretos	Vertisols (V)		0,3	A(B)CR		
		Barros pardos			-			RAN
		B. Castanho-avermelhados			0,7			
	5. Solos mólicos	Castanozemes	Kastanozemes (K)		0,2	A(B)CR		
	6. Solos Argiluvitados pouco insaturados	Mediterrâneos Pardos	LUVISOLS Acrisols (A) - V 35 - 50%; Lvisols (L) V > 50%; Lixisols		24,8	AEB <sub>n</sub> CR ou AEB <sub>ts</sub> CR	produção com restrições f do declive	
		Mediterrâneos Vermelhos ou Amarelos						
	7. Solos Podzolizados	Podzóis não hidromórficos	Podzol (P)	Podzol; Podzoluvisols	6,8	AEB <sub>n</sub> C/ AEB <sub>hs</sub> C	produção Pb, Qs, Pnm	
Podzóis hidromórficos (Surraipa/Bhs)		Podzol gleizado (Pg)	0,3					
8. Solos Halomórficos	Slos salinos	Solonchacks (Z)		0,9				
		Solonetz (B natrico)						
9. Solos Hidromórficos	Hidr. sem horizonte elevial	Gleisols (G)		0,9				
	Hidr. com horizonte elevial	Planosols (W)			c/ A2 ou E			
Ranker	Ranker	Rankers (U)		< 0,1%				
SOLOS ORGÂNICOS	Solos orgânicos hidromórficos	Solos turfosos com materias sápricos	Histosols (O)		< 0,1%		62	

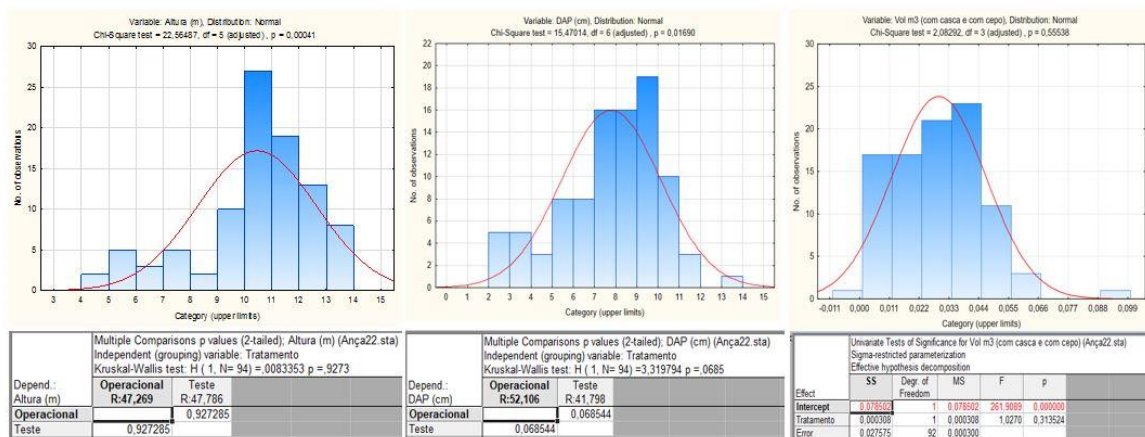
## Anexo II

Avaliação do tipo de distribuição das variáveis dendrométricas aos 4 anos (Altura; DAP e Volume) e posterior análise de variância (ANOVA) para as variáveis paramétricas e Teste de Krushal-Wallis para as variáveis não para métricas.

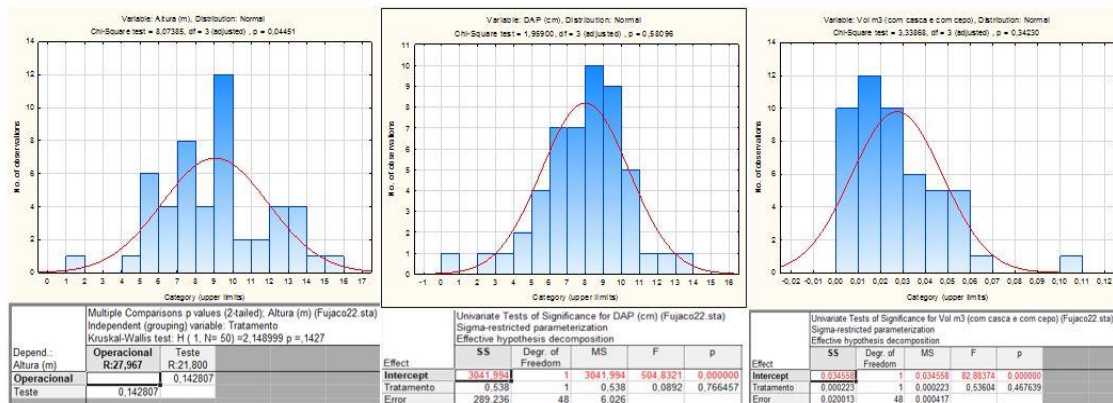
### Anã



### Andorinha

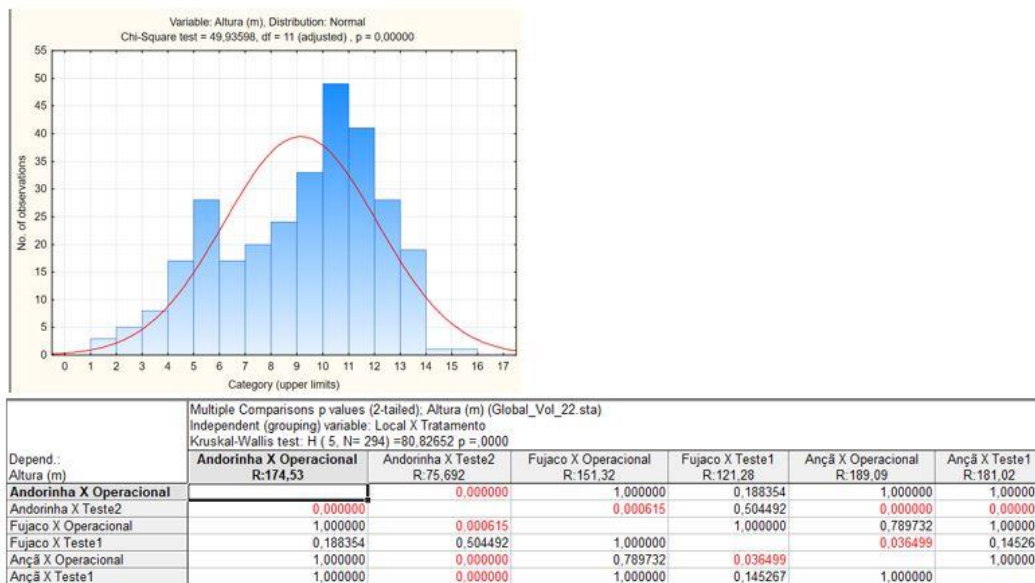


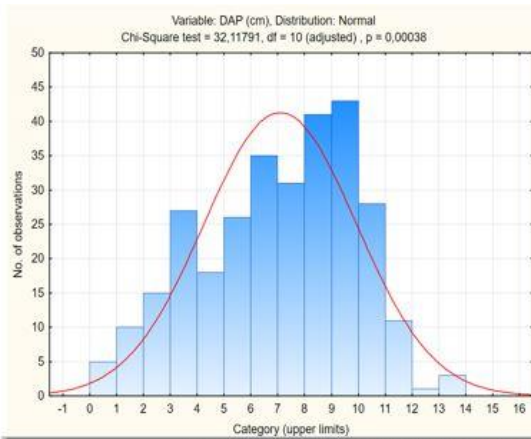
# Fujaco



## Anexo III

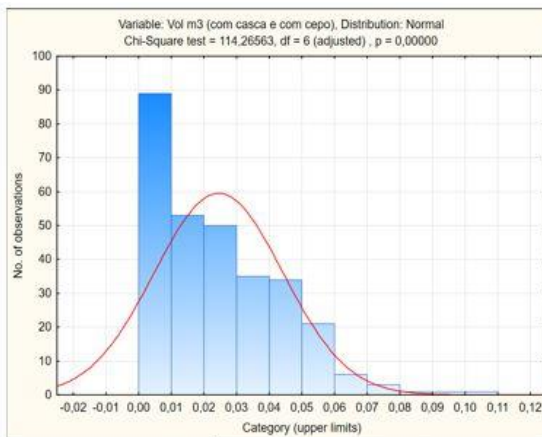
### Interação do local e tipo de tratamento nos diferentes ensaios





Multiple Comparisons p values (2-tailed): DAP (cm) (Global\_Vol\_22\_sta)  
Independent (grouping) variable: Local X Tratamento  
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 294) =62.72489 p = 0,000

Depend.: DAP (cm)	Andorinha X Operacional R:169,99	Andorinha X Teste2 R: 81,116	Fujaco X Operacional R:173,37	Fujaco X Teste1 R: 170,35	Ançã X Operacional R:182,00	Ançã X Teste1 R:149,57
<b>Andorinha X Operacional</b>		0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Andorinha X Teste2	0,000000		0,000008	0,000488	0,000000	0,000482
Fujaco X Operacional	1,000000	0,000008		1,000000	1,000000	1,000000
Fujaco X Teste1	1,000000	0,000488	1,000000		1,000000	1,000000
Ançã X Operacional	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000		0,989527
Ançã X Teste1	1,000000	0,000482	1,000000	1,000000	0,989527	



Multiple Comparisons p values (2-tailed): Vol m3 (com casca e com cepo) (Global\_Vol\_22\_sta)  
Independent (grouping) variable: Local X Tratamento  
Kruskal-Wallis test: H ( 5, N= 294) =66.00432 p = 0,000

Depend.: Vol m3 (com casca e com cepo)	Andorinha X Operacional R:172,06	Andorinha X Teste2 R: 79,158	Fujaco X Operacional R:166,70	Fujaco X Teste1 R: 151,70	Ançã X Operacional R: 184,79	Ançã X Teste1 R: 159,38
<b>Andorinha X Operacional</b>		0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
Andorinha X Teste2	0,000000		0,000031	0,010837	0,000000	0,000017
Fujaco X Operacional	1,000000	0,000031		1,000000	1,000000	1,000000
Fujaco X Teste1	1,000000	0,010837	1,000000		1,000000	1,000000
Ançã X Operacional	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000		1,000000
Ançã X Teste1	1,000000	0,000017	1,000000	1,000000	1,000000	

## Anexo IV

### Classificação da fertilidade solo em função das amostras

Classe de fertilidade	(mg B kg <sup>-1</sup> ) Boro	Catiões de troca (cmol(+) 100g <sup>-1</sup> )			
		K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Muito baixa	≤0,20	< 0,1	< 0,1	< 2,0	< 0,5
Baixa	0,21-0,40	0,1 – 0,25	0,1 – 0,25	2,1 - 5,0	0,6 – 1,0
Média	0,41-1,00	0,26 – 0,50	0,26 – 0,50	5,1 - 10,0	1,1 – 2,5
Alta	1,10-2,50	0,51 – 1,0	0,51 – 1,0	10,1-20,0	2,6 – 5,0
Muito alta	>2,50	>1,0	>1,0	>20,0	>5,0
CaCl <sub>2</sub> 0,01M fervente. Azometina H/ Fluxo Contínuo Segmentado		Acetato de amônio pH=7/ EAA			

Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )* Potássio (K <sub>2</sub> O)** extraíveis (mg kg <sup>-1</sup> )	Classe de fertilidade	Matéria Orgânica (%) Solos com textura		pH (H <sub>2</sub> O)	Designação	
		Ligeira	Média ou Pesada			
≤ 25	Muito baixa	≤ 0,5	≤ 1,0	≤ 4,5	Muito Ácido	Ácido
26-50	Baixa	0,6 – 1,5	1,1 – 2,0	4,6 - 5,5	Ácido	
51-100	Média	1,6 – 3,0	2,1 – 4,0	5,6 - 6,5	Pouco ácido	Neutro
101-200	Alta	3,1 – 4,5	4,1 – 6,0	6,6 - 7,5	Neutro	
> 200	Muito alta	> 4,5	> 6,0	7,6 - 8,5	Pouco alcalino	Alcalino
				8,6 - 9,5	Alcalino	
				> 9,5	Muito alcalino	

\* Método de Egner-Riehm/ EAM  
\*\* Método de Egner-Riehm/ EAA

Combustão seca 590\* - Análise elementar  
Susp. solo: água 1:5 (v:v) (Norma ISO 10390:2005)

Classes de fertilidade para os micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) e molibdênio (Mo)

	Classes de fertilidade (ppm)					Método de extração
	Muito baixa	Baixa	Média	Alta	Muito alta	
Ferro (Fe)	≤ 10	11 - 25	26 - 40	41 - 80	> 80	(1)
Manganês (Mn)	≤ 7	8 - 15	16 - 45	46 - 100	> 100	(1)
Zinco (Zn)	≤ 0,6	0,7 - 1,4	1,5 - 3,5	3,6 - 10	> 10	(1)
Cobre (Cu)	≤ 0,3	0,4 - 0,8	0,9 - 7,0	7,1 - 15	> 15	(1)
Boro (B)	≤ 0,2	0,21 - 0,40	0,41 - 1,0	1,1 - 2,5	> 2,5	(2)
Molibdênio (Mo)		< 0,15	> 0,15			(3)

Adaptado de Sillanpää (1982); Costa e Fernandes (1996) e Costa et al. (1999)  
(1) Acetato de amônio + Ácido acético + EDTA ; (2) Água fervente ; (3) Oxalato de amônio

# Anexo V

## Resultados das análises da camada orgânica

Nº Lab.	Local	Tratamento	Tipo de mobilização Equipamento	Rep.	Tipo amostra	Matéria seca (105°C) (t/ha)	Hum. total (%)	MO (%)	CO (%)	N (%), ms	C/N	P (%), ms	Ca (%), ms	Mg (%), ms	K (%), ms	Cu (mg/kg), ms	Zn (mg/kg), ms	Fe (mg/kg), ms	Mn (mg/kg), ms	B (mg/kg), ms
O2255	Fujaco	Operacional	Destroçamento de cepos + gradagem + ripagem	1	CO	3,51	15,41	90,13	49,73	0,66	75,24	0,05	0,88	0,27	0,09	14,20	9,85	548,50	118,20	37,90
O2256				2	CO	5,19	14,53	87,86	48,75	0,65	74,91	0,05	1,44	0,07	0,10	13,85	9,00	911,00	148,25	37,09
O2257				3	CO	3,58	15,21	86,43	49,94	1,00	50,10	0,09	1,43	0,09	0,10	10,70	12,55	847,50	138,75	36,55
O2258				4	CO	6,44	13,86	85,60	49,28	1,20	40,97	0,10	1,75	0,08	0,07	12,95	10,55	983,50	144,45	33,61
O2259				5	CO	2,08	14,42	82,03	48,88	1,20	40,66	0,11	1,07	0,07	0,07	10,00	14,50	1011,00	110,15	37,29
						<b>Giratória + Bulldozer</b>		<b>Média</b>	<b>4,16</b>	<b>14,69</b>	<b>86,41</b>	<b>49,32</b>	<b>0,94</b>	<b>56,38</b>	<b>0,08</b>	<b>1,31</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>12,34</b>	<b>11,29</b>
					<b>dp</b>	<b>1,68</b>	<b>0,63</b>	<b>2,99</b>	<b>0,52</b>	<b>0,27</b>	<b>17,49</b>	<b>0,03</b>	<b>0,34</b>	<b>0,09</b>	<b>0,01</b>	<b>1,89</b>	<b>2,22</b>	<b>185,64</b>	<b>16,83</b>	<b>1,68</b>
O2265	Fujaco	Teste 1	Destroçamento de cepos + ripagem / tririper	1	CO	14,44	14,87	77,05	44,53	0,82	54,21	0,09	1,59	0,08	0,15	14,90	17,70	904,50	136,00	40,38
O2266				2	CO	6,48	14,63	86,34	49,52	1,00	49,32	0,08	1,50	0,08	0,17	15,05	13,65	875,50	225,95	35,21
O2267				3	CO	10,72	13,94	84,45	47,70	1,08	44,02	0,08	1,76	0,07	0,07	97,20	92,55	1020,50	125,85	34,65
O2268				4	CO	3,71	14,28	80,99	45,54	0,64	70,96	0,08	1,70	0,08	0,08	7,70	16,15	1259,00	112,15	43,21
O2269				5	CO	1,64	14,49	77,28	42,29	0,78	54,06	0,10	1,66	0,08	0,11	42,20	34,40	1512,00	188,50	30,65
						<b>Giratória</b>		<b>Média</b>	<b>7,40</b>	<b>14,44</b>	<b>81,22</b>	<b>45,91</b>	<b>0,87</b>	<b>54,51</b>	<b>0,09</b>	<b>1,64</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>	<b>35,41</b>	<b>34,89</b>
					<b>dp</b>	<b>5,20</b>	<b>0,35</b>	<b>4,17</b>	<b>2,80</b>	<b>0,18</b>	<b>10,10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,10</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>36,97</b>	<b>33,25</b>	<b>268,77</b>	<b>47,87</b>	<b>4,97</b>
O2235	Andorinha	Operacional	Destroçamento de cepos + gradagem + ripagem	1	CO	6,42	13,58	62,75	33,14	0,70	47,62	0,11	0,89	0,09	0,16	5,75	32,00	1832,50	495,00	42,93
O2236				2	CO	11,10	13,56	74,18	39,09	0,70	56,23	0,08	1,24	0,06	0,11	5,70	21,20	1265,00	659,50	27,00
O2237				3	CO	1,89	15,01	85,86	48,54	0,81	60,16	0,11	1,71	0,06	0,16	3,00	15,45	893,50	1070,00	36,54
O2238				4	CO	4,17	15,09	70,71	33,99	0,76	44,91	0,11	1,25	0,08	0,17	5,20	30,25	3370,00	615,00	56,57
O2239				5	CO	2,29	16,23	86,11	45,34	0,83	54,74	0,12	1,37	0,08	0,18	4,75	19,45	1169,00	907,00	45,84
						<b>Giratória + Bulldozer</b>		<b>Média</b>	<b>5,17</b>	<b>14,69</b>	<b>75,92</b>	<b>40,02</b>	<b>0,76</b>	<b>52,73</b>	<b>0,11</b>	<b>1,29</b>	<b>0,07</b>	<b>0,16</b>	<b>4,88</b>	<b>23,67</b>
					<b>dp</b>	<b>3,77</b>	<b>1,13</b>	<b>10,08</b>	<b>6,81</b>	<b>0,06</b>	<b>6,30</b>	<b>0,02</b>	<b>0,29</b>	<b>0,02</b>	<b>0,03</b>	<b>1,13</b>	<b>7,14</b>	<b>990,95</b>	<b>233,71</b>	<b>10,98</b>
O2245	Andorinha	Teste 2	Destroçamento de cepos + covameento e plantação entre cepos	1	CO	6,62	14,72	83,79	48,51	0,58	83,97	0,06	1,32	0,06	0,09	6,10	13,40	1074,00	1025,50	59,93
O2246				2	CO	3,99	15,61	73,00	35,69	0,53	67,60	0,07	1,04	0,09	0,14	3,30	19,65	1437,50	791,50	42,93
O2247				3	CO	4,89	14,14	68,07	38,62	0,51	76,19	0,06	1,05	0,06	0,09	4,75	16,15	1650,00	1129,00	41,87
O2248				4	CO	10,60	11,47	53,92	0,62	0,00	0,09	0,60	0,06	0,09	7,25	31,45	1804,00	481,00	42,18	
O2249				5	CO	6,21	13,34	68,94	38,57	0,62	62,24	0,08	1,00	0,06	0,12	9,30	23,70	1702,00	963,00	48,33
						<b>Giratória</b>		<b>Média</b>	<b>6,46</b>	<b>13,86</b>	<b>69,55</b>	<b>40,35</b>	<b>0,57</b>	<b>58,00</b>	<b>0,07</b>	<b>1,00</b>	<b>0,07</b>	<b>0,11</b>	<b>6,14</b>	<b>20,87</b>
					<b>dp</b>	<b>2,54</b>	<b>1,57</b>	<b>10,74</b>	<b>5,61</b>	<b>0,05</b>	<b>33,46</b>	<b>0,01</b>	<b>0,26</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>2,30</b>	<b>7,06</b>	<b>289,61</b>	<b>253,51</b>	<b>7,67</b>
O2215	Ançã	Operacional	Destroçamento de cepos + gradagem + ripagem	1	CO	1,17	15,00	68,98	38,02	0,65	58,54	0,10	1,19	0,09	0,14	7,25	29,20	1921,00	422,50	38,78
O2216				2	CO	2,97	16,63	79,97	43,88	0,61	72,18	0,09	1,13	0,09	0,12	6,70	15,95	1437,50	244,50	29,69
O2217				3	CO	6,68	17,32	75,77	42,11	0,65	64,74	0,09	0,90	0,10	0,14	6,15	18,85	1786,50	287,50	27,52
O2218				4	CO	0,41	15,44	86,72	50,23	0,51	98,90	0,07	0,87	0,08	0,12	4,50	16,55	1273,50	398,00	32,10
O2219				5	CO	2,32	15,98	83,06	47,15	0,57	83,22	0,08	2,30	0,08	0,11	4,35	12,55	1385,00	328,00	34,80
						<b>Giratória + Bulldozer</b>		<b>Média</b>	<b>2,71</b>	<b>16,07</b>	<b>78,90</b>	<b>44,28</b>	<b>0,60</b>	<b>75,51</b>	<b>0,09</b>	<b>1,28</b>	<b>0,09</b>	<b>0,12</b>	<b>5,79</b>	<b>18,62</b>
					<b>dp</b>	<b>2,43</b>	<b>0,93</b>	<b>6,85</b>	<b>4,68</b>	<b>0,06</b>	<b>15,98</b>	<b>0,01</b>	<b>0,59</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>1,31</b>	<b>6,33</b>	<b>278,09</b>	<b>74,36</b>	<b>4,40</b>
O2225	Ançã	Teste 1	Destroçamento de cepos + ripagem / tririper	1	CO	6,63	17,50	87,11	43,42	0,76	56,82	0,08	1,40	0,09	0,18	4,50	21,80	828,50	287,00	29,64
O2226				2	CO	6,54	14,60	81,80	46,51	0,57	82,29	0,07	1,56	0,09	0,13	3,25	20,20	977,50	449,50	33,25
O2227				3	CO	8,12	15,59	83,05	48,30	0,62	77,47	0,04	0,74	0,06	0,09	3,70	17,95	1068,00	280,00	22,23
O2228				4	CO	3,17	13,78	85,83	43,94	0,57	76,98	0,07	1,57	0,08	0,13	1,95	20,40	895,00	589,00	42,14
O2229				5	CO	8,05	15,87	86,85	45,99	0,65	71,17	0,06	1,29	0,07	0,09	3,70	23,65	945,00	302,00	57,91
						<b>Giratória</b>		<b>Média</b>	<b>6,50</b>	<b>15,47</b>	<b>84,93</b>	<b>45,63</b>	<b>0,63</b>	<b>72,95</b>	<b>0,06</b>	<b>1,31</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>	<b>3,42</b>	<b>20,80</b>
					<b>dp</b>	<b>2,01</b>	<b>1,41</b>	<b>2,37</b>	<b>1,99</b>	<b>0,08</b>	<b>9,84</b>	<b>0,01</b>	<b>0,34</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>0,94</b>	<b>2,11</b>	<b>89,77</b>	<b>135,31</b>	<b>13,69</b>

## Anexo VI

### Resultados das análises da vegetação espontânea

Local	Tratamento	Tipo de mobilização	Referência (vegetação espontânea)	Matéria seca (105°C)(t/ha)
Fujaco	Operacional	Destroçamento de cepos + gradagem + ripagem	1 - VE1	0,3
			1 - VE2	0,5
		Enxó + grade de discos pesada + ripper	1 - VE3	1,6
			1 - VE4	0,3
		Giratória + Bulldozer	1 - VE5	0,6
		Média	<b>0,5</b>	
		SE	<b>0,5</b>	
	Teste 1	Destroçamento de cepos + ripagem / tririper	2 - VE1	1,0
			2 - VE2	2,7
		Enxó + tririper	2 - VE3	1,2
		2 - VE4	2,4	
Giratória		2 - VE5	2,8	
	Média	<b>2,4</b>		
	SE	<b>0,9</b>		
Andorinha	Operacional	Destroçamento de cepos + gradagem + ripagem	1 - VE1	4,7
			1 - VE2	3,5
		Enxó + grade de discos pesada + ripper	1 - VE3	1,0
			1 - VE4	6,7
		Giratória + Bulldozer	1 - VE5	3,5
		Média	<b>3,5</b>	
		SE	<b>2,1</b>	
	Teste 2	Destroçamento de cepos + coveamento e plantação entre cepos	2 - VE1	1,5
			2 - VE2	2,9
		Enxó	2 - VE3	2,5
		2 - VE4	5,2	
Giratória		2 - VE5	3,9	
	Média	<b>2,9</b>		
	SE	<b>1,4</b>		
Anã	Operacional	Destroçamento de cepos + gradagem + ripagem	1 - VE1	2,3
			1 - VE2	1,5
		Enxó + grade de discos pesada + ripper	1 - VE3	3,1
			1 - VE4	1,3
		Giratória + Bulldozer	1 - VE5	1,0
		Média	<b>1,5</b>	
		SE	<b>0,9</b>	
	Teste 1	Destroçamento de cepos + ripagem / tririper	2 - VE1	11,5
			2 - VE2	7,4
		Enxó + tririper	2 - VE3	8,6
		2 - VE4	2,3	
Giratória		2 - VE5	1,4	
	Média	<b>7,4</b>		
	SE	<b>4,3</b>		

# Anexo VII

## Classificação nutricional das plantas (análise foliar)

