



# **Avaliação da Biomassa de Plantações de Eucalipto através de Técnicas de Detecção Remota**

Thais Mahomed Ismael, 20201654

## **Orientadora**

Professora Doutora Cristina Maria Martins Alegria

Trabalho de projeto apresentado à Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de licenciado em Engenharia das Energias Renováveis, realizado sob a orientação científica da Professora Coordenadora com Agregação, Doutora Cristina Maria Martins Alegria.

**Julho de 2023**



## **Composição do júri**

### Presidente do júri

Doutor António Francisco Canatário Duarte

Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Arguente

Doutor Nuno Cláudio Meses Pedro

Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Castelo Branco

### Orientadora

Doutora Cristina Maria Martins Alegria

Professora Coordenadora com Agregação do Instituto Politécnico de Castelo Branco



## **Agradecimentos**

O meu fim deste curso só foi possível graças à minha família, por este motivo gostaria de agradecer à minha família que esteve sempre comigo, que me apoiou em tudo na minha vida estudantil, que me ensinou a ser melhor que ontem. Mas, quero em especial agradecer à minha mana, por nunca ter desistido de mim, tendo errado mil vezes sempre esteve do meu lado, mesmo longe fez sempre a distância ser um pequeno pormenor quando o amor é inexplicável. Obrigada, mana, conseguimos, hoje cá estou eu em mais uma etapa vencida e tudo graças a ti, todo o teu esforço hoje aqui tens o resultado.

Agradecer aos meus amigos que sempre me apoiaram a fazer este projeto e a ter forças para terminar, por estarem sempre a dizer coisas “positivas” para que eu ganhasse coragem de fazer diferente.

Agradecer ao Engenheiro Carlos Grácio pela disponibilidade e paciência nos trabalhos de campo, por ter ajudado a terminar a recolha de dados em tempo record.

Agradecer também à Mestre Natália Roque pela disponibilidade em ajudar a realizar algumas tarefas em software SIG para apoio às saídas de campo e análise de dados.

E por fim, agradecer à Professora Cristina Alegria pela confiança depositada para a realização deste estudo.



Agradecemos ao Instituto Politécnico de Castelo Branco pelo apoio financeiro no âmbito das deslocações ao campo para a recolha de dados.



## **Resumo**

Com as novas formas de aproveitamento dos resíduos florestais para a produção de energia, decorre uma necessidade de melhorar as técnicas de aproveitamento das mesmas e de melhor realizar o levantamento e monitorização destes resíduos florestais.

Com o presente trabalho, através de técnicas de deteção remota avaliou-se a biomassa de eucalipto presente na região da Beira-Baixa. Utilizaram-se as imagens de satélite do Sentinel2A para avaliar o índice de vegetação NDVI, usando o software SAGA (open-source). Foram também recolhidos dados de campo para estimar a biomassa aérea em áreas de eucalipto. Por fim, obteve-se o mapa da biomassa aérea das áreas de eucalipto tendo por base a relação entre o NDVI e a biomassa aérea.

O estudo demonstrou ser possível a avaliação da biomassa de eucalipto através de técnicas de deteção remota. O mapa da biomassa aérea do eucalipto produzido providencia uma avaliação dos recursos em biomassa e pode funcionar como ferramenta de apoio à avaliação do seu potencial energético.

## **Palavras-chave**

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses), inventário florestal, biomassa aérea.



## **Abstract**

With the new ways of using forest residues for energy production, there is a need to improve techniques for using them and to better carry out the survey and monitoring of these forest residues.

With the present work, through remote sensing techniques, the eucalyptus biomass present in the Beira-Baixa region was evaluated.

Sentinel2A satellite images were used to assess the NDVI vegetation index using SAGA software (open-source). Field data were also collected to estimate aerial biomass in eucalyptus areas. Finally, a map of the aerial biomass of the eucalyptus areas was obtained based on the relationship between the NDVI and the aerial biomass.

The study demonstrated that it is possible to evaluate eucalyptus biomass using remote sensing techniques. The eucalyptus aerial biomass map produced provides an assessment of biomass resources and can function as a support tool in the assessment of its energy potential.

## **Keywords**

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses), forest inventory, aerial biomass.



## Índice

Agradecimentos.....	V
Resumo.....	IX
Palavras-chave.....	IX
Abstract.....	XI
Keywords.....	XI
Índice de Figuras.....	XV
Lista de Tabelas.....	XVII
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	XIX
1. Introdução.....	1
2. Material e Métodos.....	5
2.1 Área de estudo.....	5
2.2. Dados.....	7
2.2.1. Imagens do Satélite Sentinel2A (2022-2023).....	7
2.2.2. Dados meteorológicos.....	8
2.2.3. Dados de campo.....	9
2.3. Procedimentos.....	13
2.3.1. Estimativa da biomassa.....	13
3. Resultados e discussão.....	15
3.1. NDVI.....	15
3.2. Biomassa.....	20
3.3. Relação NDVI-Biomassa.....	23
4. Conclusões.....	31
Referências bibliográficas.....	33
ANEXOS.....	35
ANEXO I- Ficha de campo do Eucalipto.....	35
ANEXO II- Dados de campo.....	36



## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Área de estudo:(a) Portugal, imagem sentinel2A (29 maio 2022), Beira-Baixa-concelhos e área de estudo; e (b) Ocupação do solo (cos 2018) com áreas de eucalipto pontos e pontos de amostra (área de estudo n=197).....	5
<b>Figura 2.</b> Área de estudo- imagem sentinel2A em zoom (29 de maio de 2022), e foto pontos em área de eucalipto (n=197).....	7
<b>Figura 3.</b> Gráfico climatológico do concelho de Castelo Branco .....	9
<b>Figura 4.</b> Área de estudo- imagem sentinel2A (23 de junho de 2023) e foto pontos das parcelas de campo em áreas de Eucalipto.....	10
<b>Figura 5.</b> Instrumentos de medições em campo: (a) Fita de diâmetro, (b) Hipsómetro de Blume Leiss, (c) Bússola, (d) Fita de 50 metros.....	11
<b>Figura 6.</b> Medições da altura das árvores.....	12
<b>Figura 7.</b> Medições do diâmetro das árvores.....	12
<b>Figura 8.</b> Mapas da cor e NDVI do mês de janeiro (a, b), fevereiro (c, d), março (e, f).....	15
<b>Figura 9.</b> Mapa da cor falsa e NDVI do mês de abril (g, h), mês de maio (i, j), mês de junho (k, l) .....	16
<b>Figura 10.</b> Mapa da cor falsa e NDVI do mês de julho (m, n), do mês de agosto (o, p), do mês de setembro (q, r).....	17
<b>Figura 11.</b> Mapa da cor falsa e do NDVI do mês de outubro (s, t), do mês de novembro (u, v), do mês de janeiro23 (x, y).....	18
<b>Figura 12.</b> Área de estudo- Imagem NDVI (29 de maio 2022) e foto pontos em áreas de eucalipto (n=197).....	19
<b>Figura 13.</b> Evolução mensal do NDVI das parcelas de eucalipto (n=197).....	20
<b>Figura 14.</b> Gráfico da frequência das idades dos povoamentos de eucalipto (n=30) .....	21
<b>Figura 15.</b> Frequência da presença de matos nos povoamentos das parcelas de eucalipto medidas (n=30).....	21
<b>Figura 16.</b> Área de estudo- imagem NDVI (23 de junho 2023) e foto pontos das parcelas de campo em áreas de Eucalipto (n=30).....	23
<b>Figura 17.</b> NDVI das parcelas de eucalipto medidas em campo (23 de junho) n=30 .....	25
<b>Figura 18.</b> Gráfico do ajustamento da biomassa de eucalipto .....	26
<b>Figura 19.</b> Mapas cos 2018 do eucalipto: (a) cos2018 área de estudo do eucalipto, (b) zoom da área de estudo.....	27
<b>Figura 20.</b> Biomassa nas áreas de eucalipto cos2018: (a) FCC, (b) NDVI (c) biomassa do eucalipto sobre a FCC, e (d) biomassa do eucalipto sobre o NDVI.....	28
<b>Figura 21.</b> Zoom da biomassa do eucalipto e imagem Google Earth- parcelas: 130, 213, 127.....	29



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1-</b> Bandas espectrais e resolução espacial sentinel2A-MSI .....	6
<b>Tabela 2.</b> Imagens sentinel2A-Datas de aquisição.....	8
<b>Tabela 3.</b> Formula do cálculo do NDVI(Alegria, 2022).....	8
<b>Tabela 4.</b> Formulas usadas para o cálculo da biomassa do eucalipto (ICNF, 2019). .....	14
<b>Tabela 5.</b> NDVI em áreas de eucalipto (n=197).....	19
<b>Tabela 6.</b> Parcelas medidas em campo- cálculo da biomassa variáveis dendrométricas (n=30). .....	22
<b>Tabela 7.</b> Estatística das parcelas medidas em campo.....	23
<b>Tabela 8.</b> Valores do NDVI das parcelas medidas em campo (n=30).....	24
<b>Tabela 9.</b> Estatísticas do NDVI (n=30).....	25



## **Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos**

NDVI- Normalized Difference Vegetation Index;

Saga- System for Automated Geoscientific Analyses;

CIMBB- Comunidade Intermunicipal da Beira-Baixa;

FCC- Falsa cor;

COS- Carta de ocupação do Solo;

Ww- Biomassa do Lenho;

Wbr- Biomassa dos ramos;

Wl- Biomassa das folhas;

Wb- Biomassa da casca;

DAP- Diâmetro da Árvore;

KMZ- Keyhole Markup Language;

N-Número de árvores por hectare

Wa- Biomassa;

Hdom-Altura dominante;

Ddom- diâmetro dominante;

Dg- Diâmetro médio.



## 1. Introdução

As energias renováveis são o presente e, ao mesmo tempo, o futuro da produção mundial de eletricidade, estas têm vindo a contribuir para a produção de energia limpa e verde, o que faz com que haja menos dependência no que diz respeito à produção de eletricidade através de combustíveis fósseis.

E porquê optar pelas energias renováveis? Bem porque, estas têm um índice de poluição muito menor que os combustíveis fósseis, pois elas emitem menos CO<sub>2</sub>, o que faz com que seja mais viável a utilização destas, para além de serem inesgotáveis.

Com as mudanças climáticas extremas viu-se a necessidade de começar a adaptar novas técnicas de produção de eletricidade, e uma delas é a produção de eletricidade através da biomassa.

A produção de energia a partir de biomassa tem vindo a aumentar ao longo dos anos, o que demonstra que o mercado da biomassa está em franca expansão em Portugal (*Energia Elétrica*, n.d.).

A biomassa tem origem na fotossíntese, através da qual os produtos primários fixam o CO<sub>2</sub> da atmosfera, utilizando a energia da radiação solar e o transformam na matéria que compõe as plantas. Podemos considerar a biomassa como sendo energia solar aprisionada (DGEG, 2023).

Em Portugal, o coberto florestal é uma importante fonte de biomassa representando um terço da área total do país e constituindo um importante recurso que deverá ser avaliado também para um conveniente aproveitamento dos resíduos produzido (Pedro et al., 2018).

Segundo os dados fornecidos pelo 6º Inventário Florestal Nacional a região da Beira-Baixa no ano de 2015 apresentava uma área de ocupação do solo com eucalipto de 65,24 mil ha, o que equivale a 34,1% da floresta na região da Beira-Baixa (ICNF, 2019).

As plantações de eucalipto são comumente geridas ao longo de três rotações que correspondem a rotações de 30 a 36 anos, onde cada rotação pode ir dos 10 aos 12 anos (Alegria et al., 2019).

Em Portugal, a indústria papelreira assume-se como “responsável pela gestão de 17% da área de eucalipto”, gerindo ainda “1% do montado de sobreiro, 0,6% de espécies diversas e 0,5% do pinhal-bravo”. Na fileira do eucalipto, a Celpa – Associação da Indústria Papelreira agrega 14 empresas industriais e florestais pertencentes à Altri, DS Smith, Renova e The Navigator Company, as quais produzem, a partir do eucalipto, 100% da pasta de fibra virgem nacional e cerca de 90% de todo o papel e cartão (Silveira, 2016).

As florestas constituem importantes ecossistemas no planeta, tendo um papel essencial a nível biofísico, biogeoquímico, hidrológico, económico, cultural e climático. A biomassa é considerada um indicador chave nos processos ecológicos e climáticos.

A quantificação da biomassa das árvores em ecossistemas florestais revela-se, desta forma, de um enorme interesse para a estimativa da produção primária líquida, da fixação de carbono, para o estudo do ciclo de nutrientes bem como input em modelos climáticos (Ferreira, 2019)

Estimar a biomassa da vegetação nas diferentes fases de crescimento auxilia uma boa gestão agrícola/silvícola. No entanto, tal pode revelar-se complicado pois, ao longo do ciclo de vida de uma planta, a biomassa aumenta estabilizando numa fase posterior. Além disso a razão entre a superfície ocupada pelos órgãos vegetais aumenta e a superfície de solo exposta diminui. No caso das plantas lenhosas a razão tecidos/lenhosa varia nas várias fases de crescimento. As florestas possuem uma importância fulcral para a vida do nosso planeta, ocupando aproximadamente um terço das terras emersas ( Ferreira, 2019).

Estes ecossistemas contêm cerca de 80% da biomassa e 50% e 65% do carbono orgânico terrestre (incluindo o solo), constituindo um importante armazém e sumidouro de carbono. Além disso são caracterizadas por uma elevada diversidade ( Ferreira, 2019).

A biomassa é composta por celulose, lenhina e extratáveis, os poderes caloríficos destes componentes são os seguintes: celulose-17-18 Mg kg<sup>-1</sup>, hemicelulose-16-17 Mg kg<sup>-1</sup>, são açúcares e por isso convertíveis em etanol, a lenhina, com estrutura aromática e os extratáveis apresentam um poder calorífico bastante elevado (Pedro et al., 2018).

Segundo a DGEG 47% da produção renovável provem da biomassa e 37% da eletricidade, em 2021, 69% da biomassa foi transformada em outras formas energéticas nomeadamente em centrais termoelétricas e em centrais de cogeração, em 2021 a contribuição das FER no consumo de energia primária foi de 32%, tendo como principal contributo para as FER a energia da biomassa com 43% (DGEG, 2023).

Cerca de 70% da produção de energia elétrica a partir da biomassa, situa-se na região centro de Portugal (DGEG, 2023).

A conversão de biomassa florestal em energia, permitirá a gestão da floresta, a redução da carga combustível da floresta será responsável pela diminuição da intensidade dos fogos florestais, substituindo uma combustão realizada na natureza, responsável por fortes perdas económicas por diversas formas industriais de conversão termoquímicas com geração de valor acrescentado na economia do ambiente. A biomassa pode ser convertida em 3 formas de utilização de energia: eletricidade, calor e combustíveis (Pedro et al., 2018).

A quantidade de produção da biomassa depende principalmente do clima, temperatura, condições do solo e da área de terra excedente disponível (Ferreira et al., 2017).

Atualmente novas técnicas para avaliar a biomassa tem se vindo a desenvolver ao longo dos anos, bem como novas técnicas para produção de eletricidade.

A detecção remota pretende obter informação à distância, sem que seja necessário contacto entre o objeto/fenómeno a estudar e o sensor. Este tipo de tecnologia tem aplicações variadas no estudo de muitos fenómenos, quer no meio aquático quer terrestre, e tem-se mostrado muito útil na monitorização e gestão de vários tipos de ecossistemas (Ferreira, 2019).

A detecção remota pode fornecer informações valiosas sobre o tipo e o status da vegetação de maneira consistente em diferentes escalas espaciais e temporais. Atualmente, uma variedade em fontes de imagens remotamente detetadas estão disponíveis com diferentes espectrais conhecidos, resoluções espaciais, radiométricas e temporais aumentando a escolha adequada para diferentes propósitos do mapeamento da vegetação. Além disso, as imagens remoto obtidas por detecção remota podem ser processadas e transformadas para obter mais informação sobre os fenómenos em estudo (Alegria, 2022).

Uma das técnicas mais comuns de processamento de imagens é a obtenção de índices espectrais. Estes índices usam as bandas espectrais mais sensíveis que permitem destacar um alvo específico (por exemplo, um tipo de ocupação do solo e/ou a sua mudança e tendência temporal). Atualmente, um dos índices espectrais mais usado é o “Normalized Difference Vegetation Index” (NDVI) para monitorizar a produtividade da vegetação. (Alegria, 2022).

O NDVI mede a intensidade de “verde” da vegetação e está relacionado com as propriedades estruturais de plantas (por exemplo, o índice de área foliar e a biomassa verde) e ainda com as propriedades de produtividade da vegetação (por exemplo, radiação ativa fotossintética absorvida e nitrogénio foliar). Como o NDVI está relacionado com as várias propriedades da vegetação, podem ser várias as explicações para uma mudança no NDVI. No entanto, o NDVI está sendo usado com sucesso para avaliar os efeitos pós-fogo, como o crescimento da vegetação. Tal é apropriado se for esse o principal processo ecológico da mudança na cobertura vegetal a ser medido (Alegria, 2022).

As imagens de satélite também fornecem um conjunto de séries temporais globais de NDVI que permitem a quantificação e análise de mudanças nos ecossistemas devido à sua dinâmica e aos efeitos das alterações climáticas (Alegria, 2022).

Assim, a hipótese de trabalho deste estudo foi que seria possível avaliar a biomassa área em áreas de eucalipto usando técnicas de detecção remota.

Os objetivos deste estudo foram os seguintes:

1. Usar as imagens do Sentinel2A do ano 2022 para produzir as respetivas imagens em infravermelho falsa cor e o NDVI;

2. Obter as áreas do eucaliptal a partir da Carta de Ocupação do Solo de 2018 (COS2018) e por amostragem com uma grelha de pontos de 1 km obter um conjunto de fotopontos produzir a curva temporal mensal do NDVI para a espécie no ano 2022;

3. Obter uma sub-amostra dos fotopontos para proceder à instalação de parcelas e recolha de dados de campo com o propósito de estimar a biomassa aérea do eucalipto usando os modelos de simulação existentes para a espécie em Portugal;

4. Relacionar o NDVI e a biomassa aérea do eucalipto para produzir o mapa da biomassa aérea nas áreas de eucalipto na região de Castelo Branco.

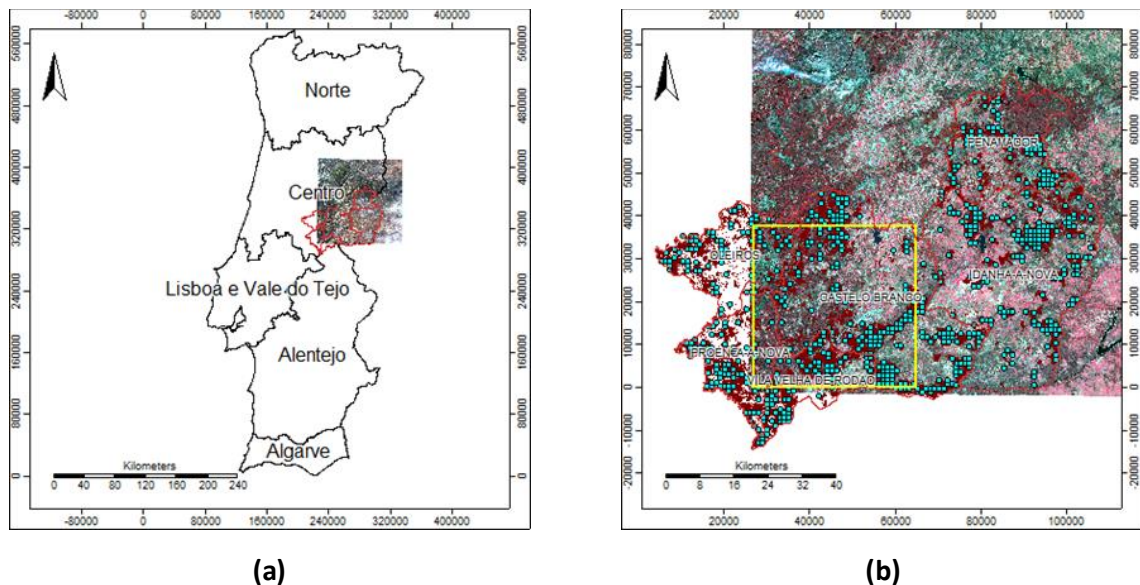
Com isto pretende-se obter o mapa da biomassa aérea das áreas de eucalipto como ferramenta de suporte para análise do potencial energético da espécie nesta região.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

A área em estudo está localizada no Centro Interior de Portugal (Figura 1a), na região da Beira-Baixa, que apresenta uma extensão total de 4.614km<sup>2</sup>, e é composta por 6 concelhos: Castelo Branco, Idanha-Nova, Penamacor, Oleiros, Vila Velha de Rodão e Proença-Nova) (Wikipédia, n.d.).

Na região da Beira-Baixa, a área de eucaliptal é relativamente representativa (Figura 2b) ocupando 26,2% da área florestal em Portugal continental (ICNF, n.d.).



**Figura 1.** Área de estudo: (a) Portugal, imagem sentinel2A (29 maio 2022), Beira-Baixa-concelhos e área de estudo; e (b) Ocupação do solo (cos 2018) com áreas de eucalipto pontos e pontos de amostra (área de estudo n=197)

Para a realização deste estudo foram utilizados os dados da imagem Sentinel2A, desde janeiro de 2022 a janeiro de 2023. O Sentinel2 é uma das várias missões do programa de observação da terra da união europeia chamado Copérnicus O Sentinel2 compreende uma constelação de dois satélites gémeos A e B de órbita polar colocados na mesma órbita síncrona do sol, com uma fase de 180° entre si. Este visa monitorar a variabilidade nas condições da superfície terrestre e apoiar a monitorização das mudanças na superfície da terra. Tem uma ampla largura de faixa de varrimento (290 km) e curto tempo de revisitação (10 dias no equador com um satélite de 5 dias com 2 satélites sob condições sem nuvens, o que resulta em 2-3 dias em latitudes médias). Pode-se ainda dizer que as imagens do Sentinel2A apresentam um sensor designado MSI (Multi Spectral Instrument), onde o mesmo adquire e regista um determinado número de bandas, numa totalidade de 13 bandas espectrais cobrindo a faixa

espectral de 440 a 2180nm com resoluções espaciais de 10, 20 e 60 m (*Sentinel-2 - Missions - Sentinel Online*, n.d.).

**Tabela 1-** Bandas espectrais e resolução espacial sentinel2A-MSI

<b>Banda</b>	<b>Nome</b>	<b>Comprimento de onda central(nm)</b>	<b>Resolução espacial(m)</b>
1	Aerossol Costeiro	443	60
2	Azul	490	10
3	Verde	560	10
4	Vermelho	665	10
5	Borda vermelha-1	705	20
6	Borda vermelha-2	740	20
7	Borda vermelha-3	783	20
8	Infravermelho próximo (NIR)	842	10
8a	NIR estreito	865	20
9	Vapor de água	945	60
10	Cirro	1375	60
11	Infravermelho de onda curta-1	1610	20
12	Infravermelho de onda curta-2	2190	20

As bandas acima mencionadas estão divididas em 3 grupos, nomeadamente: 6 bandas de cor infravermelho próximo (NIR), 4 são bandas visíveis e 3 bandas infravermelho (SNIR).

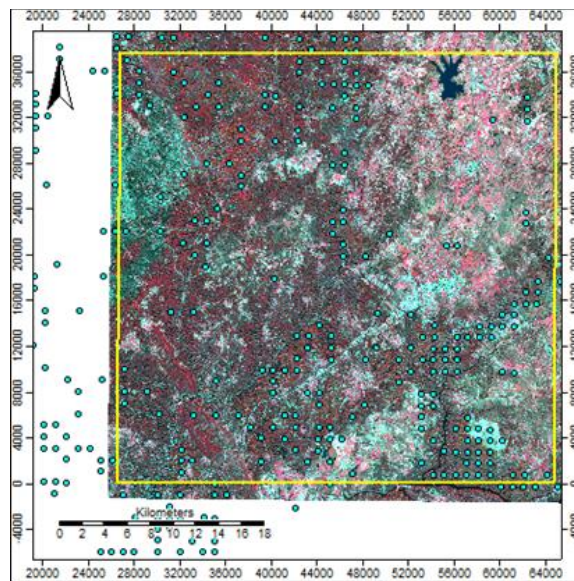
Para realizar o presente estudo foi apenas necessário o uso das 4 bandas de resolução espacial de 10 m, nomeadamente: B02-cor azul, B03-cor verde, B04-cor vermelha e B08-infravermelho

Uma imagem em cor falsa serve para revelar ou melhorar características de outro modo invisíveis ou pouco visíveis a olho humano, pode-se ainda dizer que um composto em cor falsa é uma interpretação de imagem multiespectral usando a gama de bandas visuais padrão RGB (vermelho, verde e azul) Para a composição colorida de infravermelhos cor falsa foi necessário as bandas B08, B04 e B03.

O NDVI serve para medir o verde da vegetação e esta relacionado com as propriedades estruturais das plantas como por exemplo a biomassa verde.

Para obter as imagens do NDVI de cada mês foi necessário as bandas B04 e B08.

Para avaliar o NDVI do eucalipto foi utilizada uma sub-região da Beira-baixa (Figura 2), pois a nossa área de estudo no geral era demasiado grande. Foi utilizada uma grelha regular de pontos com uma distância de 1 km tendo sido contabilizado um total de 197 pontos em áreas de eucalipto (Figura 2) para os quais se avaliou os valores de NDVI mensais.



**Figura 2.** Área de estudo- imagem sentinel2A em zoom (29 de maio de 2022), e foto pontos em área de eucalipto (n=197).

## 2.2. Dados

### 2.2.1. Imagens do Satélite Sentinel2A (2022-2023)

Para o ano de 2022, foram usadas as imagens do Sentinel2A, com uma resolução espectral de 10 m, desde o mês de janeiro ao mês de novembro. Uma vez que o mês de dezembro apresentava um nível de nuvens grande, o que dificultava o cálculo do NDVI para a vegetação, foi usado a imagem de início de janeiro de 2023. O mesmo se

verificou, com a imagem do mês de outubro que apresentava demasiadas nuvens, logo foi usada a imagem do início de novembro.

As imagens para o cálculo do NDVI dos anos 2022 e 2023 foram descarregadas através do site do Copérnicus (ESA, n.d.). As datas das imagens descarregadas estão identificadas na tabela 2.

**Tabela 2.** Imagens sentinel2A-Datas de aquisição

Ano	Jan	Fev	Març	Abr	Mai	Junh	Julh	Agost	Set	Nov1	Nov2
2022	29	28	30	29	29	28	28	27	26	05	25
2023	04					3, 13 e 23					

O cálculo do NDVI foi realizado no software SAGA, utilizando a seguinte fórmula:

**Tabela 3.** Fórmula do cálculo do NDVI (Alegria, 2022).

Sigla	Banda Espectral	Fórmula
NDVI	R-Banda B04 (vermelho) NIR-banda (infravermelho)	$\frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$

O NDVI varia de (-1 a 1) de acordo com o tipo de vegetação, onde superfícies de água, estruturas artificiais, rochas, nuvens e neve correspondem a valores negativos, o solo descoberto geralmente cai na faixa de 0,1-0,2 e a vegetação tem sempre valores positivos entre 0,2- e 1, particularmente a vegetação densa e saudável deve estar acima de 0,5 e a vegetação esparsa provavelmente cairá na faixa de 0,2 a 0,5 (Alegria, 2022).

### 2.2.2. Dados meteorológicos

Para melhor avaliar o NDVI foi necessário realizar uma análise da temperatura e precipitação da região em estudo, pois o NDVI mostra a intensidade do verde. Por exemplo, o aumento de precipitação promove o aumento da quantidade de biomassa verde, logo influencia o NDVI.

A estação climatológica local mais próxima da área de estudo situa-se em Castelo Branco (cerca de 40km). Os relatórios climatológicos mensais foram descarregados do portal nacional oficial do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, 2022).

Neste estudo, os dados climatológicos referentes aos meses desde janeiro de 2022 até janeiro de 2023 foram utilizados para obter a evolução das temperaturas médias mensais (mínimas e máximas °C) e precipitação total mensal (mm) (Figura 3 3).

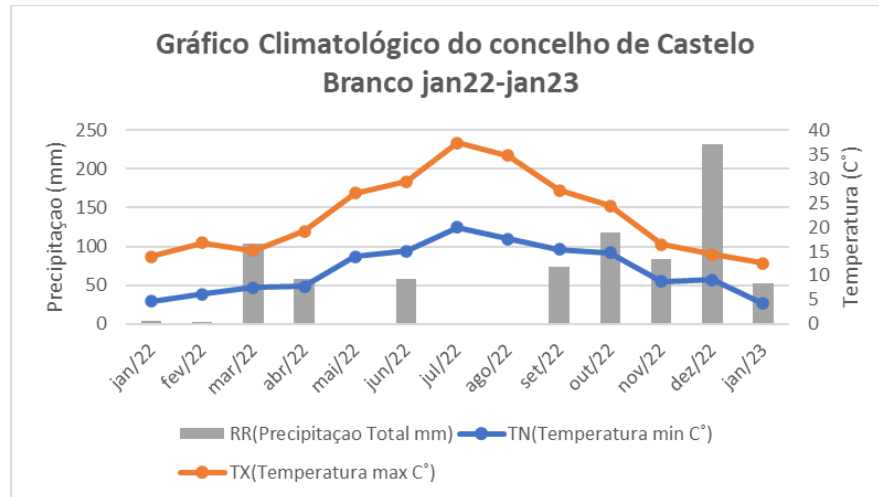
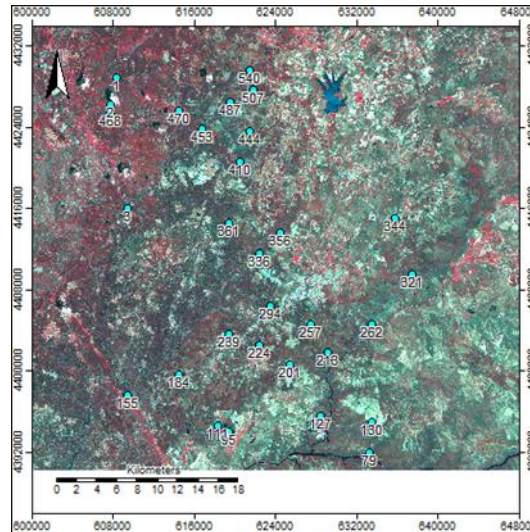


Figura 3. Gráfico climatológico do concelho de Castelo Branco.

O mês com maior precipitação foi o mês de dezembro de 2022 com um valor de 232,1mm. Esses dados foram usados para explicar as variações do NDVI observados na área de estudo ao longo de 2022-2023.

### 2.2.3. Dados de campo

As medições de campo foram realizadas de acordo com uma metodologia baseada em parcelas de amostragem, onde foram utilizadas parcelas circulares com uma área de 100 m<sup>2</sup> (raio=5,64m). A partir do total de 197 pontos em áreas de eucalipto, foi realizada uma amostragem sistemática de 7 em 7 pontos que resultou num total de 30 pontos para instalação de parcelas no campo e recolha de dados (Figura 4).



**Figura 4.** Área de estudo- imagem sentinel2A (23 de junho de 2023) e foto pontos das parcelas de campo em áreas de Eucalipto.

Uma vez que as imagens do Sentinel2A tem uma resolução espacial de 10 m (pixel de 10 m x 10 m), a layer dos pontos de amostragem foram convertidos para KMZ e sobrepostos às imagens do Google Earth com melhor resolução espacial e para melhor visualização e interpretação dos mesmos, na deslocação até as parcelas onde se iria realizar as medições por fotointerpretação.

Alguns pontos de amostragem foram substituídos ou deslocados quando a mancha no terreno onde o ponto incidiu não correspondia ao classificado com a nomenclatura da carta de ocupação do solo COS2018 (unidade cartográfica mínima de 1 ha).

As medições de campo, foram realizadas de 31 de maio de 2023 até 21 de junho de 2023.

Para realizar as medições de campo foi necessário o uso dos instrumentos apresentados na figura 5.



**Figura 5.** Instrumentos de medições em campo: (a) Fita de diâmetro, (b) Hipsómetro de Blume Leiss, (c) Bússola, (d) Fita de 50 metros.

*A fita de diâmetro florestal:* são especialmente concebidos para a indústria florestal e inventário florestal, para um trabalho eficiente em campo e de modo a calcular rapidamente o diâmetro de troncos e comprimento de toros. As fitas de diâmetro estão disponíveis numa caixa de aço revestida a PVC e são fabricadas em fibra de vidro, aço branco, amarelo ou carbono. O comprimento de diâmetro varia a partir dos 5 metros aos 10 metros.

*O Hipsómetro Blume Leiss:* é um instrumento dendrométrico da classe hipsométrica concebida pelo alemão Oberslandforstmeister Blume, este instrumento permite realizar medições da altura das árvores, através do cálculo de ângulos e fornecendo diretamente as distâncias horizontais pré-definidas através de uma mira de um aparelho ótico. É ideal para avaliar a altura das árvores de forma fiável e precisa, a altura da mira pode ser lida diretamente na escala do instrumento. Este altímetro apresenta conversões percentuais /graus e fatores de correção graus/declives na parte traseira do instrumento. *A Bússola:* um instrumento que ajuda na orientação no campo, para poder verificar para onde fica o norte. Neste estudo as medições das árvores foram feitas a partir do Norte segundo a direção dos ponteiros do relógio.

*A fita de 50 metros:* este instrumento serve para ajudar na medição das alturas das árvores, pois, para fazer as medições é necessário que estejamos a uma distância fixa, em geral de 15 ou 20 metros, consoante a dimensão das árvores (1 a 1,5 vezes a altura prevista da árvore).

*A ficha de campo:* é uma ficha que foi concebida para apontar os dados de campo que foram medidos, como a altura e o diâmetro das árvores em cada parcela para posteriormente ser calculada a biomassa na área de estudo (Anexo 1).



**Figura 6.** Medições da altura das árvores.



**Figura 7.** Medições do diâmetro das árvores.

Ao longo das medições de campo algumas parcelas apresentavam também um estrato arbustivo tendo sido identificadas as espécies existentes no sub-bosque (figura 19).

Outra das características recolhidas em campo foi o tipo de instalação que foi usado nos povoamentos.

Durante as medições de campo houve também alguns obstáculos para realizar as medições, pois a carta de ocupação do solo era de 2018 e uma vez que a mesma era de 5 anos atrás viu-se que neste presente ano o que há 5 anos era um povoamento de eucalipto no ano corrente podia vir a ser um terreno baldio, ou ainda podia não ser um povoamento de eucalipto que fosse possível realizar as medições para o cálculo da biomassa. Também, alguns pontos de difícil acesso para realizar as medições foram substituídos por outros pontos ou deslocados.

As coordenadas das parcelas dos pontos medidos em campo foram recolhidas e a layer atualizada para posterior cálculo do NDVI nesses pontos a partir das imagens do Sentinel2A referentes às datas de campo (Tabela 2).

## **2.3. Procedimentos**

### **2.3.1. Estimativa da biomassa**

Para realizar os cálculos da biomassa usaram-se os dados recolhidos no campo. O cálculo da biomassa do eucalipto foi feito tendo em conta: a biomassa do lenho ( $w_w$ ), a biomassa da casca ( $w_b$ ), a biomassa das folhas ( $w_l$ ) e a biomassa dos ramos ( $w_{br}$ ). As fórmulas usadas para a estimativa da biomassa das parcelas encontram-se sintetizadas na tabela 4.

**Tabela 4.** Formulas usadas para o cálculo da biomassa do eucalipto (ICNF, 2019).**Equações utilizadas na estimação da biomassa – Eucaliptos spp**

Modelos					
(1) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2}$ (i = w, b)		(2) $w_i = \beta_0 d^{\beta_1} \left(\frac{h}{d}\right)^{\beta_2}$ (i = br, l)			
Componente	Modelo	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	Fonte
Lenho (ww)	1	0,009964	se $h_{dom} \leq 10,7100$ : $\frac{h_{dom}}{-0,70909 + 0,627861 h_{dom}}$ se $h_{dom} > 10,7100$ : 1,780459 árvores dispersas noutros estratos: 1,780459	1,369618	Tomé et al. 2007d
Casca (wb)	1	0,000594	se $h_{dom} \leq 18,2691$ : $\frac{h_{dom}}{-0,69951 + 0,45855 h_{dom}}$ se $h_{dom} > 18,2691$ : 2,379475 árvores dispersas noutros estratos: 2,379475	1,084988	Tomé et al. 2007d
Ramos (wbr)	2	0,095603	1,674653	-0,85073	Tomé et al. 2007d
Folhas (wl)	2	0,248952	1,264033	-0,7121	Tomé et al. 2007d
Total aérea (wa)	$w_a = ww + wb + wl + wbr$				Tomé et al. 2007d
Raízes (wr)	$w_r = 0,2487 w_a$				Soares e Tomé, 2004
d – diâmetro da árvore medido a 1,30 m de altura (cm); h – altura total da árvore (m); $w_i$ – biomassa da componente i da árvore (kg); $w_a$ – biomassa total aérea da árvore (kg); $h_{dom}$ – altura dominante (m).					

Uma vez que as medições de campo foram feitas desde 31 de maio a 21 de julho, foi calculado o NDVI da biomassa do último dia de medições, que neste caso foi usado o dia 23 de junho de 2023 onde o mesmo apresenta melhores condições, ou seja, com o céu limpo, o que nos possibilitou obter uma melhor avaliação do NDVI na nossa área de estudo.

Posteriormente foi ajustado um modelo linear entre o NDVI e a biomassa estimada em cada ponto de amostragem. Este modelo foi usado para gerar um mapa da biomassa nas áreas de eucalipto para a área de estudo.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1. NDVI

Nas figuras 8 a 11 apresentam-se as imagens infravermelho falsa cor e o NDVI mensais.

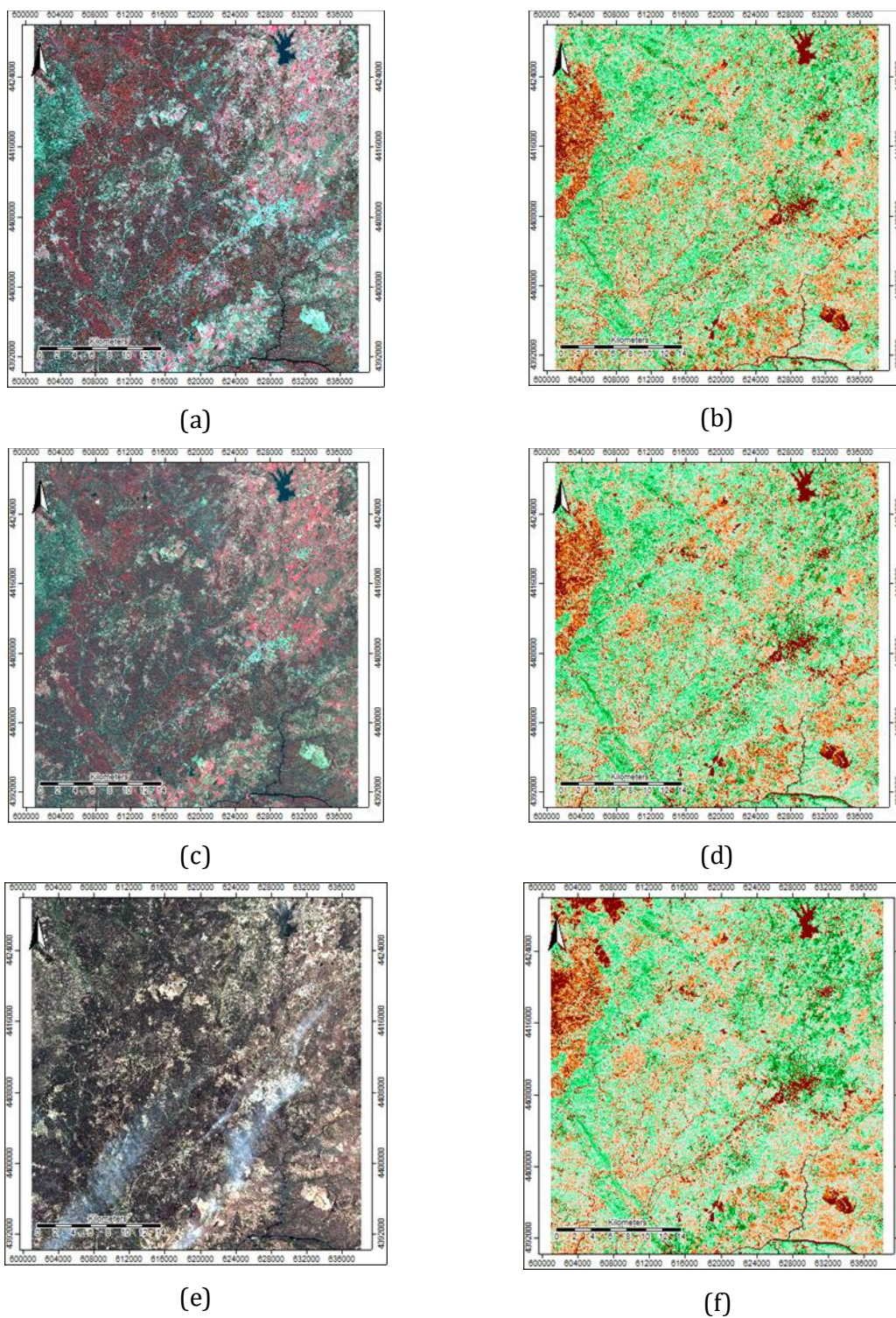


Figura 8. Mapas da cor e NDVI do mês de janeiro (a, b), fevereiro (c, d), março (e, f).

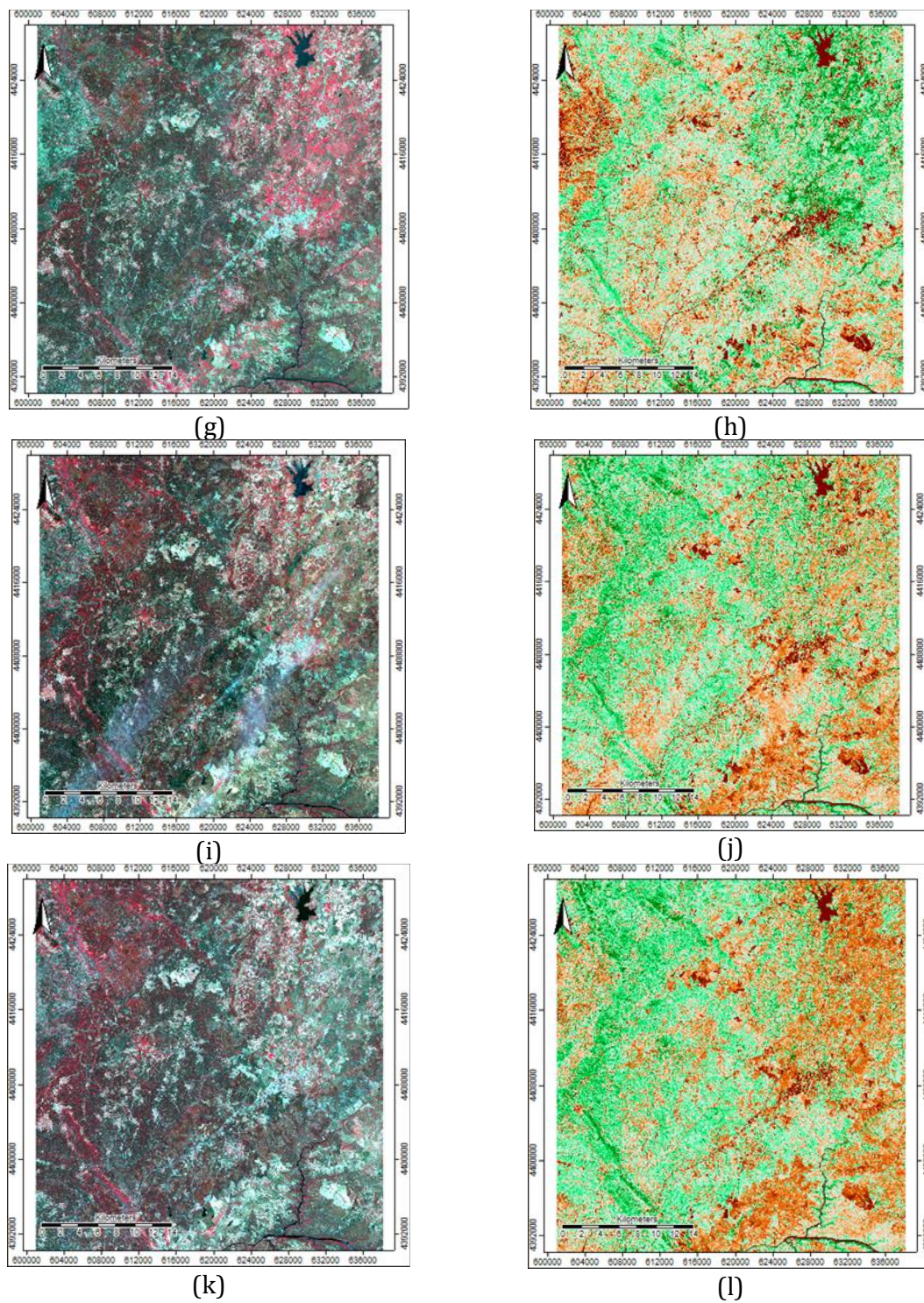


Figura 9. Mapa da cor falsa e NDVI do mês de abril (g, h), mês de maio (i, j), mês de junho (k, l).

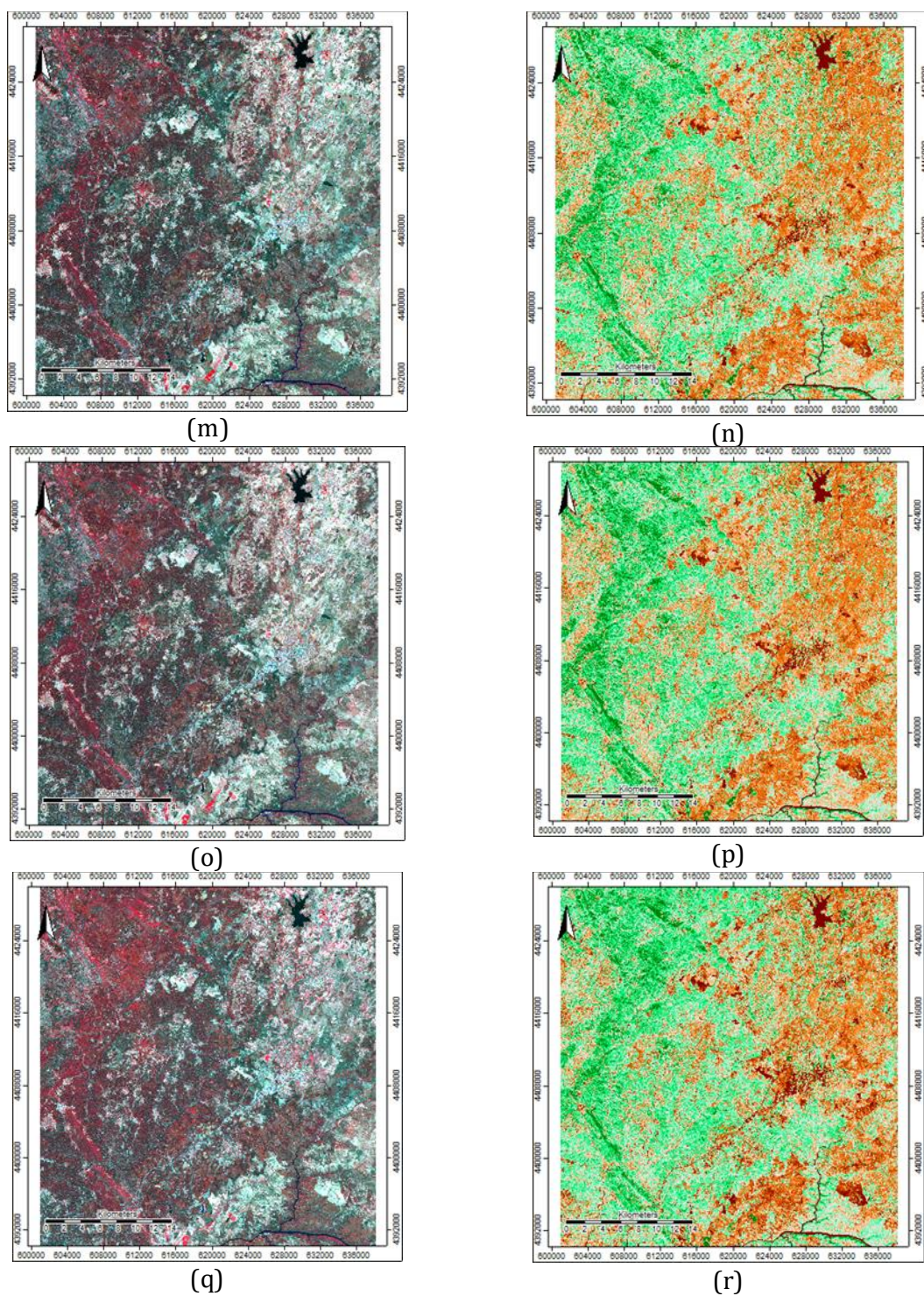


Figura 10. Mapa da cor falsa e NDVI do mês de julho (m, n), do mês de agosto (o, p), do mês de setembro (q, r).

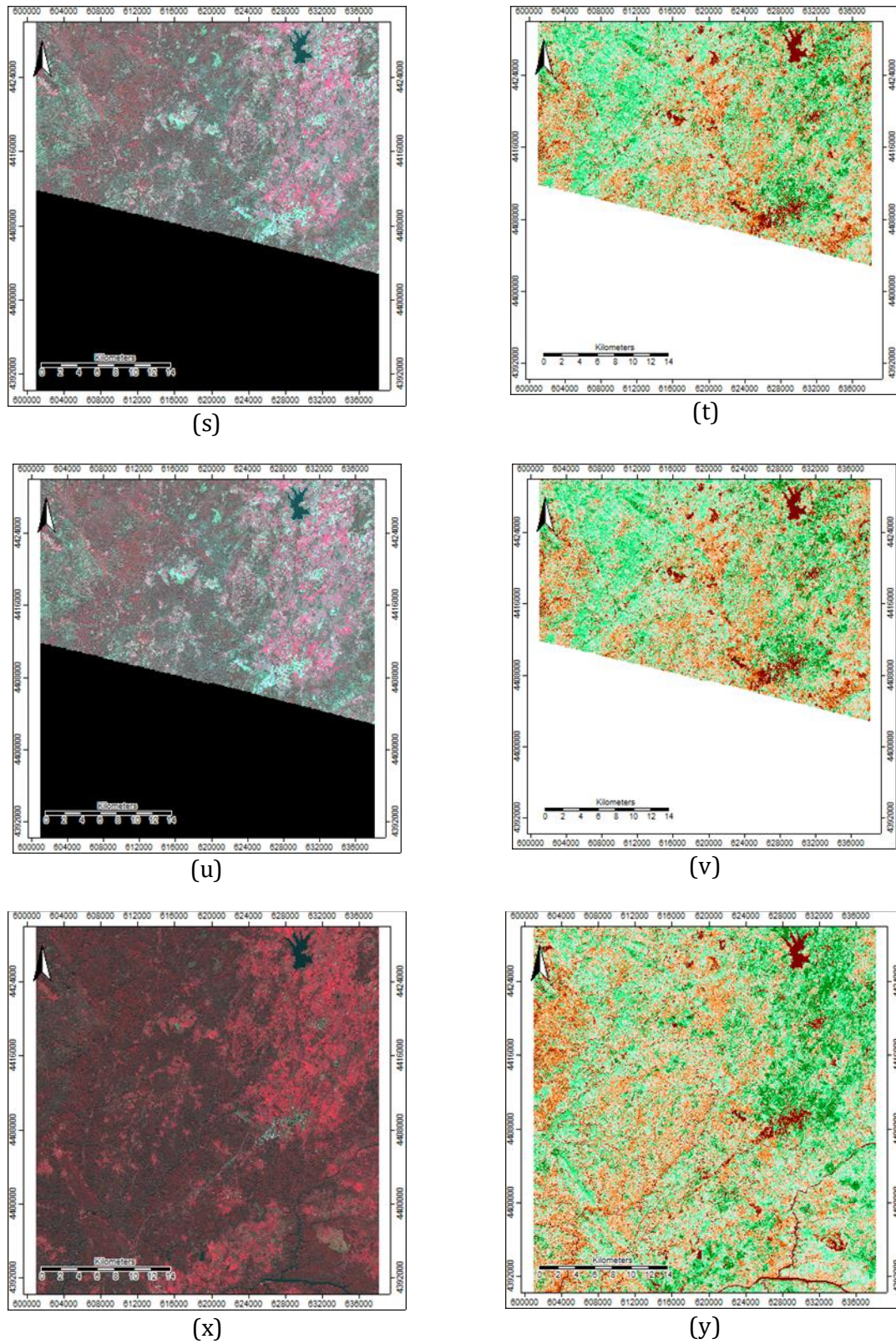


Figura 11. Mapa da cor falsa e do NDVI do mês de outubro (s, t), do mês de novembro (u, v), do mês de janeiro23 (x, y).

Os valores do NDVI foram extraídos para os 197 pontos em áreas de eucalipto (Figura 12). Onde dos mesmos pontos foi retirado o gráfico que representa a curva do NDVI.

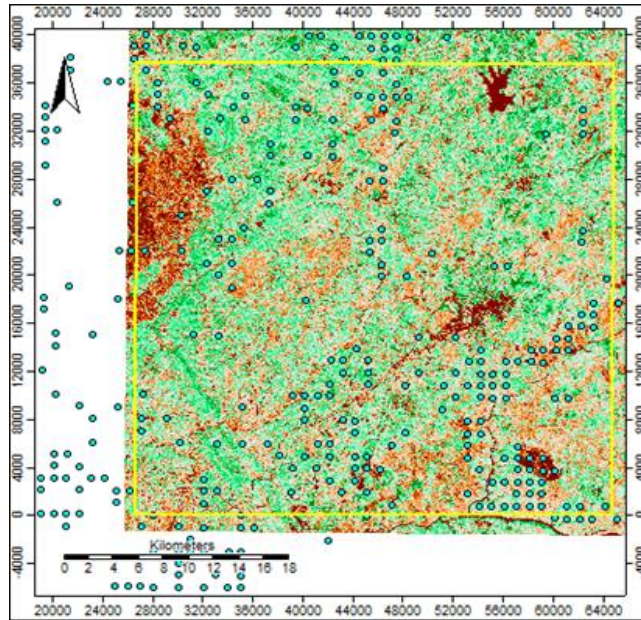


Figura 12. Área de estudo- Imagem NDVI (29 de maio 2022) e foto pontos em áreas de eucalipto (n=197).

As estatísticas de sumário (mínimo, máximo, média e desvio-padrão) sintetizam-se na tabela 6. Estes valores foram obtidos através do cálculo do NDVI no software “SAGA”, observando os valores, pode-se verificar que o máximo não passa dos 0,5, o que significa que os povoamentos de eucalipto apresentam uma vegetação densa e saudável, pois tem um nível de verde muito elevado.

Tabela 5. NDVI em áreas de eucalipto (n=197).

NDVI	Meses	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
<b>NDVI29JAN22</b>	<i>j</i>	0,098	0,517	0,339	0,082
<b>NDVI28FEB22</b>	<i>F</i>	0,072	0,459	0,311	0,077
<b>NDVI30MAR22</b>	<i>M</i>	0,069	0,433	0,285	0,062
<b>NDVI29APR22</b>	<i>A</i>	0,086	0,478	0,280	0,059
<b>NDVI29MAY22</b>	<i>M</i>	0,061	0,531	0,279	0,079
<b>NDVI28JUN22</b>	<i>J</i>	0,061	0,478	0,265	0,075
<b>NDVI28JUL22</b>	<i>J</i>	0,043	0,446	0,253	0,079
<b>NDVI27AUG22</b>	<i>A</i>	0,062	0,447	0,257	0,075
<b>NDVI26SEP22</b>	<i>S</i>	0,066	0,467	0,291	0,082
<b>NDVI5NOV22</b>	<i>O</i>	0,082	0,495	0,340	0,083
<b>NDVI25NOV22</b>	<i>N</i>	0,097	0,511	0,350	0,077
<b>NDVI4JAN23</b>	<i>D</i>	0,100	0,521	0,357	0,079

O NDVI varia de acordo com o nível da intensidade de verde, onde podemos observar na linha azul que representa o mínimo, o mês de julho foi o mês com o valor mais baixo, pois de acordo com a (figura 3) que representa dos dados meteorológicos para o ano de 2022, verificou-se que neste mesmo mês não houve precipitação, o que influencia no NDVI, pois sem precipitação não há intensidade de verde, e isto mostra o porque do mínimo se representar no mês de julho, enquanto que o máximo esta representado no gráfico pela linha laranja, pode-se observar que o mês de valor maior foi o mês de maio, porque uma vez que a precipitação foi maior nos meses anteriores ( março e abril- figura 3), logo o pico verificou-se no mês seguinte que foi maio isso explica o pico visto no gráfico, o mesmo acontece aos meses de outubro e novembro verifica-se uma influência no mês de janeiro como mostra o gráfico da evolução do NDVI medio mensal figura 13.

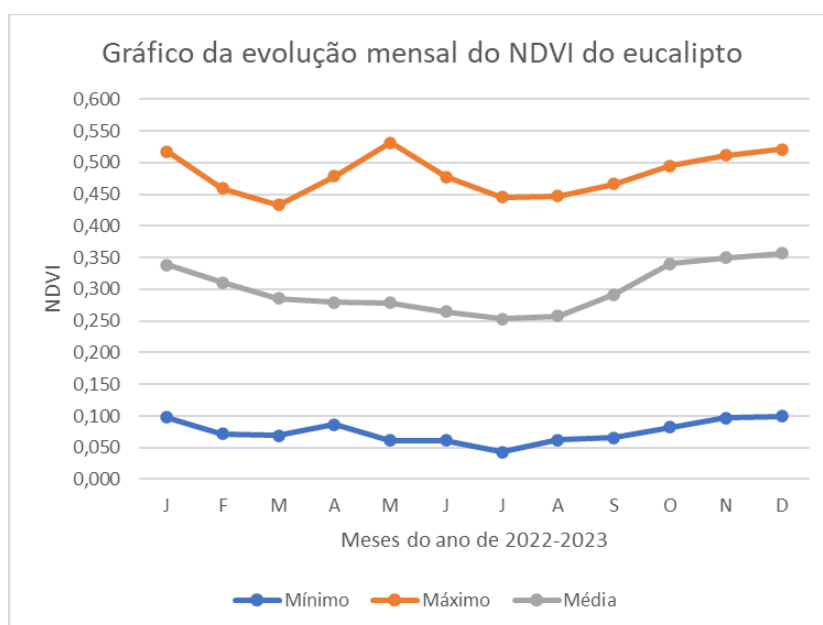


Figura 13. Evolução mensal do NDVI das parcelas de eucalipto (n=197).

### 3.2. Biomassa

Os povoamentos de eucalipto apresentavam diversas variações de idade, a idade mais representativa que se obteve durante as medições de campo foi a classe de entre os [8 a 11] anos (Figura 14). Alguns destes povoamentos encontrados já estavam na sua fase final, ou seja, em breve seriam retirados para o seu devido aproveitamento industrial.

As plantações de eucalipto são comumente manejadas ao logo de três rotações que correspondem a rotações de 30 a 36 anos, onde cada rotação pode ir dos 10 aos 12 anos (Alegria et al., 2019)

Nos povoamentos de eucalipto depois de analisar as 30 parcelas foi visto que havia as seguintes espécies em sequência de maior predominância (Figura 15). Onde a

espécie com maior predominância nos povoamentos de eucalipto é a esteva, podendo ainda dizer que a esteva é muito representativa na região da Beira-Baixa, por esse motivo ter maior predominância nos povoamentos de eucalipto.

Alguns dos povoamentos foram instalados com preparação do terreno a maior parte dos povoamentos apresentavam um compasso de 2 m × 4 m, tendo sido plantados na sua maioria em vale e cômodo.

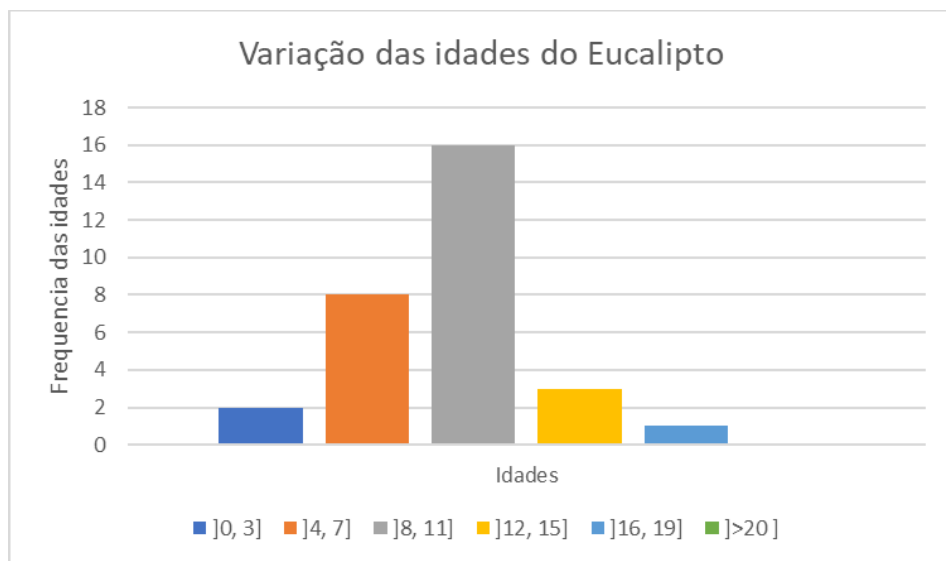


Figura 14. Gráfico da frequência das idades dos povoamentos de eucalipto (n=30).

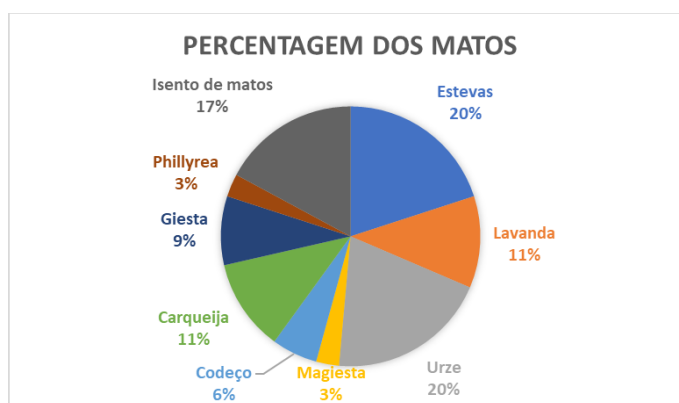


Figura 15. Frequência da presença de matos nos povoamentos das parcelas de eucalipto medidas (n=30).

A tabela 6 representa os valores da biomassa calculada nos 30 pontos em campo, onde se pode observar que, os pontos apresentam uma certa variabilidade no número de árvores por povoamento, onde o mesmo depois influencia no produto final, ou seja, na quantidade de biomassa que se pode obter, analisando os valores apresentados na tabela do cálculo da biomassa verifica-se que quanto mais forem a

árvores em cada parcela mais será a quantidade de biomassa que teremos no fim, outro fator importante a observar é a relação do diâmetro com a altura da árvore, nem sempre uma árvore maior apresenta um diâmetro grosso, ou vice-versa podendo-se verificar essa análise no (ANEXO II).

Assim sendo podemos dizer que para obter um valor positivo de biomassa o número de arvores deve ser representativo para melhor exemplificar pode-se verificar que todas as aparcelas com o número de *Wa* acima dos 100 tendo também um *DAP* representativo, apresenta um número de arvores medio de 20 por parcela (ANEXO II).

**Tabela 6.** Parcelas medidas em campo- cálculo da biomassa variáveis dendrométricas (n=30).

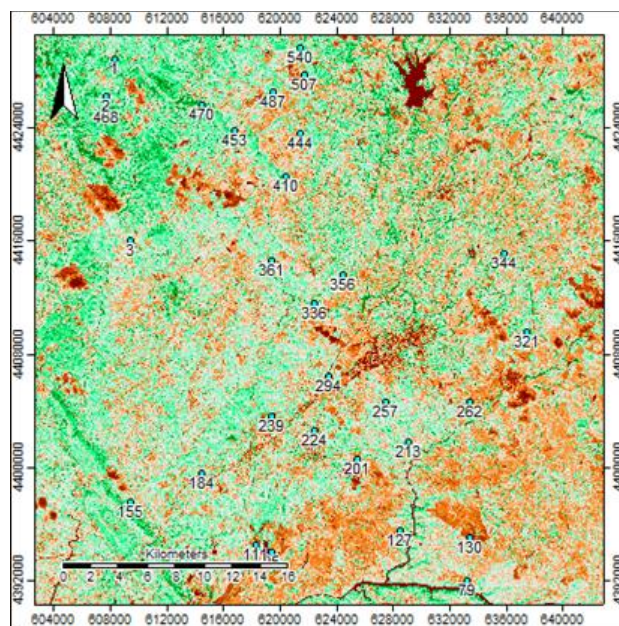
Foto ponto	Data	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa
3	21/jun/23	2000	11,5	17,4	15,0	21,0	127,5
1	21/jun/23	2100	9,4	12,2	16,4	16,0	87,2
2	21/jun/23	1700	10,7	14,1	16,0	17,0	85,7
468	21/jun/23	1900	10,5	12,8	15,0	17,0	87,7
127	20/jun/23	2400	8,1	16,6	14,9	24,0	132,3
111	20/jun/23	2300	9,2	15,6	15,9	21,0	121,5
487	20/jun/23	1000	12,3	19,2	17,6	25,0	74,9
507	20/jun/23	1600	10,0	12,8	12,2	15,0	70,2
444	20/jun/23	1800	7,7	11,1	10,2	15,0	60,7
95	20/jun/23	1500	11,2	12,2	21,5	17,0	73,8
540	20/jun/23	1400	9,4	11,5	13,5	14,0	54,4
367	14/jun/23	4500	6,1	11,8	11,3	18,0	152,8
321	14/jun/23	1600	7,1	9,4	9,3	12,0	43,9
294	14/jun/23	3400	7,8	15,6	11,9	22,0	169,0
239	14/jun/23	1900	9,0	17,5	13,7	21,0	113,3
336	14/jun/23	800	11,5	13,3	19,5	18,0	37,3
130	13/jun/23	2300	6,4	11,2	8,4	15,0	73,6
79	13/jun/23	2900	3,5	6,6	6,5	10,0	43,3
184	13/jun/23	2000	9,4	16,2	17,3	25,0	106,6
155	13/jun/23	2300	6,4	8,7	9,1	10,5	56,3
262	01/jun/23	2900	5,9	7,4	9,9	10,0	59,5
213	01/jun/23	2600	6,0	10,5	9,1	13,0	75,4
356	31/mai/23	1500	9,9	12,6	13,7	16,0	65,7
470	31/mai/23	1000	11,8	15,5	24,0	20,0	60,2
453	31/mai/23	1200	13,7	17,0	15,6	19,0	82,3
410	31/mai/23	1900	4,6	8,3	6,0	10,5	39,2
361	31/mai/23	1800	8,8	12,6	16,9	18,0	76,1
201	30/mai/23	900	20,6	11,6	26,6	13,0	64,5
224	30/mai/23	1600	7,4	7,6	14,2	12,0	39,2
257	30/mai/23	900	8,2	9,6	12,5	10,5	27,7

**Tabela 7.** Estatística das parcelas medidas em campo.

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
<i>N</i>	800	4500	1923	799
<i>dg</i>	3,5	20,6	9,1	3,2
<i>hm</i>	6,6	19,2	12,6	3,3
<i>ddom</i>	6,0	26,6	14,1	4,8
<i>hdom</i>	10,0	25,0	16,5	4,5
<i>Wa</i>	27,7	169,0	78,7	35,0

### 3.3. Relação NDVI-Biomassa

O mapa abaixo representa os 30 pontos que foram medidos em campo, a imagem usada para sobrepor os pontos medidos em campo, foi do dia 23 de junho, pois uma vez que o último dia de recolha de dados foi o dia 21 de junho, e o dia a seguir apresentava um céu com demasiado nível de coberto, foi retirado a imagem do NDVI do dia 23 que apresentava um céu limpo e que conseguiríamos sobrepor os pontos para melhor visualização como mostra a figura 16.



**Figura 16.** Área de estudo- imagem NDVI (23 de junho 2023) e foto pontos das parcelas de campo em áreas de Eucalipto (n=30)

A tabela abaixo representa os valores do NDVI dos dias 3, 13 e 23 de junho de 2023, onde foram analisadas as 3 datas e viu-se que a data que apresentava melhores condições seria o dia 23 de junho.

Ao observar os dados do NDVI é notável que o fotoponto 79 apresenta um NDVI=0,00 (tabela 8), isto explica o facto da parcela ter povoamentos com diâmetros menores ou igual a 3, o mesmo esta ilustrado em ANEXO II, identificou o ponto como

um solo nu, pelo facto do povoamento ser demasiado jovem, isto para dizer que a relação do NDVI é demasiado evidente e o uso da deteção remota pode vir a ajudar no futuro para avaliar a biomassa para a produção de energia.

Outro aspeto visto, foi no ponto 3 onde vemos que o NDVI é um número significativo, e comparando com a biomassa pode-se dizer que estes estão relacionadas, pois a parcela 3 apresenta um “*Wa*” também elevado (tabela 7).

**Tabela 8.** Valores do NDVI das parcelas medidas em campo (n=30).

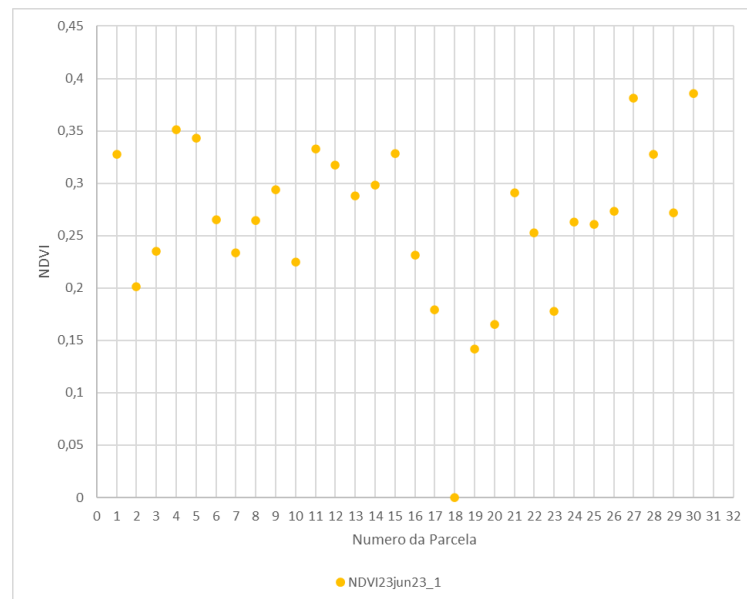
<i>ponto campo</i>	<i>fotoponto</i>	<i>NDVI3jun23_1</i>	<i>NDVI13jun23_1</i>	<i>NDVI23jun23_1</i>
1	540	0,075	0,019	0,328
2	127	0,246	0,238	0,201
3	111	0,208	0,250	0,235
4	487	0,129	0,361	0,351
5	507	0,087	0,182	0,343
6	444	0,211	0,310	0,265
7	95	0,243	0,262	0,233
8	213	0,297	0,304	0,264
9	356	0,291	0,319	0,294
10	453	0,166	0,237	0,224
11	321	0,344	0,362	0,333
12	155	0,327	0,354	0,317
13	184	0,292	0,147	0,288
14	294	0,297	0,093	0,298
15	239	0,177	0,355	0,328
16	336	0,248	0,123	0,232
17	130	0,160	0,198	0,179
18	79	0,000	0,000	0,000
19	344	0,158	0,120	0,141
20	262	0,185	0,184	0,165
21	224	0,089	0,312	0,291
22	257	0,269	0,138	0,253
23	201	0,129	0,212	0,178
24	410	0,259	0,302	0,263
25	361	0,300	0,151	0,261
26	468	0,293	0,280	0,273
27	3	0,159	0,437	0,381
28	1	0,012	0,346	0,327
29	2	0,078	0,298	0,272
30	470	0,034	0,392	0,386

Ao realizar a estatísticas do NDVI das 30 parcelas verificou-se que o mínimo era a parcela 79 que apresenta um NDVI igual ou inferior a 0, e o máximo encontra-se entre os 0,344 aos 0,436, que representa um povoamento denso tabela 10.

**Tabela 9.** Estatísticas do NDVI (n=30)

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-padrão
NDVI3jun23_1	0,000	0,344	0,192	0,098
NDVI13jun23_1	0,000	0,437	0,243	0,110
NDVI23jun23_1	0,000	0,386	0,264	0,079

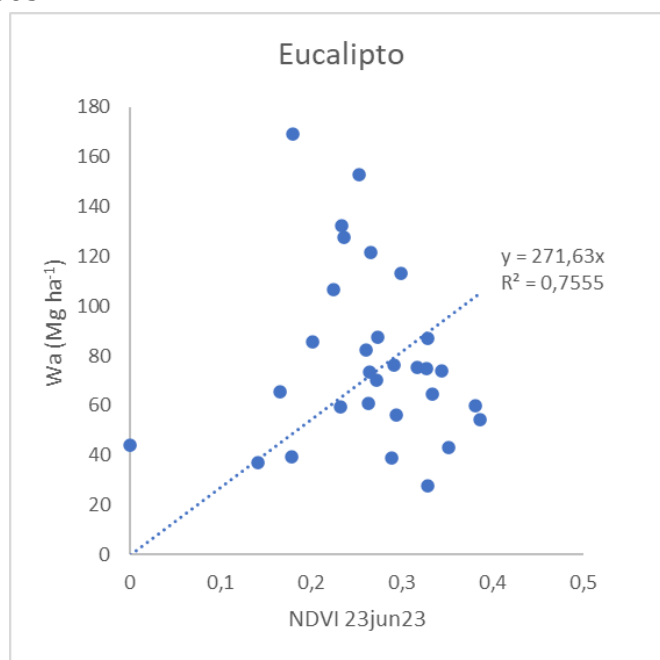
Observando o gráfico da (figura 17), podemos ver que há uma certa dispersão nos pontos para o cálculo do NDVI, o que também acontece no cálculo da biomassa, e no gráfico podemos observar que o ponto 18 que se identifica como fotoponto 79 está no 0 devido ao tipo de classificação dada pelo NDVI tendo em conta que o povoamento era demasiado jovem.



**Figura 17.** NDVI das parcelas de eucalipto medidas em campo (23 de junho) n=30

Visto que de acordo com os dados do cálculo do NDVI e da biomassa, houve uma semelhança significativa dos valores encontrados, ou seja, houve uma relação elevada, para melhor explicar esta relação foi realizado o coeficiente de ajustamento ou coeficiente de determinação  $R^2$  onde pode ser definida como uma medida de ajuste de um modelo estatístico linear generalizado como a regressão linear simples ou múltipla aos valores observados de uma variável aleatória, este varia de 0 a 1, por vezes sendo expresso em termos percentuais.

Sendo assim analisando o gráfico da figura 18 podemos ver que o NDVI e a biomassa apresentam uma relação significativa de 76%, o que corresponde a uma boa relação entre ambos.



**Figura 18.** Gráfico do ajustamento da biomassa de eucalipto

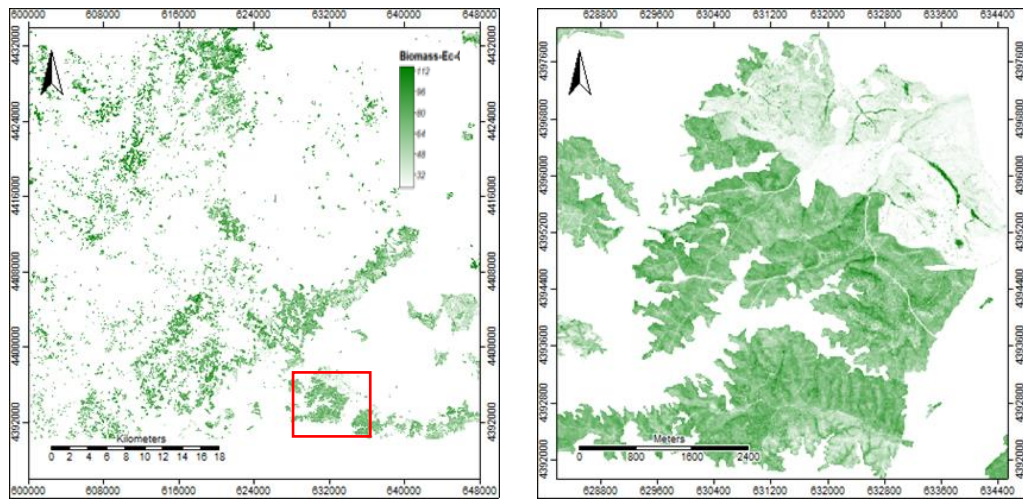
$$R^2 = 271,63 * NDVI \text{ do mês de junho} = 0,755$$

Depois de realizar as comparações necessárias do NDVI e da biomassa obtivemos o seguinte mapa abaixo (figura 18), onde o mesmo apresenta a comparação do eucalipto da nossa área de estudo com os dados de campo medidos, analisando o mesmo é notável que o estudo realizado apresenta um determinado nível de sucesso, pois com estes mapas podemos ver que os dados recolhidos em campo e o NDVI apresentam alguma relação, ou seja, analisando o mapa é notável que os nossos pontos em campo coincidem com o NDVI calculado, a nossa área de estudo apresenta um nível de povoamentos de eucalipto elevado, o que faz com que seja esta região seja boa para exploração do eucalipto para a produção de biomassa.

Com isto pode-se dizer que a detecção remota é de extrema importância e utilização na avaliação dos povoamentos florestais para produção de biomassa.

Da análise das estatísticas dos polígonos da biomassa do eucalipto verificou-se que ao realizar o cálculo da biomassa com o eucalipto obtivemos os seguintes valores mínimos- 16,31, máximos-141,82, médios- 78,76 e desvio padrão- 15,55, onde a biomassa aérea varia de 16,32 até 142Mg/ha, onde estes valores são idênticos aos valores do ICNF- Instituto da conservação da natureza e das florestas, ou seja, estão dentro dos valores estimados.

Com estes mapas podemos verificar que é possível avaliar a biomassa através do NDVI, pois uma boa resposta da análise realizada.



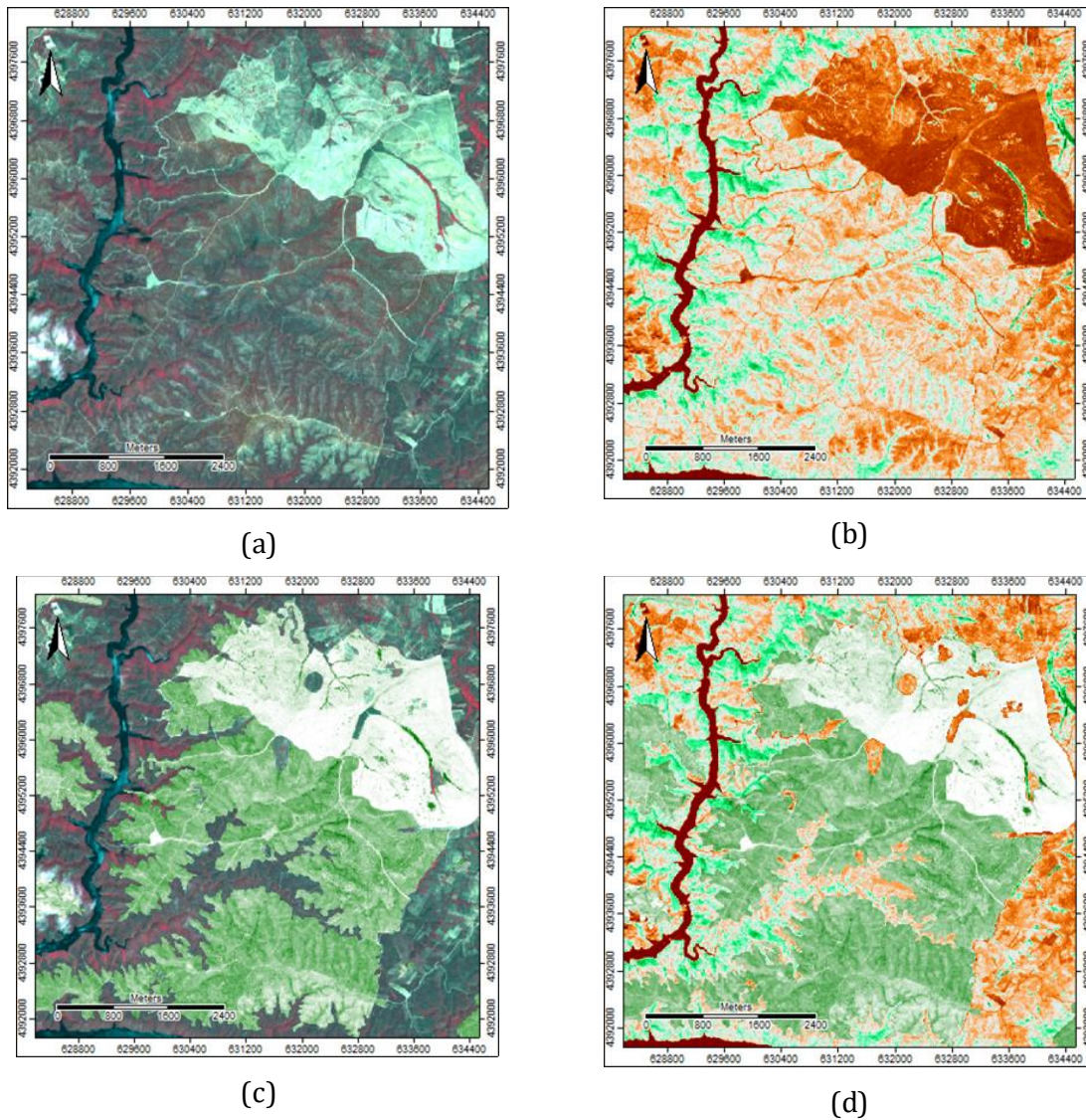
(a)

(b)

**Figura 19.** Mapas cos 2018 do eucalipto: (a) cos2018 área de estudo do eucalipto, (b) zoom da área de estudo

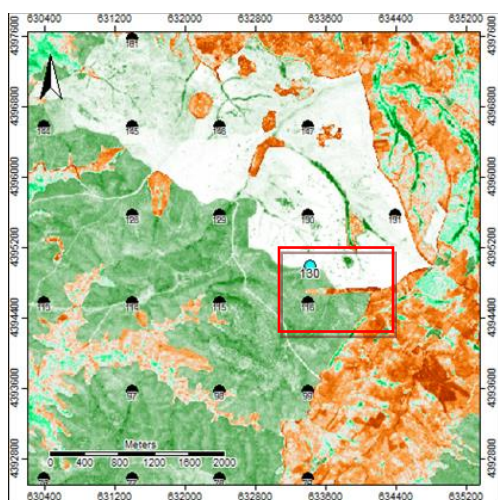
Observando os mapas da (Figura 20), é extremamente notável que a biomassa aérea, do eucalipto sendo sobreposta ao NDVI e cor falsa, apresentam um nível de aderência a realidade elevado, pois ao analisar os mesmos é notável o nível de verde elevado nas áreas de eucalipto.

Ou seja, o NDVI e cor falsa são ótimos índices de indicação de vegetação verde, em qualquer área que se esteja a ser estudada.



**Figura 20.** Biomassa nas áreas de eucalipto cos2018: (a) FCC, (b) NDVI (c) biomassa do eucalipto sobre a FCC, e (d) biomassa do eucalipto sobre o NDVI.

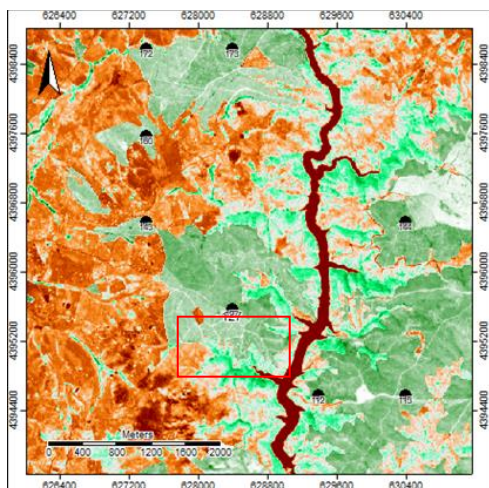
Os mapas da (figura 21) apresentam o NDVI da biomassa e imagens do Google Earth dos pontos de eucalipto medidos em campo (130, 213 e 127), onde analisando os mesmos pode-se verificar que estes estão representados na mancha verde do mapa, que indica presença de vegetação, tendo em conta que estas parcelas apresentam um nível de biomassa acima dos 70ton/ha (ANEXO II), o que corresponde com o nível de verde que o mapa do NDVI apresenta.



(a)



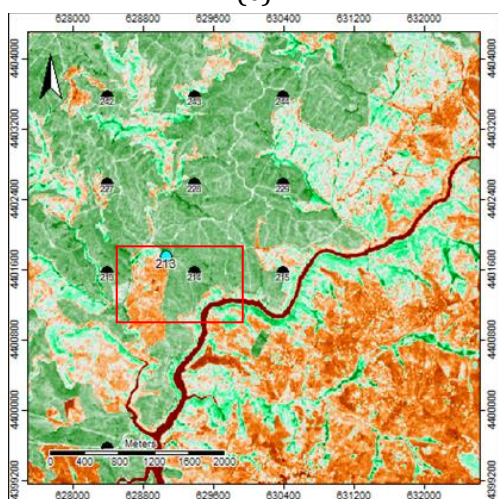
(b)



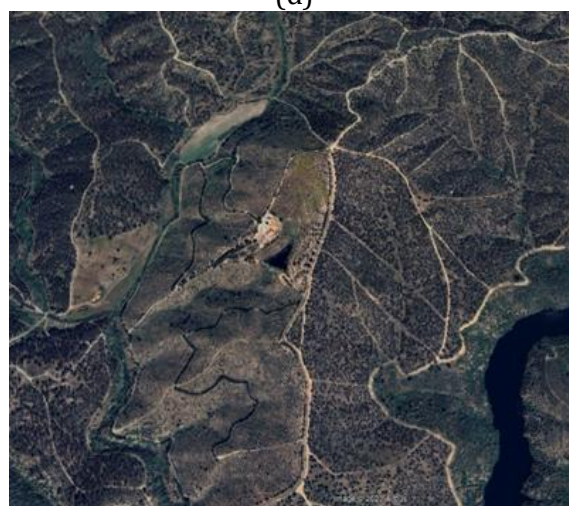
(c)



(d)



(e)



(f)

Figura 21. Zoom da biomassa do eucalipto e imagem Google Earth- parcelas: 130, 213, 127.



## 4. Conclusões

O maior objetivo deste estudo foi avaliar a biomassa através de técnicas de detecção remota, através da produção de um mapa da biomassa aérea das áreas de eucalipto tendo por base a relação entre o NDVI obtido nas imagens de satélite do Sentinel2A com a biomassa estimada em 30 parcelas de inventário instaladas na nossa área de estudo. Para tal, o foi preciso realizar a recolha de dados em campo, e comparar com os dados do NDVI obtidos pelo software SAGA.

Muitas dificuldades ao longo do estudo foram encontradas, uma delas foi o difícil acesso a determinados pontos de recolha de dados de campo, para avaliar a biomassa.

Na totalidade foram retirados dados de campo de 577 árvores da espécie eucalipto, tendo no mínimo 10 árvores por parcela.

Os resultados obtidos evidenciam que a biomassa de povoamentos florestais de eucalipto, podem ser avaliadas de uma forma expedita através da utilização dos dados de detecção remota. Obteve-se um coeficiente de ajustamento na relação do NDVI com a biomassa aérea de 76%, o que representa um valor significativo, tendo em conta que na nossa área de estudo foram avaliadas apenas 30 parcelas de povoamentos de eucalipto. Um aspeto a melhorar seria aumentar o número de parcelas para obter maior robustez na relação NDVI-biomassa.

Outro aspeto importante foi o erro associado à localização do centro da parcela, apesar do GPS que foi utilizado ter uma precisão sub-métrica este pode influenciar de forma decisiva os resultados.

Atualmente o Satélite Sentinel2A é um satélite que fornece imagens gratuitas e que inclui bandas de resolução espectral, com uma resolução espacial razoável, neste caso seria de 10 m, e com as bandas espectrais na região do vermelho e infravermelho necessárias para calcular o NDVI o que possibilita a avaliação e monitorização da biomassa aérea de povoamentos dos eucaliptos na área em estudo.

Em conclusão pode-se dizer que estes resultados obtidos neste estudo evidenciam que o NDVI obtido a partir dos dados de imagem do Sentinel2A, se encontra relacionada com as características estruturais dos povoamentos de eucalipto, nomeadamente a biomassa aérea.

Este processo pode ser utilizado por gestores para definir estratégias de desbaste e limpeza/ remoção seletiva de gestão dos povoamentos. No entanto, a relação NDVI-biomassa obtida neste presente estudo está limitada à área geográfica da Beira Baixa.

Logo, esta mesma metodologia pode ser desenvolvida para outras regiões com o mesmo objetivo. Tendo em atenção que a área estudada apresentava um número de parcelas significativamente pequeno, mas que se obteve resultados bons.

A biomassa é uma fonte alternativa de energia com alto potencial que contribui para a matriz energética global e para a independência energética dos países. O caso de Portugal é particularmente relevante dada a sua disponibilidade de biomassa. Assim, a quantificação da biomassa residual lenhosa assume-se como urgente.(Nunes et al., 2022).

Em Portugal, a principal fonte endógena continua a ser a biomassa, cujo valor de produções tem se mantido nos últimos 10 anos (Lage, n.d.).

Assim, a metodológica desenvolvida neste estudo para a produção de um mapa da biomassa aérea para o eucalipto providencia uma ferramenta de apoio à avaliação do seu potencial e para a valorização do seu uso energético.

## Referências bibliográficas

- Alegria, C. (2022). vegetation monitoring and post-fire recovery: A case study in the centre inland of Portugal. *sustainability (Switzerland)*, 14(19). Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su141912698>
- Alegria, C., Pedro, N., do Carmo Horta, M., Roque, N., & Fernandez, P. (2019). Ecological envelope maps and stand production of eucalyptus plantations and naturally regenerated maritime pine stands in the central inland of Portugal. *Forest Ecology and Management*, 432, 327–344. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.030>
- DGEG. (2023). *energia eletrica*. direção geral da energia e geologia. Disponível em: <https://www.dgeg.gov.pt/pt/areas-setoriais/energia/energias-renovaveis-e-sustentabilidade/biomassa/>
- ESA (n.d.). *SENTINEL-2 MSI*. european space agency, Disponível em: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi>
- Ferreira, M. (2019). *Contribuição da deteção remota para o estudo da biomassa de pinhais na Herdade da Apostiça (Sesimbra)*. Universidade Nova de Lisboa.
- Ferreira, S., Monteiro, E., Brito, P., & Vilarinho, C. (2017). Biomass resources in Portugal: Current status and prospects. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 78, Issue March, pp. 1221–1235). Elsevier Ltd. Disponível em : <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.140>
- IPMA. (2022). *Boletim climatológico*. instituto da conservação do mar e da atmosfera. Disponível em : <https://www.ipma.pt/pt/publicacoes/boletins.jsp?cmbDep=cli&cmbTema=pcl&idDep=cli&idTema=pcl&curAno=-1>
- (ICNF). (2019). *6.º Inventário Florestal Nacional (IFN6) - 2015 Relatório Final*. instituto da conservação da natureza e das florestas 284. Disponível em: <http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn/ifn6>
- Lage. N (n.d.). *Energia em números*. 179. Disponível em : <https://www.dgeg.gov.pt/pt/estatistica/energia/>
- Nunes, L. J. R., Casau, M., Matias, J. C. O., & Dias, M. F. (2022). Assessment of Woody Residual Biomass Generation Capacity in the Central Region of Portugal: Analysis of the Power Production Potential. *Land*, 11(10), 1–16. Disponível em : <https://doi.org/10.3390/land11101722>
- Pedro, N., Alegria, C., & Fernandez, P. (2018). *A Utilização de Biomassa para Energia e a Redução do Perigo de Incêndio em Portugal*. 26, 13–47.
- Silveira, T. (2016). Eucalipto é a espécie mais representativa em Portugal, mas foi a que mais ardeu. *PUBLICICO*. Disponível em: <https://www.publico.pt/2020/12/23/economia/noticia/eucalipto-especie-representativa-portugal-ardeu-1943955>
- Wikipedia. (n.d.). *Beira-Baixa*. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Beira\\_Baixa](https://pt.wikipedia.org/wiki/Beira_Baixa)



## ANEXOS

### ANEXO I- Ficha de campo do Eucalipto

<b>Foto ponto nº</b>	
----------------------	--

#### 1. Caracterização do povoamento

<b>Rotação</b>	<b>Código</b>
1 <sup>a</sup>	1
2 <sup>a</sup>	2
3 <sup>a</sup> ou mais	3
Não se sabe	4

<b>Classe de idade (anos)</b>	<b>Código</b>
0 a 3	1
4 a 7	2
8 a 11	3
12 a 15	4
16 a 19	5
20 ou mais	6

#### 2. Medições - parcela circular de área de 100 m<sup>2</sup> (raio=5.64 m)

<b>Nº</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Alt Total (m)</b>
1		
2		
3		

#### 3. Observações

## ANEXO II- Dados de campo

Data	30/05/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	257	900	8,2	9,6	12,5	10,5	27,6782984		
rotação	1								
classe idade (anos)	4 a 7								
raio (m)	5.64								
				kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	9,6	10,5	10,5	25,60451971	2,443464789	3,911345873	4,074040278	36,03337065	27,6782984
2	8,8	10,5		25,52336564	1,956993927	3,139754071	3,43044212	34,05055576	
3	7,5	10,5		25,4034677	1,301554678	2,096910946	2,501290648	31,30322398	
4	8,8	10,5		25,52336564	1,956993927	3,139754071	3,43044212	34,05055576	
5	7,3	9,5		22,17880102	1,089814061	2,132620562	2,546357833	27,94759348	
6	7,3	9,5		22,17880102	1,089814061	2,132620562	2,546357833	27,94759348	
7	6,2	8,5		19,00631511	0,636741605	1,551956199	1,995941321	23,19095424	
8	5,6	7,5		16,00989916	0,428747135	1,335032924	1,784446552	19,55812577	
9	12,5	9,5		22,73647959	4,298772165	8,294889734	7,370869379	42,70101087	

Observações- Não há existência de sub-bosque ao seu redor, povoamento feito pelo homem.

Data	30/05/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	224	1600	7,4	7,6	14,2	12	39,18414904		
rotação	2								
classe idade (anos)	4 a 7								
raio (m)	5.64								
				kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	3,8	6	12	11,73927879	0,116572931	0,606248317	0,972128358	13,4342284	39,18414904
2	3,8	6,5		13,08735376	0,127149362	0,566340186	0,91826814	14,69911145	
3	6,8	6,5		13,27299426	0,544152973	2,462099478	2,899935601	19,17918231	
4	6,4	7,5		16,05479463	0,54622395	1,870440309	2,323289579	20,79474847	
5	4,2	5		9,188269308	0,122823464	0,911548816	1,348970864	11,57161245	
6	4,3	5,5		10,45742326	0,144451942	0,89201722	1,320447893	12,81434031	
7	6,5	7,5		16,06199389	0,567797356	1,945128169	2,39557297	20,97049238	
8	5,9	7		14,59595923	0,413616556	1,61516848	2,077913208	18,70265747	
9	5,9	7,5		16,0200767	0,445766731	1,52309579	1,9782929	19,96723212	
10	7,7	7		14,73077088	0,804467886	3,164097605	3,516777414	22,21611379	
11	7,6	7		14,72257737	0,778619024	3,061349664	3,427094752	21,98964081	
12	12,3	10		24,24331934	3,817546063	7,623762538	6,883559603	42,56818754	
13	12	10		24,20841177	3,589152158	7,162876994	6,555733535	41,51617446	
14	9,2	10		23,91478975	1,847965739	3,661633859	3,877828072	33,30221742	
15	8	7		14,75583689	0,885075195	3,484731857	3,792688987	22,91833292	
16	14,2	12		31,12303797	6,661204039	9,383158557	8,029817543	55,19721811	

Observações- Existência de sub-bosque a sua volta e pinhais, bem como resíduos lenhosos.

Data	01/06/2023	N		dg		hm		ddom		hdom		Wa	
fotoponto	262	2900		5,9		7,4		9,4		10		59,47067549	
rotação	2												
classe idade (anos)	16 a 19												
raio (m)	5.64												
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa				
1	4,4	7,5	10	15,93675055	0,239355997	0,726097769	1,107981635	18,01018595	59,47067549				
2	3,4	6,5		13,07285097	0,105552193	0,42765107	0,737077315	14,34313155					
3	4,3	7		14,50687173	0,209334935	0,726560417	1,11208818	16,55485526					
4	7,3	7,5		16,14787876	0,880737625	2,60766337	3,013181466	22,64946122					
5	7,7	8,5		19,13688786	1,157291898	2,68235074	3,062668409	26,0391989					
6	4,1	7,5		15,91978384	0,199582658	0,607497628	0,963666796	17,69053092					
7	8,3	9		20,71965931	1,493601706	3,088111557	3,410515884	28,71188845					
8	7,7	9		20,66353553	1,231334941	2,555038199	2,940513007	27,39042168					
9	8,1	8,5		19,17393195	1,318383802	3,048313155	3,385038624	26,92566753					
10	3,5	6		11,72956717	0,104267026	0,492555414	0,826313657	13,15270327					
11	4,8	6		11,80166439	0,235039678	1,093628821	1,542472409	14,6728053					
12	5,3	6,5		13,18217453	0,330826802	1,312126507	1,772170347	16,59729819					
13	4	6		11,75516293	0,14702134	0,690091971	1,075832676	13,66810891					
14	3,5	5,5		10,42242004	0,094873921	0,530399321	0,879132155	11,92682544					
15	4,3	6		11,77181127	0,177094571	0,828371934	1,241115026	14,0183928					
16	4,3	6,5		13,11988624	0,19316201	0,773841844	1,172351755	15,25924185					
17	6,9	9		20,59396384	0,928491121	1,936796644	2,367428649	25,82668026					
18	9,9	10		24,03273736	2,635658295	4,40658057	4,482529781	35,55750601					
19	6,3	9		20,54580464	0,734697524	1,53925235	1,977892878	24,79764739					
20	4,6	6		11,78941017	0,210657522	0,982182674	1,418050628	14,400301					
21	4,4	6,5		13,12564759	0,204934265	0,820098828	1,226840449	15,37752113					
22	6,1	8,5		19,003882	0,63550776	1,489517372	1,932825317	23,06173245					
23	4,2	5		9,195101634	0,136771966	0,911548816	1,348970864	11,59239328					
24	4,9	5,5		10,50079948	0,225519949	1,240601257	1,709316948	13,67623764					
25	7,9	8,5		19,15522339	1,23623389	2,861799178	3,221861887	26,47511834					
26	8,8	7,5		16,28885749	1,42461953	4,180335478	4,359210794	26,25302329					
27	5,7	8,5		18,97451463	0,533731679	1,255048383	1,690385072	22,45367977					
28	9,4	9,5		22,38948528	2,181726412	4,038436478	4,196707538	32,80635571					
29	7,1	8,5		19,08413934	0,939242615	2,185447209	2,609012243	24,81784141					

Observações- Existência de sub-bosque, na sua maioria da espécie da lavanda

Data	14/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	367	4500	6,1	11,8	11,3	18	152,8398		
rotação	3								
classe idade (anos)	4 a 7								
raio (m)	5.64								
				kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	5,4	10	18	23,59667	0,401665	0,95349	1,353079	26,3049	152,8398
2	4,1	9,5		21,94231	0,197105	0,496829	0,814369	23,45061	
3	3,3	8		17,32972	0,097522	0,332378	0,599346	18,35897	
4	8	15		41,154	1,590898	1,822147	2,20418	46,77122	
5	5,7	13		33,74062	0,607352	0,874339	1,249067	36,47138	
6	9,6	18		52,85464	2,99378	2,472775	2,775458	61,09666	
7	4	8		17,35902	0,15423	0,540279	0,876548	18,93008	
8	7,3	15		41,10482	1,279053	1,44596	1,839339	45,66917	
9	3,5	7		14,45391	0,097067	0,432018	0,74041	15,7234	
10	10,4	18		52,92243	3,622832	3,02672	3,251092	62,82307	
11	3,1	7		14,4383	0,072692	0,317978	0,582529	15,4115	
12	3,3	7,5		15,87005	0,090927	0,351137	0,627534	16,93965	
13	5,4	10		23,59667	0,401665	0,95349	1,353079	26,3049	
14	6,6	14		37,37889	0,933396	1,188744	1,583017	41,08405	
15	9,6	16		45,04975	2,634632	2,73339	3,018286	53,43606	
16	4,3	12		30,18416	0,284488	0,459336	0,757615	31,6856	
17	3	9		20,33884	0,088303	0,236365	0,456515	21,12002	
18	3,4	10		23,5014	0,133395	0,296435	0,542361	24,47359	
19	5,2	12		30,22946	0,447426	0,742271	1,102931	32,52208	
20	3	8		17,31839	0,07771	0,261276	0,496455	18,15383	
21	9,5	15		41,26973	2,395926	2,812302	3,095515	49,57348	
22	6,1	14		37,34805	0,773647	0,974282	1,354796	40,45078	
23	3,9	7		14,47081	0,125617	0,567787	0,916946	16,08116	
24	3,6	7		14,45801	0,103806	0,463872	0,782797	15,80849	
25	11,3	16		45,19826	3,885383	4,125883	4,16567	57,3752	
26	5,8	14		37,33037	0,686052	0,857776	1,22629	40,10049	
27	9,7	16		45,05801	2,700495	2,805867	3,080732	53,64511	
28	9,3	16		45,02532	2,442679	2,522789	2,834738	52,82552	
29	6,1	12,5		32,00945	0,684136	1,072892	1,468663	35,23514	
30	3,5	8		17,33769	0,112199	0,385626	0,67325	18,50877	
31	5	9		20,42792	0,298249	0,858689	1,252729	22,83759	
32	7,9	12		30,39938	1,211936	2,134184	2,520352	36,26585	
33	7,2	11		26,97295	0,884034	1,818111	2,23225	31,90735	
34	5,5	10		23,60221	0,419616	0,998713	1,403042	26,42358	
35	4,8	9		20,41763	0,270605	0,774576	1,155641	22,61846	
36	7,7	15		41,13254	1,452416	1,654489	2,043829	46,28327	
37	5	9		20,42792	0,298249	0,858689	1,252729	22,83759	
38	3	7		14,43461	0,067229	0,292708	0,54598	15,34052	
39	8,9	15		41,22178	2,050985	2,385112	2,721084	48,37896	
40	9,5	15,5		43,14439	2,482699	2,734936	3,024073	51,3861	
41	7,1	14		37,4114	1,110791	1,429484	1,828764	41,78044	
42	6,1	11		26,9029	0,595534	1,196151	1,60863	30,30322	
43	6	10		23,63098	0,516287	1,244146	1,666272	27,05768	
44	8,6	15		41,19862	1,890079	2,187268	2,542812	47,81878	
45	6,4	14		37,36635	0,867407	1,099865	1,489624	40,82325	

Observações- Povoamento isento de matos e demasiado preenchido, com um compasso de 2mx1.5m, houve a necessidade de deslocar o ponto a uma distância mínima pois o povoamento já havia sido abatido.

Data	13/06/2023	N	2900	dg	3,5	hm	6,6	ddom	6,5	hdom	10	Wa	43,3351828
fotoponto	79												
rotação	2												
classe idade (anos)	0 a 3												
raio (m)	5.64												
				kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa				
1	3	5	10	9,135672	0,057539	0,389718	0,693799745	10,2767289	43,3351828				
2	3	6		11,70673	0,070124	0,333725	0,609325243	12,7199011					
3	3	6		11,70673	0,070124	0,333725	0,609325243	12,7199011					
4	3,2	6,5		13,0636	0,090305	0,366943	0,653858179	14,1747086					
5	3	6		11,70673	0,070124	0,333725	0,609325243	12,7199011					
6	3,2	6,5		13,0636	0,090305	0,366943	0,653858179	14,1747086					
7	3	6		11,70673	0,070124	0,333725	0,609325243	12,7199011					
8	3	5,5		10,39958	0,063807	0,359366	0,648273703	11,4710258					
9	3,9	6,5		13,0979	0,150246	0,604737	0,966634504	14,8195189					
10	3	4		6,748797	0,045166	0,471189	0,813286861	8,07843879					
11	3,3	7		14,45516	0,105931	0,372364	0,65913415	15,5925853					
12	3,1	7		14,44613	0,090189	0,317978	0,582528749	15,4368264					
13	3	6,5		13,0548	0,076487	0,311757	0,575565925	14,0186105					
14	3,1	7		14,44613	0,090189	0,317978	0,582528749	15,4368264					
15	3,8	6,5		13,09267	0,140531	0,56634	0,91826814	14,7178133					
16	4,1	10		23,54719	0,272697	0,475615	0,785159737	25,0806592					
17	4,6	8		17,40826	0,287829	0,768959	1,155374723	19,6204175					
18	3,8	7,5		15,90378	0,164135	0,501425	0,829304443	17,398642					
19	4,3	8		17,39066	0,24197	0,648539	1,0112142	19,2923801					
20	3,3	7		14,45516	0,105931	0,372364	0,65913415	15,5925853					
21	3,5	7		14,46463	0,123249	0,432018	0,740409738	15,760304					
22	3,6	7,5		15,89365	0,142816	0,437429	0,74526757	17,2191589					
23	3,7	5		9,168425	0,098705	0,661856	1,050077268	10,9790644					
24	3,2	5,5		10,40838	0,075335	0,42298	0,736456145	11,6431509					
25	3,3	5		9,149042	0,073532	0,495773	0,837590199	10,5559372					
26	6,5	8		17,54102	0,700707	1,84121	2,287969075	22,3709105					
27	3,8	7		14,47966	0,152297	0,531737	0,871065481	16,0347593					
28	3,3	7		14,45516	0,105931	0,372364	0,65913415	15,5925853					
29	3,5	7,5		15,88875	0,132829	0,40739	0,70491266	17,1338773					

Observações- povoamento demasiado jovem, com um diâmetro de difícil medição, existência de matos a sua volta, na sua maioria de estevas acompanhada de um número significativo de lavanda e giesta.

Data	13/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	130	2300	6,4	11,2	8,4	13	73,84893		
rotação	3								
classe idade (anos)	0 a 3								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	8,4	11	13	27,095582	1,5392652	2,683408	3,0271831	34,34544	73,84893
2	7	10,5		25,3371	0,9327364	1,7616165	2,1824929	30,21395	
3	7,3	10,5		25,35964	1,0346351	1,9585561	2,3711963	30,72403	
4	7,1	13		33,853042	1,2179131	1,522509	1,9278635	38,52133	
5	8,3	15		41,212249	2,0922286	1,9996758	2,3705089	47,67466	
6	8	15		41,187402	1,9103244	1,8221474	2,2041795	47,12405	
7	8	14,5		39,3357	1,8413339	1,8754652	2,2580387	45,31054	
8	4,2	8		17,375708	0,1965613	0,6111234	0,9652698	19,14866	
9	4,2	8		17,375708	0,1965613	0,6111234	0,9652698	19,14866	
10	5,8	11		26,901453	0,6164476	1,0531145	1,4560461	30,02706	
11	7,6	13		33,891388	1,4409165	1,8079989	2,2053695	39,34567	
12	6,7	13		33,823774	1,0553463	1,315109	1,719136	37,91337	
13	6,3	12,5		32,041173	0,8686831	1,1639607	1,565342	35,63916	
14	6,2	10		23,661868	0,6554605	1,3515559	1,7778167	27,4467	
15	6	11,5		28,589753	0,7034268	1,1046736	1,5084227	31,90628	
16	4,5	10		23,559016	0,2969442	0,601663	0,9437358	25,40136	
17	4,7	9,5		21,980881	0,312727	0,7014508	1,0666781	24,06174	
18	3	6		11,702805	0,0626471	0,3337251	0,6093252	12,7085	
19	7,2	11,5		28,674679	1,1037051	1,7506404	2,1626972	33,69172	
20	6,5	11		26,948465	0,8168837	1,4042521	1,8237479	30,99335	
21	6,7	11,5		28,637898	0,9238985	1,4596856	1,8759721	32,89745	
22	8	11,5		28,737576	1,4318801	2,2842948	2,6632909	35,11704	
23	6,3	10,5		25,287271	0,718961	1,3500697	1,7722703	29,12857	

Observações- Povoamento quase isento de matos, com alguma significância de cargueja, houve uma necessidade de se realizar uma pequena deslocação do ponto, pois o mesmo já não era um povoamento de eucalipto.

Data	14/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	336	800	11,5	13,3	19,5	18	37,27733		
rotação	1								
classe idade (anos)	12 a 15								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	8,4	10	18	23,43164	0,007224	2,910052	3,239772	29,58869	37,27733
2	18,9	18		52,39941	0,013669	13,68134	10,58509	76,6795	
3	5,6	10		23,43164	0,007224	1,045208	1,4539	25,93797	
4	9,1	11		26,6976	0,008011	3,284538	3,545955	33,53611	
5	10,1	16		44,59452	0,012029	3,107325	3,336832	51,0507	
6	14,1	15		40,8227	0,011216	7,62349	6,755085	55,2125	
7	19,5	15		40,8227	0,011216	17,28888	12,82038	70,94318	
8	6,4	11		26,6976	0,008011	1,350333	1,768719	29,82467	

Observações- Povoamento com uma significância de matos elevada, tendo uma predominância maior de estevas.

Data	14/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	239	1900	9,0	17,5	13,7	20,5	113,38539		
rotação	2								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
				kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
1	5,1	10	20,5	23,57695	0,335653	0,825329	1,2085605	25,946492	113,385395
2	7,4	18		52,68024	1,526693	1,281494	1,65940943	57,147837	
3	11,2	20		61,10686	4,544293	3,33675	3,49177715	72,479677	
4	9,8	20		60,98901	3,317651	2,381616	2,68192555	69,370198	
5	4,9	12		30,21048	0,372277	0,638836	0,980731	32,202326	
6	10,5	20		61,04658	3,90326	2,834917	3,07367562	70,858437	
7	6,9	15		41,07119	1,062322	1,254153	1,64550196	45,033165	
8	6,2	14		37,3486	0,766103	1,015123	1,39903704	40,52886	
9	13,7	20		61,34333	7,305204	5,550103	5,19951918	79,398155	
10	13	19		57,16795	6,106566	5,078449	4,86200498	73,214966	
11	4	11		26,79074	0,209994	0,412059	0,69869962	28,11149	
12	10,5	20		61,04658	3,90326	2,834917	3,07367562	70,858437	
13	8	19		56,74785	1,94537	1,490203	1,86269224	62,046112	
14	8,3	20		60,87498	2,243064	1,565563	1,93140214	66,615006	
15	9,7	20		60,981	3,238439	2,32072	2,62811489	69,168277	
16	13,2	21		65,47596	7,056335	4,847282	4,66623261	82,045805	
17	4,6	12		30,19582	0,320788	0,544624	0,86562198	31,926855	
18	11,9	20,5		63,2516	5,384379	3,807949	3,86758207	76,311509	
19	12,7	21		65,42735	6,442681	4,396905	4,32340797	80,590345	

Observações- Povoamento com uma predominância de matos da espécie Urze, povoamento instalado pelo homem com um compasso de 4m x 2m, povoamento com demasiado material lenhoso.

Data	21/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	468	1900	10,5	12,8	14,7	17	87,67962		
rotação	2								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
				kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
1	8,5	10	17	23,80544	1,217442	2,998336	3,316431	31,33765	87,67962
2	9,5	10		23,88563	1,589188	3,970709	4,131688	33,57722	
3	8,3	9,5		22,20121	1,087688	2,949286	3,281702	29,51989	
4	13,1	15		41,61544	5,327903	6,331015	5,841141	59,1155	
5	6,2	9,5		22,05674	0,540746	1,411839	1,843954	25,85328	
6	14,7	14,5		39,93813	6,768315	8,717346	7,514148	62,93794	
7	6,9	12,5		32,06306	0,941044	1,464578	1,873628	36,34231	
8	8	11		27,0337	1,167564	2,372333	2,748944	33,32254	
9	11,8	14,5		39,63265	3,997969	5,004648	4,867286	53,50255	
10	13,3	15		41,63646	5,52486	6,57796	6,018681	59,75796	
11	9,9	14,5		39,45882	2,625244	3,212337	3,440432	48,73683	
12	11,2	14		37,74719	3,396304	4,519635	4,501448	50,16458	
13	11,3	14,5		39,58483	3,604047	4,48629	4,468158	52,14332	
14	15	15		41,82409	7,370134	8,912843	7,633677	65,74075	
15	10,6	12,5		32,3535	2,632192	4,330991	4,3767	43,69338	
16	14,5	17		49,39907	7,783578	7,355136	6,530262	71,06805	
17	4,9	6		11,78504	0,186906	1,152085	1,606621	14,73065	
18	9,2	14		37,57203	2,119998	2,750169	3,051622	45,49382	
19	13,3	15		41,63646	5,52486	6,57796	6,018681	59,75796	

Observações- Povoamento isento de matos, instalado pelo homem com uma mobilização do

terreno em um compasso de 5m x 2m.

Data	21/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	3	2000	11,5	17,4	14,5	21	127,4997		
rotação	1								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	14,2	20	21	61,38908	7,854614	6,075971	5,581195	80,90086	127,4997
2	13,1	21		65,46157	6,851228	4,75508	4,596634	81,66451	
3	13,3	19,5		59,23593	6,55123	5,262065	4,993008	76,04223	
4	10,2	20		61,01887	3,607662	2,634802	2,902554	70,16389	
5	7,7	15		41,1222	1,363059	1,654489	2,043829	46,18358	
6	9,3	18		52,81467	2,58964	2,282254	2,606677	60,29324	
7	11,2	18		52,9709	4,009563	3,649647	3,763834	64,39394	
8	13,7	19,5		59,27564	7,024018	5,670942	5,29411	77,26471	
9	9,2	16		45,00211	2,221766	2,454844	2,774819	52,45354	
10	11,2	16		45,166	3,528557	4,034297	4,093136	56,82199	
11	11	17		49,00864	3,612115	3,661062	3,783061	60,06488	
12	15	20		61,47287	8,935114	6,977939	6,219635	83,60556	
13	11,2	14		37,71424	3,052647	4,519635	4,501448	49,78797	
14	11	15		41,37682	3,153437	4,072403	4,135723	52,73838	
15	12,1	15		41,47498	3,945697	5,180637	4,992855	55,59417	
16	14,5	18,5		55,2908	7,581251	6,844623	6,148657	75,86533	
17	9,6	16		45,03312	2,455637	2,73339	3,018286	53,24043	
18	9,5	16,5		46,94447	2,477249	2,593271	2,892392	54,90738	
19	11	17		49,00864	3,612115	3,661062	3,783061	60,06488	
20	12,8	16,5		47,23174	4,994264	5,506183	5,213621	62,9458	

Observações- Povoamento instalado pelo homem em um compasso de 3m x 1.5m, com uma predominância de matos da espécie da Urze.

Data	21/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	1	2100	9,4	12,2	16,4	16	87,24803		
rotação	1								
classe idade (anos)	4 a 7								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	7,2	9	16	20,56789	0,751334	2,156561	2,57515	26,05094	87,24803
2	10,8	13		34,1368	2,975747	4,391342	4,416308	45,92019	
3	11	13,5		35,93531	3,240332	4,454286	4,457952	48,08788	
4	11,7	14		37,80724	3,911239	5,046664	4,907216	51,67236	
5	7,2	9		20,56789	0,751334	2,156561	2,57515	26,05094	
6	5,1	6		11,79764	0,210744	1,274561	1,738789	15,02174	
7	10	12,5		32,30954	2,36888	3,738353	3,900668	42,31744	
8	16,4	15		42,01577	9,513956	11,16558	9,105715	71,80102	
9	10,6	11		27,25711	2,373069	4,828559	4,793808	39,25254	
10	6,2	12		30,2925	0,715883	1,15737	1,561356	33,72711	
11	6,8	10,5		25,3064	0,773801	1,637265	2,060986	29,77846	
12	11,5	14		37,78761	3,752007	4,831637	4,742833	51,11408	
13	8,5	9		20,66446	1,121002	3,279499	3,574826	28,63979	
14	9,2	12,5		32,24092	1,937533	3,028521	3,308102	40,51508	
15	4,1	7		14,48198	0,147197	0,644221	1,012194	16,28559	
16	7,2	10,5		25,33379	0,888116	1,891507	2,307436	30,42085	
17	11,8	15,5		43,37176	4,45846	4,728607	4,641537	57,20037	
18	10,4	15,5		43,23858	3,288254	3,437315	3,616376	53,58053	
19	10	16		45,0999	3,096454	3,030216	3,271861	54,49843	
20	11,7	15,5		43,36185	4,367922	4,628061	4,564127	56,92196	
21	9,6	16		45,06508	2,806256	2,73339	3,018286	53,62302	

Observações- Povoamento instalado pelo homem com um compasso de 3m x 1.5m, terro com

uma inclinação demasiado acentuada, com predominância de matos da espécie Urze.

Data	20/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	540	1400	9,4	11,5	13,5	14	54,43499		
rotação	2								
classe idade (anos)	4 a 7								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg		
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	7,6	11	14	27,02215	1,146703	2,084103	2,483961	32,73692	54,43499
2	10,7	12		30,67041	2,911201	4,591641	4,590182	42,76343	
3	10,7	12		30,67041	2,911201	4,591641	4,590182	42,76343	
4	9,7	11,5		28,8734	2,186383	3,716042	3,897489	38,67331	
5	10	11		27,22579	2,244689	4,167835	4,27241	37,91072	
6	9,7	11		27,19812	2,083437	3,85926	4,022834	37,16366	
7	10,9	11		27,31244	2,771765	5,181157	5,06562	40,33098	
8	10,3	13		34,11521	2,892621	3,895905	4,021403	44,92514	
9	7,3	10		23,73365	0,936984	2,041561	2,455028	29,16722	
10	8,5	11,5		28,769	1,582548	2,662213	3,002259	36,01602	
11	4,5	9,5		21,96765	0,271221	0,628499	0,978844	23,84621	
12	7,5	10		23,7486	1,001064	2,18578	2,589721	29,52517	
13	13,5	14		38,0379	6,078283	7,243554	6,511	57,87073	
14	11,2	14		37,78768	3,848154	4,519635	4,501448	50,65692	

Observações-povoamento quase isento de matos com alguma predominância de Urze, povoamento instalado com preparação do terreno com um compasso de 4m x 2m.

Data	20/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	487	1000	12,3	19,2	17	25	74,92156		
rotação	1								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg		
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	16,3	25	25	83,20504	12,75987	7,119344	6,252972	109,3372	74,92156
2	12,7	23		73,98165	6,528815	4,069452	4,052212	88,63213	
3	17,6	22		70,15275	13,2742	9,634491	7,970308	101,0317	
4	5	9		20,42039	0,270701	0,858689	1,252729	22,80251	
5	12,3	20		61,17745	5,208328	4,227407	4,201938	74,81513	
6	13,7	21		65,48906	7,05371	5,324449	5,021972	82,88919	
7	12,5	19		57,08942	5,114435	4,59955	4,499407	71,30282	
8	11	21,5		67,36781	4,346161	2,998068	3,200491	77,91253	
9	5,3	10		23,58258	0,347463	0,909527	1,30401	26,14358	
10	17	21		65,82898	11,644	9,182791	7,692969	94,34874	

Observações- Povoamento instalado pelo homem, sem preparação do terreno, com uma predominância de diversas espécies na sua maioria de Estevas.

Data	30/05/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	201	900	20,6	11,6	26,6	12,5	64,489319		
rotação	1								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg		
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	20	12	12,5	30,0753	0,0088	22,283258	15,79934	68,166703	64,48931947
2	26,6	12		30,0753	0,0088	45,787984	27,75788	103,62997	
3	18,6	11		26,6976	0,00801	19,977168	14,56352	61,246302	
4	19,6	10,5		25,0502	0,00762	23,722293	16,69539	65,475548	
5	20,2	10		23,4316	0,00722	26,684169	18,34694	68,46997	
6	20,4	11		26,6976	0,00801	25,225819	17,48007	69,411509	
7	18,4	12		30,0753	0,0088	18,052156	13,3992	61,535461	
8	19,5	13		33,5588	0,0096	19,52711	14,19569	67,291158	
9	22,4	12,5		31,8041	0,0092	28,654356	19,19887	79,666578	

Observações- Houve a necessidade de movimentar o ponto, pois o ponto que a carta de ocupação do solo apresentava, era um ponto de difícil acesso, para realizar as medições, povoamento isento de matos.

Data	20/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	127	2400	8,1	16,6	14,9	24	132,259		
rotação	2								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg		
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	6,5	14	24	37,36035	0,81366	1,143783	1,53597	40,85377	132,259
2	10,6	20		61,03745	3,742239	2,903597	3,131792	70,81508	
3	6,3	18		52,60543	0,993699	0,853522	1,207367	55,66002	
4	4,2	12		30,17501	0,248951	0,432835	0,723193	31,57999	
5	4,8	10		23,55878	0,278777	0,708168	1,072109	25,61783	
6	12,7	20		61,2192	5,700831	4,583249	4,476258	75,97954	
7	10,6	20		61,03745	3,742239	2,903597	3,131792	70,81508	
8	3,2	8,5		18,81736	0,090906	0,292068	0,540157	19,74049	
9	7,8	17		48,75319	1,535777	1,53664	1,917832	53,74344	
10	3,1	8		17,31996	0,079053	0,283833	0,529689	18,21254	
11	14,2	22		69,80151	8,198988	5,602755	5,214966	88,81822	
12	5,5	14		37,30492	0,551425	0,750111	1,104112	39,71056	
13	11,1	23		73,84698	4,848462	2,896341	3,105464	84,69724	
14	8,4	18		52,73878	1,94184	1,764951	2,131743	58,57731	
15	4	10		23,52276	0,18233	0,446862	0,747767	24,89972	
16	9,8	16,5		46,95573	2,529995	2,805091	3,075671	55,36649	
17	4,6	11		26,81532	0,279977	0,586469	0,920953	28,60272	
18	11,3	18		52,96291	3,874024	3,732501	3,830532	64,39997	
19	7,3	15		41,08902	1,149071	1,44596	1,839339	45,52339	
20	14,9	23		74,20081	9,624394	6,09191	5,5565	95,47362	
21	7,7	21		65,00668	1,874336	1,242649	1,608373	69,73204	
22	8,8	21		65,0822	2,557995	1,741006	2,094048	71,47525	
23	12,4	24		78,35925	6,571599	3,694817	3,74985	92,37552	
24	5,7	14		37,3155	0,599254	0,820918	1,18486	39,92054	

Observações- Povoamento quase isento de matos com uma predominância de Urze, instalado pelo homem.

Data	20/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	111	2300	9,2	15,6	15,9	20	121,6604		
rotação	3								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
				kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	10,7	19	20	56,9608	3,903458	3,105888	3,309135	67,27928	121,6604
2	7,5	17		48,74348	1,495222	1,391735	1,774804	53,40524	
3	9,7	18,5		54,85423	3,008031	2,47986	2,778144	63,12027	
4	5,9	8		17,45331	0,374543	1,441725	1,889432	21,15901	
5	6,1	8		17,46485	0,405212	1,568355	2,018094	21,45651	
6	11,8	19		57,05861	4,917925	3,976583	4,015102	69,96822	
7	8,5	17		48,81381	2,009262	1,909108	2,272837	55,00501	
8	9,4	18		52,82707	2,711193	2,344737	2,662356	60,54536	
9	11,4	18		52,99551	4,275099	3,816481	3,89781	64,9849	
10	6,7	14		37,37989	0,928044	1,234756	1,630766	41,17346	
11	7	12		30,3314	0,870649	1,572447	1,984526	34,75902	
12	6,2	12		30,28211	0,653749	1,15737	1,561356	33,65459	
13	9,4	17		48,88218	2,548163	2,46157	2,772956	56,66487	
14	3,9	5		9,163163	0,084641	0,755964	1,165202	11,16897	
15	14,2	17,5		51,28466	6,964004	6,806928	6,137949	71,19354	
16	9,9	17		48,92219	2,87981	2,805769	3,071995	57,67977	
17	10,3	18		52,90011	3,364408	2,953762	3,189607	62,40789	
18	11	18		52,96005	3,929381	3,487297	3,632173	64,0089	
19	8,2	17		48,79208	1,845845	1,743499	2,117048	54,49847	
20	15,9	21		65,76737	11,08431	7,755464	6,74037	91,34752	
21	7,6	14		37,43848	1,24968	1,697531	2,092005	42,47769	
22	12,1	20		61,19232	5,516871	4,055964	4,067992	74,83315	
23	8,4	14		37,49474	1,582761	2,185673	2,54951	43,81268	

Observações- Povoamento instalado pelo homem, com uma predominância da Esteva.

Data	21/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	2	1700	10,7	14,1	13,1	17	85,68862		
rotação	2								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
				kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	13,1	17	17	49,24726	6,102864	5,691538	5,343055	66,38471	85,68862
2	12,8	15		41,58433	5,040245	5,971242	5,579756	58,17558	
3	13,1	17		49,24726	6,102864	5,691538	5,343055	66,38471	
4	11,8	15		41,48435	4,147764	4,86237	4,75119	55,24567	
5	10,3	13		34,08137	2,56405	3,895905	4,021403	44,56273	
6	11,8	13		34,2204	3,551275	5,491855	5,260875	48,5244	
7	9	12		30,48841	1,701495	2,966248	3,260925	38,41708	
8	11,3	15		41,43653	3,739082	4,358748	4,361583	53,89594	
9	4	6		11,74116	0,114939	0,690092	1,075833	13,62203	
10	16	14		38,26186	7,982079	11,12475	9,108756	66,47744	
11	9,1	11		27,11877	1,589745	3,284538	3,545955	35,53901	
12	9,9	16		45,08233	2,921158	2,954274	3,20752	54,16528	
13	9	17		48,86763	2,482872	2,205563	2,544621	56,10069	
14	12	17		49,1357	4,94628	4,560765	4,492816	63,13556	
15	8,5	13		33,93256	1,618361	2,398531	2,751262	40,70071	
16	11,6	17		49,09686	4,560424	4,186546	4,201685	62,04552	
17	8,1	11		27,04111	1,202835	2,447936	2,817261	33,50914	

Observações- Povoamento isento de matos, implantado pelo homem com um compasso de 5m x 2.5m, terreno demasiado acentuado.

Data	20/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa			
fotoponto	444	1800	7,7	11,1	10,2	14,5	60,76761			
rotação	3									
classe idade (anos)	4 a 7									
raio (m)	5.64									
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa	
1	7,2	10	14,5	23,72315	0,887687	1,971671	2,389014	28,97153	60,76761	
2	9,5	10		23,90831	1,744522	3,970709	4,131688	33,75523		
3	6,7	8		17,52017	0,5847	1,987655	2,429176	22,5217		
4	5,6	8		17,44926	0,377666	1,263709	1,704293	20,79492		
5	8,8	11		27,11401	1,60536	3,017922	3,318664	35,05595		
6	6,4	10		23,66766	0,66618	1,464383	1,89293	27,69115		
7	5,4	10		23,6051	0,440312	0,95349	1,353079	26,35198		
8	6,2	11		26,92049	0,68375	1,246293	1,661159	30,5117		
9	5,8	11		26,89516	0,581175	1,053115	1,456046	29,98549		
10	8,4	13		33,94224	1,718104	2,327907	2,687666	40,67592		
11	8,2	13		33,9262	1,620105	2,190466	2,562679	40,29945		
12	7,7	10		23,76022	1,045501	2,335985	2,727968	29,86968		
13	8,2	10,5		25,41769	1,285009	2,62691	2,983626	32,31324		
14	7,8	10,5		25,38646	1,137554	2,315238	2,702865	31,54212		
15	9	10,5		25,48352	1,612273	3,323097	3,586219	34,00511		
16	8,7	14,5		39,37907	2,106917	2,317965	2,665143	46,46909		
17	10,2	15		41,36295	3,220962	3,365403	3,562453	51,51177		
18	8,1	14,5		39,33053	1,770154	1,935234	2,314156	45,35007		

Observações- Povoamento demasiado disperso, presença de biomassa lenhosa, e matos a sua volta da espécie do codeço.

Data	31/05/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa			
fotoponto	356	1500	9,9	12,6	13,7	16	65,65467196			
rotação	2									
classe idade (anos)	8 a 11									
raio (m)	5.64									
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa	
1	10,4	11	16	27,23881967	2,266565994	4,601783971	4,616714649	38,72388428	65,65467196	
2	11,5	14		37,78760754	3,752006584	4,83163714	4,742833194	51,11408446		
3	13,7	15		41,69662969	6,166452896	7,089085263	6,381636435	61,33380428		
4	11,6	15		41,4773455	4,128931033	4,656927898	4,593371735	54,85657616		
5	8,1	9,5		22,19187143	1,058325274	2,773098783	3,12727351	29,15056899		
6	10,3	11		27,22976874	2,214384949	4,490859112	4,52940288	38,46441568		
7	6,5	9		20,52070596	0,587158388	1,66566002	2,103896828	24,8774212		
8	5,4	9,5		22,01199325	0,398226019	0,996018645	1,403415013	24,80965293		
9	11,1	15		41,4290126	3,712875133	4,166546988	4,210350664	53,51878539		
10	13	15,5		43,49531567	5,630913545	6,038849967	5,620573559	60,78565274		
11	12,2	15		41,53733684	4,662670206	5,289444346	5,07472538	56,56417677		
12	5,8	8,5		18,9503657	0,419306364	1,311399563	1,749490763	22,43056239		
13	6,8	9		20,54050745	0,654625255	1,866691913	2,300106069	25,36193069		
14	11,2	16		45,21036846	4,069215149	4,034297169	4,093135659	57,40701644		
15	11,1	16		45,2008236	3,98218262	3,943950067	4,021230927	57,14818722		

Observações- Povoamento situado em um local de difícil acesso, existência de matos com predominância da Magiesta.

Data	31/05/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	453	1200	13,7	17,0	15,4	19	82,31310063		
rotação	1								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	8,7	15	19	41,2012323	1,894899493	2,252067237	2,601573099	47,94977213	82,31310063
2	15,4	18,5		55,41450979	9,214243993	7,968840909	6,925665572	79,52326027	
3	14,6	18,1		53,72197116	7,929118859	7,095181909	6,330511592	75,07678353	
4	14,4	17		49,35649058	7,16930311	7,227708937	6,441563454	70,19506608	
5	15	18		53,36664947	8,403264974	7,632282104	6,704228636	76,10642518	
6	15,1	19		57,40447472	9,052472354	7,412518831	6,536276749	80,40574265	
7	11	16		45,16250202	3,544505784	3,854836044	3,949955756	56,5117996	
8	12,2	16		45,27326152	4,530855324	5,006856864	4,846779823	59,65775353	
9	14,8	16		45,53979223	7,163501847	8,155480794	7,099938296	67,95871316	
10	15	19		57,39341751	8,910965562	7,289174407	6,451013168	80,04457065	
11	15,6	16		45,62885808	8,115906534	9,315091072	7,878339138	70,93819482	
12	13,1	15		41,58966848	5,001100003	6,331014966	5,841141289	58,76292474	

Observações- Povoamento instalado com preparação do terreno, num compasso de 4m x 2m, o povoamento foi instado em vale e combro, neste povoamento não há matos.

Data	13/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	184	2000	9,4	16,2	17,3	25	106,6151		
rotação	2								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	11,4	18	25	52,96677	3,894115	3,816481	3,89781	64,57518	106,6151
2	4	10		23,5223	0,180743	0,446862	0,747767	24,89768	
3	4,1	10		23,52653	0,191411	0,475615	0,78516	24,97872	
4	12,5	22		69,63464	5,996223	4,060226	4,053372	83,74446	
5	7,5	17		48,7317	1,384021	1,391735	1,774804	53,28226	
6	6,8	15		41,05658	0,96236	1,208758	1,598709	44,82641	
7	17,3	25		83,31449	14,6522	8,274516	7,03374	113,2749	
8	3,9	9		20,37085	0,152012	0,458494	0,766694	21,74805	
9	15,1	23		74,21304	9,759432	6,300531	5,704853	95,97785	
10	11,9	19		57,03639	4,562279	4,062239	4,082621	69,74353	
11	5	12		30,21134	0,369868	0,672274	1,020677	32,27416	
12	6,1	15		41,01617	0,747763	0,918743	1,289844	43,97252	
13	5	10		23,56768	0,303484	0,78507	1,16218	25,81841	
14	14,3	24		78,53204	9,006845	5,29603	4,970097	97,80502	
15	6	13		33,74669	0,616115	0,99526	1,382315	36,74038	
16	10,2	16		45,06411	2,646799	3,185607	3,402435	54,29895	
17	13,3	16,5		47,25035	5,068656	6,065648	5,623745	64,0084	
18	9,7	16		45,02554	2,355181	2,805867	3,080732	53,26733	
19	12,2	16,5		47,15022	4,147801	4,877486	4,74173	60,91724	
20	10,9	17		48,98026	3,297895	3,577593	3,715401	59,57115	

Observações- Povoamento quase isento de matos com uma predominância significativa da carqueja, povoamento instalado com um compasso de 4m x 2m.

Data	14/06/2023	N	3400	dg	7,8	hm	15,6	ddom	11,9	hdom	22	Wa	169,0207
fotoponto	294	kg		kg		kg		kg		kg		ton/ha	
rotação	2	kg		kg		kg		kg		kg		ton/ha	
classe idade (anos)	8 a 11	kg		kg		kg		kg		kg		ton/ha	
raio (m)	5.64	kg		kg		kg		kg		kg		ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa				
1	9	16	22	44,98312	2,071524	2,3223	2,65688	52,03383	169,0207				
2	9,9	16		45,05229	2,589907	2,954274	3,20752	53,80399					
3	6,2	13		33,76199	0,690541	1,081182	1,47485	37,00856					
4	10,3	18		52,88935	3,229186	2,953762	3,189607	62,2619					
5	3,8	10		23,5154	0,164954	0,39257	0,675686	24,74861					
6	4,1	10		23,52815	0,197103	0,475615	0,78516	24,98603					
7	8,2	18		52,73035	1,892581	1,660747	2,032609	58,31629					
8	4,1	10		23,52815	0,197103	0,475615	0,78516	24,98603					
9	5,5	10		23,59603	0,392323	0,998713	1,403042	26,39011					
10	10,7	16		45,11747	3,107178	3,594834	3,739909	55,55939					
11	8,2	15		41,15364	1,552901	1,939391	2,314402	46,96034					
12	3,7	11		26,77726	0,171844	0,338419	0,598938	27,88646					
13	10,2	20		61,01389	3,538431	2,634802	2,902554	70,08968					
14	9,8	20		60,98195	3,2218	2,381616	2,681926	69,26729					
15	9,3	19		56,83734	2,695477	2,179655	2,508224	64,2207					
16	6	11		26,88942	0,533462	1,147248	1,556934	30,12706					
17	8,7	15		41,18926	1,783933	2,252067	2,601573	47,82683					
18	8,8	15		41,19656	1,832353	2,318013	2,660997	48,00792					
19	8,4	16		44,93953	1,762292	1,950966	2,318252	50,97104					
20	9,8	16,5		46,96358	2,614882	2,805091	3,075671	55,45922					
21	6,5	15		41,04354	0,900963	1,078582	1,462332	44,48541					
22	8,4	15,5		43,04238	1,70262	2,004379	2,37126	49,12064					
23	7,7	16		44,89128	1,43724	1,566099	1,952025	49,84665					
24	6	14		37,33457	0,693011	0,93445	1,311258	40,27328					
25	11,5	16,5		47,10524	3,804024	4,201358	4,219153	59,32978					
26	9,4	17		48,87332	2,449683	2,46157	2,772956	56,55753					
27	5,5	13,5		35,50287	0,543319	0,773681	1,133079	37,95295					
28	7,5	15		41,10621	1,2599	1,548104	1,940253	45,85447					
29	5,8	14		37,3234	0,640088	0,857776	1,22629	40,04756					
30	5	14		37,28136	0,452061	0,589648	0,914567	39,23764					
31	8,3	20		60,87003	2,182913	1,565563	1,931402	66,54991					
32	11,9	22		69,59847	5,631132	3,585917	3,677903	82,49342					
33	9,6	22		69,40562	3,404282	2,084699	2,405886	77,30048					
34	8	21		65,03169	2,111359	1,368573	1,734559	70,24618					

Observações- Povoamento isento de matos, terreno com uma inclinação demasiado inclinado, com um compasso de 2.5m x 1.5m.

Existência de biomassa lenhosa, ou seja, a limpeza dos cepos já secos não foi realizada.

Data	13/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	155	2300	6,4	8,7	9,1	10,5	56,3362382		
rotação	2								
classe idade (anos)	4 a 7								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	8	10	10,5	23,829197	1,45541517	2,57270281	2,94199239	30,7993078	56,336238
2	5,2	9		20,463299	0,43250734	0,94809414	1,35368421	23,1975848	
3	9,1	10		23,934543	2,02183434	3,56195435	3,79497539	33,313307	
4	4,6	8		17,405728	0,2783806	0,76895892	1,15537472	19,6084424	
5	4,5	9		20,420335	0,29907781	0,65808284	1,01726554	22,3947613	
6	5,7	9		20,496932	0,54666931	1,19547996	1,62296358	23,8620446	
7	5,4	8		17,456016	0,41909586	1,15281741	1,58610786	20,6140369	
8	5,7	9		20,496932	0,54666931	1,19547996	1,62296358	23,8620446	
9	8,3	10,5		25,475477	1,68566124	2,70856547	3,0559572	32,9256608	
10	8,1	10		23,838333	1,50228452	2,65469201	3,01510781	31,0104174	
11	7,4	10		23,776265	1,19288435	2,11292717	2,52193045	29,6040067	
12	7	8		17,57505	0,81259779	2,22014837	2,6488134	23,2566092	
13	6,1	7,5		16,045454	0,53329519	1,65687317	2,11300584	20,3486283	
14	7,5	8		17,617125	0,96900514	2,64271673	3,03572676	24,2645733	
15	7,1	8,5		19,07708	0,89982923	2,18544721	2,60901224	24,7713688	
16	3,9	6		11,74815	0,13370831	0,6473504	1,02333161	13,5525403	
17	6,9	8		17,566909	0,78330625	2,14092281	2,57455758	23,0656954	
18	6,3	8		17,520007	0,6210499	1,70147985	2,1509409	21,993478	
19	6,8	9		20,579306	0,85754052	1,86669191	2,30010607	25,6036441	
20	5,6	9		20,490012	0,52253085	1,14322079	1,56717891	23,7229424	
21	6	9		20,518265	0,62310664	1,36081388	1,79609744	24,2982834	
22	4,7	8,5		18,905465	0,31407719	0,77106584	1,15459895	21,1452071	
23	7,1	9		20,603728	0,95739992	2,08171922	2,50495105	26,147798	

Observações-Povoamento quase isento de matos com uma predominância da carqueja, este povoamento sofreu um incêndio e mesmo assim o seu tronco gerou toíças novas.

Data	20/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa		
fotoponto	95	1500	11,2	12,2	19,7	17	73,84832		
rotação	3								
classe idade (anos)	8 a 11								
raio (m)	5.64								
			kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa
1	17	14	17	38,38489	9,229839	12,96525	10,26806	70,84804	73,84832
2	6,5	10		23,66451	0,640218	1,522857	1,951823	27,77941	
3	19,7	16		46,19466	15,18747	16,79243	12,49393	90,6685	
4	3,9	6		11,73668	0,108175	0,64735	1,023332	13,51553	
5	7,4	9		20,57735	0,779125	2,311063	2,718423	26,38596	
6	11,5	11		27,33038	2,785306	5,931927	5,631446	41,67906	
7	4,6	7		14,50478	0,189899	0,861467	1,270629	16,82678	
8	10,6	14		37,6921	2,976587	3,932928	4,03737	48,63899	
9	9,7	13,5		35,80927	2,313466	3,242196	3,476939	44,84187	
10	21,5	17		50,31368	19,99976	19,88883	14,22291	104,4252	
11	7,7	12		30,38955	1,170882	2,00036	2,39582	35,95661	
12	19,2	16,5		48,04476	14,7651	15,33022	11,61767	89,75776	
13	6,7	8		17,50966	0,540398	1,987655	2,429176	22,46688	
14	12	15		41,50389	4,318186	5,073193	4,911642	55,80691	
15	10,7	14		37,70114	3,044306	4,027303	4,112985	48,88573	

Observações- Povoamento instalado sem preparação do terreno, e com uma variedade de

espécies (giesta, sargaço, estevas, urze e lavanda).

Data	31/05/2023	N	1800	dg	8,8	hm	12,6	ddom	16,9	hdom	18	Wa	76,08219017
fotoponto	361												
rotação	2												
classe idade (anos)	8 a 11												
raio (m)	5.64												
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa				
1	12,2	14	18	37,83185612	4,034720555	5,609196638	5,33027182	52,80604513	76,08219017				
2	5,6	7		14,55630155	0,297461412	1,415737022	1,874305397	18,14380538					
3	9,2	11		27,1203803	1,585338607	3,376454614	3,623371125	35,70554465					
4	9,9	16		45,07472159	2,8350621	2,95427366	3,207519785	54,07157713					
5	5,7	8		17,44576995	0,35864664	1,32147602	1,764958451	20,89085106					
6	16,9	17		49,66079591	10,82728567	10,82868996	8,838536911	80,15530845					
7	4,3	7,5		15,91309808	0,170842413	0,685142836	1,058771917	17,82785525					
8	5,3	8		17,42345945	0,301561027	1,099663333	1,528588848	20,35327266					
9	14,8	18		53,36016956	8,397473502	7,377896932	6,528732326	75,66427232					
10	12,3	17		49,15338791	5,07864695	4,854221056	4,717483613	63,80373952					
11	6,1	11		26,90290232	0,59553394	1,196151354	1,608629732	30,30321735					
12	11	17		49,03083559	3,891853376	3,661062079	3,783061433	60,36681248					
13	12,7	18		53,13789408	5,831735465	5,013034512	4,825018993	68,80768305					
14	5,6	12		30,25148127	0,533836304	0,895036988	1,276878883	32,95723345					
15	4,4	9,5		21,95627861	0,233223718	0,59382321	0,936325192	23,71965073					
16	6,2	11,5		28,58420807	0,649649045	1,200042284	1,609400211	32,04329961					
17	6,3	11,5		28,59030756	0,674894666	1,249525379	1,661100563	32,17582817					
18	9,5	12,5		32,2511776	1,965905938	3,284156442	3,524665281	41,02590526					

Observações- Povoamento com uma densidade media de Giesta.

Data	14/06/2023	N	1600	dg	7,1	hm	9,4	ddom	8,8	hdom	11	Wa	44,05542
fotoponto	321												
rotação	3												
classe idade (anos)	4 a 7												
raio (m)	5.64												
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa				
1	5,5	9	11	20,47976	0,482684	1,092366	1,512358	23,56716	44,05542				
2	5,1	8,5		18,92735	0,374715	0,947704	1,356842	21,60661					
3	6,3	11		26,94899	0,846343	1,297683	1,714522	30,80753					
4	7,7	11		27,06081	1,406705	2,154052	2,548963	33,17053					
5	8,3	12		30,49167	1,86944	2,417708	2,778761	37,55757					
6	6,7	10,5		25,3318	0,940404	1,577141	2,001522	29,85087					
7	8,3	11		27,11397	1,701028	2,603465	2,956381	34,37484					
8	5,8	9		20,50006	0,552156	1,249157	1,679712	23,98108					
9	5,6	8		17,46598	0,444606	1,263709	1,704293	20,87859					
10	7,3	8,5		19,08719	0,929081	2,344271	2,756241	25,11679					
11	9,3	10		23,9434	2,045925	3,76298	3,961565	33,71386					
12	9	10		23,9139	1,882929	3,463932	3,713007	32,97377					
13	8,8	10		23,89465	1,778783	3,272819	3,551722	32,49798					
14	7,2	8		17,58519	0,840079	2,383849	2,800453	23,60957					
15	5,7	7		14,58897	0,40227	1,480454	1,941022	18,41271					
16	6,4	6,5		13,25193	0,497698	2,112589	2,572521	18,43473					

Observações- Existência de biomassa lenhosa, existência de matos de diferentes espécies como (philiria, estevas e lavanda).

Data	20/06/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa			
fotoponto	507	1600	10,0	12,8	12,2	15	70,17192			
rotação	1									
classe idade (anos)	8 a 11									
raio (m)	5.64									
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa	
1	11,7	15	15	41,50182	4,395863	4,758979	4,671952	55,32861	70,17192	
2	12,1	14,5		39,69119	4,597403	5,332228	5,114855	54,73568		
3	6,1	10		23,64611	0,58251	1,29718	1,721598	27,24739		
4	9,7	12		30,56427	2,189024	3,583903	3,781141	40,11833		
5	10,3	14		37,68606	2,993407	3,657867	3,814687	48,15202		
6	9,4	13		34,02144	2,2123	3,092623	3,356654	42,68302		
7	10,3	12,5		32,34745	2,647066	4,02809	4,1353	43,15791		
8	5,8	7		14,57591	0,349998	1,546925	2,008892	18,48173		
9	11	12,5		32,4138	3,10519	4,75568	4,709084	44,98375		
10	12,2	15		41,55332	4,865918	5,289444	5,074725	56,7834		
11	10,7	15		41,40353	3,538712	3,797727	3,915798	52,65577		
12	9,2	10,5		25,49575	1,665453	3,512761	3,745412	34,41937		
13	7,8	11		27,03038	1,173288	2,2254	2,614794	33,04387		
14	10,5	13		34,12069	2,894156	4,089786	4,177173	45,28181		
15	11,3	14,5		39,61004	3,89398	4,48629	4,468158	52,45847		
16	11,2	14,5		39,60018	3,81085	4,386703	4,390357	52,18809		

Observações- Povoamento instalado com um compasso de 3m x 2m, terreno demasiado inclinado, com uma densidade de matos a sua volta de mais ou menos 5%.

Data	31/05/2023	N	dg	hm	ddom	hdom	Wa			
fotoponto	410	1900	4,6	8,3	5,9	10,5	39,21658354			
rotação	3 ou mais									
classe idade (anos)	4 a 7									
raio (m)	5.64									
			kg	kg	kg	kg	kg	kg	ton/ha	
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa	
1	5,6	8,5	10,5	18,96336417	0,491109847	1,200185242	1,632282983	22,28694224	39,21658354	
2	6	8,5		18,99161773	0,585637784	1,428620563	1,870711291	22,87658737		
3	5,1	6,5		13,16564881	0,289158541	1,190659098	1,642452404	16,28791885		
4	3,2	7,5		15,8736988	0,102824232	0,324883623	0,59051106	16,89191772		
5	5	7,5		15,97041542	0,321086929	1,002761424	1,426402809	18,72066658		
6	5,9	9		20,51105885	0,596950811	1,304263547	1,737423242	24,14969645		
7	4,6	7		14,52194356	0,240834332	0,861466961	1,270629481	16,89487434		
8	4,6	8		17,40572814	0,278380599	0,768958916	1,155374723	19,60844238		
9	3,6	8		17,35194578	0,14894322	0,414059405	0,711791782	18,62674018		
10	3,9	8,5		18,86079297	0,195111111	0,481339462	0,798543682	20,33578722		
11	4,5	9		20,42033511	0,299077807	0,658082843	1,01726554	22,3947613		
12	4,9	10,5		25,21018784	0,439322386	0,715689417	1,078564123	27,44376376		
13	4,2	8,5		18,87677917	0,235722181	0,580403631	0,92448505	20,61739003		
14	3	7,5		15,86505781	0,087212926	0,276022546	0,51980392	16,7480972		
15	4,2	8,5		18,87677917	0,235722181	0,580403631	0,92448505	20,61739003		
16	5	10		23,59781947	0,438712144	0,78507019	1,162179769	25,98378158		
17	4	7,5		15,91255335	0,181701725	0,570772077	0,917772649	17,5827998		
18	4,9	8,5		18,91764274	0,34931206	0,856636165	1,253705851	21,37729682		
19	4,8	9		20,43815183	0,352613393	0,774575632	1,155640674	22,72098153		

Observações- Povoamento instalado com preparação do terreno tendo um compasso de 4m x 1.5m, quase isento de matos tendo algumas espécies de lavanda e estevas.

Data	01/06/2023	N		dg		hm		ddom		hdom		Wa	
fotoponto	213		2600		6,0		10,5		9,1		13		75,41973122
rotação	2												
classe idade (anos)	8 a 11												
raio (m)	5.64												
				kg		kg		kg		kh		kg	ton/ha
arvore nº	dap(cm)	alt total(m)	hdom	ww	wb	wbr	wl	wa	Wa				
1	6,4	11	13	26,94150605	0,786183625	1,350332507	1,768718584	30,84674076	75,41973122				
2	7,6	11		27,03023709	1,20204911	2,084103071	2,483960555	32,80034982					
3	4,2	8		17,37570785	0,196561333	0,611123436	0,965269825	19,14866244					
4	6,2	11		26,92782978	0,726870605	1,246292621	1,661159197	30,5621522					
5	5,3	8		17,43664329	0,349225322	1,099663333	1,528588848	20,41412079					
6	7	12		30,36215199	1,078150735	1,572446516	1,984525937	34,99727518					
7	6,6	12		30,33320027	0,932271991	1,35532042	1,76668235	34,38747503					
8	4,5	8,5		18,88507738	0,248940286	0,69087382	1,059524996	20,88441648					
9	7,1	12		30,36958724	1,116605686	1,629795152	2,040940617	35,15692869					
10	6,8	12		30,34751768	1,003634007	1,461448496	1,874040575	34,68664076					
11	6,7	12		30,34031921	0,967561395	1,407780427	1,819970432	34,53563147					
12	9,1	13		34,01785432	2,248625971	2,84939935	3,148255003	42,26413464					
13	4,1	8		17,37069581	0,185200012	0,575042191	0,920380992	19,05131901					
14	6,2	10,5		25,28047374	0,691093287	1,296604875	1,717109877	28,98528178					
15	7,3	10		23,74103431	0,981289322	2,041561161	2,455027793	29,21891258					
16	5,7	11		26,89506463	0,590519858	1,00786191	1,40685434	29,90030074					
17	7,1	10		23,72592904	0,916197565	1,903245813	2,323888753	28,86926117					
18	4,1	10		23,53843276	0,235932197	0,475614904	0,785159737	25,0351396					
19	5,2	10,5		25,21701579	0,447510294	0,831568098	1,212954626	27,70904881					
20	6,9	11		26,97709926	0,946760195	1,632836706	2,052188543	31,60888471					
21	4,5	10		23,55901642	0,29694417	0,601662991	0,943735787	25,40135937					
22	7	11,5		28,65973055	1,029497295	1,630422914	2,045591039	33,3652418					
23	6,5	11		26,94846503	0,816883731	1,404252135	1,823747874	30,99334877					
24	4,9	10		23,58100905	0,366480241	0,746020854	1,116695767	25,81020591					
25	4,8	9,5		21,98642303	0,329424656	0,739754742	1,111992685	24,16759511					
26	4	9,5		21,9445534	0,20995296	0,466793484	0,775584743	23,39688459					

Observações- Povoamento instalado com um compasso de 4m x 2m, com uma instalação do mesmo em vale e cobro, com uma predominância da esteva ao longo do povoamento.

