



**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA  
DIVISÃO DE AGRICULTURA  
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**PROJECTO FINAL**

**AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALIPTOS  
MULTIANEAS EM MUANZA, IFLOMA – SOFALA**

Monografia apresentada e defendida como requisito para a obtenção do grau de Licenciatura em  
Engenharia Florestal

**Autora:** Ester Esperança Januário

**Tutor:** Prof. Doutor Mário Sebastião Tuzine

**Lionde, Agosto de 2023**



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

Monografia de licenciatura sobre “Avaliação de crescimento inicial de Eucaliptos multianeas em Muanza, Iloma – Sofala”, apresentado ao curso de Engenharia Florestal na Divisão de Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para o grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Tutor Mário Sebastião Tuzine  
(Prof. Doutor Mário Sebastião Tuzine)

Avaliador 1 Eduardo Peniel Soto  
(Eng<sup>o</sup> Eduardo Peniel Soto Msc)

Avaliador 2 Emídio José Matusse  
(Engo Emídio José Matusse, MSc)

Lionde, Agosto de 2023

# ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS .....	i
INDICE DE TABELAS .....	ii
LISTA DE ABREVIATURA .....	iii
Declaração.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DEDICATÓRIA.....	v
AGRADECIMENTOS .....	vi
RESUMO.....	viii
Abstract.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Problema de estudo e justificativas .....	2
1.2. Objectivos.....	3
1.2.1. Geral.....	3
1.2.2. Específicos .....	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Plantações florestais em Moçambique .....	4
2.2. Descrição do género <i>Eucalyptus</i> .....	4
2.3. Amostragem.....	5
2.3.1. Amostragem Aleatória Estratificada.....	5
2.4. Crescimento .....	5
2.4.1. Tipos de crescimento .....	6
2.4.2. Crescimento em diâmetro .....	6
2.4.3. Crescimento em altura .....	6
2.4.4. Crescimento em Área basal e volume.....	7
2.5. Determinação dos principais parâmetros dendrométricos .....	7
2.5.1. Determinação do incremento médio anual (IMA).....	7
2.6. Características qualitativas.....	7
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	9
3.1. Descrição da área de estudo .....	9

3.1.1. Solos e clima .....	9
3.1.2. Hidrologia .....	10
3.2. Materiais .....	10
3.3. Métodos.....	10
3.3.1. Recolha de dados .....	10
3.3.2. Medição dos parâmetros quantitativos (Circunferência a Altura do peito e Altura) .....	11
3.3.3. Medição de Características fitossanitária.....	11
3.4. Análise de dados .....	12
3.4.1. Caracterização do povoamento .....	12
3.4.2. Determinação dos principais parâmetros dendrométricos .....	12
3.4.3. Determinação do incremento médio anual (IMA).....	13
3.4.4. Índice de densidade.....	13
3.4.5. Análise de dados das características qualitativas .....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
4.1. Breve descrição dos povoamentos .....	15
4.1.2. Densidade.....	15
4.1.3. Taxa de Sobrevivência .....	15
4.2. Distribuição diamétrica em Ni/ha .....	16
4.3. Principais parâmetros dendrométricos em diferentes idades de <i>Eucalyptus spp</i> .....	19
4.4. Incremento médio anual de <i>Eucalyptus spp</i> .....	20
4.5. Índice de densidade de espaçamento .....	22
4.6. Características qualitativas.....	23
5. CONCLUSÃO .....	25
6. RECOMENDAÇÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Mapa de localização da área de estudo .....	9
<b>Figura 2:</b> Comparação dos níveis de sobrevivência (%) em povoamentos em diferentes idades .....	16
<b>Figura 3:</b> Distribuição diamétrica para povoamento de 1,42 <i>Eucalyptus spp</i> .....	17
<b>Figura 4:</b> Distribuição diamétrica dos povoamentos de 2,08 anos de idade.....	18
<b>Figura 5:</b> Distribuição diamétrica do povoamento de 3,42 anos de idade.....	18

## INDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Materiais usados para a colecta dos dados para a realização deste trabalho.....	10
<b>Tabela 2:</b> Características fitossanitárias .....	11
<b>Tabela 3:</b> Valores médios de N/ha, Diâmetro médio (DAP), Área basal (G/ha) e Volume médio do povoamento em diferentes idades de <i>Eucalyptus spp</i> .....	19
<b>Tabela 4:</b> Incremento médio anual (IMA) do DAP, da altura, da área basal (G/ha), e do volume de eucaliptos de diferentes idades e as respectivas medidas de precisão .....	20
<b>Tabela 5:</b> Índice de densidade de espaçamento.....	22
<b>Tabela 6:</b> Distribuição percentual das árvores em diferentes classes de qualidades para cada característica qualitativa estudada.....	23
<b>Tabela 7:</b> Valores de Chi quadrado ( $X^2$ ) Calculado e crítico das características qualitativas, a nível de significância de 5%. .....	24

## LISTA DE ABREVIATURA

- ISPG – Instituto Superior Politécnico de Gaza;
- DAP – Diâmetro a Altura de Peito;
- MAE – Ministério de Administração Estatal;
- MADR- Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural
- MCAA- Ministério para a coordenação da acção ambiental
- DNTF- Direcção nacional de terras e florestas
- GPS – Global Positioning System;
- N/ha – Número de indivíduos por hectare;
- G/ha – Área basal por hectare;
- Ht-Altura total
- V/ha – Volume por Hectare;
- IFLOMA – Industria Florestal de Manica;
- FT – Forma do Tronco;
- ES – Estado Sanitário;
- RB – Ramificação e Bifurcação;
- IMA – Incremento Médio Anual;
- MINAG - Ministério de Agricultura;
- S% - Índice de Espaçamento Relativo
- $\chi^2$  – chi-quadrado calculado;
- Vo – Frequência observada;
- Ve – Frequência esperada



## INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

### Declaração

Declaro por minha honra que este Trabalho de Culminação do Curso é resultado da minha investigação pessoal e da orientação do meu tutor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto, nas notas e na bibliografia final. Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma outra instituição para propósito semelhante ou obtenção de qualquer grau académico.

Lionde, Agosto de 2023

Ester Esperança Januário

(Ester Esperança Januário)

## DEDICATÓRIA

A Deus todo-poderoso ter cuidado de mim, me iluminando e guiando às escolhas certas.

Aos meus pais: Januário Francisco Chiúle (*in memoriam*) e Felismeta Francisco Mapera (os meus deuses).

A minha irmã: Cidália da Fátima Januário, que assegurou a família e dividiu o seu pão pela metade para ver o meu sonho se realizar (a minha heroína), a ti palavras me faltam para mostrar a minha gratidão e satisfação por tudo.

A Yanka Alexandre Cumbe minha sobrinha, ao meu cunhado Alexandre Paulino.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar o meu agradecimento vai á Deus todo-poderoso a razão da minha existência, que me ajudou a ultrapassar os obstáculos e me deu forças suficientes para que o meu sonho tornasse numa realidade.

A minha mãe Felismeta Francisco Mapera, pelo amor que me dedicou desde que me fez contemplar o mundo até hoje em dia, a ela nenhuma palavra no mundo expressa o meu amor infinito.

Ao meu avô Martins Mapera, por todo apoio dado desde o início da minha formação.

Aos meus irmãos: Alberto Afonso Januário, Cidália da Fátima Januário, Sérgio Januário, António Januário pelo apoio moral e financeiro que me deram durante o percurso da minha formação.

Ao meu supervisor Profr. Doutor Mário Sebastião Tuzine pelo apoio, paciência, sabedoria, crítica, esclarecimentos e sugestões, na realização deste trabalho, agradeço imensamente pela atenção e disponibilidade imediata na interacção Estudante-Docente.

Os meus Profundos agradecimentos ao ISPG, pela oportunidade de realizar o curso, a Divisão de Agricultura e em especial ao corpo docente do curso de Engenharia Florestal que directamente ou indirectamente contribuíram na minha formação, com especial destaque aos docentes: Eng<sup>o</sup> Emídio José Matusse, dr. Arão Raimundo Finiasse, Eng<sup>o</sup>. Severino Macôo, dr Sérgio Bila, Eng<sup>o</sup> Pedro Wate, Eng<sup>o</sup> Edson Massingue, Prof. Doutor Mário Sebastião Tuzine, e Eng<sup>a</sup> Juvência Yolanda, pela valiosa orientação e pelo conhecimento transmitido.

Ao IFLOMA e seus trabalhadores pela abertura e permissão para a colecta de dados, especialmente ao Eng<sup>o</sup> Teobaldo, Sr Filipe, Sr Mussa pela recepção e pela orientação na identificação dos talhões onde foram estabelecidas as parcelas, pela companhia e ajuda durante a colheita de dados.

Aos meus companheiros do curso da engenharia florestal, especialmente Constância, Joroce, Félix, Gércia, Richard, Martes, Abílio, Cidália, Aristides, Jesuina, Inocente, Rassul e a todos cujos nomes não foram mencionados, mas que sempre estiveram ao meu lado e directa ou indirectamente influenciaram na realização do meu sonho, pela companhia, confiança e cooperação durante o curso e durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos: Emerson Sérgio, Jaroce Arcenio, Constância da silva, João Chibue, Félix Zacarias, Ercidio Mabunda, Isaura Paulino, Armando Thequana e Virgínia Rassul, Benilzio Nhunzo pela companhia, amizade, sugestões e conselhos.

O meu muito obrigado.

## RESUMO

O presente estudo visa avaliar o crescimento inicial de diferentes idades do povoamento de eucaliptos na unidade de Muanza, IFLOMA – SOFALA. O estudo foi realizado na província de Sofala no distrito de Muanza, no Posto Administrativo Galinha na unidade de produção da IFLOMA. Para a realização desta pesquisa foi usada a amostragem aleatória estratificada, em quatro (4) idades, onde cada idade foi considerada um estrato e dentro de cada estrato foram instaladas 4 parcelas quadradas 0,04 ha (20x20m) com auxílio de uma fita métrica totalizando 16 parcelas. Para a instalação da primeira parcela em cada talhão foi realizada a uma distância mínima de 50 m em relação aos limites do talhão, para evitar o efeito de bordadura. A primeira estabelecida aleatoriamente e as restantes sistematicamente, separadas uma da outra a uma distância de 500m. Em cada unidade amostral foram colhidos valores referentes ao CAP que posteriormente foi convertido em DAP, altura total, características qualitativas das árvores nomeadamente, forma do fuste, estado sanitário e ramificação e bifurcação. Com auxílio de planilha eletrónica de Microsoft Excel foi determinado, a densidade, incremento médio anual para as variáveis de DAP, altura total, áreas basal e Volume, respectivamente. Os resultados, mostraram que a densidade dos povoamentos foi de 1063, 1094 e 1231 indivíduos para idades, 1.42, 2.08 e 3.42 anos de idade, respectivamente. Foi observado um incremento médio anual para DAP e altura de 3,83cm/ano e 4,04m/ano para o ano de 1,42, 4,92 cm/ano e 4,03m/ano para a idade de 2,08 e 2,52cm/ano e 2,69m/ano para a idade de 3,42. Em relação as características qualitativas, os povoamentos estudados apresentaram árvores com fuste recto, sã e ramificação regular. Contudo, a distribuição das árvores pelas diferentes classes de qualidade para forma de tronco, sanidade e bifurcação não mostraram uma variação entre diferentes idades. Estes resultados, mostram que os povoamentos estudados apresentam um crescimento normal, e a espécie mostra uma boa adaptabilidade na plantação.

**Palavras-chave:** Incremento Médio anual (IMA), Densidade, Qualidade do fuste

## Abstract

This study aims to evaluate the initial growth of different ages of the stand of eucalyptus in the unit of Muanza, IFLOMA - SOFALA. The study was conducted in the province of Sofala in the district of Muanza, at the Chicken Administrative Post in the production unit of Ifloma. For this research was used stratified random sampling in four (4) ages, where each age was considered a stratum and within each stratum were installed 4 square plots 0.04 ha (20x20m) with the aid of a tape measure totaling 16 plots. For the installation of the first plot in each plot was performed at a minimum distance of 50 m from the boundaries of the plot, to avoid the border effect. The first established randomly and the rest systematically separated from each other at a distance of 500m. In each sample unit were collected values related to the CAP that was later converted into DBH, total height, qualitative characteristics of the trees namely, stem shape, health status and branching and bifurcation. With the aid of Microsoft Excel spreadsheet was determined, the density, average annual increment for the variables of DBH, total height, basal areas and volume, respectively. The results showed that the density of stands was 1063, 1094 and 1231 individuals for ages, 1.42, 2.08 and 3.42 years, respectively. It was observed an average annual increase for DBH and height of 3.83cm/year and 4.04m/year for the year of 1.42, 4.92 cm/year and 4.03m/year for the age of 2.08 and 2.52cm/year and 2.69m/year for the age of 3.42. Regarding the qualitative characteristics, the stands studied showed trees with straight stem, healthy and regular branching. However, the distribution of trees by different quality classes for trunk form, health and bifurcation did not show a variation between different ages. These results show that the studied stands show normal growth, and the species shows good adaptability in the plantation.

**Key words:** Average annual increment (IMA), density, stems quality.

## 1. INTRODUÇÃO

Moçambique tem cerca de 36 milhões de hectares de terras aráveis com potencial para produção de uma gama diversificada de cultura, incluindo o desenvolvimento de plantações florestais, o que significa que ficariam ainda disponíveis cerca de 21 milhões de hectares para a produção de outras culturas e/ou outros fins, incluindo o estabelecimento de plantações florestais para produção de madeira de modo a satisfazer das necessidades do mercado interno e a externo (MINAG, 2009).

As plantações florestais apresentam grande importância socioeconómica em vários países, gerando produtos para consumo interno ou para exportação e geração de empregos para a população (Bila, *et al.*, 2010).

A formação de povoamentos florestais com espécies de crescimento rápido, como as do género *Eucalyptus*, é uma das estratégias para aumentar a oferta de madeira e outros produtos florestais, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas (Ferreira, *et al.*, 2017).

Segundo Soares, *et al.*, (2002), o eucalipto é a essência florestal mais cultivada, correspondendo a cerca de 70 % da área total de florestas plantadas. Além de possuir múltiplos usos, diversas espécies de eucaliptos se adaptaram satisfatoriamente às condições edafoclimática, apresentando boa produtividade e rentabilidade.

As espécies do género *Eucalyptus*, devido ao seu rápido crescimento e produção de madeira, aliado à sua grande diversidade genética entre as espécies e adaptabilidade a diferentes regiões, ocupam posição de destaque no sector florestal mundial (Soares, *et al.*, 2002).

O estabelecimento das plantações florestais em Moçambique vem contribuindo para redução do impacto da população sobre as florestas naturais, além de fornecer matéria-prima para diferentes usos industriais, podendo ainda contribuir para a provisão de diversos serviços ambientais e sociais (Nube, 2013).

A Indústria Florestal de Manica (IFLOMA), é uma das maiores empresas de reflorestamento em Moçambique e possui plantações de Eucaliptos (*Eucalyptus spp.*) e Pinho (*Pinus sp.*) em Bandula, Penhalonga, Rotanda e Muanza. Portanto, a presente pesquisa objectivou se avaliar o crescimento inicial do eucalipto, além de servir como base para avaliação do crescimento e

rendimento dos povoamentos, assim como um monitoramento contínuo do stock de madeira e do estado da floresta.

### **1.1. Problema de estudo e justificativas**

Segundo FAO, (2015) a área de florestas plantadas na África está aumentando com destaque para África Ocidental e do Norte, nessas regiões, alguns programas de plantios foram criados para combater a desertificação, enquanto outros para garantir a madeira industrial e fontes de energia. Não obstante, em Moçambique as primeiras plantações tinham o objectivo de fornecer lenha e carvão vegetal a grandes centros urbanos e de estabilizar as dunas ao longo das costas. E mais tarde iniciaram com as plantações de carácter industrial nos finais da década 70 com o projecto FO-1 em Manica, que mais tarde foi transformada numa unidade industrial, a IFLOMA (MINAG, 2006). Portanto, observa-se o incremento de investimentos do sector privado no estabelecimento das plantações florestais com cerca de 700.000 ha da área ocupada pelas empresas florestais até ao ano de 2015.

Na cobertura florestal, no ano de 2007, a área florestal tinha cerca de 40 milhões de hectare, que cobria 51% do território nacional e 27 milhões de hectares de florestas produtivas, esta cobertura tem diminuído a nível muito preocupante, sendo que até 2018 a área florestal diminuiu cerca de 17,5%, ficando apenas com 33 milhões de hectares de florestas a nível nacional a cobertura diminuiu 4% do território nacional e as florestas produtivas diminuíram 37,04% tendo como remanescentes de 17 milhões (Marzoli, 2007) & (MITADER, 2018).

Apesar do aumento e crescimento das plantações florestais no país, há uma limitação para o manejo sustentável destas plantações florestais no país, há falta de informação detalhada sobre o seu crescimento em diferentes pontos do país, incluindo as espécies mais plantadas, o *Pinus spp* e *Eucalyptus spp*. O acompanhamento do crescimento é uma forma de caracterizar o desempenho de certas espécies plantadas de *Pinus spp* e *Eucalyptus spp* (Filho, *et al.*, 2003) e para a obtenção dos parâmetros de avaliação são utilizados como ferramenta os inventários florestais (Neto, 2008).

De acordo com Brown (1993), FAO (2001) e Dohrenbusch (2012) citados por Guedes (2018), as espécies de *Pinus e Eucalyptus* são atractivas para utilização em plantações florestais, uma vez que são fáceis de gerir, tem adaptabilidade rápida e alta produtividade de madeira, e consequentemente alta taxa de sequestro Carbono. Com a crescente demanda de produtos

florestais, elas fornecem matéria-prima para indústrias florestais como a madeira serrada, lenha, celulose e papel e também reduzem pressão sobre as espécies nativas.

A IFLOMA é uma empresa que actua no centro do país, vocacionada no reflorestamento e transformação da matéria-prima, com objectivo de alimentar o mercado nacional e estrangeiro, na qual possui plantações florestais em quatro unidades de produção, nomeadamente Bandula, Rotanda, Penhalonga e Muanza. Actualmente possui povoamentos de *Pinus spp* e *Eucalyptus spp* maduros e outros em vários estágios de crescimento em diferentes talhões em Bandula, Rotanda, Penhalonga e Muanza. A unidade de Muanza encontra-se na fase inicial do estabelecimento mesmo assim, a empresa ainda não dispõe de informações sobre o crescimento das plantações estabelecidas na unidade. O aumento de reflorestamento no país, sem a realização de devidos estudos sobre o comportamento das espécies pode resultar em um crescimento lento dos povoamentos ou influenciar na qualidade do produto final. A caracterização do crescimento inicial irá permitir obter informação sobre o crescimento desse povoamento, e possibilitará compreender necessidade de intervenções silviculturais antes que o povoamento atinja a idade de rotação, bem como permitir a avaliação dos efeitos das intervenções silviculturais.

## **1.2. Objectivos**

### **1.2.1. Geral**

- ✓ Avaliar o crescimento inicial de diferentes idades do povoamento de *Eucaliptos* na unidade de Muanza, IFLOMA – SOFALA.

### **1.2.2. Específicos**

- ✓ Estimar a taxa de sobrevivência do povoamento;
- ✓ Determinar os valores médios dos principais parâmetros dendrométricos em cada povoamento nomeadamente: DAP, altura, área basal e volume;
- ✓ Determinar o incremento médio anual (IMA) dos parâmetros dendrométricos em estudo do povoamento.
- ✓ Descrever as características qualitativas de forma de tronco (FT), estado sanitário (ES) e ramificação e bifurcação (RB);

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Plantações florestais em Moçambique

Segundo (DNTEF, 2011) em Moçambique as primeiras plantações foram estabelecidas no século XIX com o plantio de árvores em Maputo, predominantemente com espécies do género *Eucalyptus* com o objectivo de secar os pântanos existentes na baixa de cidade, na foz do rio Limpopo e Ilha da Inhaca, com a finalidade de conter as areias e fixar dunas junto dos faróis. Os mesmos autores referem que na década de 1950 iniciaram-se plantações à escala comercial em Maputo, Manica, Zambézia e Niassa. Os projectos FO-2, FO-3 e FO-5, foram implantados nas províncias de Maputo, Sofala e Nampula respectivamente. Nos contextos desses projectos florestais foram estabelecidos milhares de hectares de plantações de espécies do género *Eucalyptus*. As plantações florestais foram feitas no passado maioritariamente através do investimento público (MINAG, 2006).

A criação da empresa IFLOMA visava abastecer o mercado interno, particularmente as províncias de Manica, Maputo, Sofala e Tete em produtos como: postes, madeira serrada e painéis de partícula, a partir de plantações de eucalipto e pinho. Com a elevada procura dos produtos a empresa começou a exportar por tentativas de entrar no mercado internacional através de madeiras de Moçambique (MADEMO) Internacional, (Shand, 1988).

### 2.2. Descrição do género *Eucalyptus*

O género *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, originalmente Australiano, e com grande dispersão mundial devido o seu crescimento satisfatório em grande amplitude edafoclimática, extrapolando a do local de origem. É considerado como uma alternativa viável para abastecer este mercado devido, principalmente, ao seu rápido crescimento e às tecnologias silviculturais já desenvolvidas para sua produção (Assis, *et al.*, 2006).

O tempo de desenvolvimento do *Eucalyptus* pode ser um pouco maior, dependendo da finalidade para a qual foi plantado, mas em geral tem um ciclo de produção de 8 a 10 anos porem, se o objectivo for a obtenção de estacas pode ser utilizado a partir de dois anos, podendo ser realizados cortes a partir de cinco anos e para a utilização de matéria-prima para a fabrico de móveis, a idade deve ser maior, acima de dez anos, dependendo do manejo dado à floresta, (Motta., *et al.*, s.d). O *Eucalyptus* é espécie de madeira dura e espiralada, ainda que não constitua matéria-prima ideal para construção civil e outras utilidades que possam levar longos

anos, devido as suas propriedades físicas e mecânicas também, pode ser usada em aplicações múltiplas como: dormentes, chapais aglomeradas, postes telefônicos, fabricação de papel, lenha e carvão vegetal, e as folhas têm óleos etéreos apropriados para fins farmacêuticos (Lamprecht, 1990).

### **2.3. Amostragem**

Segundo (Filho, *et al.*, 2003), amostragem é a selecção de uma parte (amostra) de um todo colectando na parte seleccionada dados e informações de relativo interesse, com o objectivo de tirar conclusões sobre o todo.

#### **2.3.1. Amostragem Aleatória Estratificada**

Amostragem aleatória estratificada (AAE) é o processo usado em populações heterogéneas, no qual pode-se distinguir estratos mais ou menos homogéneas. Após a determinação dos estratos, selecciona-se uma amostra aleatória de cada estrato. As diversas subamostras retiradas das subpopulações devem ser proporcionais em relação a variabilidade de cada estrato, obtendo-se uma alocação óptima (Queiroz, 2012).

Comparada à amostragem aleatória simples, apresenta, três vantagens básicas. Primeira: possibilita o cálculo individual das estimativas da média e da variância por estratos; segunda: reduz os custos de amostragem; e terceira: aumenta a precisão das estimativas (Mantovani, *et al.*, 2005).

### **2.4. Crescimento**

O crescimento da árvore é o resultado da modificação e acréscimo das diversas variáveis dendrométricas como o diâmetro, altura total, altura da base da copa, perfil do tronco, volumes total e parcial, etc. Tal aumento é produzido pela actividade fisiológica da planta, por meio do meristema apical e lateral (Lima, 2010).

De acordo com Retslaff (2010) o crescimento de uma árvore é o factor de maior importância em uma floresta consistindo na diferenciação de células nas raízes, troncos e caules alterando o peso, volume e forma da mesma.

De acordo com Scolforo, (1998), a determinação do crescimento implica conhecer o estado inicial mensurável de magnitude crescente, assim como o outro estado final e o correspondente tempo transcorrido de um estado há outro. Esse crescimento acumulado ao longo do tempo é denominado de produção florestal. Para Chasst, (2011) o crescimento de uma floresta depende tanto da produtividade potencial, dada pela qualidade de sítio, quanto pelo grau em que se aproveita essa potencialidade expressa pelo estoqueamento da floresta.

O crescimento das árvores consiste no alongamento e engrossamento das raízes, caules e ramos, que é a mudança de peso, volume e forma da árvore, e é influenciado directamente pelos factores genéticos da espécie, interagindo com o meio ambiente: factores climáticos, solo, topografia e competição (Scolforo, 1998).

#### **2.4.1. Tipos de crescimento**

#### **2.4.2. Crescimento em diâmetro**

Segundo Viana, (2016) a Distribuição dimétrica é a ferramenta mais simples e poderosa para caracterizar a estrutura de uma floresta. Pois de um modo geral, o diâmetro tem correlação com outras variáveis importantes como altura, volume, valor, custo de conversão e tipificação de produtos, assim como representa um indicador da estrutura do estoque do crescimento, permitindo elaborar conclusões a respeito da estrutura da floresta.

O crescimento em diâmetro se refere ao aumento do diâmetro de uma árvore em um determinado período de tempo. Este crescimento não é igual ao longo de todo o tronco da árvore, para avaliá-lo se emprega, geralmente, a variável DAP no início e no fim do período requerido, (Lima, 2010).

Segundo Cunha, (2004) o diâmetro é uma das variáveis mais importantes na quantificação volumétrica, avaliação de biomassa ou estudo de crescimento, serve para diferenciar ainda que empiricamente árvores finas de árvores grossas. A medida de qualquer diâmetro da árvore baseia-se sempre na hipótese de que, em cada ponto de medição, o diâmetro obtido aproxima-se do diâmetro de um círculo.

#### **2.4.3. Crescimento em altura**

De acordo com Cunha, (2004) altura pode servir como indicador da qualidade do sítio. Em florestas plantadas, onde a classificação de sítio é um instrumento clássico de estudo da produção, a altura dominante é empregada na construção de curvas de índice de sítio.

O crescimento em altura se produz pela actividade da gema apical ou terminal, através da divisão celular. Este crescimento é também chamado de crescimento primário. Esta variável, altura da árvore, produz a modificação mais notória do crescimento, especialmente na idade juvenil em que é fácil observar a rapidez da modificação em altura em períodos curtos de tempo (Chasst, 2011).

O espaço vital afecta as variáveis dendrométricas da árvore e, conseqüentemente, do povoamento. Assim, informações sobre o comportamento de tais variáveis são de grande

utilidade estratégica, a curto e médio prazo para a tomada de decisões de ordem silvicultural no momento da implantação de novas áreas de plantações florestais (Lima, 2010).

Inoue, *et al.*, 2011, afirma que o espaçamento afecta o crescimento das árvores em diâmetro e permite o maior desenvolvimento da copa, e o mesmo autor refere no mesmo estudo que arvores com ramos mais grossos foram observados em espaços mais largos.

A altura dominante é a altura média das 100 árvores de maior diâmetro em um hectare sendo que é a variável que menos sofre influência quando o povoamento passa por tratamentos silviculturais como desbastes naturais e planejados. No entanto, o diâmetro é mais susceptível a sofrer influência de factores como a idade, genética, desbaste e espaçamento (Nisgoski, 2005).

#### **2.4.4. Crescimento em Área basal e volume**

A Área basal e volume são influenciados pela densidade, assim pelos demais factores tais como: o diâmetro, a altura e o espaçamento, i.e numa área com árvores plantadas usando um espaçamento menor podem ter maior volume e área basal, mas com menor média aritmética em termos de diâmetro em comparação com árvores plantadas com maiores espaçamentos (Filho, *et al.*, 2003).

### **2.5. Determinação dos principais parâmetros dendrométricos**

#### **2.5.1. Determinação do incremento médio anual (IMA)**

Incremento médio anual expressa o crescimento linear da variável considerada. O valor do incremento ou crescimento médio anual (IMA) expressa a média do crescimento total a certa idade da árvore. Expressa, portanto, a média anual do crescimento para qualquer idade. É obtido pela divisão da grandeza actual da variável considerada pela idade a partir do tempo zero (Siqueira, 2009).

#### **2.6. Características qualitativas**

Estado sanitário é a possibilidade de podridão ou mortalidade devido a danos causados por animais, insectos, fungos, doenças e presença de fogo atribuindo uma categoria correspondente ao estado sanitário da mesma podendo ser:

- ✓ São (árvores sem nenhum sinal de ataque de pragas, trepadeiras e ferimentos),
- ✓ Parcialmente afectadas (árvores com térmites no topo das copas e com ferimentos);
- ✓ Metade afectada (árvores com presença de ramos secos e quebrados);
- ✓ Completamente afectada (árvores com sinal de ataque de pragas, trepadeiras, ferimentos);

- ✓ Árvore morta (covas sem plantas, árvores caídas e secas) (MADR, 2020).

#### Ramificação e Bifurcação:

- ✓ Regular (tronco sem bifurcação a partir do início até no último  $\frac{1}{4}$ );
- ✓ Ramos forte no último  $\frac{1}{4}$  do tronco (troncos com ramos fortes no último  $\frac{1}{4}$  da árvore);
- ✓ Bifurcação a partir do início (tronco com presença de duas árvores a baixo do ponto de medição do diâmetro ou 1.3 do solo).

#### Qualidade do Fuste

Está relacionada à rectidão do caule, presença de ramadas e sua posição ao longo do fuste, e defeitos dos indivíduos arbóreos podendo ser avaliada e pontuada de acordo com os critérios.

Podendo ela ser classificada quanto a forma de tronco:

- ✓ Recto -troncos com curvatura no último  $\frac{1}{4}$  da árvore;
- ✓ Ligeiramente curva -tronco com curvas a partir de  $\frac{1}{4}$  da árvore;
- ✓ Muitas curvas suaves -troncos com curvaturas no início até ao último  $\frac{1}{4}$  da árvore,  
Curvos
- ✓ 1 a 2 curvas acentuadas -troncos com curvas acentuadas no início e depois do  $\frac{1}{4}$  da árvore.

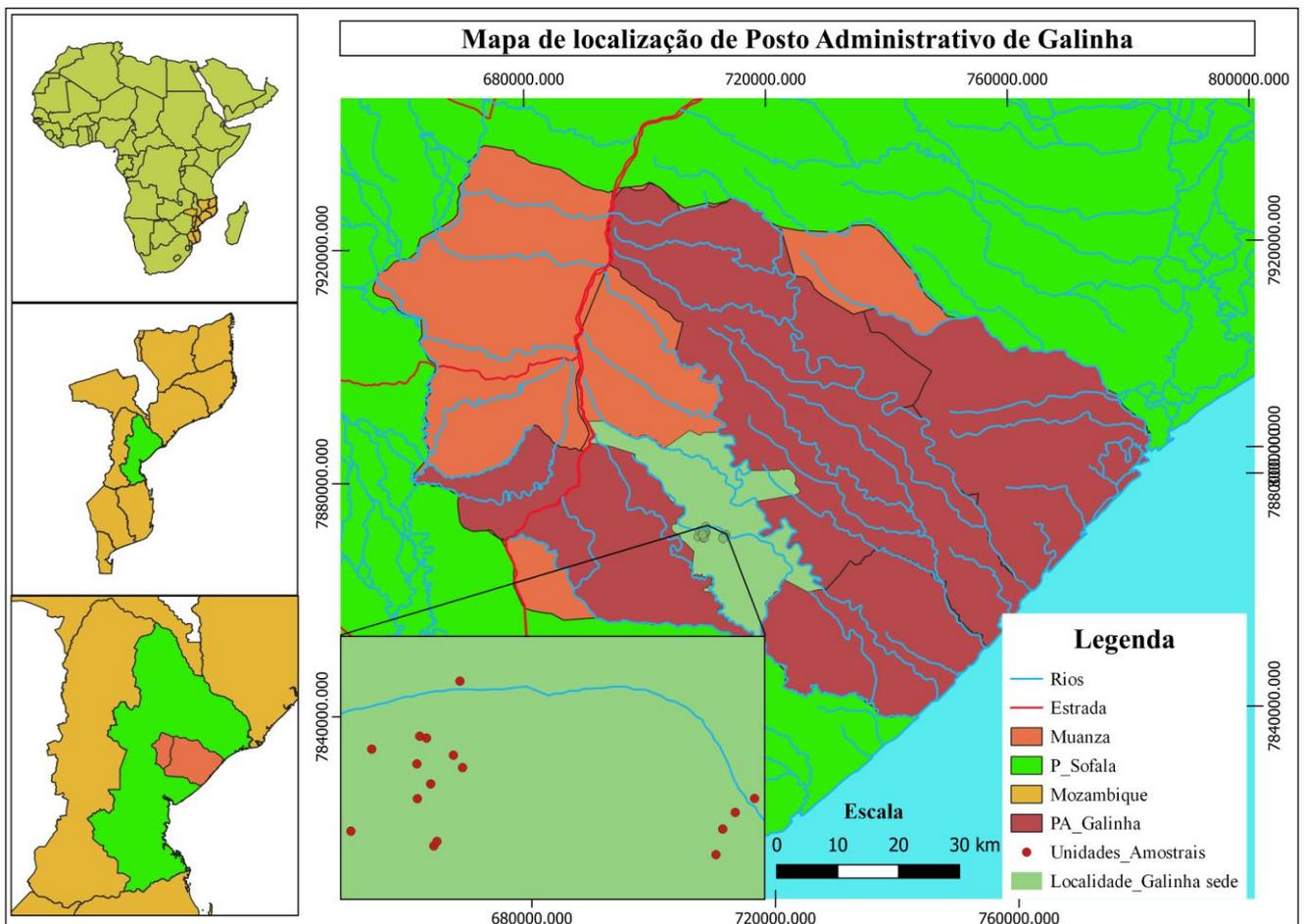
Quanto ao nível de dano:

- ✓ Afectada -árvores com presença de ramos secos e quebrados;
- ✓ Completamente afectada- árvores com sinal de ataque de pragas, trepadeiras, ferimentos;
- ✓ Árvore morta -covas sem plantas, árvores caídas e secas.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. Descrição da área de estudo

O estudo foi realizado no IFLOMA nas plantações de *Eucalyptus spp*, localizada na unidade de produção de Muanza, no posto administrativo de Galinha, na província de Sofala. O distrito de Muanza, foi localizado a 126 km a norte da cidade da Beira, na zona central e litoral da província de Sofala, estando limitado a Norte pelo distrito de Cheringoma, a Sul pelo distrito do Dondo, a Este é banhada pelo Oceano Índico, a Oeste confina com o distrito de Gorongosa e a Sudoeste com o distrito de Nhamatanda (MCAA, 2012). As plantações avaliadas localizam-se na Unidade de Produção de Muanza, no posto administrativo de Galinha, como mostra a figura 1.



**Figura 1:** Mapa de localização da área de estudo

##### 3.1.1. Solos e clima

O local do estudo é caracterizado pela ocorrência de solos arenosos e geralmente são profundos excessivamente bem drenados, com baixa capacidade de retenção de nutrientes e água sendo

influenciado pelo clima de tipo tropical chuvoso de savana onde as precipitações médias anuais são acima dos 800mm, chegando na maioria dos casos a 1.200 ou mesmo 1.400mm, concentrando-se no período compreendido entre Novembro de um ano e finais de Março podendo localmente estender-se até Maio (MCAA, 2012).

### 3.1.2. Hidrologia

Os principais rios que atravessam o distrito são o Chineziwa, Sambanzou, Muanza e Urema, compreendendo essencialmente a região de baixa altitude da faixa costeira da província (0-400 metros acima do nível médio do mar). O panorama paisagístico da região é caracterizado por declives planos e quase planos (MCAA, 2012).

### 3.2. Materiais

A tabela abaixo ilustra, os materiais que foram usados para a colecta dos dados para a realização deste trabalho assim como a finalidade dos mesmos:

**Tabela 1:** Materiais usados para a colecta dos dados para a realização deste trabalho

<b>Materiais e software</b>	<b>Funções</b>
GPS	Para marcação das coordenadas das parcelas
Fita métrica	Medição do CAP
Vara graduada (m)	Medição da altura
Ficha de registo	Para o registo dos dados
Cordas	Para delimitar as parcelas
Computador	Para processamento de dados

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Recolha de dados

Neste estudo foi realizado o levantamento de dados, usando amostragem aleatório estratificada, sendo que a primeira parcela foi estabelecida aleatoriamente e as restantes sistematizadas, separadas a uma distância de 500m uma da outra. Considerou-se idade dos povoamentos como estrato, e trabalhou-se com 4 idades. Em cada idade foram estabelecidas 4 parcelas quadradas de 0,04 ha (20 x 20 m) totalizando cerca de 16 unidades amostrais (parcelas) com auxílio de uma fita métrica. A primeira parcela em cada talhão foi estabelecida a uma distância mínima de 50 m em relação a margem e o limite do talhão, para evitar o efeito de bordadura. Selecionou-

se um canto em cada parcela e georreferenciou-se para facilitar a sua localização, marcando com GPS as coordenadas geográficas (latitude e longitude). Em cada parcela foram colhidos os seguintes parâmetros: diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (H), características qualitativas de forma do tronco (FT), estado sanitário (ES), ramificação e bifurcação (RB), bem como informações das parcelas em termos de actividades silvicultural (limpeza dos talhões, adubação, desbaste, desrame e colheita).

### 3.3.2. Medição dos parâmetros quantitativos (Circunferência a Altura do peito e Altura)

A medição da circunferência a altura do peito, foi efectuada utilizando uma fita metrica com graduação em centímetro (cm). Onde as medições foram efectuadas a 1,30 m do solo. Para árvores com defeitos na altura de 1,30 m, houve a necessidade de se alterar o ponto de medição, e para as árvores bifurcadas abaixo de 1,30m da altura, foram consideradas cada bifurcação como uma árvore individual. Quanto as alturas, foram medidas com auxílio de uma vara graduada em cada árvore da parcela.

### 3.3.3. Medição de Características fitossanitária

O estado fitossanitário foi avaliado através de observações directas obedecendo a classificação apresentada na adaptação de (Germano, 2005) e (Serrote, 2008) sendo estado sanitário (ES), forma de tronco (FT) e ramificação e bifurcação (RB) de cada árvore, foram obtidos a partir da atribuição da pontuação de 1 a 5, representando diferentes classes de qualidade das árvores, para todos os parâmetros conforme a classificação estabelecida, como ilustra a tabela 2.

Tabela 2: Características fitossanitárias

Pontuação	Forma de tronco	Estado sanitário	Ramificação e bifurcação
1	Recto	Sã	Regular
2	Ligeiramente curva	Parcialmente afectada	Ramos forte no último ¼ do tronco
3	Muitas curvas suaves	Metade afectada	Bifurcação forte no último ¼ do tronco
4	Curvo, 1 a 2 curvas acentuadas	Completamente afectada	Bifurcação a partir de ¼ da altura
5	Curvo, 3 ou mais curvas acentuadas	Árvore morta	Bifurcação a partir do início

Fonte: (Ribeiro, 1995) e (Dos Santos, 2004)

### 3.4. Análise de dados

As estimativas foram realizadas para cada parcela nos seguintes parâmetros: número de árvores por hectare (N/ha); a área basal (G/ha); volume (V/ha), assim como o incremento médio anual (IMA) em diâmetro a altura do peito, altura, área basal e volume e os dados foram analisados na planilha eletrônica *Microsoft Office Excel 2010*.

#### 3.4.1. Caracterização do povoamento

A caracterização inicial das parcelas foi feita com base na análise dos seguintes parâmetros: densidade do povoamento, distribuição diamétrica dos indivíduos, volume por hectare (V/ha) e área basal por hectare (G/ha).

O número de árvores por hectare foi expresso a densidade do povoamento em termos de número médio de indivíduos existente em cada unidade de área e foi determinado com base seguinte relação:

$$N/ha = \frac{\sum Ni/ha}{n} \quad \text{Equação ( 1)}$$

Onde: Ni – número de árvores por hectare da parcela i; ni – número de árvores encontradas na parcela i; a – área da parcela (a= 0,04 ha).

#### 3.4.2. Determinação dos principais parâmetros dendrométricos

De forma a conhecer o tamanho e o *Stock* ou a quantidade de madeira do povoamento foram determinados os valores dos seguintes parâmetros dendrométricos: DAP, altura total, área basal e volume, de modo a caracterizar os povoamentos florestais. Para o diâmetro a altura do peito e altura, os valores foram obtidos simplesmente pela média aritmética dos valores observados em cada parcela

Para a determinação do diâmetro a altura do peito (DAP) foi usada a fórmula:

$$DAP = \frac{CAP}{100} / \pi \quad \text{Equação ( 2)}$$

A estimativa da área basal (G) foi dada por:

$$G / ha = \sum \frac{Gi/ha}{n} \quad \text{Equação ( 3)}$$

Onde: G/ha - Área basal por hectare em m<sup>2</sup>/há; a – área da parcela; gi – secção transversal de cada árvore na parcela em m<sup>2</sup>.

O volume individual de cada árvore foi calculado com base no DAP, altura e o factor de forma usado para o cálculo de volume foi de 0.65 que foi proposto por Macôo (2013).

$$vi = \frac{\pi \times DAP \times h}{4} \times ff \quad \text{Equação (4)}$$

Onde: Vi – volume da árvore i em metros cúbicos m<sup>3</sup>; DAP – diâmetro a altura do peito em metros; H- altura total em metros; ff – factor de forma igual a 0,65;

### 3.4.3. Determinação do incremento médio anual (IMA)

O IMA expressa a média do crescimento total a uma determinada idade do povoamento, isto é, a média anual do crescimento em m<sup>3</sup> para qualquer idade. O IMA para DAP, altura, área basal e volume do povoamento foi calculado com base na relação entre o valor médio de cada parâmetro e a idade do povoamento.

$$IMA = \frac{Y_t}{Y_{to}} \quad \text{Equação (5)}$$

Onde: IMA = incremento médio anual; to = idade a partir do tempo zero; Yt = dimensão da variável considerada

### 3.4.4. Índice de densidade

A densidade do povoamento foi determinada através do emprego do Índice de Espaçamento Relativo (S%), para o ano de 3,58 a partir dos dados de altura dominante (Hdom) e espaço médio entre árvores determinado (EM). Os valores de S% para cada idade foram estimados a partir da Equação 6, descrita por (Schneider, *et al.*, 2008).

$$S\% = \frac{EM}{H_{dom}} \times 100 \quad \text{Equação (6)}$$

Em que: S% = Índice de Espaçamento Relativo; EM = espaço médio entre árvores; Hdom = altura dominante.

$$EM = \frac{\sqrt{10000}}{N} \quad \text{Equação (7)}$$

Em que: EM – espaçamento médio entre árvores; N = Número de árvores por hectare.

### 3.4.5. Análise de dados das características qualitativas

Para as características qualitativas fez-se uma análise da distribuição de frequências para cada classe de qualidade em estudo (FT, RB e ES). As frequências foram calculadas com base na seguinte expressão:

$$Fi = \frac{ni}{N} * 100 \quad \text{Equação (8)}$$

Onde: Fi – frequência em cada classe de qualidade em percentagem; ni – número de indivíduos que apresentaram a classe de qualidade i para cada característica na parcela; Ni – número total de indivíduos encontrados na parcela;

Para verificação da distribuição de frequências das características qualitativas que variou entre os povoamentos de diferentes idades, avaliou-se a associação entre as classes de qualidade das árvores dos povoamentos. Foi feito o teste de Chi-quadrado ( $\chi^2$ ) a 95% de nível de confiança, sob a hipótese nula de que a qualidade das árvores não está associada a idade do povoamento. Foi usada a seguinte fórmula para obtenção dos valores de chi- quadrático.

$$\chi^2 = \frac{(V_0 - V_e)}{V_e} \quad \text{Equação ( 9)}$$

Onde:  $\chi^2$  – chi-quadrado calculado;  $V_0$  – frequência observada;  $V_e$  – frequência esperada.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Breve descrição dos povoamentos

As parcelas estudadas foram instaladas nos povoamentos de *Eucalyptus sp* em talhões de: 1,42 anos, (A30 e A32), 2,08 anos (A39 e A 33), 3,42 anos (A27C e A34) e 3,58 anos (A42), sendo estes, estabelecidos com um espaçamento de 3x3m, com exceção do povoamento de 3,42 anos (A42) que tinha um espaçamento de 3x 2,5. Estes povoamentos beneficiam dos seguintes tratamentos: lavoura e gradagem antes do plantio, adubação de fundo, rega nos primeiros dias e capinas, o que favorece um óptimo desenvolvimento dos povoamentos florestais, podendo até acelerar o seu crescimento e conseqüentemente aumentar a produção e produtividade.

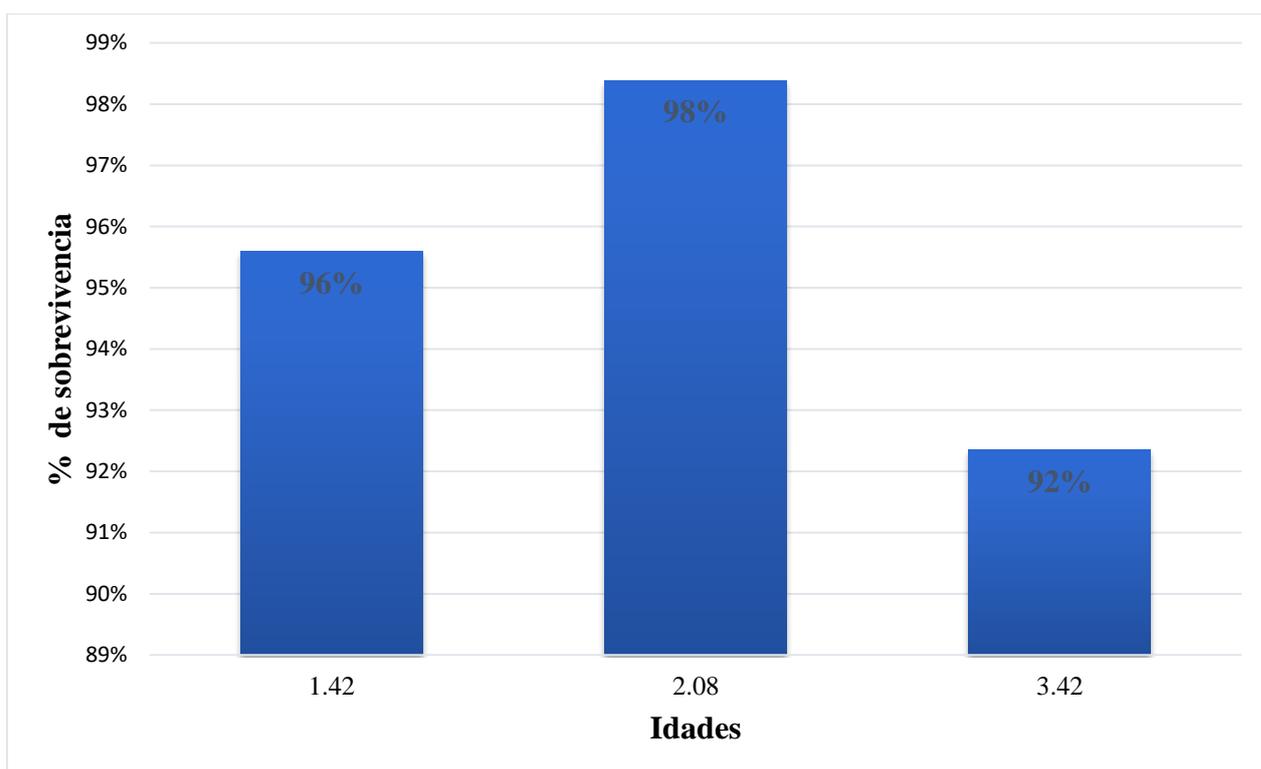
#### 4.1.2. Densidade

A densidade dos povoamentos foi expressa em termos de números de árvores por hectare, que nos indica a quantidade média de indivíduos que podem ser encontrados em uma unidade de área. Portanto, para o presente caso a densidade média inicial (densidade de plantio) foi de 1112 árvores por hectare, para povoamentos com espaçamento de 3x3m e 1333 árvores por hectare para espaçamento de 3x2.5 m.

#### 4.1.3. Taxa de Sobrevivência

A figura 2, indica as taxas de sobrevivência (%) em povoamentos de idades diferentes. Onde pode-se observar que, o povoamento de 2,08 anos teve maior taxa de sobrevivência com cerca de 98%, em comparação com a idade 1,42 com cerca de 96%.

Este comportamento é justificado pelo facto destes povoamentos serem de idades diferentes e por beneficiarem de tratamentos diferentes na implantação e ao longo do seu crescimento, o que resulta numa alta variação dos valores de densidade devido ao menor redução do número de indivíduos por queda e mortalidade à medida que a idade aumenta também a localização dos mesmos talhões está nas proximidades do rio, sendo este, o que proporcionou melhores condições para o desenvolvimento das plantas deste talhão.

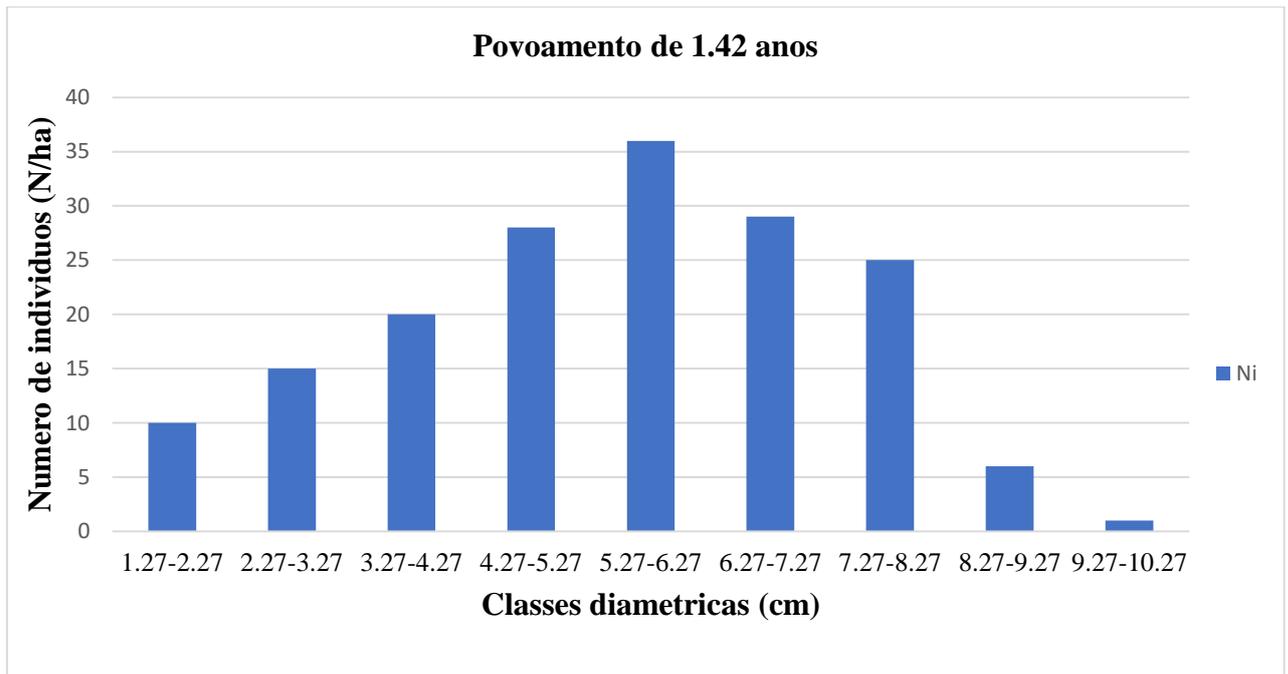


**Figura 2:** Comparação dos níveis de sobrevivência (%) em povoamentos em diferentes idades Sacramento (2019), ao estudar o crescimento dos eucaliptos em diferentes idades teve uma sobrevivência de 97,5% para eucaliptos de 1 ano, e 91% de sobrevivência para 2 anos de idade com espaçamento de 3x3..

No estudo realizado por Germano (2005), sobre o crescimento das plantações de *Eucalyptus sp*, verificou que a variação de nível de sobrevivência não era influenciada pela idade, sendo, para o mesmo autor, povoamentos de *Eucalyptus sp* de 3 e 4 anos a sobrevivência foi de 56% e 76.2% respectivamente. Estes resultados são inferiores aos obtidos nesse estudo e povoamentos de 1.42, 2.08 e 3.42 anos. Para este estudo a sobrevivência nessas idades foi satisfatória em relação a idade estudadas pelo autor.

#### 4.2. Distribuição diamétrica em Ni/ha

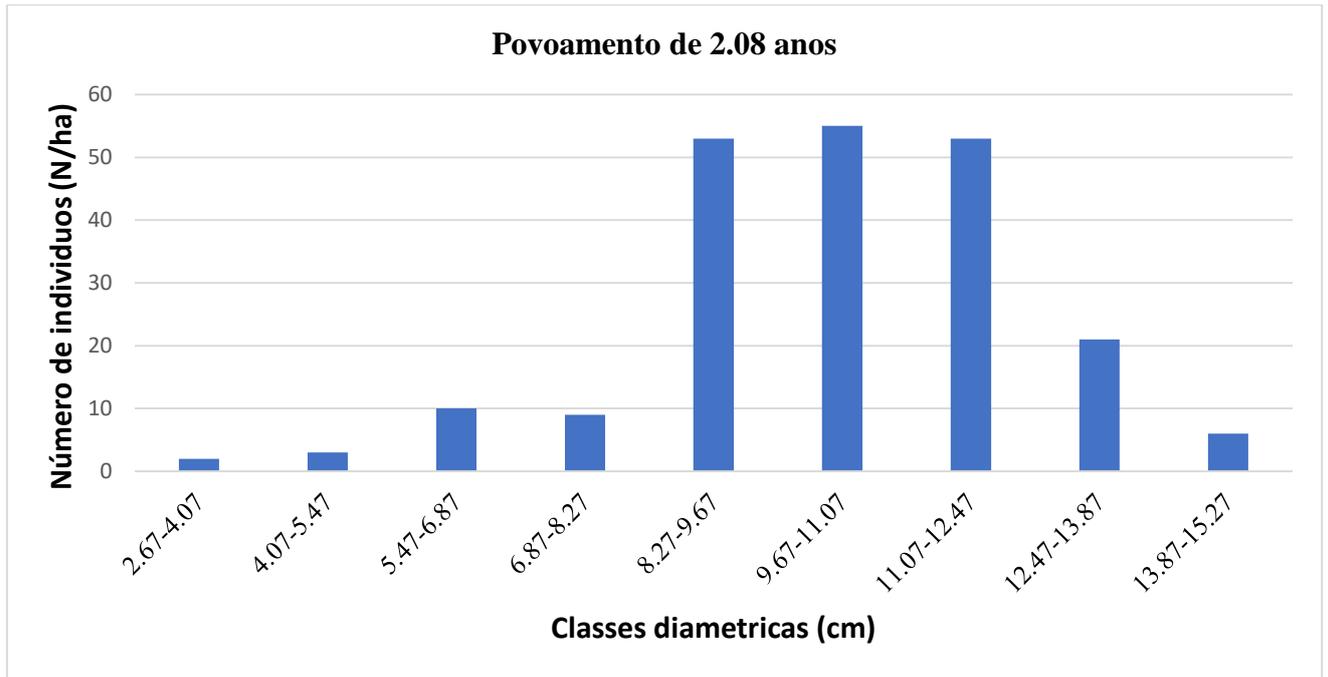
A figura 3, mostra a distribuição diamétrica para povoamento de *eucalyptus spp*. A distribuição diamétrica foi avaliada considerando um intervalo de classe de 1 centímetros e 9 classes para o ano de 1,42.



**Figura 3:** Distribuição diamétrica para povoamento de 1,42 *Eucalyptus spp*

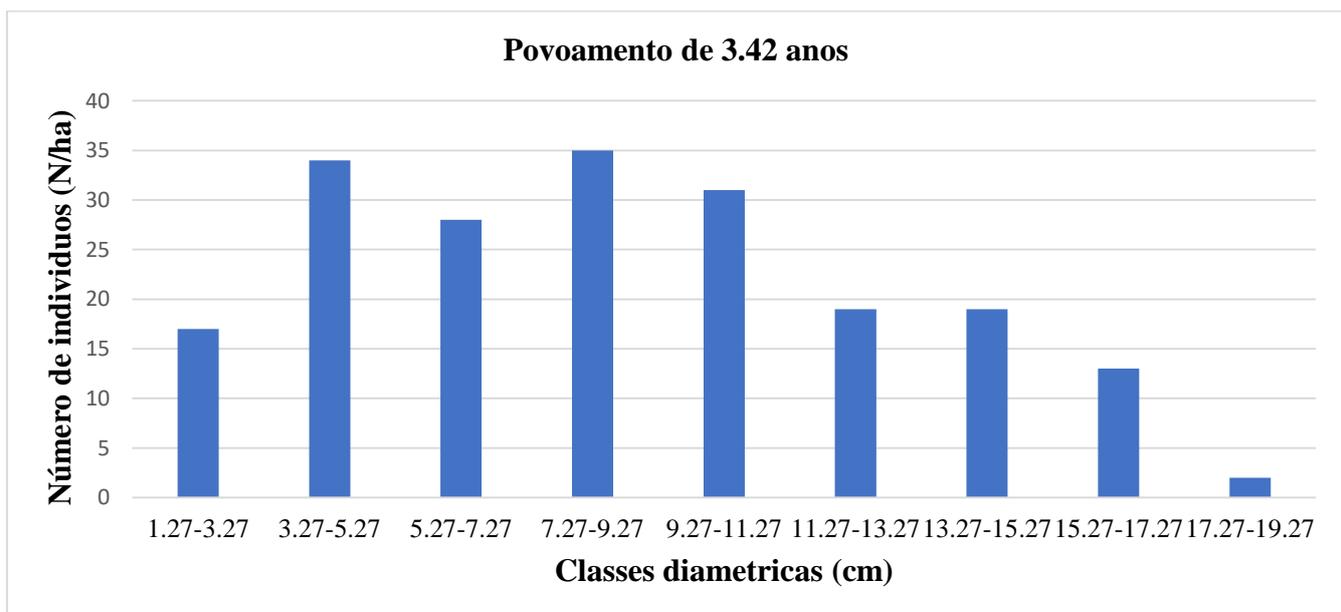
Fazendo uma análise detalhada do gráfico, observa-se que para o povoamento 1,42 anos apresenta diâmetros maiores e maior número de indivíduos na classe diamétrica de 5,27 a 6,27 com cerca de 36 indivíduos por hectares, porem, apresenta menor número de indivíduos na classe diamétrica de 9,27 a 10,27 com apenas 1 individuo. Para esta idade foi registada uma distribuição normal de número de indivíduos por classe diamétrica. Estes resultados indicam que as actividades desenvolvidas como lavoura e gradagem antes do plantio, adubação de fundo, rega nos primeiros dias e capinas, favorece um óptimo desenvolvimento dos povoamentos florestais. Segundo (Machado, *et al.*, 2006), distribuição de números de indivíduos de uma plantação florestal tende a se aproximar a uma distribuição normal na idade jovem.

A distribuição diamétrica do povoamento de 2.08 anos esta ilustrado pelo gráfico representado pela Figura 4, sendo para sua produção usou-se um intervalo de classe de 1,4 e 9 classes diamétricas. De acordo com a mesma, verificou-se que ouve maior número de indivíduos nas classes diamétrica de 8,27 - 9,67; 9,67- 11,07 e 11,07- 12,47 com 53, 55 e 53 respectivamente, atingindo o seu pico na classe de 9,67-11,07 e também verificou se menor número de indivíduos na classe de 2,67-4,07 com 2 indivíduos. Podendo este ser considerado como uma distribuição normal.



**Figura 4:** Distribuição diamétrica dos povoamentos de 2,08 anos de idade

Para a produção da figura 5, foi usado um intervalo de classe de 2,27 com 9 classes diamétrica. Verificou se que maior número de indivíduos para a classe diamétrica de 7.27-9.27 com 35 indivíduos. Contudo, observou-se menor número de indivíduos na classe de 17.27- 19.27 com 2 indivíduos.



**Figura 5:** Distribuição diamétrica do povoamento de 3,42 anos de idade

Todavia, os povoamentos em estudo em todas as idades apresentaram maior número de indivíduos nas classes médias de diâmetro, o que irá proporcionar maior número de indivíduos para exploração com o diâmetro médio.

#### 4.3. Principais parâmetros dendrométricos em diferentes idades de *Eucalyptus spp*

Os principais parâmetros dendrométricos considerados no presente estudo foram os seguintes: diâmetro, a altura do peito (DAP), altura total, área basal e volume, pois melhor caracterizam os povoamentos florestais. Na tabela 4 estão apresentados os resultados do Diâmetro médio (DAP), Área basal (Gi/ha) e Volume médio do povoamento de *Eucalyptus spp* em diferentes idades.

**Tabela 3:** Valores médios de N/ha, Diâmetro médio (DAP), Área basal (G/ha) e Volume médio do povoamento em diferentes idades de *Eucalyptus spp*

Idades (anos)	HT (m)	DAP (cm)	G/ha (m <sup>2</sup> )	Vi (m <sup>3</sup> )
1,42	5,74	5,44	2,75	11,07
2,08	8,40	10,26	11,39	64,66
3,42	9,18	8,63	8,96	62,65

De acordo com a tabela 3, pode-se verificar que a altura das árvores aumenta com o aumento da idade ou por outra é proporcional as idades dos povoamentos. Para o caso do diâmetro, área basal e volume, verifica-se que aumentou da idade 1.42 a 2.08 anos e diminuiu da idade 2.08 a 3.42 anos, porem, a idade de 3,42 teve a redução de DAP o que influenciou para área basal e volume. A redução do DAP verificada na idade de 3,42 deve ter sido influenciada pelo ataque por térmites que influenciou no desenvolvimento das árvores daquele povoamento.

Silva (2017) ao estudar o crescimento médio de Eucaliptos de 1,5 anos de idade para o espaçamento 3x 3, teve um crescimento em diâmetro de 5,7cm e 4,7m de altura. Estes resultados são inferiores com os obtidos nesse estudo, sendo que na idade de 1.42 anos a plantação apresentou menor diâmetro e maior altura em relação ao estudo do autor.

Abílio (2013), obteve tendência de valores maiores de 9,3 para diâmetro médio e 10,6 m de altura media aos 3 anos de idade com espaçamento de 3 x 2,5 de *Eucalyptus spp* e para a idade dos 4 anos teve 13,18cm para DAP médio e 20,4 para altura média.

Para o volume obteve se um crescimento médio de 11,07; 66,66 para idades de 1,42 e 2,08 tendo observado maior crescimento para o povoamento com idade 2,08 em relação ao de 1,42, isso é justificado por esta idade ter maior crescimento em DAP e área basal. Todavia, verifica-se que o volume assim como diâmetro e área basal, aumenta de 1.42 para 2.08 e decresce de 2.08 para 3.42. Este comportamento é decorrente da variação do crescimento do diâmetro e altura, essa mesma tendência foi constatada pela influência do diâmetro e área basal o que significa que, quanto maior for o espaçamento maior é o crescimento em diâmetro por isso, os povoamentos de *Eucalyptus spp* para as idades de 1,42 e 2,08 tem uma boa adaptabilidade às condições do solo daquele local.

#### 4.4. Incremento médio anual de *Eucalyptus spp*

Na tabela 4 estão apresentados os valores de IMA em DAP, altura, área basal e volume por hectare dos povoamentos de *Eucalyptus spp* em diferentes idades com as respectivas medidas de precisão.

**Tabela 4:** Incremento médio anual (IMA) do DAP, da altura, da área basal (G/ha), e do volume de eucaliptos de diferentes idades e as respectivas medidas de precisão

	1.42 Anos				2.08 Anos				3.42 Anos			
	IMA (DAP)	IMA (H)	IMA (Gi)	IMA (Vi)	IMA (DAP)	IMA (H)	IMA (Gi)	IMA (Vi)	IMA (DAP)	IMA (H)	IMA (Gi)	IMA (Vi)
Media	3.834	4.040	1.934	8.39	4.924	4.03	5.47	33.4	2.522	2.685	2.618	19.73
Desv	0.116	0.194	0.360	8	0.181	0.58	0.52	7.53	0.555	0.486	1.262	11.518
Var	0.013	0.038	0.130	6	0.033	0.33	0.27	56.7	0.308	0.236	1.592	132.67
Cv%	3.0	4.8	18.6	7	3.7	14.4	9.5	22.	22.0	18.1	48.2	58.4
Var med	0.004	0.009	0.067	0	0.007	0.08	0.05	1.69	0.122	0.088	0.608	6.726
Ep	0.059	0.097	0.259	0	0.082	0.28	0.22	1.30	0.349	0.297	0.780	2.593
Ea	0.188	0.307	0.824	7	0.260	0.91	0.71	4.14	1.112	0.944	2.481	8.252
Er%	4.91	7.60	42.59	2	5.28	22.7	12.9	12.4	44.07	35.14	94.75	41.83
ICLI	3.646	3.733	1.110	4	4.664	3.11	4.75	29.2	1.411	1.741	0.137	11.47
				6		3	9	9				

ICLS	4.022	4.347	2.758	10.1	5.184	4.95	6.18	37.5	3.634	3.628	5.100	27.98
				4		0	0	8				

Quanto aos resultados dos valores do volume médio por hectare dentro do povoamento amostrado, observou se maiores volumes nas idades com maior altura média e área basal. Na idade de 1,42 observou se um coeficiente de variação de 3;4.8;18,6;18,9 para incremento médio de DAP, Altura, Área basal e volume. o incremento médio para idade de 2,08 verificou se 3,7; 14,4; 19,5; 22,5 DAP, Altura, Área basal e volume.

A variabilidade dos dados em torno da média foi classificada considerando os valores de coeficiente de variação (CV). A variabilidade do incremento médio em DAP, altura (H), área basal e volume para a idade 1,42 e 2,08 e 3,42 para DAP e altura são baixas. Para o incremento médio de área basal e volume para a idade de 3,42anos os valores de coeficientes de variação foram altos, de 48,2 e 58,2. De acordo com (Barros, 2018) em seu estudo verificou que o incremento médio anual de altura que variou de 3,4 e 7,9 m nas idades de 1 e 5 anos de idade para o espaçamento de 3\*3, tendo considerado que, o desempenho de eucalipto aumentou a sua velocidade de crescimento dessa variável. Estes resultados são quase semelhantes para a idade de 1,42 anos, visto que em 1 ano o autor teve um crescimento de 3.4 m.

O CV deve ser utilizado como parâmetro para validar os valores médios encontrados, uma vez que, segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002), citado por (LIMA *et al.*, 2017), coeficiente de variação maior que 30% revelam que a média tem pouco significado e valores maiores que 60% reflectem série de dados muito heterogénea anulando a confiabilidade da média. Contudo, se for menor que 30%, os dados são homogéneos e a média tem significado, podendo ser utilizada como representativa para os dados obtidos. Portanto, de acordo com os resultados do autor, pode se afirma que o coeficiente de variação das idades de 1,42 e 2,08 apresentaram dados homogéneos e suas médias tem significado.

De acordo com os resultados obtidos com (Lisboa, 2008), o incremento médio anual de eucalipto de 10 anos para DAP foi de 1,72cm/ano, 1,76 m/ano de altura, 51,70m<sup>3</sup>/há/ano de

volume. Olhando para os resultados do presente mostram que para o IMA para DAP e altura obteve valores maiores em relação ao estudo do autor.

#### 4.5. Índice de densidade de espaçamento

Na tabela 5 estão ilustradas o número de árvores por hectare (N/ha), espaço médio entre árvores (EM), altura dominante (Hdom), e índice de densidade relativo para as parcelas de 1 a 4 para a idade de 3,58 anos com espaçamento de 3x3 antes do desbaste.

**Tabela 5:** Índice de densidade de espaçamento

PARCELA	Ni/há	EM	Hdom	S %
1	725	3,71	19	20
2	625	4,00	19	21
3	1050	3,09	19	16
4	400	5,00	19	26
<b>Media</b>	700	3,95	19,08	20,68
<b>DESV P</b>	270,03	0,80	0,13	4,05
<b>CV</b>	39%	20%	1%	20%

Na tabela acima, estão ilustrados resultados de índice de densidade de espaçamento onde teve, uma média de 700 Ni/ha, 3,95 de espaçamento médio, 19 m de altura dominante, e 20% de índice de densidade.

Para o número de indivíduos por hectare (Ni/há) teve 725, 625, 1050, 400 árvores para parcela 1, 2, 3 e 4 respectivamente, contudo, registou se menor número de árvores por hectare na parcela 4 com cerca de 400 árvores. Esta redução do numero de árvores verificou se por conta de muitas estarem afectadas após o ciclone IDAE registado na plantação Quanto a altura dominante, observou de 19m de altura média para as parcelas de 1, 2, 3 e 4 também, calculou se o índice de densidade de espaçamento onde teve o resultado de, 20%, 21%, 16% e 26% para as parcelas 1, 2, 3 e 4 respectivamente.

Lamprecht, (1990) considerou que os resultados de índice de espaçamento relativo compreendidos entre 20% e 30% apresentam os melhores resultados práticos e indica que a competição não está afectando o crescimento das árvores.

Vendruscolo (2017), ao estudar o índice de densidade de espaçamento de diferentes idades teve aos 2 e 3 anos 30,6 e 23,9 % de densidade, 8,1 e 10,4 de altura dominante e 1639 e 1612 para o número indivíduos por hectare. Segundo os resultados dos autores pode se assumir que os resultados obtidos no presente estudo mostram que o índice de espaçamento relativo não está acima de 30%.

#### 4.6. Características qualitativas

Foram estabelecidas 5 classes de qualidade das árvores para cada característica em avaliação (QF, ES e RB). Na tabela 6 estão apresentadas as frequências, em percentagem, dos indivíduos em cada classe de qualidade para cada característica.

**Tabela 6:** Distribuição percentual das árvores em diferentes classes de qualidades para cada característica qualitativa estudada

Característica	Classes	<i>Eucalyptus sp</i>
Qualidade de fuste (QF)	Recto	87.58%
	Ligeiramente curvo	10.97%
	Muitas curvas suaves	1.45%
Estado Sanitário (ES)	Sã	90.36%
	Parcialmente afectada	7.19%
	Metade afectada	2.45%
Ramificação e Bifurcação (BF)	Regular	83.83%
	Ramos fortes no último 1/4 do tronco	11.30%
	Bifurcação no último 1/4 do troco	4.24%
	Bifurcação a partir 1/4 da altura	0.63%

Quanto a qualidade de fuste, nos povoamentos de *Eucalyptus spp*, em média: cerca de 98.55% das árvores tem um fuste de boa qualidade, entre elas, 87.58% apresentam um fuste recto, 10.97% são árvores com fuste ligeiramente curvo e cerca de 1.45% com muitas curvas suaves.

Em relação ao Estado sanitário verifica-se que em média cerca de 97.55% das árvores apresentam uma boa sanidade, das quais cerca 90.36% das árvores são sãs, 7.19% são parcialmente afectada, sendo que apenas 2.45% das árvores são metade afectada.

No que concerne a ramificação e bifurcação das árvores, onde cerca de 83.83% das árvores não são bifurcadas e nem ramificadas, 11.30% das árvores com ramos fortes no último ¼ do tronco.

De acordo com Massingue (2013), em seu estudo que avaliou o crescimento dos povoamentos de *Eucalyptus spp* em Bandula, IFLOMA verificou que em média as árvores apresentaram valores de forma de tronco, estado sanitário e a ramificação e bifurcação próximo de 1, o que significa que os indivíduos apresentam um tronco recto, bom estado sanitário e com uma ramificação regular. Estes resultados se assemelham com os obtidos neste estudo, sendo que para todas as características estudadas mostram uma boa qualidade de fuste, bom estado sanitário e também com uma ramificação regular.

Não obstante, no estudo realizado por Macôo (2013), de caracterizar o crescimento inicial e Rendimento de *P. elliotii* e *P. caribaea* verificou que em média cerca de 98.5% das árvores apresentavam uma boa qualidade de fuste, verificou também que as árvores não estavam bifurcadas e não eram ramificadas, estes resultados também são similares com os desta pesquisa.

A Tabela 7, mostra os resultados do teste Chi-quadrado ( $X^2$ ) a 95 % de nível de confiança e *Eucalytus spp*.

**Tabela 7:** Valores de Chi quadrado ( $X^2$ ) Calculado e crítico das características qualitativas, a nível de significância de 5%.

Características qualitativas	$X^2$ calculado	$X^2$ critico	P-value
Qualidade de fuste	10.370	7.815	0.016
Estado Sanitário	12.660	7.815	0.005
Ramificação e Bifurcação	20.846	7.815	0.00011

Se o valor de  $X^2$  calculado >  $X^2$  critico, indicando diferenças estatisticamente significativas na distribuição de frequências. Para  $\alpha = 0,05$ , temos que  $p = 0,0001, < \alpha$  há diferenças significativas

Os dados da Tabela 7 mostram que, quanto a forma de tronco das árvores o *Eucalyptus spp* mostrou diferenças significativas na distribuição de frequências dos povoamentos. Estes resultados revelam-nos que para *Eucalyptus* a forma de tronco das árvores está associada a idade do povoamento, ou seja, varia entre povoamentos de idades diferentes.

Para as características qualitativas de qualidade de fuste, estado sanitário, ramificação e bifurcação (ES e RB) mostraram diferenças significativas, na forma de distribuição de frequências por classes de qualidade das árvores entre povoamentos de idades diferentes. Para

a forma de tronco e ramificação das árvores, afirmar-se que o povoamento de *Eucalyptus spp* apresentou indivíduos de qualidade desejável, pois apresentaram tronco recto e livre de ramos, sendo adequado para produção de papel e celulose.

## 5. CONCLUSÃO

A densidade do povoamento de eucalipto para o presente estudo apresentou uma densidade média inicial (densidade de plantio) de 1112 árvores por hectare, para povoamentos com espaçamento de 3x3m com 1,42 e 2,08 ano de idade e 1333 árvores por hectare para espaçamento de 3x2.5 m para o 3, 42 ano de idade, tendo como densidade actual de 1063,1094 e 1231, para 1,42; 2,08e 3,42 anos de idade respectivamente. A taxa de sobrevivência dos povoamentos variou de idade para outro, sendo que a maior taxa foi no povoamento com 2.08 anos de idade com uma taxa de 98%, seguido de 1.42anos com 96% e por último 3.42anos com 92%.

A distribuição diamétrica de ambas espécies foi do tipo normal, o que é típico de plantações florestais.

O DAP foi de 5.44; 10.26 e 8.63cm; a altura de 5.74; 8.40 e 9.18 m; a área basal de 2.75; 11.39 e 8.96 m<sup>2</sup> e o volume de 11.07; 64,66 e 62,65 m<sup>3</sup>, para os povoamentos de 1.42, 2.08 e 3.42 anos de idade respectivamente.

O incremento médio anual para a variável DAP foi de 3.83; 4.92 e 2.52 cm/ano; a altura de 4.04; 4.03 e 2.69 m/ano; a área basal de 1.93; 5.47 e 2.61 m<sup>2</sup>/ano; e o volume de 8.40; 33.43 e 19.73 m<sup>3</sup>/ano, para as idades 1.42; 2.08 e 3.42 anos.

Para os parâmetros dendrométricos, o povoamento de eucaliptos quanto a análise da evolução da variável diâmetro médio e altura, permitiu constatar uma redução do crescimento para os povoamentos de idade de 3,42 verificando-se de modo geral, baixa taxa de incremento médio anual, por conta do espaçamento. Quanto as características qualitativas à forma de tronco (FT) ambas idades apresentaram boa qualidade de fuste. Quanto ao estado sanitário (ES), ambas idades se mostraram sadias, uma ramificação regular das árvores.

## 6. RECOMENDAÇÕES

- ✓ Recomenda-se a empresa, a intensificar as medidas de combate a térmitas antes de alcançar proporções alarmantes e devem ser efectuada a limpeza de aceiros para reduzir o risco de incêndios,
- ✓ Colocar placas em cada talhão para facilitar a localização onde deve conter a espécie, data de plantio, densidade, o número de talhão e bloco;
- ✓ Recomenda-se que se faça novos estudos usando parcelas permanentes de forma a avaliar as mudanças que irão ocorrer no povoamento.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abílio, F. M., 2013. Crescimento de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em diferentes idades de espaçamento. Brasil.
- Agnelo, F., Camila, S., Jacinto M e Tereza, A., 2020. Manual para a Instalação e Monitoria de Parcelas de Amostragem permanente. Maputo.
- Assis, R.L.d, Ferreira, M.M e Filho, C., 2006. Estado Nutricional de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrados de Minas Gerais. Goiânia: Pesquisa Agro-pecuária Tropical.
- Barros, W. S., 2018. Crescimento em diâmetro e altura em plantios clonais de eucaliptos sob dois espaçamentos. Brasil.
- Bila, J.M., Sanquetta, C.R., e Machado, S.A., 2010. Classificação de Sítios com base em Factores Edáficos para *Pinus Caribaea* Var. *Ondurensis* na região de prata, minas gerais. Curitiba - Brasil.
- Bôas, O. V., Max, J. C. M., e Melo, A. C. G., 2009. Crescimento comparativo de espécies de *Eucalyptus* e *Corymbia* no município de Marília. São Paulo.
- Chasst, T., 2011. Modelos de crescimento em diâmetro de árvores individuais de *Araucária angustifolia* (Bertol) kuntze em florestas ombrofilas mista.
- Cunha, U.S., 2004. Dendrometria e Inventario Florestal. Escola Técnica Federal de Manaus.
- Dos Santos, s. (2004). Avaliação de crescimento dos clones de *Eucalyptus* na área experimental do projecto Moda Florestal em Zitundo.
- Encinas, J. I., Silva, G. F., e Pinto, J. R. R., 2005. Idade e crescimento das árvores. Brasília.
- FAO. 2015. Global Forest Resources Assessment.
- Ferreira, C.A., 2003. Cultivo do eucalipto: Manejo de plantação para desdobro. In: Embrapa.
- Ferreira, D. H.A.A, L., Paulo, S.S., e Silva, R. L., 2017. Crescimento e Produção de Eucalipto na Região do Médio Paraíba do Sul, RJ.

Filho, A D. M., Bravo, C. V., Roque, R. A. M., ANDRADE, W. F., 2003. Utilização de métodos estatísticos em inventário florestal. Piracicaba.

Finger, C. A. G., 2003. Crescimento e produção de povoamentos monoclonais de *Eucalyptus grandis smith* manejados com desbaste, na região sudeste do estado do rio grande. Santa Maria.

Germano, R.C.A., 2005. Crescimento de *Eucalyptus cloeziana* aos 3 anos e 4 anos de Idade na Plantação de Inhamacari. Maputo. Tese de Licenciatura - DEF-UEM.

Guedes, B. S., Siteo, A.A., e Olsson., B.A., 2018. Net primary production in plantations of *Pinus taeda* and *Eucalyptus cloeziana* compared with a mountain miombo woodland in Mozambique.

Inoue, M. T., Filho, A. F e Lima, R., 2011. Influência do espaçamento vital na altura e diâmetro de pinustaeda L

Lamprecht, H., 1990. Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas.

Lima, A. J. N., 2010. Avaliação de um sistema de inventário florestal comunitário em áreas manejadas e não manejadas do estado do Amazonas. Manaus: Universidade Federal do Amazonas. UFAM.

Lima, E.d.S. et al., 2017. Variabilidade espacial das propriedades dendrométricas do eucalipto e atributos químicos de um Neossolo Quartzarênico. *Revista de Agricultura Neotropical*

Lisboa, P., 2008. Comportamento de Brotação de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell na Floresta de Inhamacarri, Província de Manica. Maputo.

Macôo, S.J., 2013. Estabelecimento e caracterização inicial de parcelas permanentes para estudos de crescimento e rendimento de *Pinus elliottii* Engelm. e *Pinus caribaea* Morelet. na IFLOMA - MANICA. Maputo.

MADR., 2020. Manual para a Instalação e Monitoria de Parcelas de Permanentes. Maputo.

- Mantovani, A., Reis, A., Anjos, A., Siminski, A., Fantini, A C., 2005. Amostragem, caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense e manejo do palmitreiro (*euterpe edulis*) em regime de rendimento sustentável. Florianópolis.
- Marzoli, A., 2007. Inventario florestal nacional. Avaliacao integrada das florestas de Mocambique. Direcao Nacional de Terras e Florestas, AIFM. Maputo.
- Massingue, E. M., 2013. Estabelecimento de parcelas permanentes e Avaliação do Crescimento do Povoamento de *Eucalyptus spp* n Unidade de Bandula, IFLOMA-MANICA. Maputo.
- MCAA., 2012. Perfil ambiental e mapeamento do uso actual da terra nos distritos da zona costeira de Moçambique.
- MINAG., 2006. Estratégia nacional de Reflorestamento: Por um Desenvolvimento de Plantações Florestais Sustentáveis. Maputo - Moçambique.
- MINAG., 2009. *Estratégia para o reflorestamento*.
- MITADER., 2018, Inventário Florestal Nacional .Maputo.
- Motta., D. W., e Dinis., E. N. s.d. Rentabilidade das plantações de eucaliptos.
- Neto, A.J., 2008. Seleção de parcelas permanentes em povoamentos de *Eucalyptus sp*. Rio de Janeiro: Instituto de Ciências Florestais.
- Nisgoski, S., 2005. Electroscópio no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papal para *Pinus taeda* L.
- Nube, T.G., 2013. Impactos socioeconômicos das plantações florestais em Moçambique: um estudo de caso na Província do Niassa. Curitiba.
- Pacheco, J. A., 2009. Estratégia para sustentabilidade da flora Bravia nas comunidades do distrito de Muanza, província de Sofala - Moçambique. Fortaleza.
- Pocinho, M., 2009. Teoria e exercícios passo-a-passo, Amostra e tipos de amostragens.
- Queiroz, Waldenei Travassos. 2012. Amostragem em Inventário Florestal. BELÉM.

- Retslaff, F. 2010 Modelagem do crescimento e produção em classes de diâmetro para plantio de *Eucalyptus grandis*.
- Ribeiro, N. (1995). Seleção de árvores superiores de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn na área de produção de semente em ricatla.
- Sacramento, L. S., 2019. Análise de sobrevivência e desenvolvimento do *Eucalyptus* na região da Mata Pernambucana. Universidade Federal do Parana
- Sales, A., 2016. Avaliação do crescimento diamétrico do eucalipto em diferentes idades e sistemas. Brasil.
- Santos, M. L., Pinheiro, R. R e Santos, C R C. 2018. Crescimento em diâmetro e altura dominante em plantios clonais de *Tectona grandis* lin n F. sob dois espaçamentos.
- Schneider, P. R., 2008. Introdução ao manejo florestal. Santa Maria: FACOS-UFSM.
- Scolforo, J. R e Mello, J.M. 2006. Inventário florestal. Universidade Federal de Larva.
- Scolforo, J. R. S., 1998. Modelos para expressar o crescimento e a produção florestal. Lavras: ESAL/FAPE.
- Shand, E., 1988. Relatório da consultoria sore a comercialização Externa de produtos florestais.
- Silva, R. L., 2017. Crescimento e produção de eucalipto na região do médio Paraíba do sul, RJ. Brasil.
- Siqueira, J. 2009. Apostila do curso Técnicas de Maneio florestal. Curitiba Brasil.
- Soares, M. I., Pires, I. E e Oliveira, M. C. 2002. Divergência genética em progenies de uma população de *Eucalyptus Camaldulensis Dehnh*.
- Sousa, C.S.C. 2017. Inventário florestal contínuo na floresta estadual do amapá: dinâmica de espécies arbóreas e dimensão da unidade amostral. Pernambuco-Brasil: RECI.
- Vendruscolo, D. G. S. 2017. Índice de espaçamento relativo para povoamentos de *Tectona grandis* L. f. em Mato Grosso. Brasil.

Viana, J. J. 2016. Modelagem do crescimento e da produção em classes diamétricas para plantios de *Pinus Taeda*. Não desbastados. IRATI-PR.