



**INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA**

**DIVISÃO DA AGRICULTURA**

**CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**Projecto Final**

**Avaliação da Eficiência do Método de Amostragem de Bitterlich em  
plantação de *Eucalyptus sp.*-IFLOMA**

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

**Autora:** Nélia Helena Raúl Muendane

**Tutor:** Eng<sup>o</sup>. Severino José Macôo

**Co- Tutor:** Eng<sup>o</sup>. Emídio José Matusse (MSc)

Lionde, Maio de 2022



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

Projecto de Licenciatura sobre o tema “**Avaliação da Eficiência do Método de Amostragem de Bitterlich em plantação de *Eucalyptus sp.*-IFLOMA (MANICA)**” apresentada ao curso de Engenharia Florestal na Divisão da Agricultura do Instituto Superior Politécnico de Gaza, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia Florestal.

Co- Tutor..... *Emídio José Matusse*

(Eng.º Emídio Matusse (MSc))

Avaliador 1..... *Pedro Venâncio Wate*

(Eng.º Pedro Venâncio Wate (MSc))

Avaliador 2..... *Agualdo Viriato Ubisse*

(Eng.º Agualdo Viriato Ubisse (MSc))

Lionde, Maio de 2022

## Índice

I. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Contextualização.....	1
1.2. Problema e Justificativa .....	3
1.3. Objectivos .....	4
1.3.1. Geral .....	4
1.3.2. Específicos.....	4
1.4. Hipóteses do estudo .....	4
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Plantações florestais em Moçambique.....	6
2.2. Descrição do género <i>Eucalipto</i> .....	7
2.3. Método de amostragem.....	8
2.3.1. Método de área fixa .....	9
2.3.2. Vantagens do Método de Área Fixa .....	9
2.3.3. Desvantagens do Método de Área Fixa.....	10
2.4. Método de Bitterlich .....	10
2.4.1. Determinação do fator de área basal (K).....	12
2.4.2. Uso da Barra de Bitterlich .....	13
2.4.3. Calibração da varra de Bitterlich.....	14
III. METODOLOGIA.....	15
3.1. Descrição da área de estudo.....	15
3.1.1. Localização geográfica.....	15
3.1.2. Clima e hidrografia.....	16
3.1.3. Geologia .....	16
3.1.4. Fauna e flora.....	16
3.1.5. Histórico da Indústria Florestal de Manica.....	16
3.2. Materiais .....	17
3.3. Levantamento dos dados.....	17
3.3.1. Delineamento experimental.....	17
3.3.2. Método de Bitterlich.....	18
3.3.3. Método de área fixa com parcelas quadrangulares.....	20
3.3.4. Processamento dos dados .....	21
3.3.5. Precisão.....	21
3.3.6. Eficiência relativa do método .....	22

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1. Análise descritiva da estimativa de DAP e altura total usando os métodos de amostragem de área fixa e Bitterlich. ....	23
4.2. Análise da estimativa de número de árvores, área basal e volume, aplicando os métodos de amostragem de área fixa e Bitterlich. ....	26
4.3. Análise de variância dos estimadores populacionais (Ni/ha, G/ha, Vt/ha, respectivamente) para os FABs utilizados .....	28
4.4. Eficiência relativa .....	29
V. CONCLUSÕES .....	31
VI. RECOMENDAÇÕES .....	32
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	33
VIII. Anexos .....	35

## Índice de Figuras

Figura 1. Determinação do fator de área basal (K).....	12
Figura 2: Representação do princípio de Bitterlich para a qualificação de n árvores com dap's diferentes. ....	13
Figura 3. Barra de Bitterlich.....	14
Figura 4. Mapa de localização da Área de estudo .....	15
Figura 5: Gráfico de dispersão do DAP.....	24
Figura 6: Gráfico de dispersão da altura total.....	25

## Índice de tabelas

Tabela 1. Área ocupada pelas empresas florestais em Moçambique .....	7
Tabela 2. Parâmetros e respectivos estimadores .....	11
Tabela 3. Calibração da varra de Bitterlich .....	14
Tabela 4: Materiais usados .....	17
Tabela 5: Layout do experimento.....	18
Tabela 6: Estimativas do diâmetro e altura total .....	23
Tabela 7: Análise da estimativa de número de árvores, área basal e volume, quando aplicados os métodos de amostragem de área fixa e Bitterlich. ....	26
Tabela 8:Tabela de resultados de ANOVA .....	28
Tabela 9: Teste de comparação de médias .....	29
Tabela 10: Eficiência relativa dos dois métodos de amostragem.....	30

## Lista de abreviaturas

DAP	Diâmetro a altura do peito
m <sup>2</sup>	metro ao quadrado
m <sup>2</sup> /ha	metro ao quadrado por hectare
cm	Centímetros
m	Metros
%	por cento
m <sup>3</sup> /ha	metro cubico por hectare
ha	hectare
DNTF	Direcção Nacional de Terras e Florestas
ISPG	Instituto Superior Politécnico de Gaza
FAB	Factor de área basal em m <sup>2</sup> /ha
F1	Factor de área basal igual a 1
F4	Factor de área basal igual a 4
IFLOMA	Industrias Florestais de Manica
GL	Graus de liberdade
SQ	Soma dos quadrados
QM	Quadrado médio
Fcal	f calculado
ftab	f tabelado (95%)
FV	Fonte de variação



INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO DE GAZA

### DECLARAÇÃO

Declaro por minha honra que esta Monografia Científica é resultado da minha investigação pessoal e das orientações dos meus tutores, 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, Maio de 2022.

*Nélia Helena Raúl Muendane*

(Nélia Helena Raúl Muendane)

## **Dedicatória**

*Meus Pais (Raúl Júnior Muendane e Serafina Uache)*

*Minhas irmãs (Oima e Maura Muendane)*

*Edgar Micas Manhique (em memória)*

*Dedico*



## **Agradecimentos**

A Deus, pelo dom da vida e por guiar meus passos todos os dias, por seu amor e pela força que ele me deu a fim de realizar este trabalho.

A minha mãe por nunca deixar de acreditar em mim.

Ao meu pai e irmãs pela total dedicação e pelo suporte nestes anos todos.

Aos meus tutores Engenheiro Severino José Macôo e Engenheiro Emídio José Matusse (MSc), que me acompanharam deste o início até ao fim trabalho.

Agradeço a Divisão de Agricultura em especial ao Curso de Engenharia Florestal ao Engenheiro Pedro Venâncio Wate (MSc), Engenheiro Edson Massingue (MSc), dr. Sérgio Alfredo Bila, Engenheira Juvência Yolanda Malate (MSc), dr. Arão Finiasse Malate (MSc), Professor Mario Sebastião Tuzine (PhD), ao Professor Luis Comissario Mandlate (PhD), pelos ensinamentos por eles transmitidos ao longo dos quatro anos.

Ao Instituto Superior Politécnico de Gaza (ISPG) pela oportunidade de realizar o curso.

Ao meu colega e amigo Engenheiro Edson Machava pela amizade e pelos momentos difíceis que esteve sempre ao meu lado, não me deixando abater pelas situações ruins que a vida nos mostrou durante esta trajetória.

Aos meus colegas do Curso de Engenharia Florestal em especial ao Eng. João Chibue Domingos, Eng.<sup>a</sup>Iolanda Greedes Marcolino, Eng. Timóteo Luís Simone e Eng. Silva Rassul Morreira pelo apoio, sugestões e ideias que foram de grande ajuda na realização e melhoramento deste trabalho.

As minhas amigas Ana Chingueleze, Nelma de Oliveira e Albertina Orlando por me incentivarem a nunca desistir dos meus sonhos, mesmo distantes nunca deixaram de me apoiar.

Aos funcionários da empresa IFLOMA que me ajudaram na colecta de dados, sem os quais este trabalho não seria possível: senhor Bonate e senhor Lee.

Ao meu sobrinho Carlos que me ajudou na construção da varra de Bitterlich vai o meu muito obrigado e aos colegas da turma de Engenharia Florestal de 2016 caminharam comigo, compartilhando momentos de felicidade, tristeza e desafios que a vida nos proporcionou ao longo da caminhada.

## Resumo

O presente trabalho teve como objectivo avaliar a eficiência do método de Bitterlich em uma plantação de *Eucalyptus sp.* O estudo foi realizado na província de Manica, distrito de Manica, no posto administrativo de Bandula. Para a coleta de dados foram estabelecidas 16 parcelas onde usou-se um delineamento em blocos casualizados com quatro idades (blocos) considerados como repetições em talhões de *Eucalyptus grandis camaldulensis* com 8 anos, *Eucalyptus saligna* 13 e 9 anos e *Eucalyptus grandis* com 10 anos e 3 tratamentos (factor de área basal 1, 4 e método de área fixa). No método de área fixa usou-se parcelas de 20 x 20 m correspondente a 400 m<sup>2</sup>, e para o método de Bitterlich primeiro media-se um raio de 12 m e com as barras de Bitterlich contava-se as árvores, em um giro de 360°, cujos diâmetros fossem iguais ou maiores que a abertura angular das barras. Em cada unidade amostral foi feita a cronometragem do tempo de medição dos indivíduos, desde a instalação da parcela até a medição da última árvore dados esses que foram usados para testar a eficiência dos métodos. No processamento de dados usou-se os *softwares* Microsoft Excel 2010 e *R-studio*, onde foram determinados parâmetros dendrométricos referentes á área basal, número de indivíduos por hectare, volume por hectare e com base nos parâmetros foram determinadas medidas de precisão, análise de variância dos parâmetros e teste comparação de médias de Tukey a 5% de significância. O método de Bitterlich foi mais preciso para estimar a variável área basal para factor de área basal 1 onde neste o valor do erro foi de 19.63%, enquanto para área fixa foi de 24.44%, estatisticamente não houve diferenças entre o método de Bitterlich com o factor de área basal 4 e área fixa, em termos de eficiência, o método de Bitterlich com o factor 4 foi mais eficiente este que apresentou um valor baixo de eficiência (1.85) em relação ao de área fixa (0.0034), com estes resultados concluiu-se que o método de Bitterlich com o factor de área basal pode ser usado como uma nova alternativa para realização de inventários florestais em florestas plantadas na indústria florestal de Manica e com menos tempo gasto e com baixos custos.

**Palavras-Chaves:** Bitterlich, blocos, área basal, inventário.

## Abstrat

The present work aimed to evaluate the efficiency of the Bitterlich method in the forest inventory in a plantation of *Eucalyptus* sp. The study was carried out in Manica province, Manica district, at the administrative post of Bandula. For data collection a randomized block design was used, with a proportion of 3x4, with 3 sampling methods that were considered as treatments and 4 ages considered as repetitions, totaling 12 units. In the allocation of sampling units using the fixed area method, an area of (20 x 20) m corresponding to 400 m<sup>2</sup> was used, in stands of *Eucalyptus grandis camaldulensis* with 8 years, *Eucalyptus saligna* 13 and 9 years and *Eucalyptus grandis* with 10 years, being that, in each plot, 4 plots were established. And for, the variable area method using the Bitterlich method first measured a radius of 12 m and measured all trees included in the sampling unit and 16 sampling units were allocated for FAB=1 and 14 sampling units using FAB=4. Thirty sampling units of the Bitterlich method and 16 sampling units of the fixed area method with quadrangular plots were allocated. The measurement time of individuals was measured from the installation of the plot to the measurement of the last tree, to test the efficiency of the methods, to know which method spends less time in carrying out an inventory in IFLOMA's plantations. In the data processing, Microsoft Excel 2010 and R-studio software were used, where dendrometric parameters were determined referring to the basal area, number of individuals per hectare, volume per hectare and, based on the parameters, precision measures, analysis of variance were determined. parameters and comparison test of Dunnet's mean at 5% significance with a control factor. The fixed area method had lower sampling error compared to the Bitterlich method, this shows that the fixed area method was the most accurate and also the fixed area method and the Bitterlich method with FAB = 1 showed no significant differences and they were different with the Bitterlich method with FAB= 4. It can be concluded that the Bitterlich method with FAB= 1 did not show significant differences with the fixed area method can be used as a new alternative for carrying out forest inventories in forests planted in the forest industry in Manica and with less time spent and at low costs.

Keywords: Bitterlich, blocks, basal area, inventory.

## **I. INTRODUÇÃO**

### **1.1.Contextualização**

O Inventário Florestal é uma ferramenta para o planeamento do uso dos recursos florestais, permite elaborar um plano de manejo para o uso múltiplo da floresta (Soares *et al.*, 2011), medir o potencial produtivo da floresta, mapear factores bióticos e abióticos que influenciam a produção, o desenvolvimento de subprodutos florestais, além de caracterizar determinadas áreas e quantificar as espécies que a compõe, determinar os custos de produção no caso de florestas plantadas e definir estratégias de manejo para obter uma produção sustentada (MORAIS FILHO *et al.*, 2003).

Com a evolução das ciências florestais, foram propostos diversos métodos de aplicação dos inventários florestais, sendo a amostragem com parcelas de área fixa a mais utilizada, tanto para florestas inequiâneas como para florestas equiâneas (Santos *et al.*, 2016).

Segundo (Farias *et al.*, 2002), embora o método de área fixa apresente boa precisão nas estimativas quantitativas das espécies, geralmente possui custo elevado e exige maior tempo para o levantamento de dados, devido à marcação e medição de um número maior de árvores. Desta forma, surge a necessidade de analisar outros métodos de amostragem, com o objectivo de reduzir o tempo e o custo de execução do inventário, sem que haja perda de precisão. De acordo com (Miranda *et al.*, 2015), um destes métodos alternativos de amostragem é o método de Bitterlich pois este método é um método rápido, por não haver necessidade de mensurar os diâmetros das árvores para obtenção da área basal total.

Esse método foi proposto pelo engenheiro Austríaco Walter Bitterlich em 1948 e tem por objectivo a determinação da área basal de povoamentos florestais, já expressa em m<sup>2</sup>/ha, sem que sejam necessariamente medidos os diâmetros das árvores e nem lançadas parcelas de área fixa. Com esse método, o número de árvores medidas no inventário é menor do que nos métodos tradicionais, podendo implicar na redução de custos para o produtor florestal (Santos *et al.*, 2016).

Concluiu-se que o método de área fixa é o método mais preciso para a estimativa do número de árvores por hectare em um plantio de *Eucalyptus sp.* para a área basal e volume foi o método de Bitterlich com o factor de área basal 1.



## **1.2.Problema e Justificativa**

A necessidade de quantificar e qualificar os estoques florestais e sua predição faz com que as empresas busquem informações através de inventários florestais, os quais são feitos com o uso das técnicas de amostragem. A obtenção dessas informações apresenta custos e que aumentam com a precisão requerida e eficiência da forma como as variáveis são obtidas, (Druszcz *et al.*, 2012).

De acordo com Péllico Neto e Brena (1997), a técnica mais empregada na realização de inventários florestais é a amostragem por parcelas com área fixa. Entretanto, este método apresenta custos e tempo de execução quando comparado com metodologias alternativas, como é o caso da amostragem por pontos de Bitterlich (Soares *et al.*, 2011).

Apesar do passo dado no sector florestal Moçambicano, na Indústria Florestal de Manica-IFLOMA, ainda faltam estudos comprovando a eficácia desse método, sobretudo nas plantações de *Eucalipto sp.* Assim, se a eficácia do método for comprovada nesta situação, será possível indicar o método de Bitterlich como sendo uma alternativa para a realização de inventários florestais, este que oferece um diagnóstico rápido da área, com menor custo de execução. Visto que, a IFLOMA é uma das empresas que possui e pretende aumentar as áreas de plantações de *Eucalyptus* no país, e não possui informações sobre a produção nas suas plantações (uma vez que este método não foi implementado). Visto que, um dos principais objectivos da empresa é de disponibilizar sem interrupção os produtos madeireiros (madeira serrada, postes), para o mercado nacional e internacional.

De modo a minimizar custos e tempo na execução das actividades de levantamento de dados surgiu a necessidade de avaliar o método de amostragem de Bitterlich em plantações florestais do IFLOMA de modo a comprovar as vantagens do método proposto por Bitterlich para que haja uma maior propagação deste método, com objectivo de redução de custos para empresas florestais como a acessibilidade a um método menos custoso de realização de inventário.

### 1.3. Objectivos

#### 1.3.1. Geral

- ❖ Avaliar a eficiência do método de amostragem de Bitterlich em uma plantação de *Eucalyptus sp.*

#### 1.3.2. Específicos

- ❖ Determinar a área basal e volume de povoamentos de *Eucalyptus sp* utilizando os métodos de Bitterlich a área fixa;
- ❖ Comparar os métodos de amostragem de Bitterlich e área fixa;
- ❖ Avaliar a precisão das estimativas obtidas entre os dois métodos: Área fixa e Bitterlich;
- ❖ Analisar a eficiência relativa amostral em relação ao tempo, e intensidade amostral necessária entre os métodos.

### 1.4. Hipóteses do estudo

**Hipótese nula:** se o  $p \leq 0.05$ : não existem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de amostragem testados

**A hipótese alternativa:** se o  $p \geq 0.05$ : existem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de amostragem testados

#### Para as médias:

Hipótese nula: as médias estimadas pelo método de área fixa e Bitterlich não diferem entre si;

Hipótese alternativa: as médias usando a amostragem em áreas fixa e Bitterlich são diferentes;

#### Para a precisão:

**Hipótese nula:** a precisão estimada pelo método de Bitterlich não difere da, do método de área fixa;

**Hipótese alternativa:** a precisão estimada do método de Bitterlich difere da, do método de área fixa.

#### Para a eficiência relativa:

**Hipótese nula:** a eficiência relativa estimada do método de Bitterlich não difere da, do método de área fixa;

**Hipótese alternativa:** a eficiência relativa do método de Bitterlich difere da, do método de área fixa.



## **II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.Plantações florestais em Moçambique**

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. Na década de 1950 iniciaram-se plantações à escala comercial em Maputo, Manica, Zambézia e Niassa. As plantações florestais foram feitas no passado maioritariamente através do investimento público (DNTF, 2011).

No que diz respeito á área plantada, há alguma discrepância na literatura disponível sobre esta matéria, visto que o MINAG (2009), só contabiliza as plantações em grande escala. Mas o relatório anual da DNTF (2011), contabiliza em cerca de 64 mil hectares de área plantada em todo o país, sendo as espécies do género *Pinus* e *Eucalyptus* as mais abundantes, maioritariamente usadas para a produção de madeira serrada.

Em 2009 o Governo de Moçambique elaborou uma Estratégia para o Reflorestamento em Moçambique incluindo a indústria florestal. O objectivo da componente da indústria florestal é "estabelecer, desenvolver e consolidar plantações comerciais e indústrias, eficientes, competitivas e sustentáveis do ponto de vista económico, social e ambiental, para satisfazer as necessidades de matéria-prima a indústria local, a médio e longo prazo, e produzir produtos de maior valor acrescentado para o mercado interno e internacional" (Blid, 2014).

Em 2011 cerca de 386,2 mil ha de DUATs haviam sido concedidos para as plantações florestais nas províncias de Niassa, Zambézia e Manica. Dentre as áreas autorizadas, foram plantadas cerca de 29,2mil ha principalmente com espécies do género *Eucalyptus* e *Pinus*.

O relatório do MINAG (2015) contabiliza em mais de 700.000 ha a área ocupada pelas empresas florestais até ao ano de 2015, mas a área plantada até ao momento era relativamente pequena.

A tabela 1 mostra as áreas ocupadas pelas empresas florestais em Moçambique na qual as empresas C. F. Massangulo e Tectona Forest ocupam as maiores áreas plantadas.

**Tabela 1. Área ocupada pelas empresas florestais em Moçambique**

Nr	Nome da empresa	Província	Distrito	Área com DUAT (ha)	Área plantada (ha)
1	Chikweti	Niassa	Lago e Lichinga	63.040	14.250
2	Floresta do Niassa	Niassa		42.102	5.770
3	Fundação Malonda	Niassa	Lichinga e Sanga	4.076	1.101
4	Green Resource	Niassa	Sanga	7.880	2.250
5	New Forest	Niassa	Lichinga	33.040	3.400
6	C. F. Massangulo	Niassa	Ngauma	5.332	4.378
7	Portucel	Zambézia	Ile e Namaroi	173.324	300
8	Ntacua	Zambézia	Ile, Alto Mulocué e Lugela.	9.500	200
9	Tectona Forest	Zambézia	Gurue, Milange e Namarroi	13.935	4.228
10	ATFC II	Zambézia	Namarroi	6.000	3.500
11	Green Resouce	Nampula	Mecuburi. Ribaué, Nampula	126.06	2.500
12	IFLOMA	Manica	Manica	23.600	15.000
13	Portucel	Manica	Manica, Gondola, Bárue, Sussundenga e Mussorize	182.886	70
14	MOFLOR	Manica	Manica, Gondola	3.100	520
15	CEFLOMA	Manica	Manica	1.117	497
16	IFLOMA	Sofala	Muanza	69.359	100
17	TOTAL	-----	-----	756.058	58.763

Fonte: (MINAG., 2015)

## 2.2.Descrição do género *Eucalipto*

O género *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, originalmente Australiano, e com grande dispersão mundial devido o seu crescimento satisfatório em grande amplitude edafoclimáticas, extrapolando a do local de origem. Actualmente, o género *Eucalyptus* é considerado como uma alternativa viável para abastecer este mercado devido, principalmente, ao seu rápido crescimento e às tecnologias silviculturas já desenvolvidas para sua produção (Assis, 2006) citador (Massingue, 2013).

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 (Martins *et al.*, 2002).

Os principais motivos para a escolha de espécies de eucalipto para implantação de florestas de produção são o rápido crescimento das espécies, fornecendo madeira em um curto espaço de tempo, e também a grande variedade de usos para os quais a madeira pode ser aproveitada (Silva, 2005).

O eucalipto apresenta grande importância pela possibilidade de uso múltiplo, podendo atender a todos os segmentos de celulose, madeira sólida, carvão vegetal e energia, principalmente para celulose e energia onde historicamente deu contribuição especial (Ferreira, 2003). A escolha da espécie vai depender, principalmente, do clima da área a ser plantada e das características físicas e químicas do solo, além do destino da madeira produzida (Scavinski, 2014).

### **2.3.Método de amostragem**

Vários métodos de amostragem são conhecidos na literatura, nos quais o destaque teórico entre eles é o critério probabilístico de selecção das árvores que vão participar da unidade amostral (Filho, 2016).

Destacam-se, na literatura algumas concepções propostas para estudos ecológicos espaciais das espécies, como o método dos quadrantes, no qual a selecção probabilística das árvores é feita proporcional ao raio da árvore mais próxima do centro de um círculo, acrescida da restrição de aplicação do critério em quadrantes, ou seja, a unidade amostral circular é fraccionada em quatro subunidades, configurando-se subamostragem e, neste caso, eles formam um conglomerado com um indivíduo por subamostragem (Cottam; Curtis, 1956) citado por (Filho, 2016).

Considerando-se que o inventário florestal é hoje uma actividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma área pré-especificada (Pélico Netto e Brena, 1997), torna-se necessário o uso de métodos de amostragem, embora não haja uma classificação completa e diversificada de uso e aplicação em uma dada população. No entanto, ao se buscar que um inventário atinja seus objectivos através de uma amostragem de qualidade e representatividade da população, convém levar em consideração com bastante clareza dois conceitos fundamentais: precisão e acuracidade.

A precisão refere-se ao tamanho dos desvios da amostra em relação à média estimada, a qual se obtém através da repetição do procedimento de amostragem. Assim, ela será indicada pelo

erro padrão da estimativa sem levar em conta o tamanho dos erros não-amostrais (Druszcz *et al.*, 2010).

A acuracidade expressa o tamanho dos desvios da estimativa amostral em relação à média paramétrica da população (média), incluindo os erros não-amostrais. Para o inventário florestal, interessa a acuracidade da estimativa amostral a qual pode ser obtida dentro de uma precisão desejável. A precisão é obtida com mais facilidade. Por isso, ela é mais avaliada e é conveniente maximizar esta e minimizar os desvios amostrais e erros não-amostrais (Péllico Netto e Brena, 1997).

É comum se dizer que em qualquer aplicação de amostragem, precisão e custo são duas variáveis intimamente interligadas e que a enumeração de uma implica automaticamente a determinação da outra (Druszcz *et al.*, 2010).

### **2.3.1. Método de área fixa**

O método de amostragem de área fixa é o mais antigo, conhecido e utilizado pelos profissionais envolvidos com inventários florestais. A maioria dos inventários é realizada através desse método devido a sua utilização e pela vasta gama de estimativas possíveis de uso, segundo essa metodologia foi uma das primeiras técnicas desenvolvidas para selecção de árvores para compor uma amostra (Fiorentin *et al.*, 2016).

Neste método de amostragem a selecção dos indivíduos é feita proporcionalmente à área da unidade de amostra e, conseqüentemente, a frequência dos indivíduos que nela ocorrem (Péllico & Brena, 1997)

Existem diversas formas de unidades amostrais de área fixa empregavam em inventários florestais, sendo que as mais usuais são as circulares, quadradas, rectangulares ou composições destas em grupos ou conglomerados (Sanqueta *et al.*, 2009)

### **2.3.2. Vantagens do Método de Área Fixa**

As principais vantagens do método de área fixa, segundo Sanquetta *et al.* (2009), são:

- ✓ Praticidade e simplicidade no estabelecimento das unidades amostrais no campo;
- ✓ Manutenção de alta correlação entre duas ou mais medições sucessivas em inventários contínuos;
- ✓ Possibilidade de obter todos os estimadores directamente na unidade amostral medida, como área basal, volume, distribuição diamétrica, etc.

### **2.3.3. Desvantagens do Método de Área Fixa**

As principais desvantagens do método de área fixa, segundo Sanquetta *et al.* (2009), são:

- ✓ Maior custo na instalação e manutenção dos limites das unidades amostrais;
- ✓ Geralmente o número de árvores a ser medido nas unidades amostrais é alto em comparação com outros métodos de amostragem.

### **2.4. Método de Bitterlich**

Conforme Silva (1977), Sterba (1986), Finger (1992), Prodan *et al.* (1997), entre outros autores, neste método, a seleção das árvores que compõem a unidade de amostra é realizada com probabilidade à área basal ou seja a inclusão de um indivíduo é proporcional ao seu tamanho e frequência no ponto.

Farias *et al.* (2002) mencionam em seu estudo que, devido à simplicidade do procedimento para a obtenção dos dados, a aplicação do método de Bitterlich pode ser de extrema utilidade, principalmente em situações em que se necessita de um diagnóstico rápido do estoque de madeira entre outras características da floresta.

Comparando-se o método de Bitterlich com o método de Strand, e o método de área fixa nas suas variações de amostragem de parcela Circular e de amostragem de parcela Circular Concêntrica, o método de Bitterlich mostrou-se melhor na estimativa da área basal e volume em povoamento de *Pinus* (Najima *et al.*, 1998).

Devido à simplicidade no processo de obtenção dos dados, a aplicação do método de Bitterlich pode ser de extrema utilidade, para facilitar os trabalhos de campo do profissional que executa inventários florestais, mediante o uso do equipamento por ele desenvolvido (Farias *et al.* 2002). Apesar de ser de aplicação mais simples que os métodos de amostragem de área fixa, diversos estudos mostram que o método de Bitterlich apresenta a mesma precisão, ou até superior que os métodos tradicionais na estimativa de diâmetro médio, número de árvores por hectare, área basal e volume por hectare (Farias *et al.* 2002; Drusckz, 2008).

Em 1984 o engenheiro austríaco Walter Bitterlich publicou um procedimento novo para estimar a área basal de povoamentos florestais, já expressa em m<sup>2</sup>/ha, a que chamou de prova de numeração angular (Drusckz, 2008). Este procedimento se tornou muito conhecido pela sua exactidão e facilidade de operação, o mesmo baseia-se no seguinte postulado enunciado por Bitterlich:

*"O número de árvores (N) de um povoamento, cujo DAP de um ponto fixo aparece superior a um dado valor (K) constante, é proporcional à sua área basal (AS) por hectare"*

O método consiste em contar as árvores, em um giro de 360°, o mensurador de posse da barra de Bitterlich, deve visar todos os troncos à altura de 1,30 m num giro de 360° e contar todas as árvores cujo DAP aparenta ser maior ou igual à largura ( $d$ ) da mira (Campos & Leite, 2013). A selecção das árvores é, portanto, efetuada com probabilidade proporcional à área basal, ou ao quadrado do diâmetro e à frequência (Pélico & Brena, 1997). As árvores-limite, cujo DAP é igual ao ângulo de visada, devem ter suas distâncias horizontais controladas e medidas com a trena (Mauricio *et al.*, 2005.).

O princípio a que Bitterlich denominou prova de numeração angular baseia-se no seguinte postulado: “o número de árvores ( $n$ ) em um povoamento, cujo DAP em um ponto fixo aparece superior a determinado valor constante ( $a$ ), é proporcional à sua área basal por hectare ( $B$ )”. Assim, a área basal por hectare em um ponto de amostragem pode ser obtida multiplicando o número de árvores com DAP superior ou igual à abertura angular (árvores qualificadas) por um fator de área basal ( $K$ ) (Campos & Leite, 2013).

Os autores acima citados dizem que além da área basal por hectare, o procedimento de amostragem utilizando o princípio de Bitterlich pode fornecer outras estimativas populacionais em um ponto de amostragem, por exemplo o número de árvores e o volume por hectare e a altura e o diâmetro médios. Os estimadores desses parâmetros estão apresentados na tabela 2:

**Tabela 2. Parâmetros e respectivos estimadores**

Parâmetros	Estimador
Área basal	$B = n * K$
Número de indivíduos	$N/ha = \sum_{i=1}^n \frac{K}{As_i} = \sum_{i=1}^n N_i/ha$
Volume por hectare	$V/ha = \sum_{i=1}^n V_i * N_i/ha$
Diâmetro médio	$q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n DAP^2 * N_i/ha}{\sum N_i/ha}}$
Altura média	$\hat{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_t}{n}$

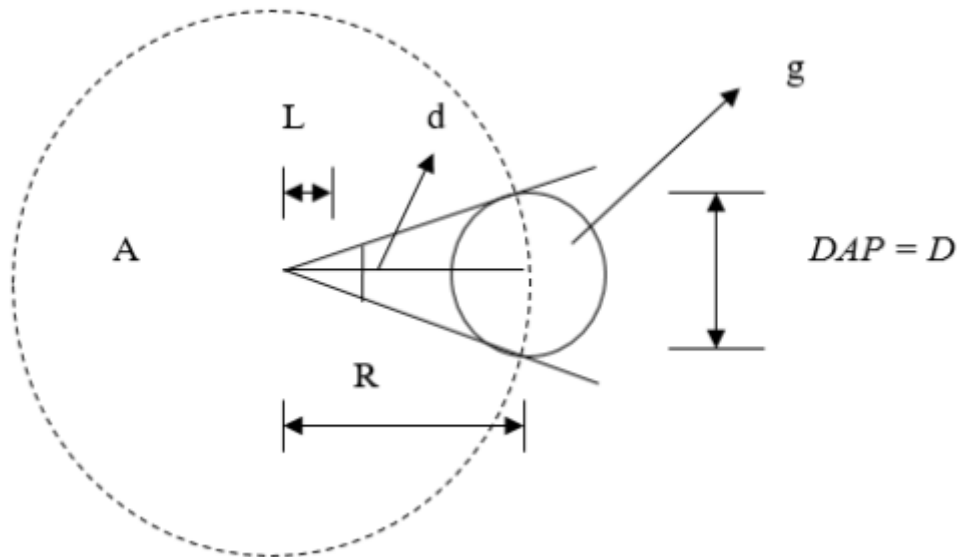
Onde:  $As_i$  = área seccional da  $i$ -ésima árvore qualificada no ponto de amostragem, em m<sup>2</sup>;  $n$  = número de árvores qualificadas no ponto de amostragem;  $V_i$  = volume da  $i$ -ésima árvore qualificada, em m<sup>3</sup>; DAP =

diâmetro da *i*-ésima árvore qualificada, em cm;  $K$  = fator de área basal, em  $m^2/ha$ ;  $N_i$  /ha = número de árvores por hectare que a *i*-ésima árvore qualificada representa; e  $H_i$  = altura da *i*-ésima árvore qualificada.

#### 2.4.1. Determinação do fator de área basal (K)

Seja a seguinte situação, em que apenas uma árvore ( $n = 1$ ) com  $DAP = D$  foi qualificada com uma barra de Bitterlich, em um giro de  $360^\circ$  (Figura 2).

**Primeiro caso:** leitura de apenas uma árvore com  $dap = D$ .



**Figura 1. Determinação do factor de área basal (K)**

Onde:  $R$  = distância máxima do observador até o centro da árvore para que esta seja qualificada (distância crítica), em m;  $d$  = abertura da mira, em cm;  $L$  = comprimento da barra de Bitterlich, em cm;  $g$  = área seccional, em  $m^2$ ; e  $A$  = área da parcela imaginária definida por  $R$ , em  $m^2$ .

Tal que:

$$g = \frac{\pi D^2}{4} \text{ e } A = \pi R^2$$

Analisando a Figura 2, pode-se estabelecer a seguinte relação:

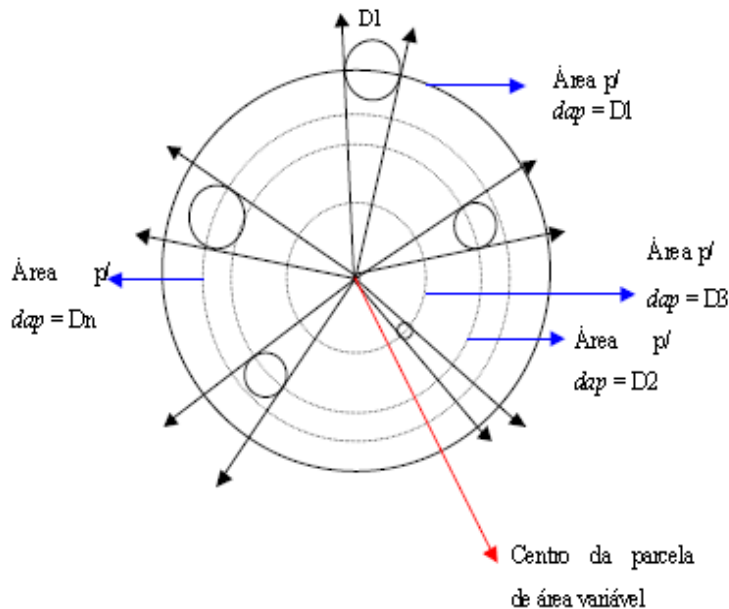
$$\frac{d}{L} = \frac{D}{R}$$

O factor de área basal pode ser obtido através da fórmula (Pélico & Brena, 1997):

$$FAB = 2500 \left( \frac{D}{R} \right)^2$$

**Segundo caso:** Leitura de  $n$  árvores com  $dap$ 's  $D_1, D_2, \dots, D_n$ , sendo  $D_1 \neq D_2 \neq \dots \neq D_n$ .

Sejam  $R_1, R_2, \dots, R_n$  e  $A_1, A_2, \dots, A_n$ , os raios e as áreas das parcelas referentes às  $n$  árvores qualificadas, apresentadas na Figura 2.

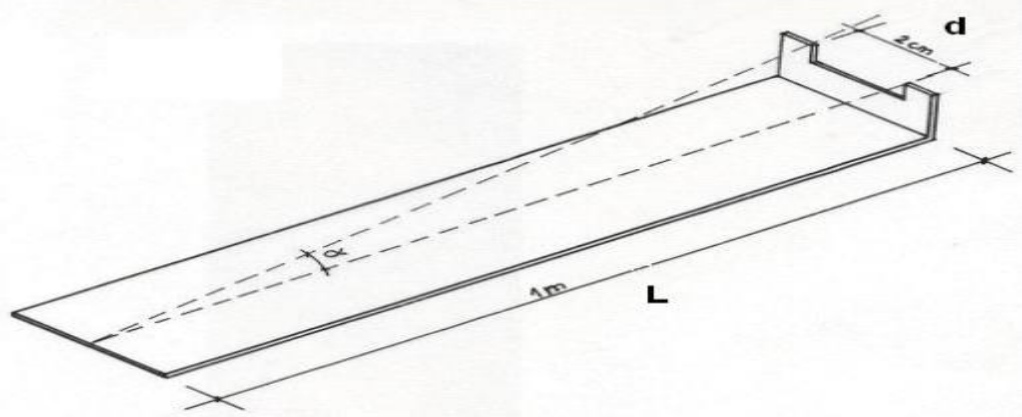


**Figura 2:** Representação do princípio de Bitterlich para a qualificação de  $n$  árvores com  $dap$ 's diferentes.

#### 2.4.2. Uso da Barra de Bitterlich

De acordo com (Encinas *et al.*, 2002) Bitterlich utilizou uma barra de 1 metro de comprimento ( $L$ ) tendo em uma de suas extremidades uma placa em forma de “U” com 2 (dois) centímetros de abertura ( $d$ ). O observador de um ponto qualquer do povoamento, munido da barra efectua em torno de si um giro de  $360^\circ$ , visando todos os troncos na altura do DAP e conta todas as árvores cujo diâmetro aparente se apresenta maior ou igual largura da mira que determina com as linhas de visada, um ângulo  $\alpha$  (Figura 3).





**Figura 3. Barra de Bitterlich**

Árvores que apresentam DAPs iguais à abertura da barra de Bitterlich

Em algumas situações, quando o observador está qualificando as árvores através do método de Bitterlich, os DAPs de algumas árvores se apresentam iguais ao tamanho da abertura da barra de Bitterlich, de tal forma que qualquer pequeno movimento causa dúvida se realmente a árvore será qualificada ou não.

Nessas situações, o observador deverá medir inicialmente o DAP da árvore em dúvida para calcular a distância crítica (R), através da seguinte expressão:

$$R = \frac{DAP * L}{d}$$

### 2.4.3. Calibração da varra de Bitterlich

As varras foram construídas a base de madeira, com duas (2) calibrações diferentes, com d

**Tabela 3. Calibração da varra de Bitterlich**

FAB (factor de área basal)	d(abertura da mira em cm;)	L (comprimento da barra em cm)
1	1	50
4	2	50

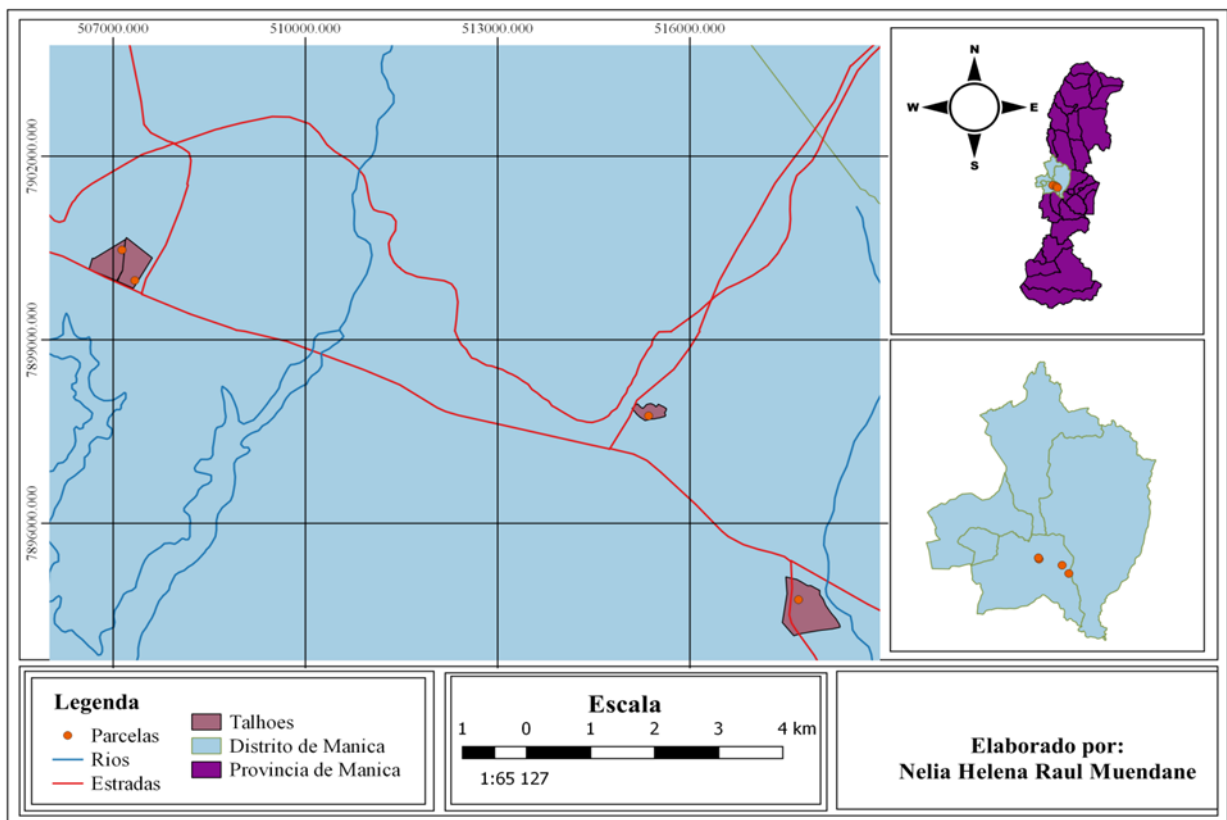
Fonte: (Rios, 1997)

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Descrição da área de estudo

##### 3.1.1. Localização geográfica

O estudo foi realizado nas plantações de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus grandis camadulensis*, localizadas na localidade de Messica, na unidade de produção de Bandula, distrito de Manica, província de Manica, localizada na parte central a Oeste da Província de Manica, limitado a Norte pelo distrito de Bárue, a Sul pelo Distrito de Sussundenga, a Este pelo distrito de Gondola e a Oeste, em toda a sua extensão pela República de Zimbabwe (MAE, 2014). As plantações estudadas localizam-se na Unidade de Produção de Bandula, no posto administrativos de Messica, e o actual distrito de Vanduzi de acordo com a dimensão administrativa, mas ainda não há base de dados, como ilustra a figura 4.



**Figura 4. Mapa de localização da Área de estudo**

A IFLOMA é uma empresa que se dedica a actividade de reflorestamento com o objectivo de fornecer matéria-prima qualificada para indústrias bastante valorizadas no mercado internacional e nacional (Massingue, 2013). Possui plantações florestais em três unidades de produção, nomeadamente Bandula, Rotanda, e Penhalonga, unidade de produção de Bandula

ocupa uma área de cerca de 23 mil hectares, 21 mil ha estão plantados com várias espécies do género *Eucalyptus* e 200 ha com plantações de *Pinus* (Massingue, 2013).

### **3.1.2. Clima e hidrografia**

O clima do distrito de Manica é quente e temperado. O verão tem uma boa quantidade de chuva, enquanto o inverno têm muito pouco. O clima foi classificado como Cwa pelo sistema Köppen-Geiger. Em Manica, a temperatura média anual é de 21,2 °C. As precipitações são, em média, de 1036 mm. O mês mais seco é Julho, com 9 mm de precipitação. A maior parte da precipitação aqui cai em Janeiro, com uma média de 231 mm. O mês mais quente do ano é Fevereiro, com uma temperatura média de 24,2 °C. Julho é o mês mais frio, com temperaturas médias de 16,0 °C. (MAE, 2014).

### **3.1.3. Geologia**

O Distrito de Manica é constituído por rochas eruptivas e terciárias (mesozóicas) e pré-câmbricas, com predominância nas zonas de encostas montanhosas (escarpa de Manica) estendendo-se no sentido norte - sul. No distrito de Vanduzi, encontram-se rochas metamórficas (primárias, paleozóicos) e câmbrias, sendo algumas eruptivas (MAE, 2014)

Devido a estas características geológicas, o distrito de Manica é muito rico em recursos minerais, ocupando uma posição de destaque em relação aos outros distritos da província (MAE, 2014).

Um terço do território do distrito dispõe de ferro, titânio, ouro, cobre, níquel, asbesto, bauxite, diatomite, ciassite, urite, monte- morilinite, mica e caulinita, encontrando-se a maior parte destes minerais em Mavonde e Machipanda (MAE, 2014).

### **3.1.4. Fauna e flora**

As características do habitat no Distrito fazem com que abundem várias espécies faunísticas. A fauna predominante é constituída por elefantes, búfalos, crocodilos, hienas, leopardos, leões, chacais, diversos antílopes, hipopótamos, pangolins, para além de variadas espécies de répteis, de entre os quais a jibóia africana (MAE, 2014).

A floresta predominante é do tipo miombo onde se destacam a Umbila, Panga-Panga, Pau-preto, Muonha, Chanfuta, dentre outras (MAE, 2014).

### **3.1.5. Histórico da Indústria Florestal de Manica**

IFLOMA é uma indústria estatal cujas primeiras plantações florestais foram estabelecidas na era colonial, em 1960, e em 1975, após a independência nacional, o governo herdou as plantações das unidades de Penhalonga e Rotanda. De 1975-1997, esta empresa era dirigida

pela direcção da agricultura e floresta, (DAF). Em 1978 a 1980 criou-se um projecto de reflorestamento (FO1). Nos mesmos anos a indústria estabeleceu uma instalação de serração e fábrica de painéis e partículas, em que neste mesmo período a IFLOMA estabeleceu uma plantação de pinus em uma nova unidade de plantações (Bandula). Nos finais de 1999 a empresa passa para (SONAE), uma empresa portuguesa, portanto este parceiro entrou em vigor em 2000, nos dois anos seguintes a SONAE sofreu um desequilíbrio económico e abandonou a IFLOMA nos finais de 2002, porém, em 2003 o governo Moçambicano criou-se uma concessão de gestão da IFLOMA e no mesmo período procurava novos parceiros. Nos finais de 2003 a IFLOMA encontrou nova parceria, uma empresa Sul Africana que entrou em vigor em Maio de 2004 (Komatland Forests) até então.

### **3.2. Materiais**

Na tabela 4 está apresentada à lista de materiais que foram usados na execução deste trabalho e as suas respectivas funções ao decorrer das actividades:

**Tabela 4: Materiais usados**

<b>Material</b>	<b>Função</b>
GPS	Marcação das coordenadas geográficas da parcela
Corda	Para marcação da parcela
Varas de Bitterlich com diferentes razões angulares (K1 com d=1cm, L=50cm e K4 com d=2cm, L=50cm)	Obter estimativas da área basal por hectare
Ficha de campo	Registro dos dados que foram colhidos na parcela
Suta	Medição do diâmetro das árvores (á altura do peito)
Hipsômetro Vertex	Medição da altura (total e comercial)

### **3.3. Levantamento dos dados**

#### **3.3.1. Delineamento experimental**

Para a colecta de dados do estudo foi conduzido um delineamento de blocos casualizados, (tabela 5), com 3 tratamentos e 4 repetições totalizando 12 unidades usando métodos de área fixa com parcelas de (20 x 20) m correspondente a 400 m<sup>2</sup>, em talhões de *Eucalyptus grandis camadulensis* com 8 anos, *Eucalyptus saligna* 13 e 9 anos e *Eucalyptus grandis* com 10 anos, em cada talhão foram estabelecidas 4 parcelas.

No total foram alocadas 30 parcelas para método de Bitterlich (sendo 16 parcelas para FAB=1 e 14 parcelas usando FAB=4.) e 16 parcelas método de área fixa. Estas informações forneceram informações para as estimativas de número de árvores, área basal e volume total, por hectare.

Em cada parcela foram medidos valores de DAP com auxílio de uma suta. Para as parcelas usando o método de área variável usou-se a vara de Bitterlich para seleccionar e medir a área basal das árvores inclusas na unidade amostral. Para todos os métodos foram mensurados os diâmetros das árvores e com o auxílio de um cronómetro digital o tempo de instalação e medição desses parâmetros, adicionalmente foram medidos com o auxílio do hipsómetro Vertex as alturas das árvores presentes nas parcelas dos métodos em causa (métodos de área fixa e Bitterlich).

**Tabela 5: Layout do experimento**

Factor de área basal	Idades			
	08	09	10	13
1	K1	FC	K1	K4
4	K4	K4	FC	K1
FC	FC	K1	K4	FC

**Onde:** FC- factor controle (área fixa); K- factor de área basal (FAB 1 e 4)

### 3.3.2. Método de Bitterlich

As parcelas deste método foram alocadas no centro da parcela do método de área fixa onde este método consistiu no uso de duas varas de Bitterlich, ambas com 50cm de comprimento e abertura da mira (d) de 1 e 2cm, o que corresponde a FAB=1 e FAB=4 respectivamente, para a selecção das árvores cujo diâmetro à altura do peito (DAP) fossem maior que a abertura da projecção do ângulo da visada o comprimento visada, fazendo-se uma rotação de 360°. As árvores foram seleccionadas com probabilidade proporcional à área basal.

No caso de árvores de bordadura ou as árvores que apareciam na tangente ao ângulo de projecção, fez-se a verificação que consistia na medição da distância ponto-árvore (R) e do diâmetro da árvore (d), para se saber se a árvore está ou não inclusa na unidade amostral e foi calculada através da equação 02:

As fórmulas usadas para as estimativas das variáveis no método de Bitterlich, foram sugeridas por Nishizawa, citado por Nakajima (1997).

$$R_{m\acute{a}x} = \frac{2}{0.02\sqrt{K}} \quad \text{Fórmula [02]}$$

Onde:

$R_{m\acute{a}x}$  é a distância máxima para que a árvore entre na amostra

$D=$  é o diâmetro a altura do peito

$K$  =é o factor de área basal utilizado

### **3.3.2.1.Área basal**

A área basal do povoamento foi dada pelo número de árvores (n) contadas em um giro de 360°, multiplicado pelo factor instrumental (FAB) usado (fórmula 03),

$$G = Kn \quad \text{Fórmula [03]}$$

Onde

n= número de árvores

K= factor de área basal em m<sup>2</sup>/ha.

### **3.3.2.2.Número de árvores por hectare**

O número de árvores por hectare foi obtido através da fórmula 04:

$$N/ha = \sum_{i=1}^m N_{ij} = FAB \sum_{i=1}^m \frac{1}{g_i} \quad \text{Fórmula [04]}$$

Onde:

FAB= factor de área basal

$g_i$ = área seccional dai-ésima árvore (m<sup>2</sup>)

$N_{ij}$ = número de árvores por hectare que a i-ésima árvore qualificada representa

### **3.3.2.3. Volume por hectare**

O volume por hectare foi obtido a partir da multiplicação do factor de proporcionalidade pela soma dos volumes individuais das árvores da unidade amostral segundo a fórmula 05 abaixo indicada.

$$V/ha = \sum_{i=1}^n vi * Ni \quad \text{Fórmula [05]}$$

Em que:

V/ha=Volume por hectare (m<sup>3</sup>ha)

vi= volume estimado dai-ésima árvore (m<sup>3</sup>) ( $vi = gi * ht * ff$ )

Ni= número de árvores por hectare que a i-ésima árvore qualificada representa

### **3.3.3. Método de área fixa com parcelas quadrangulares**

Após a colecta de dados fez-se estimativa de número de indivíduos por ha, área basal e volume tudo por ha.

Para o método de amostragem de área fixa, a estimativa das variáveis foi realizada por meio das seguintes fórmulas, conforme Péllico Netto e Brena (1997):

#### **3.3.3.1. Estimativa de número de indivíduos por hectare**

O número de indivíduos por hectare por parcela foi obtido multiplicando o factor de proporcionalidade pelo número de indivíduos encontrados dentro da parcela como mostra a fórmula 06 abaixo indicada:

$$N/ha = n * a \quad \text{Fórmula [06]}$$

Onde:

N/ha = número de indivíduos por hectare;

n = número de indivíduos;

F = factor de proporcionalidade.

#### **3.3.3.2. Área basal por hectare**

A área basal refere se ao somatório das áreas transversais dos indivíduos em uma parcela. Para a determinação da área basal por hectare multiplicou-se o factor de proporcionalidade por área basal como mostra a fórmula n°07:

$$G = \sum_i^n gi * F \quad \text{Fórmula [07]}$$

Onde:

$$gi = \text{área transversal da árvore } i: gi = \frac{\pi * (DAP)^2}{40000}$$

DAP = diâmetro a 1,30 m;

$\pi = 3,14$ ;

F = factor de proporcionalidade.

### 3.3.3.3. Volume por hectare

O volume por hectare foi obtido a partir da multiplicação do factor de proporcionalidade pela soma dos volumes individuais das árvores da parcela como mostra a fórmula nº08:

$$V/ha = \sum_i^n vi * F \quad \text{Fórmula [08]}$$

Onde:

$vi = g * h * f$  – Volume individual;

g= área basal;

h= altura da árvore;

f= factor de forma (0,08 e 0,07 para o volume comercial e total respectivamente).

### 3.3.4. Processamento dos dados

Para o processamento de dados usou-se o software Microsoft Excel 2010, para a determinação dos parâmetros dendrométricos referentes á área basal, número de indivíduos por hectare, volume por hectare, medidas de precisão e a eficiência do método de amostragem.

Com auxílio do *Software* R-studio fez-se a análise de variância para verificar se os tratamentos têm efeito significativo.

Para a comparação as médias dos tratamentos usou-se o teste de Tukey (este que é utilizado para comparar simultaneamente a media de tratamentos em teste com a media de um tratamento controle) a 5% de significância e 95% de probabilidade.

### 3.3.5. Precisão dos métodos de amostragem

Para o cálculo da precisão dos métodos foi usada a fórmula do cálculo do erro relativo para verificar qual método foi mais preciso, para tal foi usada a fórmula 09.

$$Er = \pm \frac{t * S_{\bar{y}}}{\bar{y}} * 100 \quad \text{Fórmula [09]}$$



Onde:

t = valor t tabelado, da distribuição de Student, em função dos graus de liberdade;

$S_{\bar{y}}$  = Erro padrão,

$\bar{y}$  = média.

### 3.3.6. Eficiência relativa do método

Para determinação da eficiência do método de amostragem durante a medição das parcelas foi cronometrado o tempo. Esse que correspondeu ao tempo gastado na medição de cada uma das unidades amostrais em cada um dos povoamentos.

Para a determinação da eficiência relativa do método de amostragem, usou-se a fórmula nº09, onde, de acordo com Freese, citado por (Druszcz *et al.*, 2012) onde o método mais eficiente foi aquele que apresentou maior valor de eficiência relativa.

$$E = \frac{1}{T*(CV)^2} \quad \text{Fórmula [10]}$$

Onde:

CV = coeficiente de variação (%) obtido no inventário ( $CV = \frac{Sx}{\bar{y}} \times 100$ )

T = tempo médio de medições gasto no inventário em minutos.

#### 3.3.6.1. Determinação da intensidade de amostragem

Para a determinação da intensidade de amostragem ótima que satisfaz o limite de erro ao nível de probabilidade de 95%, foi definido um erro aceitável de 10% sendo considerada a população infinita foi usada a fórmula nº10:

$$n = \frac{t^2 * sx^2}{E^2} \quad \text{Fórmula [11]}$$

Onde:

n = número ideal de unidades amostrais;

$Sx^2$  = Variância da média da variável considerada;

E = expectativa do erro ( $E = LE * \bar{y}$ ); LE = limite de erro, em geral 0,1 (= 10%);

$\bar{y}$  = média estimada para a variável considerada (volume da árvore); e

t = valor tabelado para determinado nível de significância definido pelo usuário

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

##### 4.1. Análise descritiva da estimativa de DAP e altura total usando os métodos de amostragem de área fixa e Bitterlich.

A tabela 06 apresenta as estimativas com base nas medidas de tendência central do diâmetro e altura total dos povoamentos de *Eucalyptus*.

**Tabela 6: Estimativas do diâmetro e altura total**

Método	DAP (cm)			HT(m)		
	AF	F1	F4	AF	F1	F4
Média de nº de árvores/ponto	31	11	5	31	11	5
Média	18.37	17.85	20.82	24.08	22.69	25.81
Máx	38.7	24.50	27.40	40.40	35.00	36.40
Min	10.00	10.00	14.30	9.50	6.00	14.40
Cv	30.72	16.27	14.19	35.46	32.96	34.47

Onde: **AF**-método de área fixa; **F1**-método de Bitterlich com factor de área basal igual a 1 e, **F4**- método de Bitterlich com factor de área basal igual a 4, **DAP**- diâmetro á altura do peito e **HT**- altura total

Com base na tabela 06 o coeficiente de variação do DAP foi de 30.72% para área fixa, Bitterlich 16.27% e 14.19% para F1 e F4 respectivamente, querendo com isso dizer que os dados do método de Bitterlich foram homogéneos para o factor 4. Para altura total o coeficiente de variação foi 35.46% para área fixa, 32.96% e 34.47% para F1 e F4 respectivamente.

O diâmetro das árvores variou de 38.7 e 10cm para o método de área fixa, para Bitterlich com F1 variou de 10 a 24.50cm e 14.30 e 27.40cm respectivamente. Para altura total a variação foi de 9.50 a 40.40m para o método de área fixa, e para Bitterlich com F1 variou de 6 a 35m e 14.40 a 36.40m para o F4.

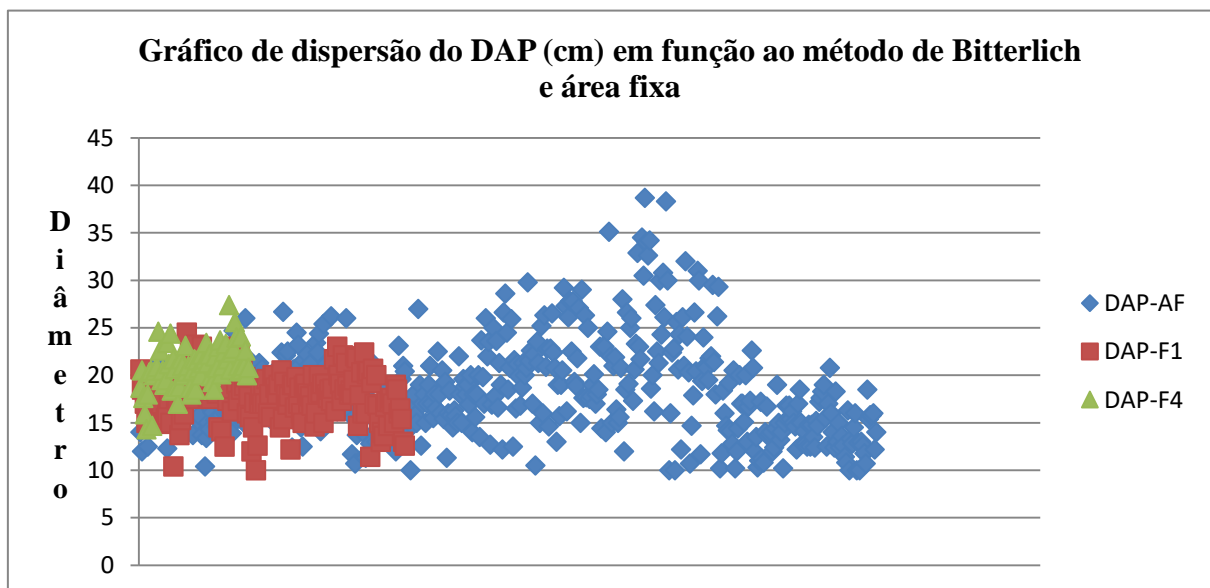
O número de árvores seleccionadas em cada parcela variou em função do factor de área basal utilizado, o método de área fixa alcançou maior número de árvores em relação ao método de Bitterlich, (Tabela 6). Comentários que colaboram com estes resultados podem ser encontrados em Farias *et al.*, (2002) e Druszcz *et al.*, (2010) trabalhando com o método de Bitterlich em povoamentos de *Eucalyptus sp.* Constaram uma diminuição de árvores amostradas durante o aumento do factor de área basal. Os resultados apresentados na tabela 6 confirmam que à medida que se aumenta o FAB, o número de árvores por ponto diminui, o que provavelmente explica a menor precisão quando se empregou FAB igual a 4.

Péllico Netto e Brena (1997) afirmam que o FAB mais adequado é aquele que conta de 20 a 30 árvores por giro. Sanquetta *et al.*, (2006) sugerem que, ao aplicar o método de Bitterlich, o recomendado é que, no mínimo, sejam medidas de 15 a 20 árvores por ponto. O FAB que mais se aproximou desse resultado foi o FAB igual a 1 sendo também aquele que apresentou os melhores resultados de precisão do inventário, confirmando o que teoricamente se espera.

Os valores encontrados para estimativa do DAP médio foram próximos um do outro, variando de uma a duas unidades (cm) para os métodos.

Percebe-se pelos resultados observados neste trabalho que as variáveis DAP e número de árvores por hectare foram mais influenciados pelo tamanho da parcela do que pelo método em si, sendo verificado que o método de Bitterlich gera parcelas menores sendo mais influenciado pelos FAB usados.

O gráfico n° 05 apresenta a distribuição dos diâmetros das árvores nos diferentes métodos testados (AF-método de área fixa, F- método de Bitterlich)



**Figura 5: Gráfico de dispersão do DAP**

Através do gráfico n°05 pode-se notar que o método de área fixa apresentou maior número de árvores com diâmetros variados (10 a 38cm), devido á forma como são mensuradas as árvores ou seja como no método de área fixa a selecção dos indivíduos é feita proporcionalmente à área da unidade de amostra, conseqüentemente, houve mais probabilidade de que neste método fosse captada uma média do diâmetro e número de árvores mais próxima dos valores reais do povoamento.

A seguir temos o método de Bitterlich com o factor 1 que apresentou um número médio de árvores com o diâmetro no intervalo de 10 a 25cm, e pode-se notar que a medida que se aumenta o factor de área basal o número de árvores mensuradas também tende a baixar o que explica menor dispersão de dados para o factor 4 que cobriu árvores com diâmetro no intervalo de 14 a 27cm.

Num estudo feito na espécie *Eucalyptus saligna* os autores obtiveram maior número de indivíduos amostrados pelo método de área fixa e o menor para o método de Bitterlich utilizando 64 unidades amostrais. O que sugere a realização de um número maior de unidades amostrais para os métodos de amostragem de Bitterlich. Bitterlich selecciona árvores de diâmetros inferiores, sendo assim as árvores maiores tem menores probabilidades de serem seleccionadas, a selecção de árvores de maior diâmetro correspondem as árvores de menor altura (Soares, 2006).

O factor de área igual a 4 selecciona um menor número de árvores por ponto, e o factor 1 selecciona maior número, isso dependendo da idade do povoamento que influencia no diâmetro das árvores. Avery e Burkhart (2001) afirmaram que a escolha do FAB adequado é altamente dependente do tamanho das árvores, bem como da disposição dos dados amostrados.

O gráfico abaixo é referente a uma análise descritiva dos dados de altura.

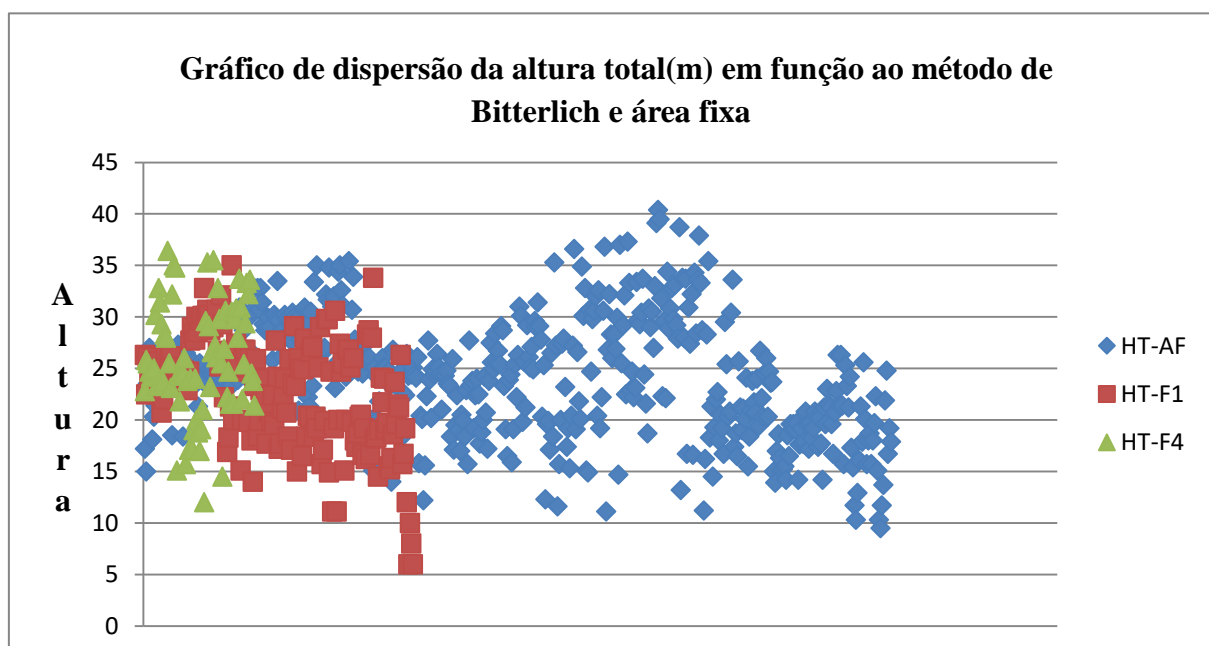


Figura 6: Gráfico de dispersão da altura total

A partir destes dados podemos constatar que não houve muita diferença em relação ao gráfico anterior sendo o método de área fixa com maior número de árvores, o método F4 seleccionou árvores com maior altura em relação ao F1. O método de área fixa por não seleccionar árvores abrangeu todas alturas em relação ao método de Bitterlich que selecciona árvores com probabilidade proporcional ao quadrado do seu diâmetro

A altura das árvores influencia no diâmetro das árvores, com maior altura o diâmetro da árvore é menor e com menor altura o diâmetro é maior. O estudo de Padoin e Finger (2010) apresentou uma relação directamente proporcional entre diâmetro e altura. Este fato levanta a possibilidade de uma forte correlação entre a altura e o diâmetro das árvores.

#### **4.2. Análise da estimativa de número de árvores, área basal e volume, aplicando os métodos de amostragem de área fixa e Bitterlich.**

A tabela 7 ilustra os valores da análise estatística da estimativa do número de árvores, área basal e volume total dos povoamentos de *Eucalyptus*,

**Tabela 7: Análise da estimativa de número de árvores, área basal e volume, quando aplicados os métodos de amostragem de área fixa e Bitterlich.**

Variável	Ni/ha (ar/ha)			Gi/ha (m <sup>2</sup> /ha)			Vt/ha (m <sup>3</sup> /ha)		
	AF	F1	F4	AF	F1	F4	AF	F1	F4
Média	696,1	470,6	557,4	19,77	11,06	18,38	393,4	178,8	329,6
Máximo	998	895	938	34,42	17	36	836,4	350,8	751,8
CoefVar	20.15	45.87	58.9	40.5	36.83	43.94	60.16	62.24	72.87
EA	74.73	101.55	178.71	4.83	2.17	6.09	123.46	41.86	128.01
EA%	10.74	21.58	32.06	24.44	19.63	33.15	31.38	23.41	38.84
ICLI	684,77	451,88	527,12	15,42	8,45	12,69	368,50	166,28	301,40
ICLS	707,43	489,32	587,68	24,12	13,67	24,07	418,30	191,32	357,80
N	18	75	164	96	62	176	158	88	241

Legenda: **CoefVar** – coeficiente de variação, **EA**- erro de amostragem absoluto, **EA%**- erro de amostragem relativo, **ICL(I/S)**- intervalo de confiança de limite inferior ou superior, **n**- numero ideal de parcela, **Ni/ha**- numero de indivíduos por unidade de área, **Gi/ha**- área basal por unidade de área, **Vi/ha**- volume por unidade de área, **AF**- área fixa, **F(1 e 2)**- área variável com factor de área basal 1 e 4.

O método de Bitterlich apresentou maior erro de amostragem para os dados de Ni/ha (ar/ha) e Vt/ha (m<sup>3</sup>/ha). Isso ocorre pelo fato de que são quantificadas árvores de diâmetro heterogéneo

ao talhão. Ao contrário do método de área fixa que são quantificadas todas árvores e este apresentou o coeficiente de variação menor em relação ao de Bitterlich os dados foram significativos.

Para a área basal por unidade de área o erro de amostragem relativo foi superior que 20% para amostragem usando o método de área fixa e 19.63% para área variável de Bitterlich com factor de área basal (FAB=1) o que pode ser considerado como suficiente e também para a mesma variável com FAB= 4 o erro de amostragem foi superior que 30% podendo ser considerado como péssimo, pois deve-se ao facto de ter maior variância e também devido a maior heterogeneidade dos pontos.

Segundo Soares *et al.* (2011) a precisão é um conceito qualitativo e que na maior parte dos casos refere-se ao tamanho dos desvios da amostra em relação à média estimada obtido pela repetição do procedimento de amostragem, quanto menor a grandeza dos erros, maior a precisão requerida da média em estudo. Ao analisarmos os resultados apresentados no presente trabalho verifica-se que o método de área fixa apresentou os menores erros nas estimativas, ou seja foi mais preciso.

Na Tabela 7, nota-se que o método de amostragem de Bitterlich foi mais preciso para estimar a variável área basal que apresentou o erro igual a 19.63% para o FAB=1 e 33.15% para o FAB=4. Esta mesma inclinação de aumento no erro de amostragem conforme o aumento do factor de área basal foi observada por Farias *et al.*, (2002) e Couto *et al.*, (1990).

Na estimativa de volume o método de Bitterlich com o factor 1 apresentou menor erro de amostragem, este que foi de 23.41%.

No estudo realizado por De Cesaro *et al.* (1994), com um povoamento de *Pinus sp.* encontraram menor erro relativo para estimativa do volume para o método de Bitterlich.

Pode-se notar-se que, à medida que se aumenta o FAB, menos preciso é o resultado da amostragem, para maiores factores mede-se menos árvores por ponto, aumentando a variância entre os mesmos. Comentários que colaboram com estes fatos podem ser encontrados em Farias *et al.* (2002) e Druszcz *et al.* (2010) ou seja, há necessidade de maior número de pontos por amostragem para se satisfazer um determinado erro de amostragem em relação ao método de amostragem com base em parcelas de área fixa.

À medida que se aumenta o FAB, o número de árvores por ponto diminui, o que provavelmente explica a menor precisão quando se empregou FABs maiores. Este resultado

permite considerar que, uma vez que o método de Bitterlich exige um esforço menor de tempo de medição, mais pontos poderiam ser medidos na área sem exceder o esforço realizado pelo método de área fixa. Com isso, a amostra poderia ser melhor distribuída, com maior representatividade, e provavelmente haveria um ganho de precisão. Estas premissas indicam então que o método de Bitterlich pode ser uma ferramenta valiosa no inventário de florestas nas plantações de IFLOMA, uma vez que pode produzir estimativas com boa precisão, com custo menor em relação ao método de área fixa e de forma mais rápida, por ser um método que exige medir menos árvores, desde que o FAB seja escolhido correctamente.

Quanto ao número óptimo de unidades amostrais, para o método de área fixa e de Bitterlich com FAB = 1 e 4 as doze unidades amostrais lançadas não foram suficientes para satisfazer ao limite de erro estabelecido para a estimativa do volume, isto é, 10% a 90% de limite máximo aceitável. Para o método de área fixa, Bitterlich utilizando FAB = 1 e FAB= 4 atenderem ao limite de erro, seria necessário que fossem lançadas mais 272, 224 e 582 unidades amostrais, respectivamente. Esta mesma tendência de aumento no erro padrão da média e número óptimo de unidades amostrais conforme o aumento do factor de área basal também foi observado por (Farias *et al.*, 2002).

#### **4.3. Análise de variância dos estimadores populacionais (Ni/ha, Gi/ha, Vt/ha, respectivamente) para os FABs utilizados**

A tabela 8 ilustra a análise de variância usando *software* R-studio, a análise dos mesmos foi feita usando a ANOVA, todas as análises foram efetuadas ao nível de 5% de probabilidade, onde através da mesma podemos notar que os tratamentos não possuem efeitos significativos sobre as variáveis analisadas.

**Tabela 8: Tabela de resultados de ANOVA**

Fonte de Variação	P-value a 95% de probabilidade		
	Ni/ha	Gi/ha	Vt/ha
<b>Tratamentos</b>	0.0043016*	2.731e-04*	1.0644e-04*
<b>Blocos</b>	0.0000067*	1.1000e-08*	3.6000e-08*

\*- efeito significativo a 5% de probabilidade

A partir dos resultados obtidos na tabela podemos afirmar que existe uma evidência muito forte contra a hipótese nula (se o  $p \leq 0.05$ : não existem diferenças estatisticamente significativas entre os métodos de amostragem testados), rejeitando-se assim a hipótese nula

(Ho: as médias estimadas pelo método de áreas fixas e Bitterlich não diferem entre si). Para Farias *et al.* (2002), na comparação de métodos de amostragem de Área Fixa e Bitterlich de florestas inequiâneas, as variáveis área basal e número de árvores por hectare não apresentaram diferenças significativas entre os métodos de amostragem. O mesmo ocorreu com Couto *et al.* (1993) em plantios de *Eucalyptus saligna*.

Na tabela 9 estão apresentados resultados do teste de comparação de média de Tukey com um factor controle (FC) que é o método de área fixa, sendo que, este não mostrou diferenças significativa com o método de Bitterlich com FAB= 4.

**Tabela 9: Teste de comparação de médias**

Método	Média Ni/há	Média Gi/ha	Média Vt/ha
FC	696,125 a	19,7681 a	393,362 a
K4	557,438 a	18,375 a	329,65 a
K1	470,563b	11,0625 b	178,794 b

Médias seguidas pela mesma letra não são diferentes estatisticamente no teste de Tukey

Na Tabela 9, pode-se observar que, tanto para o volume quanto para a área basal e número de indivíduos, os resultados das comparações foram significativos apenas para K4 ou por outra para o método de Bitterlich com o FAB=4, ou seja, o método de Bitterlich com FAB=4 mostra que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os métodos testados.

Estes resultados evidenciam que o método proposto por Bitterlich pode ser utilizado como alternativa para a realização de inventários florestais em plantios de *Eucalyptus sp.* uma vez que o FAB= 4 apresenta resultados estatisticamente semelhantes com os obtidos pelo método de amostragem de área fixa. Os resultados obtidos neste estudo não diferem dos resultados obtidos por Farias *et al.* (2002) analisando a diferença entre o método de Bitterlich e o método de área fixa em florestas inequiâneas, observaram que não houve diferenças estatísticas entre os resultados obtidos por ambos os métodos. Sendo que para este estudo apenas não há diferenças significativas entre o método de amostragem de área fixa e de Bitterlich com FAB=4. O mesmo fato também ocorreu com (Druszcz *et al.*, 2010) em plantios de *Pinus taeda* e (Miranda *et al.*, 2015) em plantios de *Tectona grandis*.

#### **4.4.Eficiência relativa**

A tabela 10 mostra a valores de eficiência relativa dos dois métodos de amostragem, sendo neste caso possível ver que o método de amostragem de área fixa não foi muito eficiente pois este levou maior tempo na medição de árvores.



**Tabela 10: Eficiência relativa dos dois métodos de amostragem**

Método	Tempo médio (min)	Variância	Desvio padrão	CV(%)	Eficiência relativa
Área fixa	43.78	8.77	2.93	6.69	0.0034
F4	9.50	14.53	3.81	23.82	1.85*
F1	15.82	9.42	3.07	19.19	1.71

\*melhor valor de eficiência relativa

A tabela 10 apresenta os resultados da eficiência relativa onde o método de Bitterlich com o factor de área basal igual a 4 mostrou ser mais eficiente que o com factor 1 e o método de área fixa.

Entre os dois factores do método de amostragem de Bitterlich o mais eficiente foi o com o factor de área basal igual a 4, este levou menor tempo devido ao número de árvores que nele foram encontradas. Moscovich *et al.* (1991), em São Francisco de Paula-Brasil, analisando a eficiência relativa em uma floresta de *Araucaria angustifolia* obtiveram melhor valor para as estimativas de área basal e volume por hectare pelo método de Bitterlich e área fixa.

Os autores constataram que o método de Bitterlich apresentou menor tempo de medição por parcela menor do que o tempo gasto pelo método de área fixa. (Druszcz *et al.*, 2012) observando a eficiência do inventário florestal pelo método de Bitterlich em comparação com o método de área fixa com conglomerado em cruz, notaram que o método de Bitterlich foi mais eficiente para a estimativa do diâmetro, área basal por hectare e volume total.

A precisão do método não está directamente aliada à eficiência relativa ou seja, o método que adquiriu os melhores resultados para a precisão não apresentou os melhores resultados para a eficiência relativa (Miranda *et al.*, 2015). Tendo em conta a finalidade do inventário, a precisão não deve ser o único critério a ser levado em conta. O objectivo do inventário vai definir o critério que deve ser levado em consideração no processo de levantamento de dados.

Miranda *et al.* (2015), ao compararem o método de Bitterlich com o método de Prodan e área fixa em plantios de *Tectona grandis*, concluíram que o método de Bitterlich também foi o mais eficiente para estimar o DAP, número de árvores por hectare, área basal e volume por hectare.

## **V. CONCLUSÕES**

- ✓ O método mais preciso para a estimativa do número de árvores por hectare em um plantio de *Eucalyptus sp.* foi o de área fixa, para a área basal e volume foi o método de Bitterlich com o factor de área basal 1.
- ✓ A eficiência relativa teve como melhor método o de Bitterlich com o factor de área basal para a estimativa de todas as variáveis observadas (área basal, volume, altura e diâmetro).
- ✓ Dentre os factores testados, o factor de área basal 1 apresentou menor erro de amostragem em relação ao factor de área basal 4 e ao método de área fixa, mas em contrapartida o factor de área basal não apresentou diferenças com o método de área fixa.
- ✓ O método de amostragem de Bitterlich (com o factor de área basal igual a 4) pode ser utilizado como alternativa para inventários florestais nas plantações de *Eucalyptus sp.* com as idades: 13, 10, 09 e 08 da IFLOMA.

## **VI. RECOMENDAÇÕES**

### **A equipa técnica do IFLOMA**

- ✓ A utilização do método de Bitterlich com o factor de área basal 1 para as estimativas de área basal, pois é um método preciso para estimar esta variável, é um método rápido por não haver necessidade de mensurar os diâmetros das árvores;

### **Aos investigadores**

- ✓ Recomenda-se a utilização do método de Bitterlich em situações em que a área basal é a variável de maior importância, uma vez que os resultados obtidos neste trabalho mostraram ser este um método preciso para estimativa directa dessa mesma variável.
- ✓ Utilização do método de Bitterlich com os factores de área basal 2,3 e 9.

## **VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Blid, N., (2014

). *Indústria florestal e movimento.*

Campos, J.C.C. & Leite, H.G., (2013). *Mensuração Florestal Perguntas E Respostas.* Viçosa: UFV.

DNTF, 2011. *Situacao das areas dos projectos dereflorestamento em Mocambique.* Maputo.

Druszcz, J.P., Nakajima, N.Y. & Péllico Netto, S., (2010). *Comparação entre os métodos de amostragem de Bitterlich e de área fixa com parcela circular em plantação de Pinus taeda.* Floresta.

ENCINAS, J.I., SILVA, G.F. & KISHI, I.T., (2002). *Variáveis dendrométricas. Comunicações Técnicas Florestais.*

Farias, C.A., Soares, C.P.B., Souza, A.L. & G, L.H., (2002) *Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequiâneas.* Revista Árvore, Viçosa.

Farias, C.A., Soares, C.P.B., Souza, A.L. & Leite, H.G., (2002). *Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequiâneas.. Revista Árvore.*

FERREIRA, C.A., (2003). *Cultivo do eucalipto: Manejo de plantações para desdobro. In: Embrapa Florestas Sistemas de Produção.*

Filho, A.M., (2016) *Aplicação da amostragem em rodízio em povoamentos clonais de Eucalyptus sp. em região tropical do Brasil.* CURITIBA. Dissertação apresentada ao Programa de Pósgraduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre.

Finger, C.A.G., (2006). *Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de Eucalyptus saligna Smith.* Cerne.

FIORENTIN, L.D. *et al.*, (2016). *Método De Amostragem De Bitterlich Aplicado Em Floresta Ombrófila Mista.*

MAE, 2014. *Perfil Do Distrito De Manica Província De Manica.* Maputo-Moçambique.

Martins, (2000). *Estrutura de uma floresta mesófila.* Campinas: Unicap.

MARTINS, I.S., PIRES, I.E. & OLIVEIRA, M.C.o.d., (2003). Divergência genética em progênies de uma população de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. *Floresta e Ambiente*, 9, pp.p. 81-89.

Massingue, E., (2003). *Estabelecimento de Parcelas Permanentes e Avaliação do Crescimento de Povoamentos de Eucalyptus spp na Unidade de Bandula, IFLOMA-MANICA.*

Pélico, N. & Brena, S., (1997). *Inventário Florestal*. Curitiba. p.136p.

Rios, N..A., (1997). *Amostragem com igual probabilidade de seleção e amostragem com probabilidade proporcional ao tamanho, em plantações de eucaliptos*. Viçosa-G: UFV.

Sanquenta, C.R. *et al.*, (2009). *Inventários Florestais: Planejamento e Execução*. Curitiba: Multi-Graphic. p.316p.

Sanquetta, C.R., Watzlawick, L.F., Dalla Côrte, A. & Fernandes, L.A.V., (2006). *Inventários florestais: planejamento e execução*.

SCAVINSKI, V.,(2014). *Projeção da produção utilizando curvas de sítio anamórficas e polimórficas para plantios de Eucalyptus grandis* W. Hill.. Irati, PR: Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Scolforo, J.R.M., (2006). *Modelagem do Crescimento e da Produção de Florestas Plantadas*. In Manejo Florestal. LAVRAS.

SEGURA, T.E.S., (2015). *Avaliação das madeiras de Corymbia citriodora, Corymbia torelliana e seus híbridos visando à produção de celulose kraft branqueada*. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo.

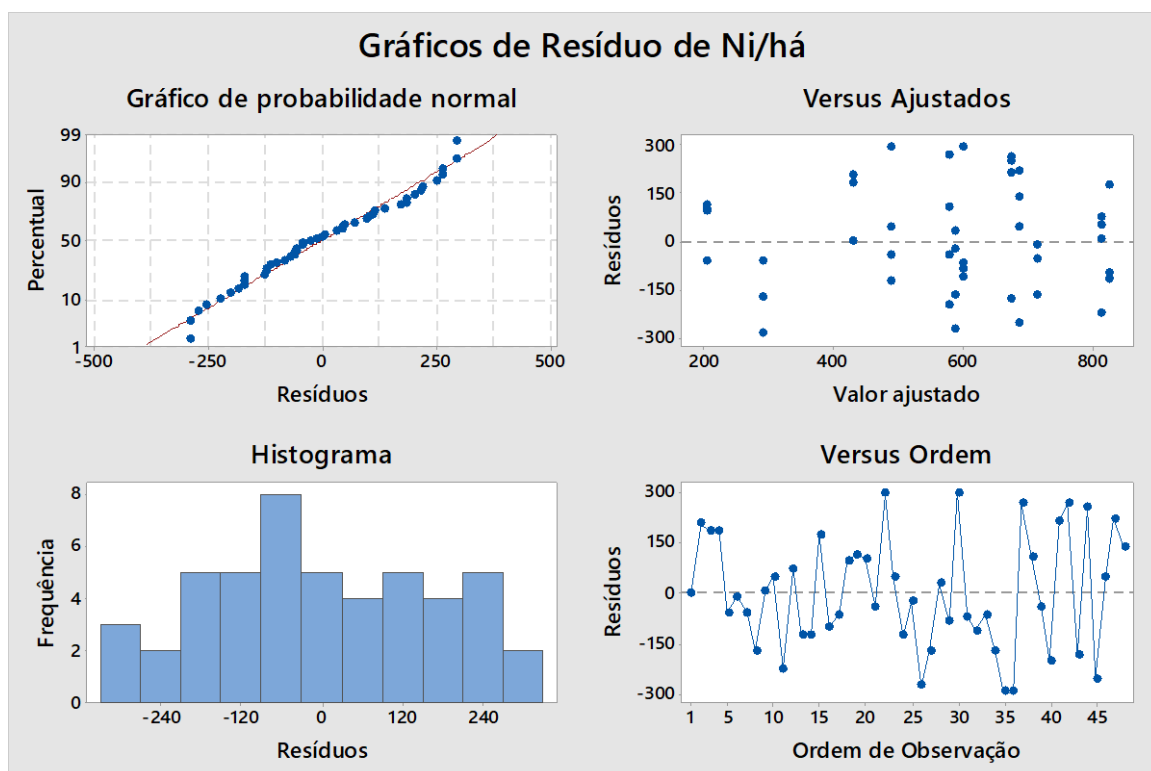
SILVA, J.C., (2005). *Novos Valores estimulam consumo da madeira de reflorestamento*. *Visão Agrícola*.

## VIII. Anexos

### Anexo.1 Estatísticas Descritivas: Ni/ha; Gi/ha; Vt/ha

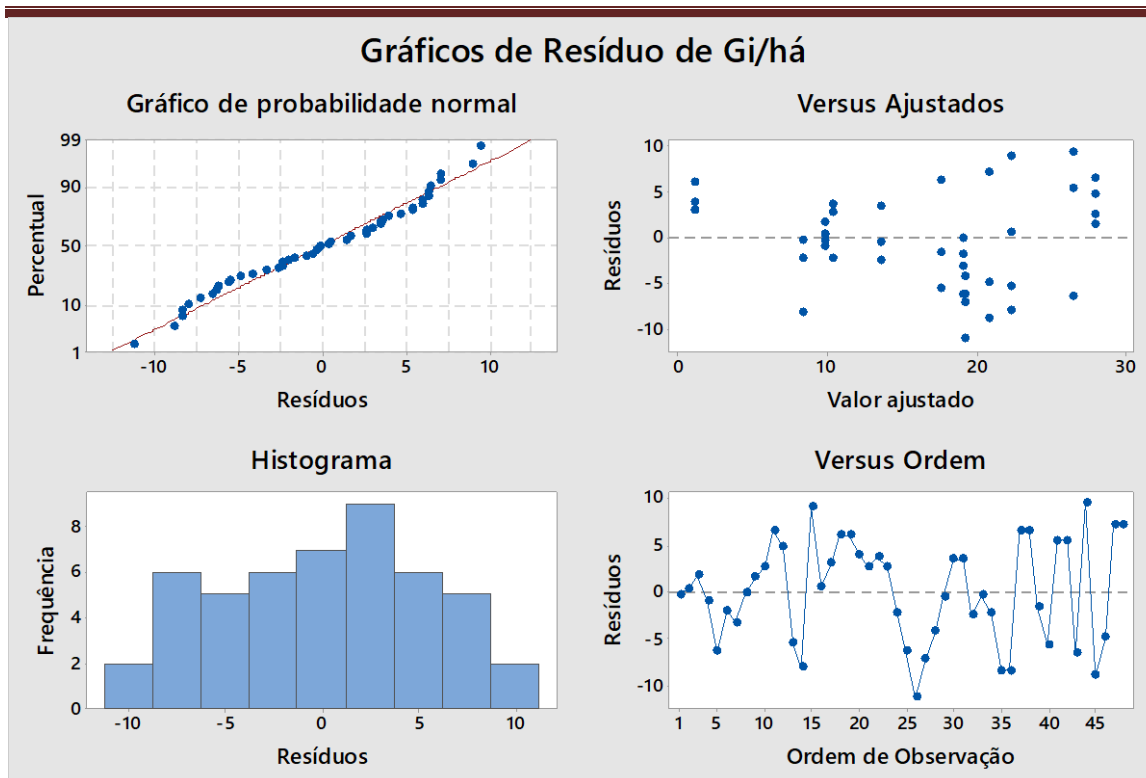
#### Anexo1.1. Análise de Variância de número de indivíduo por unidade de área

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Método	2	414186	207093	6,67	0,003
Bloco	3	1222017	407339	13,11	0,000
Erro	42	1304922	31070		
Total	47	2941126			



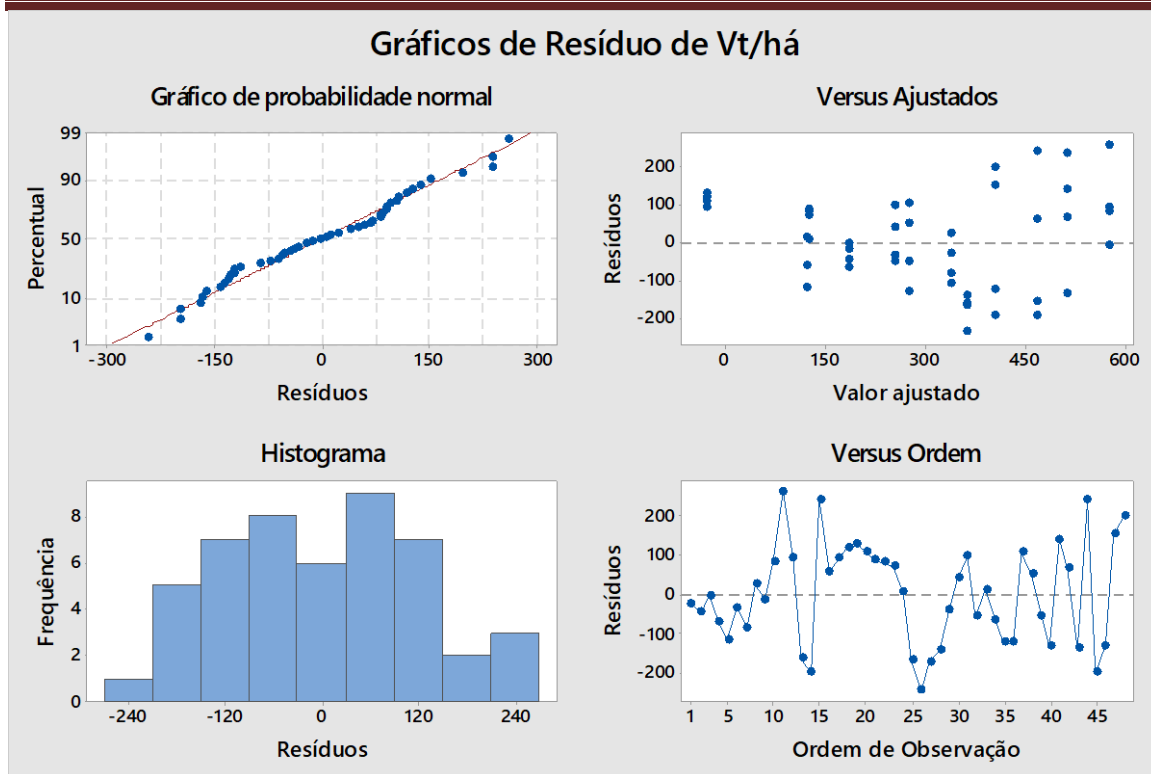
#### Anexo 1.2. Análise de Variância área basal por unidade de área

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Metodo	2	699,7	349,87	10,83	0,000
Bloco	3	2086,6	695,52	21,52	0,000
Erro	42	1357,3	32,32		
Total	47	4143,6			



**Anexo1.3.** Análise de Variância volume total por unidade da área

Fonte	GL	SQ (Aj.)	QM (Aj.)	Valor F	Valor-P
Método	2	388569	194284	10,98	0,000
Bloco	3	1020657	340219	19,24	0,000
Erro	42	742838	17687		
Total	47	2152064			



## Anexo 2: Teste de comparação de médias

### Anexo 2.1: Comparações para Ni/ha

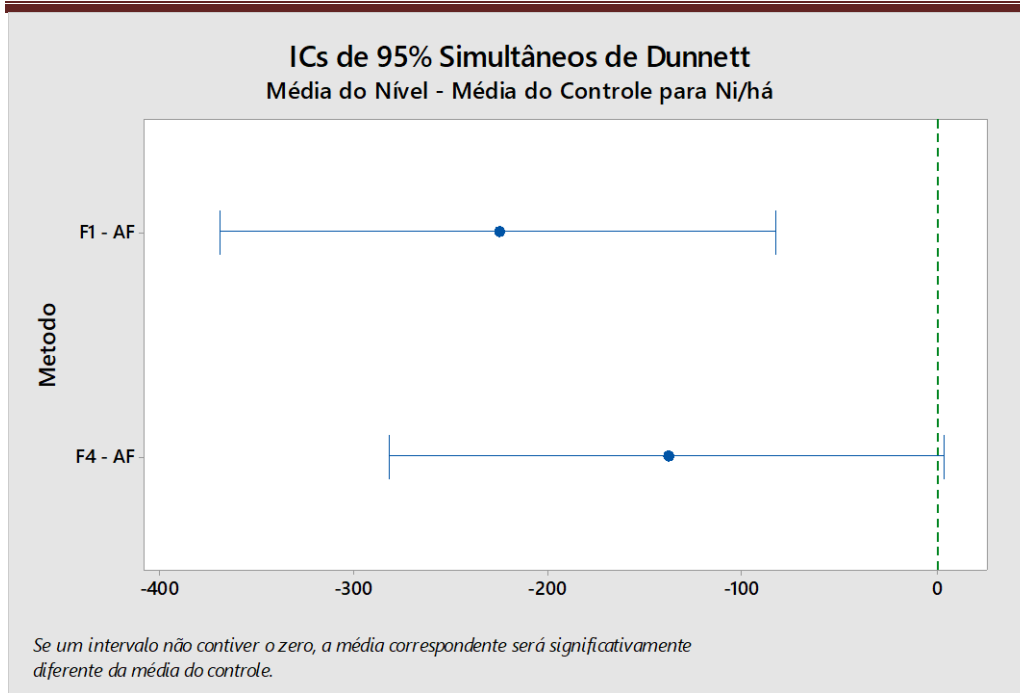
Comparações Múltiplas de Dunnett com um Controle: Método

Agrupar Informações Usando o Método de Dunnett e Confiança de 95%

Método	N	Média	Agrupamento
AF (Controle)	16	696,125	A
F4	16	557,438	A
F1	16	470,563	

*As médias não rotuladas com a letra A são significativamente diferentes da média do nível de controle.*





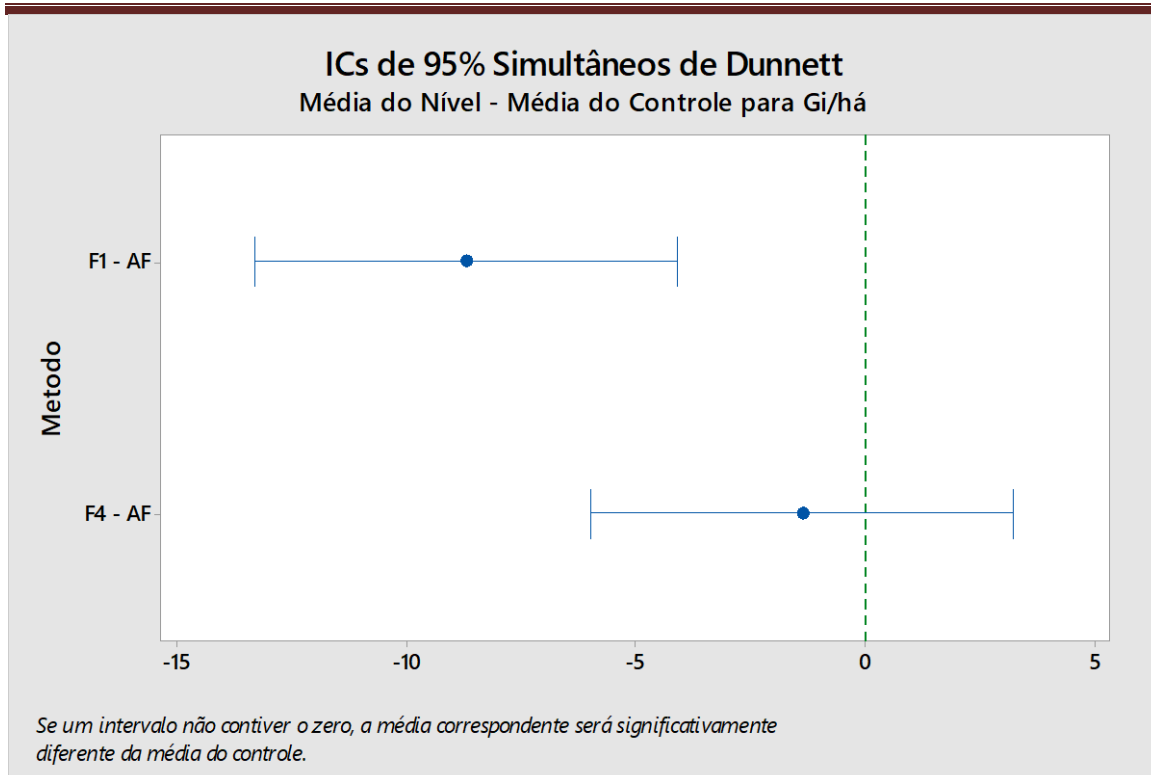
### Anexo 2.2: Comparação para Gi/ha

Comparações Múltiplas de Dunnett com um Controle: Método

Agrupar Informações Usando o Método de Dunnett e Confiança de 95%

Método	N	Média	Agrupamento
AF (Controle)	16	19,7681	A
F4	16	18,3750	A
F1	16	11,0625	

As médias não rotuladas com a letra A são significativamente diferentes da média do nível de controle.



#### Agrupar Informações Usando o Método de Dunnett e Confiança de 95%

Método	N	Média	Agrupamento
AF (Controle)	16	393,362	A
F4	16	329,650	A
F1	16	178,794	

*As médias não rotuladas com a letra A são significativamente diferentes da média do nível de controle.*

**Anexo 3. Tabela de ANOVA**

<b>Ni/ha(árvores/ha)</b>					
	GL	SQ	SQM	FC	Pr>FC
Tratamentos	2	394816	197408	6.221	0.0043016
Blocos	3	1168986	389662	12.280	0.0000007
Resíduos	42	1332771	31733	-----	-----
Total	47	28966573	-----	-----	-----
CV	30.91%				
P- Value	0.1455418				
<b>G/ha(m<sup>2</sup>/ha)</b>					
Tratamentos	2	677.6	338.78	10.039	2.731e-04
Blocos	3	2208.8	736.28	21.819	1.1000e-08
Resíduos	42	1417.3	33.75	-----	-----
Total	47	4303.7	-----	-----	-----
CV	35.69%				
P- Value	0.1050884				
<b>Vt/ha(m<sup>3</sup>/ha)</b>					
Tratamentos	2	400854	200427	11.464	1.0644e-04
Blocos	3	1041595	347165	19.857	3.6000e-08
Resíduos	42	734283	17483	-----	-----
Total	47	2176632	-----	-----	-----
CV	44.14%				
P- Value	0.4551102				